

ARCHIVOS
LATINOAMERICANOS
DE
NUTRICION



CONTINUACION DE
ARCHIVOS VENEZOLANOS DE NUTRICION



ORGANO OFICIAL DE LA SOCIEDAD
LATINOAMERICANA DE NUTRICION

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

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

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

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

Dirección: Archivos Latinoamericanos de Nutrición

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

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

Arch. Latinoamer. Nutr.

ALAN-VE ISSN 0004-0622

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

FE DE ERRATA

Se agradece a los lectores, corregir en el Vol 34, No. 2, 1984 de Archivos Latinoamericanos de Nutrición, p. 323, los datos siguientes erróneamente citados por los autores en la Tabla 1

COMPONENTES DE LA DIETA BAJA EN YODO, que ahora leen:

Gluten	44°/o
Harina de trigo	5.12°/o

Los datos correctos son:

Gluten (Harina de trigo)	44°/o
Aceite vegetal	5.12°/o

ARCHIVOS LATINOAMERICANOS DE NUTRICION

ORGANO OFICIAL DE LA
SOCIEDAD LATINOAMERICANA DE NUTRICION

VOL. XXXIV

DICIEMBRE, 1984

No. 4

CONTENIDO

	Página
EDITORIAL	601
TRABAJOS DE INVESTIGACION	
NUTRICION HUMANA	
Peso y talla de la población adulta panameña. — <i>Odilia de Bermúdez, Cutberto Parillón, Víctor Valverde y Artemia de Pinto</i>	605
Food consumption and dietary adequacy according to income in 1,200 families, Manaus, Amazonas, Brasil, 1973-1974. — <i>Roger Shrimpton</i>	615
Análisis del significado práctico de los requerimientos de aminoácidos en la nutrición humana. — <i>Héctor Araya L.</i>	630
NUTRICION EXPERIMENTAL	
Protein digestibility of methionine supplemented common beans (<i>Phaseolus vulgaris</i>) in adult human subjects. — <i>Ricardo Bressani, Eloísa Hernández, Delia Navarrete and J. Edgar Braham</i>	640
Digestibilidad, valor proteínico y necesidades de proteína de dietas de plátano/frijol y yuca/frijol en adultos jóvenes. — <i>Delia A. Navarrete, Olivia Marcela Gutiérrez y Ricardo Bressani</i>	654
BIOQUIMICA NUTRICIONAL	
The mediating role of the parathyroid gland in the effect of low calcium intake on blood pressure in the rat. — <i>José M. Belizán, José Villar, Steven Self, Oscar Pineda, Irene González and Eduardo Sainz</i>	666
Efecto de la restricción calórico-proteínica durante el embarazo de la rata en la actividad de algunas enzimas glicolíticas en la placenta. — <i>Julia Araya A. y Ma. Angélica Sánchez</i>	676
CIENCIAS DE ALIMENTOS	
Cinética de investigación térmica de la peroxidasa en nabos y guisantes. — <i>Otoniel Corzo Delgado, José A. Barreiro Méndez y Carmen Irazábal de Guariguata</i>	685

Determinación del sabor amargo en la cerveza. Correlación entre el método espectrofotométrico y la evaluación sensorial. — Emma Wittig de Penna, Sergio González y Juan Carlos Vercellino.	694
Calidad nutricional de las proteínas de soya y caseína, dañadas térmicamente, y determinada <i>in vivo</i> por un método enzimático. — N. Millán, O. Brito y P. Hevia.	708
Efecto del formaldehído en la protección de proteínas del ensilaje de la planta de cacahuete (<i>Arachis hypogaea</i>). — Leonor Sanginés G., Carlos Conde E. y Fernando Pérez-Gil Romo	724
Modificación enzimática de las proteínas de tortas comerciales de ajonjolí (<i>Sesamum indicum</i>, L.). — C. Pérez G. y R. Saad L.	735
Estudio de las propiedades funcionales y nutricionales de proteínas modificadas del ajonjolí (<i>Sesamum indicum</i>, L.). — R. Saad L. y C. Pérez G.	749
GRUPO PERMANENTE DE TRABAJO DE LA SLAN EN SISTEMAS DE VIGILANCIA ALIMENTARIA-NUTRICIONAL.	763
NUEVOS LIBROS.	775
NOTAS.	776
CONTENIDO DE LA REVISTA TURRIALBA, Vol. 34, No. 1, 1984	777
INDICE GENERAL DEL VOLUMEN XXXIV	779
INDICE POR MATERIA	784
INDICE POR AUTORES	786
INFORMACION PARA LOS AUTORES.	793

ARCHIVOS LATINOAMERICANOS DE NUTRICION

ORGANO OFICIAL DE LA
SOCIEDAD LATINOAMERICANA DE NUTRICION

VOL. XXXIV

DECEMBER, 1984

No. 4

CONTENTS

	Page
EDITORIAL	601
RESEARCH PAPERS	
HUMAN NUTRITION	
Weight and height of the adult Panamanian population. — <i>Odilia de Bermúdez, Cutberto Parillón, Víctor Valverde and Artemia de Pinto</i>	605
Food consumption and dietary adequacy according to income in 1,200 families, Manaus, Amazonas, Brazil, 1973-1974. — <i>Roger Shrimpton</i> . . .	615
Analysis of the practical usefulness of amino acid requirements in human nutrition. — <i>Héctor Araya L.</i>	630
EXPERIMENTAL NUTRITION	
Protein digestibility of methionine supplemented common beans (<i>Phaseolus vulgaris</i>) in adult human subjects. — <i>Ricardo Bressani, Eloisa Hernández, Delia Navarrete and J. Edgar Braham</i>	640
Digestibility, protein value and protein needs of plantain/bean and cassava/bean diets in young human adults. — <i>Delia A. Navarrete, Olivia Marcela Gutiérrez and Ricardo Bressani</i>	654
NUTRITIONAL BIOCHEMISTRY	
The mediating role of the parathyroid gland in the effect of low calcium intake on blood pressure in the rat. — <i>José M. Belizán, José Villar, Steven Self, Oscar Pineda, Irene González and Eduardo Sainz</i>	666
Effect of calorie-protein restriction during pregnancy in rats on the activity of some placental glycolytic enzymes. — <i>Julia Araya A. and María Angélica Sánchez</i>	676
FOOD SCIENCE	
Kinetics of the heat inactivation of peroxidase in green peas and turnips. — <i>Otoniel Corzo Delgado, José A. Barreiro Méndez and Carmen Irazábal de Guariguata</i>	685

Determination of the bitter taste in beer. Correlation between the spectrophotometric method and sensory evaluation. — <i>Emma Wittig de Penna, Sergio González and Juan Carlos Vercellino</i>	694
Nutritional quality of soy and casein proteins, thermically damaged, and determined by an <i>in vivo</i> enzymatic method. — <i>N. Millán, O. Brito and P. Hevia</i>	708
Formaldehyde protective effect on the silaged whole peanut plant protein. — <i>Leonor Sanginés G., Carlos Corrales E. and Fernando Pérez-Gil Romo</i> . . .	724
Enzymatic modification of proteins of commercial sesame (<i>Sesamum indicum</i> , L.) meals. — <i>C. Pérez G. and R. Saad L.</i>	735
Study on the functional and nutritional properties of sesame (<i>Sesamum indicum</i> , L.) modified proteins. — <i>R. Saad L. and C. Pérez G.</i>	749
PERMANENT WORKING GROUP OF SLAN ON FOOD AND NUTRITIONAL SURVEILLANCE SYSTEMS	763
NEW BOOKS	775
NOTES	776
CONTENTS OF THE JOURNAL TURRIALBA, Vol. 34, No. 1, 1984	777
GENERAL INDEX OF VOLUME XXXIV	779
SUBJECT INDEX	784
AUTHOR INDEX	786
INSTRUCTIONS TO AUTHORS	793

EDITORIAL

LA BIOTECNOLOGIA EN EL DESARROLLO DE AMERICA LATINA

En esta oportunidad abordaremos un tema que, por las enormes posibilidades que encierra, constituye en los momentos actuales un área de gran interés en los países que conforman el mundo moderno. En ese mundo, en efecto, la biotecnología se considera como una de las opciones más atractivas para impulsar economías industriales que en estos momentos no prosperan. Vista en forma más amplia, para los países del Tercer Mundo, ofrece grandes oportunidades en pro de su desarrollo, que es precisamente nuestro anhelo general.

Las raíces de donde emana ese interés en la biotecnología provienen de los conocimientos cada vez mayores de los mecanismos por cuyo medio se almacena, utiliza, transfiere, y transforma la información genética. Esos adelantos en biología molecular se deben a la disponibilidad de un número de técnicas de laboratorio que permiten manipular y modificar deliberadamente el material genético. Esto no es nada nuevo, ya que ello se ha hecho por medios distintos en el área agrícola en materiales como el maíz híbrido, y en otras plantas de uso industrial o alimentario. Esos métodos, sin embargo, son lentos, poco precisos y están limitados a una sola especie. En contraste, con la nueva tecnología, los cambios a inducir son rápidos y específicos, además de permitir la transferencia de características entre especies, lo que no es posible con el sistema convencional. El potencial de la nueva biotecnología ha sido, pues, lo que ha inducido su actividad de hoy en día, la que debe ser dirigida hacia su potencial en el área económica y social, en particular en el caso de los países en desarrollo.

Son varias las definiciones de biotecnología propuestas en los últimos años. La Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico, por ejemplo, la define como "la aplicación de los principios científicos y de ingeniería, al procesamiento de materiales a través del uso de agentes biológicos para producir bienes y servicios". En Inglaterra se define como "la aplicación de organismos biológicos, sistemas o procesos para las industrias manufactureras o de servicios". Por otra parte, en el Canadá la biotecnología trata sobre "la utilización de los procesos biológicos, ya sea de células microbiana, vegetal o animal o de sus componentes, para producir bienes y servicios".

Realmente, estas definiciones no acusan gran diferencia entre sí, ya que en todas se señala el uso de sistemas biológicos, ya sea éstos células, tejidos u organismos completos, para efectuar un cambio deseable y buscado, cuyo resultado sea productos para el bienestar del hombre.

En retrospectiva, la biotecnología es una actividad que por muchos años han practicado diversas civilizaciones en su aplicación más simple si se quiere, pero no por eso menos útil. Ahora bien, vista en su forma más amplia y haciendo uso de los conceptos ya expresados, es indudable que las oportunidades y servicios que ofrece a los países en desarrollo son considerables, tanto en el área de producción de alimentos como en la de su transformación y mejoramiento en cuanto a su valor nutricional y aceptabilidad. Asimismo, su aplicación permite una utilización más racional de los subproductos agroindustriales. No sólo proporciona nuevos productos o materia prima modificada, sino mantiene también la calidad del medio ambiente, ya que como hemos podido constatar, por ahora muchos de esos subproductos se desechan en los ríos o se amontonan, y al descomponerse originan malos olores y dan lugar a la cría de insectos no deseables.

Evidentemente, la biotecnología asociada a la manipulación genética también es útil para los países en desarrollo, ya que estos aspectos pueden serles de gran beneficio, y muchos de nuestros países tienen la capacidad técnica para desarrollarla. Los procesos microbiológicos, por ejemplo, ofrecen posibilidades interesantes que han sido utilizadas con bastante acierto por las civilizaciones del Lejano Oriente para producir alimentos de alto valor nutritivo, haciendo uso de soya, arroz y otros productos. En América Latina, sin embargo, se conocen pocos alimentos fermentados que la población consuma. En muchos casos se ha demostrado que el crecimiento de las bacterias y/o levaduras en substratos como los cereales, resultan en productos de mejor valor proteínico debido a la síntesis de proteína microbiana —rica en lisina— que suplementa el aminoácido del cereal —deficiente en ese aminoácido. Asimismo, otra ventaja nutricional es la síntesis de vitaminas del complejo B, por ejemplo, la B₁₂ en tempe.

Algunos de estos procesos, como se dijo, existían en el pasado, pero por una u otra razón ya no se practican. El "pozol", por ejemplo, era un alimento que los Mayas y Aztecas utilizaban en situaciones de traslado a grandes distancias. El producto se preparaba de masa de maíz elaborada con maíz cocido con cal. Luego, esa masa la envolvían en hojas, en donde ocurría una fermentación, posiblemente láctica. El producto así obtenido es de mejor calidad nutricional que la masa.

Ajeno al área de alimentos, la biotecnología también puede favorecer a nuestros países en otros renglones. Todos sabemos que existen muchos recursos naturales subutilizados que ofrecen oportunidades de explotación para producir bienes y servicios que la población requiere, o que requerirá en el futuro.

El proceso es largo y requiere de investigación que debe iniciarse con inventarios de las posibilidades existentes para que, mediante esfuerzos conjuntos y programas de investigación continuos, se pueda llegar a su efectiva explotación. En el caso de América Latina, que cuenta con un gran acervo de recursos naturales, la biotecnología representa, pues, un camino más que amerita seria consideración.

*Ricardo Bressani
Editor General*

TRABAJOS DE INVESTIGACION

PESO Y TALLA DE LA POBLACION ADULTA PANAMEÑA^{1,2}

*Odilia de Bermúdez³, Cutberto Parillón⁴, Víctor Valverde⁵
y Artemia de Pinto⁶*

Ministerio de Salud, República de Panamá, e
Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP),
Guatemala, C. A.

RESUMEN

Este trabajo consistió en el análisis de los datos antropométricos recabados en 1980 en una muestra representativa de la población adulta de la República de Panamá, de acuerdo al sexo, lugar de residencia y edad. Según se determinó, el varón adulto panameño tiene un peso promedio de 61.8 kg y una talla de 165.0 cm, y la mujer panameña, un peso de 55.4 kg y una talla promedio de 154.5 cm. Los promedios de peso y talla de la población adulta son diferentes en las distintas provincias del país. Así, Veraguas y San Blas tienen los promedios de peso y talla más bajos mientras que, entre los hombres adultos, las provincias de Panamá, Bocas del Toro y Colón acusan las mejores condiciones nutricionales. Las mujeres incrementan de peso conforme avanzan en edad hasta alcanzar un pico máximo entre los 45 y 54 años. En los varones

Manuscrito modificado recibido: 18-11-84.

- 1 Datos obtenidos de la encuesta nacional de nutrición practicada en 1980, la que fue financiada por el Ministerio de Salud de Panamá y la Agencia Internacional para el Desarrollo (AID).
- 2 Parte de la información presentada constituyó el trabajo monográfico de la Licenciada de Bermúdez, previo a optar al título de *Magister Scientifcae*, Curso de Postgrado en Salud Pública con Énfasis en Nutrición y Materno-infantil, otorgado por el Centro de Estudios Superiores en Nutrición y Ciencias de Alimentos (CESNA), Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Médicas/INCAP, Guatemala, 1982.
- 3 Nutricionista del Sistema Integrado de Salud de la Provincia de Coelá, República de Panamá.
- 4 Director de Nutrición, Ministerio de Salud, República de Panamá.
- 5 Coordinador Institucional del Programa de la Universidad de las Naciones Unidas (UNU), y Científico de la División de Planificación Alimentario-Nutricional, Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP), Apartado Postal 1188, Guatemala, Guatemala, C. A.
- 6 Nutricionista del Ministerio de Salud, Panamá, República de Panamá.

Publicación INCAP C-125.

el peso promedio más elevado ocurre a más temprana edad, 25 a 29 años, y se mantiene hasta los 45-54 años. A partir de entonces se empieza a observar en ambos sexos un descenso de peso conforme la edad avanza. La talla de la población panameña parece haber aumentado a través del tiempo como lo reflejan los promedios de talla de distintos falanges de edad estudiados en 1980, y la comparación de esos datos con información similar recabada en 1967.

Se concluye que un Sistema de Vigilancia Alimentario-Nutricional en Panamá debe contemplar la inclusión de datos de orden antropométrico que describan las condiciones nutricionales de los adultos panameños.

INTRODUCCION

Los tipos, las características y la magnitud de deficiencias nutricionales que afectan a los niños menores de cinco años, a las madres embarazadas y durante el período de lactancia en Panamá han sido documentados, a partir de la década de 1950 (1-3). Existe, sin embargo, poca información representativa a nivel de país o de regiones que describa las condiciones actuales de nutrición de la población adulta de Centro América y Panamá, y que sustente debidamente los cambios ocurridos a través del tiempo, en lo que al estado nutricional de dichos grupos concierne. Se asevera, con poca evidencia científica sólida, que los adultos varones consumen más cantidad y mejor calidad de alimentos, de acuerdo a necesidades específicas de calorías y nutrientes, que los menores de cinco años, las embarazadas y las madres en el período de lactancia.

El estado nutricional deficiente de una población adulta puede tener implicaciones negativas en la producción nacional así como en la productividad de las familias afectadas (4-8). Así pues, el conocimiento de las condiciones nutricionales de la población adulta constituye un valioso instrumento, ya que permite orientar decisiones gubernamentales enfocadas a brindar a familias pobres la oportunidad de producir más alimentos y/o incrementar su capacidad de compra para adquirirlos en el mercado.

El Gobierno de la República de Panamá llevó a cabo en 1980 una encuesta nacional de nutrición en la que se recabó información antropométrica de adultos de ambos sexos residentes en las distintas provincias del país. Esta comunicación describe las características antropométricas de los adultos panameños, por provincias, y explora posibles cambios suscitados en las condiciones nutricionales de esa población en el período comprendido de 1967 a 1980.

MATERIALES Y METODOS

En la elaboración de este trabajo se ha utilizado la información de peso y talla de 11,611 adultos panameños de ambos sexos, recogida en la encuesta nacional de nutrición que se llevó a cabo en junio-julio de 1980 (9, 10). El marco muestral de la encuesta lo constituyeron los 12,107 segmentos censales en que se divide el país, de los cuales se seleccionó al azar, un total de 317 (30/o). Se estima que la muestra así seleccionada permite efectuar inferencias válidas a nivel de provincias y de distritos (9, 10).

La información antropométrica fue recabada a nivel de cada hogar por personal adiestrado y estandarizado previamente. Los datos de peso se recogieron utilizando balanzas de baño (Detecto) graduadas en kilogramos, con una aproximación de 0.5 kg, y capacidad máxima de 130 kg. Los sujetos bajo estudio se pesaron descalzos y con un mínimo de ropa. No se efectuó ninguna corrección por peso de la ropa. En la obtención de la talla se emplearon cintas métricas graduadas en centímetros con aproximación de 0.5 cm. Las cintas se colocaron en posición vertical en la pared u otra superficie lisa, empleándose también una escuadra de madera. Los individuos se midieron descalzos de acuerdo a las técnicas de medición usadas para la toma de talla.

En el proceso de editorialización de los datos se excluyeron todos los adultos menores de 18 años y los mayores de 74, así como las mujeres embarazadas; también quedaron excluidos los casos con talla de más de 210 cm o inferior a 125 cm. Los rangos mínimos y máximos considerados como aceptables fueron establecidos tomando en cuenta la experiencia del personal de salud de la República de Panamá sobre valores esperados y posibles errores de medición, y de codificación de datos. En algunas comparaciones aquí presentadas se utilizaron los valores de peso y de talla del National Center for Health and Statistics (NCHS) derivados de una población de referencia con crecimiento físico normal (11).

Para efecto de análisis los promedios de peso y talla, por grupos de edad y sexo, se presentaron por provincia. Se determinaron, también por provincia, los valores de peso y talla de distintos percentiles. Con el propósito de explorar las diferencias antropométricas entre provincias se utilizó el análisis de varianza (ANDEVA) y la prueba "t" de Student.

RESULTADOS

En la Tabla 1 se consignan los resultados de peso y talla, por sexo, a nivel nacional, expresados tanto en forma de promedios y desviación estándar como en valores de percentiles. El peso promedio de los varones estudiados, a nivel nacional, es de 61.8 ± 11.3 kg, y el de las mujeres de $55.4 \text{ kg} \pm 11.8$ kg. En cuanto a la talla, los varones panameños tienen un valor de 165.1 ± 8.7 cm mientras que, en el sexo femenino, la talla promedio alcanzada es de 159.5 ± 7.8 .

En la misma Tabla se indica que el valor de las medianas para ambas medidas antropométricas es siempre ligeramente inferior que los valores promedio. La diferencia entre el tercer percentil y la mediana en cuanto a peso, excede ligeramente en ambos sexos al valor de una desviación estándar (15.0 kg de diferencia y 11.3 kg de DE en el sexo masculino, y 16 kg de diferencia y 11.8 de DE para el sexo femenino). En el caso de la talla, las diferencias en ambos sexos entre el valor de la mediana y el tercer percentil son casi siempre cercanas a dos desviaciones estándar. Este hallazgo señala que mientras que la distribución de talla es normal, la distribución de peso no lo es.

Los valores promedio y desviación estándar de peso y talla de la población adulta, según sexo y provincia de residencia, se resumen en la Tabla 2. Al efectuarse un ANDEVA, en el que se consideró la provincia de residencia para cada sexo como variable independiente, se encontraron

TABLA 1

VALORES PROMEDIO Y DESVIACION ESTANDAR $\bar{x} \pm DE$) Y PERCENTILES DE PESO, EN KG, Y DE TALLA, EN CM, DE LA POBLACION ADULTA. ENCUESTA NACIONAL DE NUTRICION, REPUBLICA DE PANAMA

(Julio - Agosto, 1980)

Medida	Sexo	$\bar{x} \pm DE$	Percentiles								
			3	5	10	25	50	75	90	95	97
Peso (kg)	Masculino ¹	61.8 \pm 11.3	45.0	46.0	49.0	54.0	60.0	68.0	77.0	82.0	86.0
Talla (cm)	Masculino ¹	165.1 \pm 8.7	150.0	151.0	154.0	160.0	165.0	171.0	176.0	179.0	181.0
Peso (kg)	Femenino ²	55.4 \pm 11.8	38.0	40.0	42.0	47.0	54.0	62.0	71.0	77.0	82.0
Talla (cm)	Femenino ²	154.5 \pm 7.8	140.0	142.0	140.0	150.0	154.0	160.0	164.3	168.0	170.0

¹ n = 5,355.

² n = 6,256.

TABLA 2

VALORES PROMEDIO Y DESVIACIONES ESTANDAR ($\bar{x} \pm DE$) DE PESO, EN KG, Y TALLA, EN CM, DE LA POBLACION ADULTA, SEGUN SEXO Y PROVINCIA DE RESIDENCIA. ENCUESTA NACIONAL DE NUTRICION, REPUBLICA DE PANAMA

(Julio - Agosto, 1980)

Sexo Provincia de residencia	Masculino			Femenino		
	n	Peso ¹ $\bar{x} \pm DE$	Talla ² $\bar{x} \pm DE$	n	Peso ³ $\bar{x} \pm DE$	Talla ⁴ $\bar{x} \pm DE$
Bocas del Toro	169	62.3 ± 9.5	163.1 ± 9.1	183	59.4 ± 12.8	155.0 ± 7.8
Coclé	436	59.0 ± 10.6	163.8 ± 7.6	556	53.8 ± 11.5	152.1 ± 7.4
Colón	541	62.6 ± 11.4	165.2 ± 10.0	582	59.8 ± 13.2	157.4 ± 8.0
Chiriquí	663	60.1 ± 10.6	163.4 ± 7.8	975	53.7 ± 10.7	152.2 ± 7.8
Darién	181	60.2 ± 9.7	164.7 ± 9.2	195	54.9 ± 10.4	153.3 ± 7.8
Herrera	504	61.4 ± 11.0	166.3 ± 8.1	475	54.1 ± 10.8	155.7 ± 7.1
Los Santos	353	61.3 ± 10.7	167.3 ± 6.9	409	54.8 ± 10.8	157.8 ± 6.7
Panamá	1,756	65.3 ± 11.8	166.8 ± 8.8	2,089	57.5 ± 12.1	156.0 ± 7.4
Veraguas	633	57.0 ± 9.8	163.0 ± 7.9	629	50.3 ± 9.3	152.1 ± 7.3
San Blas	119	55.0 ± 10.0	157.6 ± 9.0	163	47.9 ± 9.9	145.4 ± 7.7
Total	5,355	61.8 ± 11.3	165.1 ± 8.7	6,256	55.4 ± 11.8	154.5 ± 7.8

¹ F = 44.9; P < 0.001.

² F = 31.5; P < 0.001.

³ F = 45.7; P < 0.001.

⁴ F = 82.0; P < 0.001.

notorias diferencias entre provincias, tanto en lo referente al peso como a la talla ($P < 0.01$).

La comarca de San Blas acusó los pesos promedio masculinos más bajos, seguida por la Provincia de Veraguas. Por otra parte, en Panamá y Bocas del Toro, los pesos promedio de adultos masculinos son más elevados, según se observa. Con respecto a talla de varones, San Blas y Veraguas presentaron los valores promedio más bajos, mientras que de acuerdo con los datos recabados, en Panamá y Bocas del Toro, en promedio, los adultos varones son más altos. Los resultados de peso y talla, por provincia, para el sexo femenino siguen un patrón similar al descrito para el sexo masculino.

Los promedios y desviaciones estándar en peso y talla por sexo para las distintas categorías de edad, se detallan en la Tabla 3. En las mujeres panameñas el peso aumenta conforme avanza la edad hasta alcanzar un pico máximo entre los 45 y 54 años de edad. En el caso de los varones dicho pico se alcanza más temprano, de 25 a 34 años, y se mantiene hasta los 45 y 54 años de edad. A partir de esa edad, se inicia un descenso de los valores promedio de peso corporal, similar en ambos sexos. En lo que concierne a talla, el grupo de adultos de 18 a 24 años es, en ambos sexos, más alto que en las otras categorías de edad estudiadas. En el caso del sexo masculino, la talla es siempre menor conforme se avanza en categorías de edad. Al comparar los dos extremos de edad estudiados, o sea de 18 a 24 años y de 65 a 74 años, la diferencia entre promedios es de 4.7 cm. El descenso en talla en el sexo femenino conforme se avanza en edad es menor. La diferencia en talla en los dos extremos de edad analizados, de 18 a 24 y de 65 a 74, es de 1.2 cm, que es bastante menor que en el caso de los varones. Lo expuesto no sólo puede indicar que las nuevas cohortes son más altas que las cohortes de mayor edad, hecho que ya ha sido documentado también en individuos evaluados longitudinalmente, ocurre una disminución de talla conforme aumentan en edad.

La información antropométrica recogida en adultos varones durante las encuestas nacionales de nutrición efectuadas en 1967 y en 1980, se presenta en la Tabla 4. Aun cuando puedan existir dificultades de comparabilidad, dadas las diferencias en el marco muestral y en los rangos de edad, los datos reflejan en forma consistente, valores más elevados de talla, pero particularmente de peso, en la muestra de población panameña estudiada en 1980.

DISCUSION

Para contar con información oportuna y completa sobre el estado nutricional de una población es necesario recopilar datos de otros adultos, ajeno a los de niños, de madres embarazadas y en el período de lactancia. Esto es importante, ya que los adultos son la mano de obra disponible para los esfuerzos nacionales de desarrollo económico-social.

En el Istmo Centroamericano se le ha puesto poca atención a la recolección y al análisis de información representativa, válida y confiable sobre el estado nutricional de los adultos.

Ello es el resultado de los esfuerzos de diagnóstico orientados a determinar el tipo y la magnitud de deficiencias nutricionales en los llamados

TABLA 3

VALORES PROMEDIO Y DESVIACIONES ESTANDAR ($\bar{x} \pm DE$) DE PESO, EN KG, Y TALLA, EN CM, DE LA POBLACION ADULTA, SEGUN SEXO Y GRUPOS ETARIOS. ENCUESTA NACIONAL DE NUTRICION, REPUBLICA DE PANAMA.

(Julio - Agosto de 1980)

Grupos etarios (años)	Sexo		Masculino		Femenino	
	n	Peso (kg)	Talla (cm)	n	Peso (kg)	Talla (cm)
		$\bar{x} \pm DE$	$\bar{x} \pm DE$		$\bar{x} \pm DE$	$\bar{x} \pm DE$
18 - 24	1,252	59.6 ± 9.5	166.6 ± 9.1	1,432	52.8 ± 9.6	155.5 ± 7.5
25 - 34	1,256	63.2 ± 10.9	166.1 ± 8.2	1,648	55.4 ± 11.4	155.1 ± 7.9
35 - 44	1,032	63.3 ± 11.6	164.6 ± 8.3	1,237	57.0 ± 12.2	154.4 ± 7.6
45 - 54	794	63.3 ± 12.3	164.4 ± 8.5	888	57.3 ± 12.4	154.0 ± 7.8
55 - 64	619	61.3 ± 12.2	163.6 ± 8.9	663	56.5 ± 13.6	153.4 ± 7.7
65 - 74	402	58.5 ± 12.0	161.9 ± 8.4	388	52.5 ± 12.7	154.3 ± 7.5
Total	5,355	61.8 ± 11.3	165.1 ± 8.7	6,256	55.4 ± 11.8	154.5 ± 7.7

TABLA 4

VALORES PROMEDIO Y DESVIACIONES ESTANDAR DE PESO, EN KG, Y DE TALLA, EN CM, EN DOS DISTINTAS FALANGES DE EDAD DE ADULTOS PANAMENOS DE SEXO MASCULINO ESTUDIADOS EN LAS ENCUESTAS NACIONALES DE 1967 Y DE 1980

Grupos etarios (años)	Año de la encuesta	n	Peso, en kg $\bar{x} \pm DE$	n	Talla, en cm $\bar{x} \pm DE$
18 - 24	1967	151	54.0 \pm 7.3	151	164.5 \pm 7.5
18 - 24	1980	1,252	59.6 \pm 9.5	1,252	166.6 \pm 9.1
25 - 34	1967	94	61.7 \pm 10.6	94	166.0 \pm 5.7
25 - 34	1980	1,256	63.2 \pm 10.9	1,256	166.1 \pm 8.2

grupos vulnerables (madres y niños) en los que, por sus características de rápido crecimiento y de necesidades adicionales de energía y nutrientes, es factible detectar un daño nutricional.

El trabajo descrito antes, es el más representativo y completo que se ha llevado a cabo sobre el estado nutricional de adultos en el Istmo Centroamericano. El mismo indica que tanto los valores promedio como las medianas de peso y talla de los adultos panameños se encuentran por debajo de los promedios o medianas de adultos con un estado de salud y nutrición adecuado, de los Estados Unidos de América (11).

Por otra parte, al desagregar la información antropométrica por provincia, se observan marcadas diferencias en cuanto al estado nutricional, las cuales son estadísticamente significativas. Por ejemplo, al comparar el peso promedio de adultos masculinos en San Blas y en la provincia de Panamá, se identifican diferencias de 10.3 kg. Estos datos confirman las notorias diferencias provinciales en lo que a estado nutricional se refiere, detectadas en los estudios de niños preescolares de 1980 (9 10) y en 1982 en escolares de primer grado (12) en la República de Panamá. Todo este acopio de información antropométrica concuerda con las diferencias tan ostensibles en condiciones sociales y económicas provinciales y distritales observadas en la encuesta nacional de nutrición de 1980 (13).

El análisis de las tendencias, a través del tiempo, de cambios de peso y talla al observar los datos correspondientes a estos parámetros en distintas falanges de edad de adultos, evaluados en 1980, señala que los más jóvenes estudiados en 1980 presentan valores de talla más elevados. Asimismo, los adultos evaluados en 1980 también pesan más y son más altos que los estudiados en 1967. Si a dicha información agregamos los cambios de morbilidad y mortalidad ocurridos en el mismo período de tiempo, no es factible descartar la posibilidad de que el estado nutricional de la población panameña ciertamente mejoró durante el período 1967-1980.

La información presentada en esta comunicación constituye parte de una serie de análisis de la situación alimentaria-nutricional, y de sus factores condicionantes en Panamá, cuyo propósito es sentar las bases de un Sistema de Vigilancia Alimentario-Nutricional (SVAN) en el país.

A no dudar, el SVAN debe, pues, incorporar la evaluación periódica del estado nutricional del adulto panameño.

SUMMARY

WEIGHT AND HEIGHT OF THE ADULT PANAMANIAN POPULATION

This work consisted in the analysis of anthropometric data collected in 1980 in a representative sample of the adult population of the Republic of Panama, according to sex, place of residence, and age. As the data revealed, the adult Panamanian male has an average weight of 61.8 kg and a height of 165.0 cm, and the female, an average weight of 55.4 kg and a height of 154.0 cm. The average weight and height of the adult population differ in the different provinces of the country. Thus, Veraguas and San Blas have the lowest averages in weight and height while the adult men of the provinces of Panama, Bocas del Toro and Colón present the best nutritional conditions. Women increase in weight as age advances until reaching a maximum peak between 45 and 54 years of age. In the males, the average highest weight occurs at an earlier age, between 25 and 29 years old, and is maintained until the age of 45-54. From then on, a decrease in weight as age advances, begins to be observed in both sexes. Apparently, the height of the Panamanian population has increased through time, as reflected by the average height of the different age groups studied in 1980, when compared with similar information obtained in 1967.

It is concluded that a Food and Nutrition Surveillance System in Panama must contemplate the inclusion of anthropometric data that describe the nutritional conditions of the adult Panamanian groups.

BIBLIOGRAFIA

1. Reverte, M. J. & C. Pérez. Estudios clínicos nutricionales en poblaciones de Panamá. I. La Mesa, provincia de Veraguas. **Suplemento No. 2 del Boletín de la Oficina Sanitaria Panamericana**, "Publicaciones Científicas del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá", 1955, p. 27-32.
2. Pérez, C. & C. Pedreschi. Estudios clínicos nutricionales en poblaciones de Panamá. II. Barrio El Chorrillo, ciudad de Panamá. **Suplemento No. 2 del Boletín de la Oficina Sanitaria Panamericana**, "Publicaciones Científicas del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá", 1955, p. 33-37.
3. **Evaluación Nutricional de la Población de Centro América y Panamá. Panamá.** Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP); Oficina de Investigaciones Internacionales de los Institutos Nacionales de Salud (EEUU); Ministerio de Salud de Panamá. Guatemala, Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá, 1969, 117 p. más Apéndices A-E.
4. Berg, A. **The Nutrition Factor. Its Role in National Development.** Washington, D. C., The Brookings Institution, 1973.
5. Viteri, F. E. Considerations on the effect of nutrition on the body composition and physical working capacity of young Guatemalan adults. In: **Amino Acid Fortification of Protein Foods.** N. S. Scrimshaw and R. M. Altschul (Eds.). Cambridge, Massachusetts, The MIT Press, 1971, p. 209-215.
6. Barac-Nieto, M., G. B. Spurr, M. G. Maksud & H. Lotero. Aerobic work capacity in chronically undernourished adult males. **J. Appl. Physiol. Respirat. Environ. Exercise Physiol.**, 44(2):209-215, 1978.

7. Satyanarayana, K., A. Nadumini, B. Chatterjee & N. Rad. Body size and work output. *Am. J. Clin. Nutr.*, **30**:316-321, 1977.
8. Viteri, F. E. & B. Torún. Ingestión calórica y trabajo físico de obreros agrícolas en Guatemala. Efecto de la suplementación alimentaria y su lugar en los programas de salud. *Bol. Ofic. Sanit. Panam.*, **78**:58-74, 1975.
9. Parillón, C. **Encuesta Nacional de Nutrición para el Análisis Multisectorial de la Situación Alimentaria Nutricional en Panamá. Informe Preliminar.** Panamá, Ministerio de Salud, 1980.
10. Parillón, C., D. Franklin, M. L. Harrell, B. Frazao & I. Vial. **Alimentación y Nutrición en Panamá. La Situación Actual.** Panamá, Ministerio de Salud, 1982.
11. Abraham, S., C. L. Johnson & M. F. Najjar. **Weight by Height and Age for Adults 18-74; United States 1971-1974.** Washington, D. C., National Center for Health Statistics, 1975.
12. Ministerio de Salud y Ministerio de Educación. **Resultados del Primer Censo de Talla en Niños del Primer Grado Escolar en Panamá, 1982. Informe Final.** Panamá, Ministerio de Salud, 1983. (Trabajo mimeografiado).
13. Franklin, D., M. L. Harrell, C. Parillón & V. Valverde. **Nutritional Functional Classification Study of Panama. Final Report.** Raleigh, North Carolina, Sigma One Corporation, 1982, 68 p. (Trabajo mimeografiado).

FOOD CONSUMPTION AND DIETARY ADEQUACY ACCORDING TO INCOME IN 1,200 FAMILIES, MANAUS, AMAZONAS, BRAZIL, 1973-1974¹

Roger Shrimpton

Instituto Nacional de Pesquisas da Amazonia, Manaus, Brazil

SUMMARY

Data from a household expenditure survey of 1,200 Manaus families performed by the Amazonas State Government in 1973-74 are analyzed by income group. The per cent frequency of families buying different foods and the daily *per capita* consumption of each were calculated. The daily *per capita* intakes of energy, protein, vitamin A, thiamine, riboflavin, nicotinic acid, ascorbic acid, calcium, phosphorus, iron and zinc were estimated and their adequacy evaluated. In contrast to the south and northeast of Brazil, the main bulk of the diet was derived from cereals and fish. The quantities of eggs, meats, fruit and vegetables consumed per person, increased 50 - 100% as income improved, whereas fish consumption decreased 30%. The nutrients quantitatively most deficient were zinc, vitamin A, calcium, thiamine and riboflavin, with 60 - 80% of low and middle income families not achieving safe levels of intake for zinc and vitamin A. The beneficial effect of income on the adequacy of calcium, thiamine and riboflavin intake was quantitative. For zinc and vitamin A, increased income was associated with a qualitative improvement in the diet, principally due to the increased consumption of meat and liver. These results are discussed in relation to existing clinical evidence of deficiency states in the region.

INTRODUCTION

In the last decade the Brazilian Government has undertaken an aggressive program to occupy productively its scarcely populated Amazon Region. The population has consequently grown rapidly, associated with intense internal migration from the rural areas to the major urban centers.

Manuscrito modificado recibido: 7-12-83.

- 1 This study is part of a thesis by the author, entitled "Studies on Zinc Nutrition in the Amazon Valley", approved for the degree of Doctor of Philosophy by the University of London, 1980. Dr. Shrimpton's address is: Instituto Nacional de Pesquisas da Amazonia, Caixa Postal 478, 69000 Manaus, AM, Brazil.

Since becoming a free trade zone in 1967, Manaus, capital of the State of Amazonas, centrally situated in the Amazon Basin, has become one of the fastest growing cities in Brazil.

Data on the nutritional situation of the inhabitants of the Amazon Region is limited. A previous study of the effect of income and geographic region on the nutritional value of diets in Brazil did not include the north of Brazil (1). In 1973-4 a household expenditure survey was performed in Manaus by the Amazonas State Government. The purpose of this study was to analyze the data obtained, in order to establish the dietary pattern and evaluate dietary adequacy according to family income in these urban Amazonian families.

MATERIAL AND METHODS

The Survey Population

Situated 1,500 km inland, central in the Amazon Basin, Manaus is a seagoing port and capital of the State of Amazonas. Straddling the equator, the State enjoys a tropical rain forest climate with an eight-month rainy season, a drier season from August to November, and an annual mean temperature of around 26-27°C in the shade. In 1975 the State population was estimated to be 1.1 million with 36% living in Manaus. The survey sample was randomly selected from the register of customers of the electricity company of Manaus. This sample was divided into three groups: low income – those families whose monthly earnings amounted to less than 2.2, minimum salaries²; middle income – families earning more than 2.2, but less than 5.2 minimum salaries; and high-income families – those earning more than 5.2 minimum salaries. The Brazilian Food and Nutrition Institute (INAN) has adopted two minimum salaries as a family poverty line, and estimates that 40% of Brazilian families are in this category considered to be nutritionally at risk (2). Forty per cent of Manaus families probably had low family incomes, whilst medium and high-income families each represented 30%³. The survey population sample had 3.9% of families in the low-income group, 43.3% in the medium-income group and 52.8% in the high-income group.

Data Collection

The survey was performed by the Amazonas State Government in collaboration with the Fundação Getúlio Vargas, Rio de Janeiro, using standardized FAO household expenditure survey techniques (3). One hundred families a month were interviewed during 12 months, com-

2 A minimum salary is the legal minimum wage as incorporated into the labor laws in the 1940's. Originally this supplied the basic food, rent and the clothing requirements of a Brazilian worker. Its value has been eroded with time and in 1973-4 was roughly equivalent to US\$ 50.00 per month.

3 Author's estimate.

mencing in September, 1973. The amounts of food bought by each family during a one-month period were recorded. The age, sex, weight and height of all members of the family and presence of visitors were also recorded, together with meal presence during the month period. The survey data were coded, tabulated, stored and analyzed in the Amazonas State Government Computer Center (PRODAM), in Manaus.

Estimation of Food Frequency, Food Intake and Nutrition Adequacy

The percentage of families that bought each individual food in the survey month was calculated by income group. Only those foods consumed at a rate of one or more grams *per capita*, per day, were considered for the analysis. A standard 100/o was deducted from all food quantities reported as bought by the family, in allowance for possible preparation and plate waste. The rest was considered to be that consumed by the family and was divided by the number of members in order to obtain the food intake *per capita*. Since the correction for meal presence affected the total number of consumers by less than 30/o, no correction was made for absence of members of the family or presence of visitors during meals.

In absence of local food analysis data, literature values were used to calculate the *per capita*, per day intakes of energy, protein, vitamin A (retinol equivalents), thiamine, riboflavin, nicotinic acid, ascorbic acid, calcium (3, 4) and zinc (4, 5), by family income group. No allowance was made for any possible cooking losses of nutrients.

The adequacy of energy and nutrient intake *per capita* was evaluated by comparison with international recommended intakes of energy, protein (6), retinol, thiamine, riboflavin, nicotinic acid (7), ascorbic acid, vitamin D, iron (8), and calcium (9) and American recommendation for zinc and phosphorus (10), by income group.

Since recommended nutrient intakes are in excess of nutrient requirements, the percentage of families with dietary intakes *per capita*, less than an assumed safe level (70/o of the recommended dietary intake), were also calculated by income group.

In order to evaluate the qualitative effects of income from its quantitative effects on nutrient adequacy of family diets and facilitate comparison with other studies, the *per capita* nutrient to energy ratios were calculated and compared with the ratios of recommended nutrient intake *per capita* to recommended energy intake *per capita* for each income group. The per cent distribution of energy and nutrient intakes by food group was also calculated for the different income groups.

RESULTS

The frequency of families purchasing each food during the one-month survey period, at the three levels of family income, is shown in Table 1. Higher income families less frequently bought rice and jaraqui, but more frequently bought potatoes, vegetables, fruits, fresh meat, tucunaré and milk powder than poorer families.

TABLE 1

PER CENT PREVALENCE OF FOOD ITEMS IN THE MONTHLY FOOD BASKET OF 1,200 MANAUS FAMILIES, BY INCOME GROUP 1973-1974

Foods	Family income groups			
	Low	Medium	High	All
<i>Cereals & derivatives</i>				
Bread (ordinary, white)	98	97	98	98
Pasta	81	82	78	80
Rice (ordinary, polished)	79	77	48	67
Cream crackers	20	19	20	24
Wheat flour	21	21	39	29
<i>Roots, tubers & derivatives</i>				
Potato (<i>Solanum tuberosum</i>)	38	50	75	62
Fermented cassava flour (<i>Manihot esculenta crantz</i>)	57	56	53	60
Nonfermented cassava flour (<i>Manihot dulcis</i>)	40	44	34	39
<i>Sugar & sweets</i>				
Sugar (non refined)	91	74	61	68
Sugar (refined)	16	24	38	31
Guava jam	27	32	53	42
<i>Pulses & nuts</i>				
Dried kidney beans (<i>Phaseolus vulgaris</i>)	60	70	65	67
<i>Vegetables</i>				
Onion (<i>Allium cepa</i>)	91	96	96	96
Garlic (<i>Allium sativum</i>)	84	78	89	85
Bouquet garni (<i>Allium schoenoprasum</i>)	73	83	85	83
Tomato (<i>Lycopersicum esculentum</i>)	70	68	58	63
Collard (<i>Brassica oleracea</i>)	44	55	62	58
Green peppers (<i>Capsicum annum</i>)	30	50	62	55
String beans (<i>Vigna unguiculata</i>)	21	26	43	34
Sea cucumber (<i>Cucumis angura</i>)	22	26	44	33
Pumpkin (<i>Cucurbita pepo</i>)	30	31	35	32
Cucumber (<i>Cucumis sativus</i>)	11	23	36	28
Okra (<i>Hibiscus esculentus</i>)	13	16	21	23
<i>Fruits</i>				
Banana maçã (<i>Musa sapientum</i>)	78	76	78	77
Lime (<i>Citrus limon</i>)	43	56	60	58
Banana prata (<i>Musa sapientum</i>)	19	28	33	30
Papaya (<i>Carica papaya</i>)	10	23	36	29
Orange (<i>Citrus aurantium</i>)	8	20	38	28
<i>Meats</i>				
Salted beef	42	43	56	48
Chicken	41	52	68	59

Table 1 (Cont.)

Foods	Family income groups			
	Low	Medium	High	All
Rump beef	25	29	44	36
Beef liver	11	14	27	21
<i>Eggs</i>				
“Farm” eggs	48	49	50	50
Ordinary eggs	35	39	44	42
<i>Fish</i>				
Tambaqui (<i>Colossoma macroponum</i>)	64	75	72	73
Jaraqui (<i>Prochilodus insignis</i> sp)	49	51	29	40
Sardinha (<i>Tripurtheus elegantus</i> spp)	16	22	23	22
Tucunaré (<i>Chicla ocellaris</i> spp)	8	15	29	22
Pacú (<i>Mylossoma</i> spp)	21	24	19	22
<i>Milk & derivatives</i>				
Milk powder	52	61	70	65
Condensed milk	33	38	45	41
<i>Fats & oils</i>				
Cottonseed oil	87	81	77	80
Butter (national)	43	67	53	58
Butter (local)	43	22	35	29
<i>Drinks</i>				
Guarana soft drink	64	74	80	76
Grape or orange soft drink	30	32	22	27
<i>Miscellaneous</i>				
Salt (national)	100	99	98	98
Coffee powder	97	98	96	97
Black pepper	87	84	86	85
Coloral (<i>Bixa orellana</i>) powder	92	88	80	84
Vinegar	65	73	85	79

The quantities of food bought *per capita* are expressed by food group in Table 2. For all income groups the main bulk of the diet was derived from cereals, cereal derivatives and fish. The quantities of eggs, meats, fruits and vegetables consumed *per capita* increased 50 to 100% with income, whereas fish consumption decreased 30%.

The *per capita* intakes of energy and the 10 nutrients studied, together with their per cent adequacies in the different income groups, are shown in Table 3. In the survey sample as a whole, *per capita* intakes of zinc, thiamine, and riboflavin were below recommended levels. In the low and medium income families, vitamin A and calcium intakes were also below

TABLE 2

**FOOD CONSUMPTION BY FOOD GROUP AND INCOME IN 1,200
FAMILIES OF MANAUS, 1973-1974**
(g/capita/day)

Food groups	Family income		
	Low	Medium	High
Cereals and derivatives	203	211	239
Roots and tubers	85	83	90
Sugar and preserves	60	59	66
Pulses and nuts	30	28	33
Vegetables	38	39	70
Fruits	76	75	121
Meats	87	81	126
Eggs	12	13	22
Fish	151	139	105
Milk (fresh & reconstituted powder)	85	92	119
Condensed milk (reconstituted)	3	3	6
Cheese	0	1	3
Cream	0	1	1
Oils and fats	23	22	27
Miscellaneous (condiments + drinks)	87	104	165

recommendations. The effect of income was most apparent for vitamin A and ascorbic acid, although intakes of the latter were adequate at all levels of income.

Forty to 50% of the high-income families and 60 to 80% of the low and middle-income families did not achieve the safe level of intake *per capita* for zinc and vitamin A. Family intakes of thiamine, riboflavin, calcium and energy were also frequently below the safe level (20-40% of low and middle-income families) with vitamin A and calcium showing the most consistent effect of income on the percentage of families achieving safe levels of nutrient intake (Figure 1).

For the whole survey population the only nutrients that had inadequate nutrient to energy ratios were thiamine, riboflavin and zinc, while in low and middle-income families, calcium and to a greater extent vitamin A, were also inadequate (Table 4). The clearest effects of income were seen for vitamin A, vitamin C and zinc, although vitamin C to energy ratios were adequate in all income groups. The distribution of energy and nutrients by food group (Figure 2) showed that cereals were the main source of energy, iron and thiamine; fish, the main source of protein, phosphorus and nicotinic acid; meats, the main source of zinc; milk and derivatives, the main source of calcium and riboflavin, and fruits and

TABLE 3

PER CAPITA ENERGY AND NUTRIENT INTAKE AND PER CENT ADEQUACY*,
BY INCOME GROUPS IN 1,200 MANAUS FAMILIES, 1973-1974

Dietary components	Family income groups			
	All	Low	Medium	High
Energy (MJ) ^a	9.5 (99)	8.8 (93)	8.8 (92)	10.2 (106)
Protein (g) ^a	89 (212)	85 (204)	83 (201)	93 (222)
Retinol equivalent (mcg) ^b	636 (99)	332 (57)	448 (71)	814 (127)
Thiamine (mg) ^b	0.75 (87)	0.71 (79)	0.69 (77)	0.78 (87)
Riboflavin (mg) ^b	1.05 (87)	0.92 (77)	0.93 (77)	1.15 (96)
Nicotinic acid (mg) ^d	23 (154)	23 (158)	23 (155)	23 (151)
Ascorbic acid (mg) ^c	56 (207)	38 (141)	42 (155)	69 (256)
Calcium (mg) ^d	567 (103)	478 (86)	506 (92)	623 (113)
Phosphorus (mg) ^e	1,142 (208)	1,070 (194)	1,063 (193)	1,213 (221)
Iron (mg) ^c	17.9 (169)	16.6 (160)	16.3 (154)	19.2 (178)
Zinc (mg) ^e	8.8 (63)	7.3 (53)	7.7 (56)	10.5 (75)

* Recommendations:

- a World Health Organization, 1973.
- b World Health Organization, 1967.
- c World Health Organization, 1970.
- d World Health Organization, 1962.
- e Food and Nutrition Board, 1974.

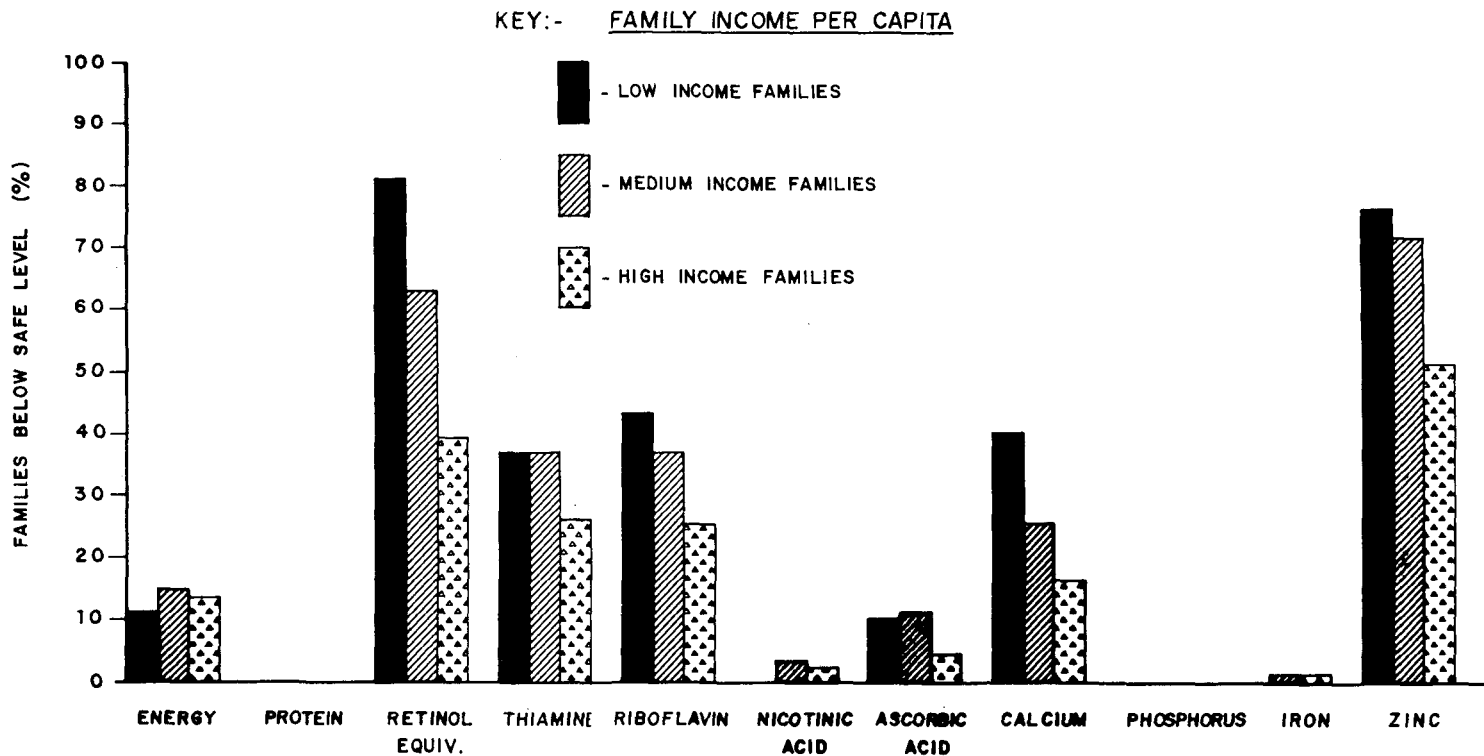


FIGURE 1

Percentage of 1,200 families consuming less than the safe intake level of energy and 10 nutrients, by income, in Manaus 1973-1974

TABLE 4

PER CAPITA NUTRIENT TO ENERGY RATIOS OF FAMILY DIETS, IN COMPARISON (o/o) WITH PER CAPITA RECOMMENDED NUTRIENT TO ENERGY RATIOS*, BY INCOME IN 1,200 MANAUS FAMILIES, 1973-1974

Nutrients per MJ	Family income groups			
	All	Low	Medium	High
Protein(g) ^a	9.4 (214)	9.7 (219)	9.4 (218)	9.1 (210)
Retinol (mcg) ^b	66.9 (100)	37.7 (56)	50.91 (77)	79.8 (120)
Thiamine (mg) ^b	0.07 (76)	0.07 (75)	0.07 (76)	0.07 (77)
Riboflavin (mg) ^b	0.11 (88)	0.10 (78)	0.10 (79)	0.11 (89)
Nicotinic acid (mg) ^b	2.4 (154)	2.6 (167)	2.6 (166)	2.2 (140)
Ascorbic acid (mg) ^c	6.0 (212)	4.3 (149)	4.8 (169)	6.9 (248)
Calcium (mg) ^d	59.5 (103)	54.7 (93)	57.6 (99)	61.0 (107)
Phosphorus (mg) ^e	120.2 (209)	121.6 (207)	120.8 (209)	118.9 (209)
Iron (mg) ^c	1.9 (240)	1.9 (241)	1.9 (236)	1.9 (239)
Zinc (mg) ^e	0.9 (62)	0.8 (54)	0.9 (62)	1.0 (69)

* Recommendations:

- a World Health Organization, 1973.
- b World Health Organization, 1967.
- c World Health Organization, 1970.
- d World Health Organization, 1962.
- e Food and Nutrition Board, 1974.

vegetables, the main source of vitamins A and C. The effects of income on these distributions were most apparent for meat and fish, the former increasing and the latter decreasing their contributions to total energy, protein, zinc, riboflavin and nicotinic acid, with increasing income. Fruits also increased their contribution to total dietary vitamin C with increasing income.

DISCUSSION

The State of Amazonas is self sufficient in only two food items, fish and cassava, while food imports account for a third of the total value of State imports (11). Cereal consumption was higher than one would have expected in the Amazon, since it is not a cereal-producing region. Wheat imports into the State of Amazonas have increased five-fold since wheat prices were subsidized by the Federal Government a decade ago. The Manaus food consumption data were different to values reported for other cities in Brazil (12). The *per capita* fruit, vegetable and kidney bean consumption in Manaus was half of that reported for cities in the south of Brazil. As such foods are all imported into Manaus, greatly increasing their cost, they are consumed more commonly and in greater amounts by

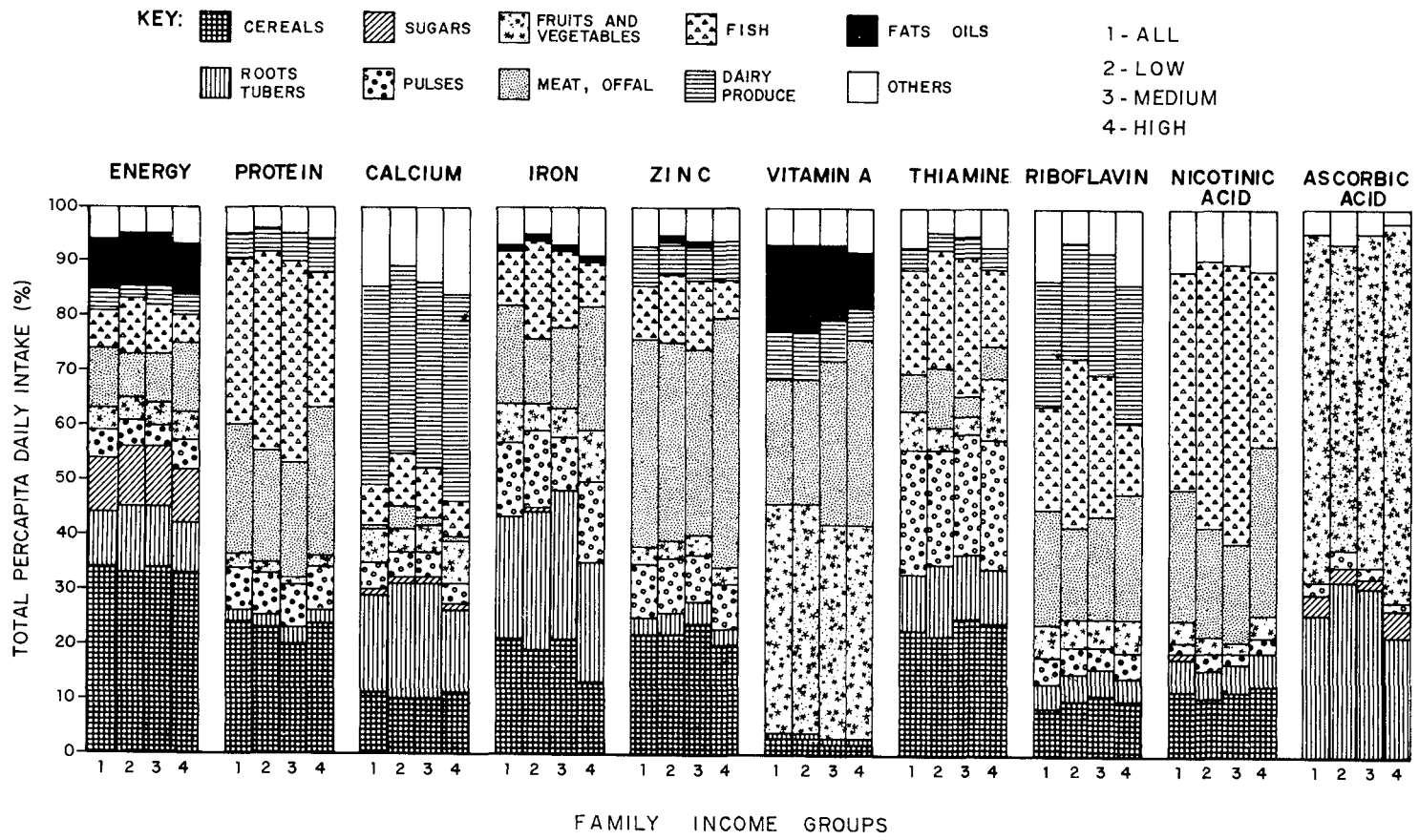


FIGURE 2

The per cent distribution of daily *per capita* consumption of energy and 9 nutrients by food group and family income, in 1,200 Manaus families, 1974-1974

the richer families. The kidney bean is the major protein source in the south and northeast of Brazil (13). In Manaus, fish was the main protein source and fish consumption was 10 times higher than reported for the south of Brazil. The Amazon has an abundant fish fauna with more than 2,000 different species, of which 40 are regularly sold in the Manaus markets. The two most popular fishes consumed by the survey population were tambaqui (*Colossoma macroponum*) and jaraqui (*Prochilodus insignis*). Pirarucu (*Arapaima gigas*), once the most consumed fish in the Amazon (14), had already become scarce.

Interpretation of the nutrient adequacy of the Manaus diets is restricted, on the one hand, by the absence of local food composition data, and on the other, by the validity of the recommended intakes employed to evaluate dietary adequacy. The possible deficiencies encountered in the Manaus diet of energy, zinc, thiamine, riboflavin, vitamin A and calcium, are all subject to these qualifications.

Energy intakes appeared satisfactory in the study population, with no families consuming less than the assumed safe intake level. It should be remembered, however, that the poorer segments of the Manaus population —those without access to electricity— were excluded from the survey. Protein deficiency has been considered to be rare in the Amazon region (15) and in this study, protein intake was found to be more than adequate. High fish consumption in the Manaus families was responsible for the high protein intake.

Diets heavily dependent on poultry and fish for animal protein have been incriminated as being potentially low in zinc (5). The zinc to energy ratios of the low and middle-income family diets in Manaus were 70% of values reported for Canada and Holland (16, 17), but similar to those reported for the United Kingdom (18, 19).

Both the Canadian recommended intakes (20) and the WHO requirements for zinc (21), are lower than the US recommendations used in this study, and nearer to the assumed safe level of intake. Even so, 70% of low and middle-income families in this survey did not achieve the safe level of intake. Neither Canadian nor WHO authorities considered endogenous zinc losses to be significant, although they are probably at least 2 mg a day, and did not take into consideration tropical sweat losses, which are higher than in temperate climates. Amazonian literature has many accounts of earth eating (22-25). The stature of children in the Western Amazon has been reported to be the lowest in Brazil (26), and persistent skin diseases, ulcers and poor wound healing have been reported as very frequent (23, 27). All of these conditions could be associated with a poor zinc status.

Clinical signs suggestive of vitamin A deficiency have commonly been reported in the Amazon (28) while blindness, usually associated with vitamin A deficiency in other regions, has not. Lowenstein commented on the lack of correlation between intake data and clinical data for vitamin A in the Amazon (29). Some of the local varieties of cassava flour contain carotenoids (30) but since the color of cassava flours consumed in this study was not recorded, no vitamin activity was accredited to them. Many Amazonian fruits are rich in carotenoids (31) and could provide a cheap vitamin A source if their supply to Manaus was better organized. In this study the qualitative dietary improvements in vitamin A

nutrition with income were not associated with increased consumption of these potentially cheap fruits, but with the increased consumption of relatively expensive liver, butter and margarine. The higher income families consumed a mean 1.5 g of liver *per capita* per day, but only a third of these families had bought liver in the previous month.

Beri-beri was common in the Amazon at the turn of the century (32) but since World War I, no cases have been recorded (11). Eggleton showed a correlation between the thiamine and the zinc content of foods (33) besides a reduced zinc content in hair, toenail and whole blood of beri-beri patients in China (34, 35). Clinical signs of riboflavin deficiency are common in the Amazon. The investigation of urinary or blood levels for either thiamine or riboflavin has not been reported.

The WHO recommendation used for calcium intake is based on balance data, and is much lower than the American recommendation, which is based on normal intakes in the United States. Requirements for calcium are not yet well established (36) and symptoms specific for calcium deficiency are not known (37). Evidence exists of adaptation to low calcium intakes, and positive balances have been observed in Peru on intakes similar to those observed in this study (38). Phosphorus intakes appear more than adequate in Manaus, as is usual elsewhere.

Since only 24% of the dietary energy was of animal origin, the lower value for iron availability was used, as recommended by the World Health Organization (8). Even so, the diet supplied sufficient iron, even in the lower income families. Anemia is and always has been an extremely common phenomenon in the Amazon (28), but a definitive study still remains to be done as to its exact causes.

Intakes of both nicotinic acid and vitamin C appeared to be sufficient, and deficiency symptoms have not been reported for either vitamin in the Amazon.

The food composition data used to calculate the nutrient intakes reported in this study need corroboration by analysis of local foods. Zinc intakes calculated using food composition tables have been found to agree with values obtained by analysis (29). The nutrient to energy ratios for calcium, phosphorus, iron, riboflavin, nicotinic acid and vitamin C reported in the present study were essentially similar to those notified previously for the rest of Brazil (1).

Unlike in this study, Jansen and coworkers (1) reported that income was more important in determining the quantity of food available than affecting the quality of the diet. Intakes of vitamin A and zinc, the nutrients most sensitive to income, cannot be compared, however, since the aforementioned study did not include zinc, and the food data analyzed excluded fresh vegetables and greens, important vitamin A sources.

As a result of the large fish intake, protein energy ratios in Manaus diets were 20-50% higher than those informed for the rest of Brazil. The basic diet encountered in Manaus families was heavily dependent of fish and bread. Consumption of vegetables and fruits, other than bananas, was very low. The consumption of fruits, vegetables and meats increased with income, while that of fish decreased. The most deficient nutrients encountered were zinc, vitamin A, calcium, thiamine and riboflavin. Income showed a beneficial effect on the adequacy of these nutrients, which for zinc and vitamin A was associated with a qualitative improve-

ment in the diet, mainly due to the increased consumption of meat and liver by the richer families.

In view of our findings, it would seem worthwhile conducting biochemical investigations of zinc and vitamin A nutrition in the Manaus population. The future development of the Manaus region will need a heavy investment in local agricultural production if the current nutritional situation is to be improved without resorting to food fortification for the micronutrients that appear to be deficient.

RESUMEN

CONSUMO ALIMENTARIO Y ADECUACION DE LA DIETA DE ACUERDO AL INGRESO DE 1,200 FAMILIAS DE MANAUS, AMAZONAS, BRASIL, EN 1973-1974

Se analizan, por grupos de ingreso, los datos de un estudio sobre gastos familiares de 1,200 familias de la ciudad de Manaus, Brasil, que el Gobierno del Estado del Amazonas llevó a cabo durante el período 1973-1974.

Se calculó la frecuencia porcentual de familias que compraban diversos alimentos, y el consumo diario *per capita* de cada una de ellas, estimándose, asimismo, las ingestas por persona, por día, de energía, proteína, vitamina A, tiamina, riboflavina, ácido nicotínico, ácido ascórbico, calcio, fósforo, hierro y zinc, juntamente con su adecuación.

En contraste con lo que acontece en el sur y nordeste del Brasil, se encontró que el principal elemento (en términos de cantidad) de la dieta habitual se derivaba de cereales y de pescado. La cantidad de huevos, carnes, frutas y vegetales consumidos por persona aumentó de 50 a 100% con el mejoramiento del ingreso; en cambio, el consumo de pescado decreció 30%.

Cuantitativamente, los nutrientes más deficientes fueron zinc, vitamina A, calcio, tiamina y riboflavina, habiéndose determinado que de 60 a 80% de las familias de bajo y mediano ingreso no alcanzaban niveles adecuados de ingesta de zinc y vitamina A. El efecto benéfico del ingreso sobre la adecuación de la ingesta de calcio, tiamina y riboflavina, fue de orden cuantitativo.

El mayor ingreso, en el caso del zinc y de vitamina A, se asoció a una mejora cualitativa de la dieta, debido principalmente al aumento en el consumo de carne e hígado.

Se comentan estos resultados en relación a la existencia de evidencia clínica de estados de deficiencia en la región.

ACKNOWLEDGEMENTS

The author is grateful to the Amazonas State Government for permission to analyze the survey data, to the Data Processing Department of INPA for elaborating the programs, and to the Brazilian Scientific and Technological Development Council (CNPq) for funding. This study is part of a thesis by the author entitled "Studies on Zinc Nutrition in the Amazon Valley", approved for the degree of Doctor of Philosophy by the University of London, 1980.

BIBLIOGRAFIA

1. Jansen, G. R., N. B. Jansen, C. I. Shigetoni & J. M. Harper. Effect of income and geographic region on the nutritional value of diets in Brazil. *Am. J. Clin Nutr.*, **30**:955-965, 1977.
2. Arruda, B. D. K. **Alimentação e Bolsões de Pobreza**. Brasília, Ministério de Saúde, Instituto Nacional de Alimentação e Nutrição, 1980, 39 p.
3. Reh, E. **Manual on Household Food Consumption Surveys**. Rome, Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1962, 96 p. (FAO Nutritional Studies No. 18).
4. Wu Leung, Woot-Tsuen, with the collaboration of Marina Flores. **Food Composition Table for Use in Latin America**. Prepared under the sponsorship of the Interdepartmental Committee on Nutrition for National Defense, National Institute for Arthritis and Metabolic Diseases, National Institutes of Health, Bethesda, Maryland, USA, and the Institute of Nutrition of Central America and Panama, Guatemala City. Washington, D. C., U. S. Government Printing Office, June, 1962, 132 p.
5. Watt, B. K. & A. L. Merrill. **Composition of Foods**. Washington, D. C., U. S. Department of Agriculture, 1953.
6. Murphy, E. W. I., B. W. Willis & B. K. Watt. Provisional table on the zinc content of foods. *J. Am. Dietet. Assoc.*, **66**:345-355, 1975.
7. Brown, E. D., M. A. McGuckin, M. Wilson & J. C. Smith. Zinc in selected hospital diets. *J. Am. Dietet. Assoc.*, **69**:632-635, 1976.
8. **Energy and Protein Requirements**. Report of a Joint FAO/WHO *ad hoc* Expert Committee, Rome, 22 March-2 April, 1971. Rome, Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1973, 20 p. (FAO Nutrition Meetings Reports Series No. 52; WHO Technical Report Series No. 522).
9. World Health Organization. **Requirements of Vitamin A, Thiamine, Riboflavin and Niacin**. Report of a Joint FAO/WHO Expert Group, Geneva, WHO, 1967, 86 p. (WHO Technical Report Series No. 362).
10. World Health Organization. **Requirements of Ascorbic Acid, Vitamin D, Vitamin B₁₂, Folate and Iron**. Report of a Joint FAO/WHO Expert Group. Geneva, WHO, 1970, 75 p. (WHO Technical Report Series No. 452).
11. World Health Organization. **Calcium Requirements**. Report of a Joint FAO/WHO Expert Group. Geneva, WHO, 1962, 54 p. (WHO Technical Report Series No. 230).
12. Food and Nutrition Board. **Recommended Dietary Allowances**. Washington, D. C., National Academy of Sciences-National Research Council, 1974.
13. Batista, D. O complexo da Amazônia (Análise do Processo de Desenvolvimento). Rio de Janeiro, **Conquista**, 1976.
14. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Estudo Nacional de Despesa Familiar. Consumo Alimentar, Antropometria. Dados Preliminares**. Rio de Janeiro, 1974.
15. Shrimpton, R. **Nutrition and Development in Brazil**. M. Sc. Report. London School of Hygiene and Tropical Medicine, University of London, 1975.
16. Lima, J. F. A. Ligeira contribuição ao estudo do problema alimentar das populações rurais do Amazonas. *Bol. San. DNSP.*, **2**:21-24, 1923.
17. Waterlow, J. C. & A. Vergara. **Protein Malnutrition in Brazil**. Rome, Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1956, 47 p. (FAO Nutritional Studies No. 14).

18. Meranger, J. C. & D. G. Smith. The heavy metal content of a typical Canadian diet. **Can. J. Pub. Hlth**, **63**:53-57, 1972.
19. Reith, J. F., J. Engelsma & V. Ditmarsch. Lead and zinc contents of food and diets in the Netherlands. **Lebensm. Uters. Forsch.**, **156**:271-278, 1974.
20. Spring, J. A., J. Robertson & D. H. Buss. Trace nutrients. 3. Magnesium, copper, vitamin B₆, vitamin B₁₂, and folic acid in the British household food supply. **Br. J. Nutr.**, **41**:487-493, 1979.
21. Lyon, T. B. D., H. Smith & A. L. B. Smith. Zinc deficiency in the west of Scotland. A dietary intake study. **Br. J. Nutr.**, **42**:413-416, 1979.
22. Department of National Health and Welfare. **Dietary Standards for Canada**. Ottawa Supply and Services, Canada, 1976.
23. World Health Organization. **Trace Elements in Human Nutrition**. Geneva, World Health Organization, 1973, 65 p. (WHO Technical Report Series No. 532).
24. Bates, H. W. **The Naturalist on the River Amazonas**. London, Dent, 1864.
25. Galt, F. L. Medical notes on the upper Amazon. **Am. J. Med. Sci.**, **84**:395-416, 1872.
26. Wallace, A. R. **A Narrative of Travels on the Amazon and Rio Negro**. London, Loch, 1890.
27. Miranda, Leão, J. Contra as verminoses. **Amazonas Médico**, **11**:37-39, 1910.
28. Manceau, J. N. Altura das crianças na Amazônia. **Rev. Serv. Esp. Saúde Pública**, **5**:355-361, 1952.
29. Cruz, O. **Relatório sobre as Condições Médico Sanitárias do Vale do Amazonas. I. Sobre o Saneamento da Amazônia**. Manaus, P. Daou, 1976.
30. Giugliano, R., R. Shrimpton, D. B. Arckoll, L. G. Giugliano & M. Petreire. Diagnóstico da realidade alimentar e nutricional do Estado do Amazonas. **Acta Amazônica**, **8**(2): Supl. 2, 54 p., 1978.
31. Lowenstein, F. W. Report on nutrition in 11 Brazilian Amazon communities between 1955-1957. **Atas do Simpósio sobre a Biota Amazônica**, **6**:177-184, 1967.
32. Marinho, J. A. & D. B. Arckoll. Estudos sobre o caroteno em algumas variedades amazônicas de mandioca (*Manihot esculenta*, Crantz). **Acta Amazônica**, **11**(1): 71-76, 1981.
33. Aguiar, J. P. L., H. A. Marinho, Y. S. Revelo & R. Shrimpton. Aspectos nutritivos de alguns frutos da Amazônia. **Acta Amazônica**, **10**(4):755-758, 1980.
34. Rodriguez, F. Beri-beri experimental e beri-beri humano com referencia as formas observadas no Amazonas. **Mem. Inst. Oswaldo Cruz**, **11**:90-120, 1919.
35. Eggleton, W. G. E. The occurrence of zinc in food stuffs and in the human body. **Caduceus**, **17**:103-128, 1938.
36. Eggleton, W. G. E. Zinc content of epidermal structures in beri-beri. **Biochem. J.**, **33**:403-406, 1939.
37. Eggleton, W. G. E. Zinc and copper content of blood in beri-beri in conditions associated with protein deficiency and diabetes mellitus. **Clin. J. Physiol.**, **15**:33-44, 1940.
38. Linkswiler, H. M. Calcium. In: **Present Knowledge in Nutrition**. New York, N. Y., The Nutrition Foundation, Inc., 1976, p. 232-240.
39. Irwin, M. I. & E. W. Keinholtz. A conspectus of research on calcium requirements of man. **J. Nutr.**, **103**:1019-1095, 1973.
40. Hegsted, D. M., I. Moscoso & C. H. Collazoe. A study of minimum calcium requirements of adult men. **J. Nutr.**, **46**:181-201, 1952.
41. Gregor, J. C., S. Marhefka, J. Huffman, P. Bulligar, T. Peterson, S. Saikis & V. Sickles. Comparison of analyzed and calculated nitrogen, zinc, magnesium, phosphorus and iron content of diets. **Nutr. Repts. Internat.**, **18**:345-352, 1978.

ANALISIS DEL SIGNIFICADO PRACTICO DE LOS REQUERIMIENTOS DE AMINOACIDOS EN LA NUTRICION HUMANA¹

*Héctor Araya L.*²

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

RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue analizar la utilidad de las cifras actuales de requerimientos de aminoácidos en la nutrición humana.

Para establecer los patrones aminoacídicos, los requerimientos de aminoácidos se relacionan con las cifras de nivel seguro de ingesta de proteína; como éstas han sido modificadas, los patrones de referencia cambian, a menos que haya una modificación similar de los valores de requerimientos de aminoácidos. Se sugiere, por lo tanto, el uso de patrones de referencia que correspondan a las fórmulas aminoacídicas de las proteínas de un alimento de alto valor biológico, como es el caso de la leche.

Otro concepto que es necesario enfatizar es que los patrones aminoacídicos destinados a la alimentación normal, no son adecuados para diferentes patologías, lo que se ejemplifica con el tratamiento del coma hepático.

Las ingestas promedio de aminoácidos en estudios fisiológicos orientados a establecer requerimientos de proteína, y observadas en poblaciones de bajo nivel socioeconómico, son mayores que los requerimientos. Ello se explica, porque la forma de determinarlos es de tipo fisiológico pero con una adaptación previa, lo que en la mayor parte de los individuos induce una disminución de la masa tisular.

Se concluye que para obtener una aplicación racional de los requerimientos de aminoácidos establecidos a nivel fisiológico a la alimentación normal, se requiere llevar a cabo un análisis crítico de las cifras emitidas por los Comités, y adaptarlas a las realidades locales.

Manuscrito modificado recibido: 27-7-84.

- 1 Este trabajo fue presentado en el VI Congreso de Nutrición y Alimentación, Bromatología y Toxicología, que se celebró en Concepción, Chile, del 27 al 30 de agosto de 1982, bajo los auspicios de la Sociedad Chilena de Nutrición.
- 2 Profesor Asociado del Departamento de Nutrición, Facultad de Medicina, División Ciencias Médicas Norte, Universidad de Chile, Independencia 1027, Santiago, Chile.

INTRODUCCION

El tema de los requerimientos de aminoácidos ha sido revisado rigurosamente por Irwin y Hegsted (1) y por Arroyave (2). Por esta razón, el propósito de esta comunicación es dirigir el análisis hacia la utilidad de las cifras actuales de requerimientos de aminoácidos en la nutrición humana, con especial énfasis en su aplicación para determinar la calidad proteínica de alimentos y dietas.

La información sobre los requerimientos aminoacídicos de diferentes grupos etarios proviene de estudios de carácter fisiológico que, en su mayor parte, han utilizado la técnica del balance nitrogenado (3-10). En los niños lactantes, también han surgido evidencias de la observación de ingestas concordantes con un balance nitrogenado y crecimiento adecuados (3). Los requerimientos de los preescolares se estimaron interpolando los valores de los lactantes y escolares (11), y hoy día se dispone de los datos de Torún *et al.* (12). En la Tabla 1 se ilustran los requerimientos de los aminoácidos esenciales para los diferentes grupos de edad.

TABLA 1

REQUERIMIENTOS DE AMINOACIDOS (mg aa/kg/día) DE DIFERENTES GRUPOS ETARIOS

	Lactantes*	Preescolares**	Niños* 10-12 años	Adultos*
Histidina	28	—	—	—
Isoleucina	70	31	30	10
Leucina	161	73	45	14
Lisina	103	64	60	12
Metionina — Cistina	58	27	27	13
Fenilalanina — Tirosina	125	69	27	14
Treonina	87	37	35	7
Triptofano	17	13	4	4
Valina	93	39	33	10

* FAO/OMS, 1973 (11).

** Torún *et al.* (12).

Según se aprecia, los requerimientos de los aminoácidos disminuyen con la edad, cuando se expresan en relación a kg de peso. Sin embargo, en lo concerniente a isoleucina y azufrados totales, las cifras del grupo preescolar y de los niños de 10 a 12 años son similares; es sorprendente el caso del triptofano, en que los requerimientos son iguales en niños y en adultos.

Aplicación de las Cifras a la Estimación de la Calidad Proteínica

La calidad proteínica de un alimento o dieta está condicionada por la concentración y el balance de aminoácidos esenciales inherentes a la proteína y los requerimientos del sujeto. Una de las aplicaciones relevantes de los requerimientos de aminoácidos es servir como base en el establecimiento de los patrones aminoacídicos destinados a la estimación de la calidad proteínica de los alimentos y dietas. En estos patrones la concentración de cada aminoácido se expresa como miligramos por gramo de nitrógeno o proteína, y se calcula a partir de las cifras de requerimientos de aminoácidos y del nivel seguro de ingesta de proteínas, ambos por kg de peso. Consecuentemente, los valores estarán condicionados no sólo por los requerimientos de aminoácidos, sino también por el nivel seguro de ingesta (NSI). Por ejemplo, en la Tabla 2 se describen las concentraciones de aminoácidos adecuadas para diferentes grupos etarios, caculadas de los requerimientos de aminoácidos y de las cifras de NSI del Comité FAO/OMS 1971 (11) y las aún oficiosas, del Comité FAO/OMS/UNU 1981 (13). Se aprecia que las determinadas con las cifras de NSI 1981 son inferiores, debido a que el valor de NSI sugerido por el Comité 1981 es mayor que el NSI del Comité 1973. Es obvio que un aumento del NSI, sin un incremento simultáneo de los requerimientos de aminoácidos, se traduce en un descenso en la concentración de aminoácidos del patrón. Por consiguiente, éste se hace menos exigente como estándar de referencia en la determinación de la calidad proteínica y, en la práctica, contrarresta el incremento de los NSI postulados por el Comité 1981.

Este problema trae consigo una confusión conceptual entre los técnicos encargados de aplicar las normas provenientes de los Comités de Expertos. Una solución práctica sería utilizar como patrones aminoacídicos la concentración de aminoácidos de una proteína de alto valor biológico; leche, carne o huevo, por ejemplo. Estas proteínas han sido utilizadas en la determinación de los NSI, y así se lograría la necesaria concordancia entre la cantidad de aminoácidos y la de proteína total. Esta recomendación sería aplicable principalmente a los aminoácidos que son limitantes en la mayor parte de las dietas, o sea los azufrados totales, triptofano, lisina y treonina.

Otro aspecto importante a considerar es el relacionado con los avances recientes en el tratamiento dietético de algunas enfermedades con mezclas de aminoácidos. Un ejemplo ilustrativo es el caso de la insuficiencia hepática. Así, en la Tabla 3 se puede apreciar la calidad proteínica de una fórmula diseñada para ayudar en su tratamiento, y en la prevención del coma hepático. La fórmula presenta concentraciones de aminoácidos ramificados (leucina, isoleucina y valina) varias veces superior al patrón aminoacídico FAO/OMS 1973; en cambio presenta concentraciones inferiores en fenilalanina, tirosina, triptofano y azufrados totales. Este ejemplo justifica la necesidad de establecer patrones aminoacídicos, distintos al utilizado en la alimentación normal, para diferentes patologías que alteran el metabolismo proteínico.

Ingestas Habituales de Aminoácidos

El análisis de las ingestas promedio de aminoácidos de adultos jóvenes

TABLA 2

CONCENTRACIONES DE ALGUNOS AMINOACIDOS ESENCIALES (mg/aa/g de proteína) ADECUADOS PARA DIFERENTES GRUPOS ETARIOS, CALCULADAS SEGUN LOS NIVELES SEGUROS DE INGESTA FAO/OMS Y FAO/OMS/UNU

	Preescolares		Niños 10 - 12 años		Adultos	
	FAO/OMS 1973	FAO/OMS/UNU 1981	FAO/OMS 1973	FAO/OMS/UNU 1981	FAO/OMS 1973	FAO/OMS/UNU 1981
Lisina	53	36	75	63	22	16
Azufrados totales	23	15	34	28	24	17
Treonina	31	21	44	37	13	9
Triptofano	10	7	5	4	7	5

TABLA 3

**INGESTA RECOMENDADA Y PUNTAJE AMINOACIDICO DE UNA FORMULA
DE AMINOACIDOS DESTINADOS A PACIENTES CON INSUFICIENCIA
HEPATICA**

	Ingesta (mg/kg/día)	Puntaje (FAO/OMS 1973)
Leucina	123	220
Isoleucina	100	313
Valina	85	213
Lisina	90	204
Metionina		
Cisteína	19	69
Cistina		
Fenilalanina	20	42
Tirosina		
Treonina	25	78
Triptofano	6	72

participantes en un estudio de requerimientos de proteína a largo plazo (15), demostró que el consumo de aminoácidos era superior a los requerimientos del adulto. La dieta era representativa de la consumida por poblaciones urbanas chilenas de bajo nivel socioeconómico, y se ofreció en cantidad suficiente para proporcionar 1 g de proteína y 49 Kcal por kg de peso/día (Tabla 4), lo cual permitió que todos los sujetos presentaran un balance nitrogenado en equilibrio, o ligeramente positivo. Es importante destacar este mayor consumo de aminoácidos debido a que se observó en un estudio de tipo fisiológico. Esta tendencia ha sido comunicada anteriormente (14) y señala una metodología alternativa para estimar los requerimientos de aminoácidos en forma más real, utilizando para el caso una dieta mixta, y con ingestas más cercanas a las habituales. Es evidente que esta metodología puede aplicarse sólo a los aminoácidos más limitantes de la dieta en estudio.

En relación al significado práctico de las cifras de requerimientos de aminoácidos en la alimentación normal, es ilustrativo analizar la información que se proporciona en la Tabla 5. Las ingestas promedio de aminoácidos de poblaciones adultas chilenas pertenecientes a los segmentos de población más pobres, obtenidas de encuestas dietéticas (18), revelan un consumo varias veces mayor a los requerimientos; este hecho se manifiesta incluso en aquellos aminoácidos que tradicionalmente han sido considerados como deficitarios en la dieta de estos grupos: azúfrados totales y lisina. La interrogante que surge es ¿qué sentido tendrán entonces las cifras de requerimientos de aminoácidos en la nutrición y alimentación de nuestras poblaciones? La brecha existente entre las ingestas habituales de aminoácidos y los requerimientos establecidos, exige hacer énfasis en el verdadero significado de los requerimientos de aminoácidos y, en consecuencia, en su forma más racional de aplica-

TABLA 4

CANTIDAD DE AMINOACIDOS PROPORCIONADA POR UNA DIETA HABITAL QUE SATISFACE
LOS REQUERIMIENTOS DE PROTEINA DE ADULTOS MASCULINOS A LARGO PLAZO*

	Aminoácidos							
	Isoleucina	Leucina	Lisina	Azufrados totales	Aromáticos totales	Treonina	Triptofano	Valina
Ingesta de aminoácidos (mg aa/kg/día)	44	83	48	31	86	36	13	52
Requerimiento aminoacídico** (mg aa/kg/día)	10	14	12	13	14	7	4	10

* Calculada de acuerdo a los datos de Yáñez *et al.* (15).

** FAO/OMS 1973.

TABLA 5
INGESTA PROMEDIO DE AMINOACIDOS (mg aa/kg/día) DE ADULTOS DE
BAJO NIVEL SOCIOECONOMICO*

	Isoleucina	Leucina	Lisina	Azufrados totales	Aromáticos totales	Treonina	Triptofano	Valina
Encuesta 1	77	119	99	50	124	61	17	84
Encuesta 2	53	80	60	33	89	40	11	57
Encuesta 3	40	61	41	29	71	29	9	44
Encuesta 4	68	95	76	41	103	48	14	73
Requerimiento**	10	14	12	13	14	7	4	10

1 = Obreras urbanas.

2 = Mujeres campesinas.

3 = Hombres y mujeres.

4 = Obreros urbanos.

* Calculada a partir de la información de Tagle (16).

** FAO/OMS 1973.

ción. Es necesario reiterar que dichos requerimientos han sido determinados mediante una metodología fisiológica cuyo propósito es lograr una respuesta orgánica adecuada, con la menor ingesta de aminoácidos en estudio, y luego de un período de adaptación a ese nivel. En sujetos que consumen dietas habituales, este período de adaptación provoca una pérdida de la proteína corporal más lábil (17), de recambio rápido, la que se encuentra principalmente en el hígado, páncreas y mucosa intestinal. La mantención de las estructuras ya depletadas y con una menor velocidad de recambio, resultaría en una menor exigencia de aminoácidos y explicaría los bajos valores de ingestas de aminoácidos necesarios para lograr obtener un balance nitrogenado en equilibrio. Ajeno a ello, otro proceso adaptativo es la menor proporción de aminoácidos que son directamente oxidados cuando se consume una ingesta baja en aminoácidos (18). Otra hipótesis atractiva es que el factor limitante sea el nitrógeno no esencial (19). También conviene considerar el significado que puedan tener los errores analíticos del contenido de aminoácidos y los inherentes a la determinación de las ingestas de proteínas de las dietas y, por supuesto, los concernientes a la metodología del balance nitrogenado. Por lo tanto, es evidente que la mayor parte de las cifras de requerimientos de aminoácidos corresponden a los valores mínimos, concepto que no estaría apoyando su utilización en la elaboración de patrones aminoacídicos destinados a estimar la calidad proteínica de alimentos o dietas.

Debido a la brecha ya comentada, los resultados de los aportes dietéticos de aminoácidos en ingestas habituales y los requerimientos, el Comité FAO/OMS/UNU 1981 decidió eliminar el factor de calidad proteínica para realizar los ajustes del NSI en el adulto, cuando se consume una dieta mixta, y sólo sugiere ajustar por la digestibilidad del nitrógeno. Sin embargo, aún antes de entrar en vigencia las nuevas recomendaciones sobre proteínas, existen evidencias experimentales sustentadas en nuevas metodologías (18) que cuestionan los resultados obtenidos con el método de balance nitrogenado. Por consiguiente ¿será racional ignorar la calidad proteínica de las dietas consumidas por los adultos para realizar los ajustes del NSI? El conocimiento actual y el análisis realizado sugieren proceder con cautela y no innovar hasta reunir mayor información experimental a nivel fisiológico, y se hayan explorado distintos criterios de respuesta funcionales. Más aún, se puede alcanzar un consenso acerca de cómo aplicar las cifras de requerimientos al estudio de las ingestas de aminoácidos de las poblaciones y de la calidad proteínica de las dietas de consumo habitual. Esto exige de los investigadores y técnicos que trabajan en América Latina, un análisis crítico y una adaptación a nuestro propio medio, de las cifras barajadas por los Comités Internacionales, ya que tales Comités a menudo sugieren recomendaciones nutricionales divorciadas de la realidad de nuestros países.

SUMMARY

ANALYSIS OF THE PRACTICAL USEFULNESS OF AMINO ACID REQUIREMENTS IN HUMAN NUTRITION

The objective of this paper was to analyze the usefulness of the actual figures of amino acid requirements in human nutrition.

In order to establish the amino acid pattern, the amino acid requirements are related to the safe level of protein intake. Since this safe level has been modified, the amino acid patterns also change, unless there is also a similar modification in the amino acid requirements. Consequently, the use of an amino acid pattern similar to the amino acid composition of a high-quality protein, as is the case of milk, is suggested.

Another concept which is necessary to emphasize is that the amino acid pattern proposed for normal nutrition can not be applied to different pathological states. This statement is exemplified by the dietetic treatment of hepatic coma.

The mean amino acids intake in physiological studies oriented to determine protein requirements, as well as those observed in low socioeconomic level population groups, are higher than the requirements. These observations can be explained by the methodology used in their determinations, with a previous adaptation period which produces a decrease in the tissue mass of a high percentage of individuals.

It is concluded that to obtain a rational application of the amino acids requirements, determined by physiological methods, it is necessary to perform a critical analysis of the figures proposed by the Committees, and adapt them to local prevailing conditions.

BIBLIOGRAFIA

1. Irwin, M. I. & D. M. Hegsted. A conspectus of research on amino acid requirements. *J. Nutr.*, **101**:539, 1971.
2. Arroyave, G. Amino acid requirements and age. In: **Protein-Calorie Malnutrition**. R. E. Olson (Ed.). New York, San Francisco, London, Academic Press Inc., 1975, p. 122.
3. Fomon, S. J. & L. J. Filer, Jr. Amino acid requirements for normal growth. In: **Amino Acid Metabolism and Genetic Variation**. W. L. Nyham (Ed.). New York, N. Y., McGraw-Hill Co., 1967, p. 391.
4. Holt, L. E., P. Gyorgy, E. L. Pratt, S. E. Snyderman, E. Selms & W. M. Wallre. **Protein and Amino Acid Requirements in Early Life**. New York, N. Y. University Press, 1960.
5. Rose, W. C. The amino acid requirements of adult man. *Nutr. Abst. Revs.*, **27**: 631, 1957.
6. Leverton, R. M. Amino acid requirements of young adults. In: **Protein and Amino Acid Nutrition**. A. N. Albanese (Ed.). New York, N. Y., Academic Press, Inc., 1959, p. 407.
7. Nakawaga, I., T. Takahashi & T. Susuki. Amino acid requirements of children: Minimal needs of lysine and methionine based on nitrogen balance method. *J. Nutr.*, **74**: 401, 1961.
8. Nakawaga, I., T. Takahashi, T. Susuki & K. Kobayashi. Amino acid requirements of children: Minimal needs of threonine, valine and phenylalanine based on nitrogen balance method. *J. Nutr.*, **77**:61, 1962.
9. Nakawaga, I., T. Takahashi & K. Kobayashi. Amino acid requirements of children: Minimal needs of tryptophan, arginine and histidine based on nitrogen balance method. *J. Nutr.*, **80**:305, 1963.
10. Nakawaga, I., T. Takahashi & T. Susuki. Amino acid requirements of children: Isoleucine and leucine. *J. Nutr.*, **73**:186, 1961.
11. **Energy and Protein Requirements**. Report of a Joint FAO/WHO *ad hoc* Expert Committee, Rome, 22 March-2 April, 1971. Rome, Food and Agriculture

- Organization of the United Nations, 1973, 20 p. (FAO Nutrition Meetings Reports Series No. 52; WHO Technical Report Series No. 522).
12. Torún, B., O. Pineda, F. Viteri, G. Arroyave, P. Aycinena, C. Plata & S. Flores. Essential amino acid recommendations for preschool children. In: **XII International Congress of Nutrition, San Diego, California, August, 1981.** (Abstract No. 589).
 13. **FAO/OMS/UNU. Informe Preliminar del Comité de Expertos sobre Recomendaciones de Energía y Proteína.** Roma, septiembre de 1981.
 14. Hegsted, D. M. The amino acid requirements of rats and human beings. In: **Proteins in Human Nutrition.** J. W. Porter and B. A. Rolls (Eds.). London and New York, Academic Press, Inc., 1973, p. 273.
 15. Yáñez, E., R. Uauy, I. Zacarías & G. Barrera. The capacity of Chilean mixed diet to meet the long-term protein and energy requirements of young adult males: In: **XII International Congress of Nutrition, San Diego California, August, 1981.** (Abstract No. 472).
 16. Tagle, M. A. La calidad y el valor proteico de la dieta del proletariado chileno. *Rev. Med. Chilena*, **98**:549, 1970.
 17. Munro, H. N. General aspects of the regulation of protein metabolism by diet and by hormones. In: **Mammalian Protein Metabolism.** Vol. I. H. N. Munro and J. B. Allison (Eds.). New York and London, Academic Press, Inc., 1964, p. 381.
 18. Young, V. R. Protein metabolism and nutritional state in man. *Proc. Nutr. Soc.*, **40**:343, 1981.
 19. Scrimshaw, N. S., V. R. Young, P. C. Huang, O. Thanangkul & B. Cholakos. Partial dietary replacement of milk protein by nonspecific nitrogen in young men. *J. Nutr.*, **98**:9, 1969.

**PROTEIN DIGESTIBILITY OF METHIONINE
SUPPLEMENTED COMMON BEANS (*Phaseolus vulgaris*)
IN ADULT HUMAN SUBJECTS¹**

*Ricardo Bressani*², *Eloísa Hernández*³, *Delia Navarrete*⁴ and
*J. Edgar Brabam*⁵

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

SUMMARY

The study reports on the protein digestibility of five cultivars of common beans (*Phaseolus vulgaris*) of different color, tested in young adult human subjects, as the sole dietary protein source. Cheese protein was used as reference protein. The cooked beans provided 0.65 g protein/kg/day, and energy intake was adjusted to 45 kcal/kg/day. Results indicated apparent protein digestibility to vary from 49.6 to 62.1%^o. White colored beans showed the highest value, while black beans gave the lowest. Cheese protein showed an apparent protein digestibility of 76.2%^o. The true protein digestibility was calculated using the endogenous nitrogen excretion values obtained in the study, as well as literature values. Digestibility increased as expected, but it is still low as compared to other protein sources. A high correlation was found between dry matter digestibility and protein digestibility.

Fecal nitrogen was fractionated between soluble and insoluble nitrogen in a 0.02 N NaOH solution. This assay was also carried out in the cooked beans, and findings revealed that the soluble nitrogen fraction was highly correlated with protein digestibility, with a correlation coefficient of -0.94. This fraction, still to be identified,

Manuscrito modificado recibido: 20-8-84.

- 1 This research was carried out with funds from the International Development Research Centre (IDRC), Ottawa, Canada (Grant-in-aid INCAP No. PN-311) and the United Nations University (Grant-in-aid INCAP No. UNU/WHP-161).
- 2 Head of the Division of Agricultural Sciences, INCAP, Guatemala.
- 3 INCAP/UNU fellow.
- 4 Scientist from the above-mentioned Division.
- 5 Associated Chief of the Division of Agricultural Sciences, INCAP.

Publication INCAP/UNU-33.

This publication does not necessarily reflect the opinions or policies of the Institute of Nutrition of Central America and Panama (INCAP).

could very well be responsible for the low digestibility values found for common beans in human subjects.

INTRODUCTION

From the chemical composition point of view, it is well documented that food grain legumes have a relatively high nutritive value as compared to cereal grains, foods of great significance in the diet of large population groups in Latin America and other parts of the world.

Various investigators have reported on the protein digestibility of food legumes in general. Most of the work has been conducted in experimental animals and shows that apparent protein digestibility of food legumes is relatively low (1-4). The reasons for such low values have not been established, although various hypotheses have been proposed, among them, the presence of residual trypsin inhibitors and lectins (5), as well as of proteins resistant to enzymatic actions (6, 7). Other reasons are the rapid transit time in the intestinal tract due to fiber and fermentable carbohydrate (8) and to the action of polyphenolic compounds in common beans (9).

The protein digestibility values of common beans, as obtained from human subjects are not readily available, and because of their nutritional importance in human diets, it is of practical interest to address this problem.

MATERIALS AND METHODS

Human Subjects

For the digestibility studies, 12 adult male human subjects were selected on the basis of overall good health as determined by physical, medical, and parasitological examinations. Their height and weight are described in Table 1. The subjects performed their normal activities throughout the study, which included laboratory analysis, maintenance and messenger duties. The 12 subjects were assigned to three groups of four each according to body weight, which on the average did not differ more than 0.3 kg.

Experimental Design

The digestibility study was performed in two assays with an interval of four months between assays. The experimental design was a modified latin square as shown in Table 2. Each assay was developed in four continuous experimental periods. During the first three, each group of individuals was fed the protein source randomly assigned. In both studies the experimental periods lasted five days in the first assay and six days in the second, of which two and three were for adaptation, respectively, and three days for fecal and urinary collections. During the fourth period, all subjects were fed a low nitrogen-containing diet for three days, collecting feces and urine during the last two days. Therefore, the assays

TABLE 1

PHYSICAL CHARACTERISTICS OF THE EXPERIMENTAL SUBJECTS

Subjects	Age	Height cm	Phase I Weight, kg ¹		Phase II Weight, kg ²	
			Initial	Final	Initial	Final
CE	28	164	64.7	63.6	66.4	65.2
FM	25	157	55.4	53.4	55.7	53.4
AO	29	158	52.7	51.3	50.9	49.5
VR	19	164	48.6	48.1	50.1	49.3
AG	30	169	58.1	58.4	58.0	58.4
MR	29	167	58.1	57.1	61.3	60.1
OB	23	157	55.0	53.5	58.2	57.2
RS	22	157	53.4	53.2	56.1	56.3
MM	32	160	59.0	58.8	59.5	59.5
SE	19	167	55.7	54.3	57.7	55.4
JP	23	167	56.4	57.1	59.6	59.0
RC	32	157	49.9	48.8	49.7	48.0
$\bar{x} \pm SE$	30	162	55.5 ± 1.2	54.7 ± 1.2	56.9 ± 1.4	55.9 ± 1.48
SD			4.29	4.42	4.89	5.15
Coefficient variation			7.73	8.08	8.59	9.21

1 $t = 0.20$ NS.

2 $t = 0.21$ NS.

lasted a total of 18 and 21 days, respectively. Protein intake was adjusted to 0.65 g/kg/day and calories to 48-50 kcal/kg/day. During the first assay, the red and black beans from Jalpatagua and Jutiapa, as well as cheese were used, the latter as reference protein. In the second one, a white and a black cultivar from Ipala, and a 50:50 mixture by weight were fed. All bean samples were first soaked in water for 18 hours, using a ratio of water:beans of 3:1. The soaked beans with the soaking water were then cooked for 30 min at 15 lb pressure (121°C), and the cooked beans were ground with the cooking water in a Waring Blender. From this lot, weighed portions to provide 0.65 g protein per kg/day were placed in polyethylene containers refrigerated in a cold room, at -4°C, and removed daily as needed. A similar and representative sample was used for chemical analysis. As stated, the control protein was white cheese prepared commercially and it was handled for feeding purposes as the bean purée. Linear regression and other statistical analyses of the data were performed according to Snedecor (10) and Cochran and Core (11).

Diets

The basal low protein diet is shown in Table 3 and, as may be observed, it was made up of foods which provided variety, supplemental

TABLE 2

EXPERIMENTAL DESIGN UTILIZED TO DETERMINE PROTEIN DIGESTIBILITY OF RED AND BLACK BEAN CULTIVARS (*Phaseolus vulgaris*)¹ WITH COOKING BROTH, AND OF A CONTROL PROTEIN (ASSAY I), AND OF WHITE AND BLACK BEAN CULTIVARS (*P. vulgaris*)¹ WITH COOKING BROTH (ASSAY II), AS WELL AS BEAN COLOR MIXTURES

		Assay I			
Experimental subjects		Experimental period			
No.	Identification	1	2	3	4
4	(CE, FM, AO, VR)	C	R	B	LND
4	(MM, SE, JP, RC)	R	B	C	LND
4	(AG, MR, OB, RS)	B	C	R	LND
Days in experimental period		5	5	5	3
Days in balance		3	3	3	2

		Assay II			
4	(CE, FM, AO, VR)	W	B:W	B	LND
4	(MM, SE, JP, RC)	W:B	B	W	LND
4	(AG, MR, OB, RS)	B	W	B:W	LND
Days in experimental period		6	6	6	3
Days in balance		3	3	3	2

Bean protein supplemented with 0.5 g o/o DL-methionine.

B = Black bean.

W = White bean.

R = Red bean.

C = Control protein (fresh cheese).

W:B = White:black mixture 50:50.

LND = Low nitrogen diet.

nutrition and contained low nitrogen levels. This diet provided most of the calories intake, which was adjusted to the individuals' need with starch cookies, candy and soft drinks, after taking into consideration the energy contributed by the beans fed at 0.65 g protein/kg body weight/day. Beans were provided in three equal quantities for breakfast (7:00 a.m.), lunch (12:00) and dinner (5:00 p.m.). Each bean portion was fried with 25 g of oil and 10 g of chopped fresh onion before feeding. With each bean portion fed, the subjects also ingested a capsule containing the equivalent amount of DL-methionine added at the level of 0.50/o of the ingested protein. This level was calculated on the basis of the level found to give maximum protein quality improvement in rat studies (4, 12). Besides consuming the foods in the diets indicated above, all subjects were given a complete vitamin and mineral capsule.

TABLE 3

INGREDIENTS OF THE LOW-PROTEIN BASAL DIETS

Ingredients	Grams
Soluble coffee	3
Sugar	25
Apple jelly	50
Bread ¹	300
Margarine	60
Soup ²	240
Guisquil (Chayote)	100
Cooked pineapple	100
Apple (with skin)	100
Artificial fruit beverage	4 glasses
Mineral and vitamin supplement ³	1 tablet
Calorie sources to fill the requirements:	
Carbonated drinks (Pepsi-Cola, T.M. ³)	1
Refreshment	Variable
Cookies ¹	Variable
Candies	Variable

- 1 Prepared with wheat starch (Jolly Joan. Ener-G Foods Inc., P. O. Box 24723, Seattle, WA 98124, USA).
- 2 Corn starch based (Maizena Duryea. Productos de Maíz y Alimentos, S. A., Km. 3-1/2 Carretera al Atlántico, Guatemala, C. A.) and margarine, seasoned with aromatic herbs. Consumed without the herbs.
- 3 UNICAP-T, T.M. previously described (15).

Fecal Analysis

The fecal samples collected were homogenized in a Waring Blender with a fixed level of water, and a representative sample was withdrawn for dry matter analysis by dehydration (corrected for the water added) and for nitrogen, by the Kjeldahl method (13). The nitrogen content of feces was fractionated into soluble and insoluble N by extracting a weighed sample with 0.02 N NaOH followed by centrifugation and analysis of nitrogen in the residue and in the extract. The same procedure was applied to a cooked bean sample.

RESULTS

The nitrogen balance data of the subjects fed the different bean cultivars and the control protein, fresh cheese, are presented in Table 4. At the level of nitrogen intake—which varied from 106.7 to 110.1 mg per kg body weight per day (0.67 - 0.69 g protein/kg/day)—all nitrogen sources

TABLE 4

**NITROGEN BALANCE OF HUMAN SUBJECTS FED VARIOUS BEAN
CULTIVARS AND FRESH CHEESE**

Nitrogen source	Nitrogen, mg/kg/day				
	Intake	Fecal	Urine	Absorbed	Retained
Fresh cheese	110.1±0.59	25.8±1.5	80.8±3.7	83.8±1.8	3.4±3.7
Red bean (J)	106.7±0.34	47.2±5.0	81.8±6.1	59.6±4.9	-22.2±6.8
Black bean (J)	106.8±0.53	53.8±3.1	75.7±3.5	52.9±3.1	-22.6±3.8
White beans (I)	109.6±0.52	41.4±3.1	87.2±5.5	68.1±3.4	-19.0±7.2
White:black beans (50:50)	108.4±0.30	46.0±2.8	81.2±6.2	62.3±3.0	-18.9±8.1
Black bean (I)	108.1±0.52	50.3±2.2	80.2±5.3	57.7±5.3	-22.8±6.4
Low nitrogen diet	19.8±1.2	25.8±1.4	47.7±2.7	—	—

with the exception of fresh cheese, gave negative nitrogen balances. This result was due to the very large loss of nitrogen in the feces of subjects fed beans as compared to the fecal nitrogen loss when fed cheese. It should be pointed out that fecal nitrogen loss from the basal low nitrogen diet was the same as that from fresh cheese. On the other hand, urinary nitrogen loss was less variable among nitrogen food sources, with bean values varying between 75.7 to 87.2 mg/kg/day, and 80.8 from fresh cheese. On the basal low nitrogen diet, the nitrogen urinary loss was slightly less than half when compared to that from the food nitrogen sources under study.

Apparent protein digestibilities values are shown in Table 5. Apparent protein digestibility was 76.2% for fresh cheese, while for the bean cultivars studied, the values ranged from 49.6% for the black coated Jalpatagua cultivar, to 62.1% for the white bean. The 50:50 blend of white and black gave a protein digestibility of 57.4%, similar to that expected from the average of the white and black (I) bean cultivars. Using the fecal nitrogen excretion from the basal low nitrogen diet, true protein digestibility was also calculated (Table 6). The value of fresh cheese was 100% and ranged from 73.8 to 85.8% for the bean samples under study. The Table also shows the true protein digestibility values using an endogenous nitrogen loss of 12 mg/kg/day. As the data show, values are lower than those obtained when using 25.8 mg, the value from this study, since this nitrogen is added to the fecal nitrogen loss. This can be taken as added proof of the low protein digestibility of beans.

TABLE 5

AVERAGE VALUES¹ FOR APPARENT NITROGEN DIGESTIBILITY OF DIETS BASED ON FRESH CHEESE AND BEANS IN ADULT MEN

Experimental subjects	Red beans (R)	Black beans (Jalpatagua) (BJ)	White beans (W)	White:black (50:50) beans (W:B)	Black beans (Ipala) (BI)	Cheese (C)
CE	83.4	55.2	66.6	60.1	47.8	82.2
FM	53.2	47.3	52.9	50.8	55.9	77.8
AO	45.9	50.4	47.6	55.3	44.5	72.2
VR	74.9	46.6	82.6	82.9	64.5	77.6
AG	51.5	39.9	59.0	46.3	54.6	72.2
MR	42.7	40.6	50.1	49.9	42.7	67.6
OB	39.2	71.3	57.8	57.9	48.0	73.2
RS	58.6	63.5	58.7	54.6	61.7	75.2
MM	46.6	45.4	61.7	53.0	48.3	69.1
SE	82.0	44.5	76.0	58.9	55.6	78.9
JP	35.3	35.7	64.9	61.4	54.1	77.4
RC	55.4	55.9	67.5	58.4	62.7	84.1
$\bar{x} \pm SE$	55.7 \pm 4.6	49.6 \pm 2.9	62.1 \pm 2.9	57.4 \pm 2.6	53.4 \pm 2.1	76.2 \pm 1.4
SD	16.2	10.2	10.1	9.1	7.2	4.9
o/o Coef. var.	29.1	20.6	16.3	16.0	13.5	6.5

1 F = 9.45**.

Duncan: C W W:B R BI BJ.

TABLE 6

AVERAGE TRUE PROTEIN DIGESTIBILITY

Protein source	Apparent protein digestibility o/o	True protein digestibility, o/o	
		1	2
Cheese	76.2	100.0	87.5
Red beans	55.7	79.9	67.0
Black beans (J)	49.6	73.8	60.9
White	62.1	85.8	73.2
W:B (50:50)	57.4	81.4	68.6
Black beans (I)	53.4	77.4	64.6

1 Using 25.8 mg N/kg/day as endogenous nitrogen excretion.

2 Using 12.0 mg N/kg/day as endogenous nitrogen excretion.

Table 7 summarizes the dry matter digestibility of the diets fed, and ranged from 85.9 to 92.0% for all food nitrogen sources. Only the fresh cheese value was statistically different from those of the bean samples, which were very similar among them. A positive highly significant correlation was found between protein and dry matter digestibility ($Y = -182.52 + 2.74X$) ($r = 0.74$).

The fecal nitrogen from the subjects fed red beans, one black bean (J), cheese and the nitrogen low basal diet was fractionated into soluble and insoluble and average values are given in Table 8. While the soluble and insoluble fecal nitrogen from the low-nitrogen diet and the cheese diet were essentially the same, they were from 1.5 to twice as large in the feces of the subjects fed beans. From the nitrogen balance data the relationship between nitrogen intake and nitrogen retention was calculated by linear regression analysis (14), using two points. One, when the subjects were fed the low-nitrogen diet and the second, when they were fed the bean-containing diet at an intake of 0.65 g protein/kg/day assuming that the response was linear (Table 9). The regression coefficients were low and were correlated with the NPU calculated from the nitrogen balance at 0.65 g protein/kg/day and when the low protein diet was fed divided by nitrogen intake.

DISCUSSION

The results of the present research with young adult human subjects, confirm previous observations carried out with experimental animals (1-4) on the low digestibility of bean protein, and of other studies reported from human subjects (15). It is possible that because of this low digestibility none of the subjects of many of the bean diets consumed

TABLE 7

PERCENTAGES¹ OF DRY MATTER DIGESTIBILITY² OF BEAN AND CHEESE-BASED DIETS IN ADULT MEN

Experimental subjects	Red beans (R)	Black beans (Jalpatagua) (BJ)	White beans (W)	White:black (50:50) beans (W:B)	Black beans (Ipala) (BI)	Cheese (C)
CE	82.3	87.3	90.6	87.8	87.9	97.5
FM	95.9	84.3	86.5	84.5	87.7	92.5
AO	83.6	83.7	85.6	85.7	87.8	93.2
VR	87.9	85.9	94.2	94.4	87.9	92.5
AG	82.9	81.9	90.3	86.2	87.2	91.5
MR	82.7	86.7	87.7	89.6	86.3	90.1
OB	82.0	93.7	88.7	88.9	87.2	92.0
RS	85.9	90.4	88.0	86.5	88.3	91.5
MM	82.3	80.6	86.9	85.3	84.1	90.5
SE	95.9	85.9	87.5	88.8	85.9	93.0
JP	83.6	83.3	90.3	89.4	86.6	93.0
RC	87.9	88.2	90.4	87.7	89.1	92.0
$\bar{x} \pm SE$	86.0 \pm 1.4	85.9 \pm 1.0	89.0 \pm 0.7	88.0 \pm 0.8	87.2 \pm 0.4	92.0 \pm 0.3
SD	5.03	3.65	2.3	2.66	1.35	0.97
o/o Coef. var.	5.8	4.2	2.5	3.0	1.5	1.0

1 F = 6.79**.

2 o/o digestibility = $\frac{\text{Dry matter intake} - \text{dry matter excreted}}{\text{dry matter intake}} \times 100$

DMS = 2.45 (p < 0.05).

<u>C</u>	<u>W</u>	<u>W:B</u>	<u>BI</u>	<u>R</u>	<u>BJ</u>
----------	----------	------------	-----------	----------	-----------

TABLE 8

**FRACTIONATION OF FECAL NITROGEN FROM HUMAN SUBJECTS FED
COMMON BEANS, CHEESE AND A NITROGEN-LOW DIET**

Diet	Fecal nitrogen (mg/kg/day)		
	Total	Soluble	Insoluble
Nitrogen-low diet	24.4	17.8	6.6
Cheese	25.8	20.6	5.2
Red beans	47.2	35.7	11.1
Black beans (J)	53.8	37.8	16.0

reached nitrogen equilibrium, much less positive nitrogen balance even when intake was as high as 0.65 g P/kg/day. The results are even more surprising because of the accepted deficiency in sulfur amino acids in bean protein (12). Thus, the lack of response to methionine addition may have been due again to the low digestibility of the protein or to the addition of an inadequate amount of the amino acid. Various investigators have studied the effect of methionine supplementation to food legumes as a means to improve their efficiency of utilization. Zedulka and Calloway (16) showed that methionine supplementation of soy protein improved nitrogen balance when nitrogen intake from soy was 1.5 and 3 g/day with a total intake of 9 g N/day. However, when soy nitrogen intake was 6.0 g/day, no response was observed. This finding corroborates that the protein level of intake is important in determining the effect of methionine supplementation, as has been demonstrated quite often with rats. On the other hand, an excess of methionine supplementation can decrease nitrogen balance as showed by Scrimshaw and Young (17) with soy protein supplemented with 1.10% methionine. This is also a well known effect, since an excess of one amino acid may induce a deficiency of the second most limiting amino acid. The difference with the studies mentioned and the one reported in this paper is that soy protein is much more digestible than bean protein, and nitrogen balance was attained with a lower nitrogen intake than with that found with common beans, since even when intake was 0.65 g protein/kg/day, the subjects were not in equilibrium, much less in a positive nitrogen balance. This occurred in contrast to balance studies on subjects fed mixtures of corn and beans, wherein nitrogen equilibrium was reached when intake was 0.60 g protein/kg/day (15). Since the subjects were fed a low nitrogen diet and the bean diet at an intake of 0.65 g protein/kg/day, and since, theoretically, there is a straight line relationship between these two extremes, the relationship between nitrogen intake and nitrogen balance was estimated by linear regression analysis. The results are given in Table 9, and show that in order to obtain nitrogen equilibrium, an intake which varied from 155 to 174 mg/kg/day was needed as compared to an intake of 105 mg from cheese.

TABLE 9

REGRESSION BETWEEN NITROGEN INTAKE AND NITROGEN RETAINED IN ADULT HUMAN FED
BEAN-BASED DIETS (*Phaseolus vulgaris*)

Assay	Leguminous seed	NR = a + b N intake	r ¹	Necessary for NB mg/kg/día	D.F. ²	Level ³	NPU
I	Red bean	-59.03 + 0.34	0.66	174	10	*	29.3
I	Black bean (Jalpatagua)	-59.30 + 0.36	0.77	163	10	**	26.2
II	White bean	-61.42 + 0.38	0.66	158	10	*	29.4
II	White bean:black bean (50:50)	-61.47 + 0.39	0.62	155	10	*	30.0
II	Black bean (Ipala)	-60.6 + 0.35	0.65	172	10	*	26.3
I	Cheese	-62.78 + 0.59	0.92	105	10	***	51.7

1 Correlation coefficient.

2 Degrees of freedom.

3 Level of statistical significance:

* Significant at 5^o/o.

** Significant at 1^o/o.

*** Significant at 0.1^o/o.

The average true protein digestibility was calculated using the nitrogen excretion on a nitrogen-low diet (Table 6). As the data show, the average value obtained in the first assay was 24.7 ± 1.5 , and 26.9 ± 1.2 mg/kg/day in the second. Even with the value of the present study, which is high, the digestibility still remained low. If the value reported in the literature is used (14), around 12 mg/kg/day, true digestibility is lower than when using the value obtained in the present study.

In order to learn the reasons for the low digestibility of bean protein, the fecal matter nitrogen was fractionated into soluble and insoluble in 0.02 N NaOH solution. As indicated previously, both fractions in feces from beans were higher than those measured in feces from the low nitrogen diet or from the cheese diet. Previous studies with dogs (1) suggested that the soluble fraction was highly undigestible and, in the present study, the effect of this fraction on protein digestibility was analyzed by linear regression analysis. The calculation showed a regression of the soluble nitrogen fraction of protein digestibility of the beans to be $Y = 95.81 - 1.17X$, with a correlation coefficient of -0.94 , which is highly significant. This then suggests that such fraction is responsible for the low digestibility values observed. Assuming that part of the soluble nitrogen is from bacterial origin, one can therefore subtract this amount from the total fecal nitrogen from beans. Such a correction is equivalent to the calculation of true protein digestibility and it increases the digestibility value from around 60 to 75%, which is still low when compared to other nitrogen food sources. Two additional factors may be of interest. One is that white beans showed a higher digestibility than black and red colored beans. The second is that in these studies the beans were fed with their respective cooking broth, which has been shown to decrease protein digestibility and quality (9).

The chemical nature of the soluble nitrogen fraction in cooked beans and of the equivalent nitrogen fraction in the feces, as well as the nature of the seed coat color and cooking broth should, therefore, be studied in order to understand the reasons for the low digestibility values reported for food legumes, and in particular for common beans.

RESUMEN

DIGESTIBILIDAD PROTEINICA DEL FRIJOL COMUN (*Phaseolus vulgaris*) EN HUMANOS ADULTOS

El estudio informa acerca de la digestibilidad de la proteína de cinco cultivares de frijol común (*Phaseolus vulgaris*) de diferente color, los que se sometieron a prueba en adultos jóvenes como fuente única de proteína. Se utilizó proteína de queso como proteína de referencia. Los frijoles cocidos proporcionaron 0.65 g de proteína/kg/día, y la ingesta de energía se ajustó a 45 Kcal/kg/día. Los resultados indicaron que la digestibilidad de la proteína aparente varió de 49.6 a 62.1%; los frijoles blancos mostraron los valores más altos, y los frijoles negros, los más bajos. La proteína del queso acusó una digestibilidad de proteína aparente de 76.2%. La digestibilidad de la proteína verdadera se calculó utilizando los valores de excreción de nitrógeno endógeno obtenidos en el estudio, así como los valores citados en la literatura. Como se esperaba, la digestibilidad aumentó, pero aun así fue baja, comparada con otras

fuentes de proteína. Se encontró una alta correlación entre la digestibilidad de la materia seca y la digestibilidad de la proteína.

El nitrógeno fecal se fraccionó en nitrógeno soluble e insoluble en una solución de NaOH 0.02 N, lo que también se hizo con los frijoles cocidos. El fraccionamiento de nitrógeno soluble en estos últimos estaba altamente correlacionado con la digestibilidad de la proteína, con un coeficiente de correlación de -0.94 . Esta fracción, aún por ser identificada, podría muy bien ser la responsable de los bajos valores de digestibilidad encontrados en humanos para el frijol común.

BIBLIOGRAFIA

1. Bressani, R., L. G. Elías & M. R. Molina. Estudios sobre la digestibilidad de la proteína de varias especies de leguminosas. *Arch. Latinoamer. Nutr.*, 27:215-231, 1977.
2. Jaffé, W. G. El valor biológico comparativo de algunas leguminosas de importancia en la alimentación venezolana. *Arch. Venezol. Nutr.*, 1:107-126, 1950.
3. Sgarbieri, V.C., P.L. Antunes & L.D. Almeida. Nutritional evaluation of four varieties of dry beans (*Phaseolus vulgaris*, L.). *J. Food Sci.*, 44:1306-1309, 1979.
4. Bressani, R. & L. G. Elías. The problem of legume protein digestibility. In: *Nutritional Standards and Methods of Evaluation for Food Legume Breeders*. (Prepared by the International Working Group on Nutritional Standards and Methods of Evaluation for Food Legume Breeders). L. W. Billingsley (Ed.). Ottawa, Canada, International Development Research Centre, 1977, p. 61-72 (IDRC-TS7e).
5. Pak, N., A. Mateluna & H. Araya. Efecto de diversos tratamientos térmicos en el contenido de hemaglutininas y en la calidad proteica del frijol (*Phaseolus vulgaris*). *Arch. Latinoamer. Nutr.*, 28:184-195, 1978.
6. Seidl, D., M. Jaffé & W. G. Jaffé. Digestibility and proteinase inhibitory action of a kidney bean globulin. *J. Agr. Food Chem.*, 17:1318-1321, 1969.
7. Kakade, M. L. Biochemical basis for the differences in plant protein utilization. *J. Agr. Food Chem.*, 22:550-555, 1974.
8. Hellendorn, E. W. Intestinal effects following ingestion of beans. *Food Technol.*, 23:795-800, 1969.
9. 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 36th Annual Meeting of the Institute of Food Technologists, St. Louis, Missouri, 10-13 June, 1979. J. E. Hulse (Ed.). Ottawa, Canada, International Development Research Centre, 1980, p. 61-68 (IDRC-145e).
10. Snedecor, G. W. & W. G. Cochran. *Métodos Estadísticos*. 6a. ed. México, Compañía Editorial Continental, S. A., 1979.
11. Cochran, W. G. & G. M. Cox. *Diseños Experimentales*. 2a. ed. México, Editorial Trillos, S. A., 1978.
12. Tobin, G. & K. J. Carpenter. The nutritional value of the dry bean (*Phaseolus vulgaris*). A literature review. *Nutr. Abst. Revs. Series A*, 48(11):919-936, 1978.
13. Association of Official Analytical Chemists. *Official Methods of Analysis of the AOAC*. 11th ed. Washington, D. C., The Association, 1970, p. 16-17.
14. Scrimshaw, N. S., M. A. Hussein, E. Murray, W. M. Rand & V. R. Young. Protein requirements of man: variations in obligatory urinary and fecal nitrogen losses in young men. *J. Nutr.*, 102:1595-1604, 1972.
15. Navarrete, D. A. & R. Bressani. Protein digestibility and protein quality of com-

- mon beans (*Phaseolus vulgaris*) fed alone and with maize, in adult humans using a short-term nitrogen balance assay. *Am. J. Clin. Nutr.*, **34**:1893-1898, 1981.
16. Zezulka, A. Y. & D. H. Calloway. Nitrogen retention in men fed varying levels of amino acids from soy protein with or without added DL-methionine. *J. Nutr.*, **106**:212-221, 1976.
 17. Scrimshaw, N. S. & V. R. Young. Soy protein in adult human nutrition. A review with new data. In: *Proc. Soy Protein and Human Nutrition*, M. L. Wilcke, D. T. Hopkins and D. H. Waggle (Eds.). New York, Academic Press, 1979.

DIGESTIBILIDAD, VALOR PROTEINICO Y NECESIDADES DE PROTEINA DE DIETAS A BASE DE PLATANO/FRIJOL Y DE YUCA/FRIJOL EN JOVENES ADULTOS¹

Delia A. Navarrete², Olivia Marcela Gutiérrez³ y Ricardo Bressani⁴

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

RESUMEN

Se informa sobre las cantidades necesarias de nitrógeno ingerido para lograr un equilibrio nitrogenado en individuos jóvenes alimentados, en un estudio, con una dieta a base de yuca y frijol y, en otro, con plátano y frijol. En cada experimento se emplearon 10 sujetos, quienes recibieron niveles de 0, 0.2, 0.4 y 0.6 g de proteína/kg de peso/día, a un nivel constante de energía (45 Kcal/kg/día), usando el método de balance nitrogenado corto de ingestas múltiples de proteína. Se comprobó que aun con ingestiones de 105.7 y 117.4 mg N/kg/día en el estudio con yuca/frijol y plátano/frijol, los sujetos no llegaron a obtener un balance positivo. La digestibilidad de la proteína de las dietas fue baja, como ya se había informado en el caso de solo frijol, siendo de 55.70/o en el estudio de yuca/frijol y de 50.40/o en el caso de plátano/frijol. Con respecto a las cantidades promedio de ingestión de nitrógeno para llegar a un equilibrio nitrogenado, en todos los individuos se encontró que en el caso de la dieta de yuca/frijol, esta cantidad era de 114.3 mg N/kg/día, y en el de la elaborada con plátano/frijol, de 111.9 mg N de frijol/kg/día. En ambos estudios se encontró gran

Manuscrito modificado recibido: 27-8-84.

- 1 Esta investigación se llevó a cabo con fondos provenientes de la Universidad de las Naciones Unidas (UNU) y de la Subvención No. PN-311 del International Development Research Centre, Ottawa, Canadá.
- 2 Científico de la División de Ciencias Agrícolas y de Alimentos del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP).
- 3 Estudiante del Curso de Postgrado en Ciencia y Tecnología de Alimentos del Centro de Estudios Superiores en Nutrición y Ciencias y Tecnología de Alimentos (CESNA), Universidad de San Carlos de Guatemala/INCAP.
- 4 Jefe de la División de Ciencias Agrícolas y de Alimentos del INCAP, Apartado Postal 1188, Guatemala, Guatemala, C. A.

Publicación INCAP E-1145.

Este trabajo no refleja necesariamente la política del INCAP.

variabilidad interindividual en la extrapolación del N a ingerir para lograr equilibrio nitrogenado.

En cuatro de cinco individuos que participaron en los dos estudios, la ingestión de nitrógeno requerido para estar en equilibrio nitrogenado fue mayor con la dieta de plátano/frijol que con la de yuca/frijol. Estos datos refuerzan el concepto de que el requerimiento de proteína no es un dato simple, siendo necesario agregar dos desviaciones al dato promedio a fin de cubrir al 97.50/o de la población.

El promedio en la ecuación lineal más dos desviaciones estándar para el total de individuos en las dos dietas, da una cifra de 173.4 mg N/kg/día.

La información obtenida sustenta, pues, la necesidad de incrementar la digestibilidad y la calidad de la proteína del frijol, ya que éste es un alimento de primordial importancia para grandes sectores de población.

INTRODUCCION

Las proteínas vegetales que más ingiere la población latinoamericana y que constituyen la base de los sistemas de consumo son los cereales/leguminosa, o sea, el maíz, el arroz y el trigo, por un lado, y el frijol común por el otro (1, 2). Asimismo, muchas poblaciones obtienen la mayor parte de sus calorías, no de los cereales, sino de tubérculos como la yuca (1-3), o de musáceas como el plátano o el banano (1-3). Estas dos fuentes de nutrientes casi siempre se consumen con frijol, y su aporte proteínico a la dieta es insignificante. La mayor parte de los estudios de evaluación proteínica nutricional de que se ha informado son del sistema cereal/leguminosa, y existe muy poca información sobre el valor proteínico nutricional del sistema alimenticio farináceo/frijol.

A diferencia de lo que ocurre con los cereales, tanto la yuca como el plátano son alimentos que se caracterizan por su bajo contenido de proteína, la cual es deficiente en aminoácidos azufrados (3), y existe poca posibilidad de un efecto complementario proteínico con las leguminosas cuando se consumen juntos. Por consiguiente, la proteína de la leguminosa es la que aporta la mayor cantidad ingerida, de manera que su calidad cobra gran importancia.

En estudios realizados con ratas, Bressani y Navarrete (4) dan cuenta de que las dietas a base de tubérculos o alimentos farináceos, requieran más del 200/o de frijol para lograr un mantenimiento del peso. Estos valores se reducen si el frijol se suplementaba con metionina.

Con el propósito de conocer más a fondo el valor proteínico de una dieta elaborada a base de plátano, o de yuca y frijol, se llevó a cabo este trabajo en hombres jóvenes adultos, usando el método del índice de balance nitrogenado corto propuesto por Bressani *et al.* (5). Además de estimar el valor proteínico de la ingesta de proteína, con este procedimiento también se puede estimar el requerimiento de proteína para propósitos de mantenimiento.

MATERIALES Y METODOS

Sujetos Experimentales

Para el ensayo con plátano y frijol, y para el de yuca y frijol, se seleccionaron 10 sujetos para cada uno, del sexo masculino, sanos, que laboran en el INCAP. La selección se hizo después de habérseles practicado un examen médico clínico y parasitológico.

Los sujetos eran voluntarios, con gran espíritu de colaboración y sentido de responsabilidad y todos, excepto dos, habían participado con anterioridad en estudios similares. Antes del inicio del estudio, a los sujetos se les informó sobre la importancia de su colaboración, y se les explicó las técnicas a seguir para la ingesta de alimentos y para la recolección e identificación de la orina y las materias fecales.

En el transcurso de los ensayos, los sujetos desarrollaron sus actividades normales, que consistían en tareas de limpieza, de electricistas, mensajeros y/o recepcionistas y estudiantes. Se asumió que sólo con sus actividades normales mantendrían su gasto energético constante. Ninguno realizó actividades deportivas durante el estudio. Los pesos iniciales y finales de los sujetos incluidos en el estudio de yuca/frijol y de plátano/frijol, se detallan en la Tabla 1.

Metodología Utilizada

Plan experimental — Este trabajo consistió en un estudio de balance nitrogenado, derivado de múltiples ingestiones de nitrógeno, para calcular el requerimiento proteínico de una dieta de frijol con una ingesta constante de plátano o yuca.

El estudio se realizó en dos ensayos, con un intervalo de aproximadamente seis meses.

Para cada ensayo, los sujetos fueron primero estabilizados con una dieta que aportaba 0.6 g/kg/día de proteína de carne de cerdo durante tres días, para luego entrar al ensayo propiamente dicho. La metodología de evaluación usada fue la del método del índice de balance nitrogenado corto propuesto por Bressani *et al.* (5). Este procedimiento consiste en alimentar a los sujetos experimentales por un período de tres días con una dieta de bajo contenido de nitrógeno, recolectando cuantitativamente heces y orina durante los dos últimos días. Los valores representan el nitrógeno fecal endógeno y urinario metabólico, usado para estimar la digestibilidad verdadera y el valor biológico. Luego, los sujetos son alimentados cada dos días con 0.2, 0.4 y 0.6 g de proteína/kg/día con la dieta experimental, haciéndose recolecciones cuantitativas de heces y orina cada dos días.

Preparación de las dietas — El consumo de calorías, proteína y agua se calculó para cada individuo de acuerdo con su peso y el nivel de proteína que se deseaba para cada nivel en cada dieta. El consumo de agua fue constante y se estimó en 80 ml por cada 100 Kcal ingeridas por individuo, tomando en consideración el agua ingerida en los alimentos líquidos. Las calorías se ajustaron de acuerdo a los requerimientos energéticos de cada individuo, teniendo en cuenta la energía aportada por el frijol y por

TABLA 1
EDAD Y PESO DE SUJETOS EXPERIMENTALES

Identificación	Yuca/Frijol			Identificación	Plátano/Frijol		
	Edad años	Peso inicial kg	Peso final kg		Edad años	Peso inicial kg	Peso final kg
RS	24	58.2	57.4	FM	24	60.4	58.2
MAA	19	57.9	57.7	OB	26	59.1	58.3
JDV	37	49.1	49.5	RA	28	58.2	56.9
CP	24	50.0	49.5	JP	25	58.2	57.4
ARC	25	50.6	49.5	RS	23	56.6	55.9
HR	25	52.4	51.8	OBo	24	58.2	57.7
OBo	24	56.7	57.7	HR	25	49.5	49.1
JP	26	57.7	57.8	MR	30	62.7	60.5
AS	20	52.3	51.0	OH	24	46.5	44.2
OH	24	47.7	46.4	NR	19	46.6	44.5
\bar{x}	24.8±1.5*	53.3±1.3	52.8±1.4		24.8±1.0	55.6±1.9	54.3±2.0

* EE.

el plátano y/o yuca. El requerimiento calórico se complementó con refresco de naranja, caramelos y bebidas carbonatadas.

Las dietas de bajo contenido de nitrógeno estaban constituidas sólo por alimentos que aportaban un mínimo de proteína, y se calcularon en función del consumo calórico requerido por el sujeto de menor peso. Para los individuos restantes, sus requerimientos calóricos eran complementados con refresco de naranja, caramelos y bebidas carbonatadas. Las dietas basales empleadas en el estudio de plátano/frijol contenían de 1.10 a 1.61 g de nitrógeno, y en el caso del estudio de yuca/frijol, la dieta basal contenía de 0.51 a 1.20 g de nitrógeno. En la Tabla 2 se detallan los alimentos de la dieta basal de bajo contenido proteínico consumida por los sujetos durante los dos ensayos.

El menú diario estuvo constituido por la cantidad de frijol que aportaba la proteína requerida para cada nivel, distribuida equitativamente en tres tiempos: desayuno, almuerzo y cena, más la dieta basal que totalizaba el aporte calórico descrita anteriormente. Se utilizó harina de frijol negro precocido, con un contenido de 22.90/o de proteína. En contraste, el plátano contenía, en promedio, 1.30/o de proteína, y la yuca, 0.90/o.

Cada porción de frijol se frío con 25 g de aceite de algodón más 10 g de cebolla picada, y se presentó en forma de "maleta".

Además, cada porción de puré de plátano o de yuca (610 g) se moldeaba en tortitas, fritas en cacerolas de teflón con 20 g de margarina. Al puré de yuca se le agregó sal para darle sabor. Para variar, algunas veces se calentaba el puré en escudillas pyrex, en el horno, agregándole la margarina. El plátano y la yuca sin agregados de margarina aportaban entre 25 y

TABLA 2

COMPOSICION DE LA DIETA BASAL DE BAJO CONTENIDO
PROTEINICO

Ingredientes	Cantidad
Café soluble	3 g
Mermelada de manzana o piña	20 g
Azúcar	25 g
Sopa*	250 g
Güisquil	300 g
Plátano o yuca	610 g
Fruta: sandía o piña	200 g
Refresco artificial de fruta	3 vasos
Suplementos de minerales y vitaminas**	1 gragea
Fuente calórica para satisfacer los requerimientos:	
bebida carbonatada	1 ó 2
refrescos	variable
caramelos	variable

* A base de almidón de maíz, sazonado con hierbas aromáticas. Consumida sin las hierbas.

** UNICAP-T.

30% de la oferta de energía diaria, por individuo.

Recolección de Muestras

Heces — El inicio y el final de los períodos de balance se marcó mediante la ingestión de 500 mg de carmín o carbón vegetal en cápsulas de gelatina.

Las muestras de heces fueron recolectadas en bolsas de polietileno previamente taradas. Se congelaban de inmediato a -4°C y eran identificadas con la siguiente información: peso, fecha, hora de recolección y nombre del sujeto.

Orina — Estas muestras se recolectaron en botellas plásticas que contenían 20 ml de ácido clorhídrico (6N) y se almacenaron a 4°C .

Al terminar cada ensayo se mezclaban separadamente las muestras de heces y las de orina, que correspondían a cada período de balance de dos días, homogeneizándose con solución acuosa de ácido clorhídrico al 1%. Se registró el peso total de las heces y el volumen total de la orina de este compuesto homogéneo, y se separó una alícuota en frascos de vidrio, la que se guardó bajo congelación para futuros análisis.

Método Analítico

Las muestras de heces, orina y dietas basales, así como los frijoles,

fueron analizados en duplicado para determinar su contenido de nitrógeno, siguiendo el método Kjeldahl (6).

Análisis Estadístico

Se calcularon ecuaciones lineales de regresión (7) entre el nitrógeno ingerido y el nitrógeno retenido. Asimismo, se calcularon las ecuaciones de regresión lineal del tipo $y = a + bx$ entre el balance de nitrógeno y la ingesta.

Otros Cálculos

Los resultados de nitrógeno en heces y en las dietas se expresaron en mg/kg/día, y la digestibilidad se calculó empleando la fórmula de Mitchell (8, 9). Para el cálculo de la digestibilidad verdadera se utilizó el nitrógeno endógeno fecal de cada individuo cuando fue alimentado con la dieta basal de bajo contenido de nitrógeno. Estos valores promediaron 32.3 mg N/kg/día, con una variación de 25.6 a 57.8.

Para determinar el valor biológico se tuvo en cuenta el nitrógeno endógeno urinario, el metabólico fecal y el nitrógeno total de las heces y orina por individuo, calculándose por la fórmula de Mitchel (8, 9).

RESULTADOS

Sujetos Experimentales

El promedio del peso inicial de los sujetos (Tabla 1) para el ensayo con plátano fue de 55.6 kg, y el promedio del peso final, de 54.3 kg. En el caso del ensayo con yuca, el peso inicial promedio fue de 53.3 kg, y el final, de 52.8 kg. Los individuos se pesaban diariamente vistiendo únicamente las prendas interiores. No obstante que la ingesta calórica fue semejante a través de todo el estudio, los sujetos experimentales mostraron una pérdida promedio de 1.3 kg en el estudio con plátano, y de 0.5 kg en el de yuca.

El balance de nitrógeno de los 10 sujetos alimentados con las dietas a base de yuca/frijol y de plátano/frijol, respectivamente, se resume en las Tablas 3 y 4.

La excreción de nitrógeno fecal para el experimento con plátano y yuca tendió a aumentar conforme la ingesta aumentaba. La excreción fue de 25.5 y 36.7 con la dieta basal, y aumentó gradualmente hasta 46.7 y 55.6 mg N/kg/día cuando la ingesta proteínica era de 0.6 g prot/kg/día, para el estudio con yuca y plátano, respectivamente.

La excreción de nitrógeno urinario en el experimento de yuca y plátano tendió a ascender conforme aumentaba la ingesta. Como se puede observar en las Tablas 3 y 4, los valores más altos ocurrieron al nivel de 0.6, con una excreción urinaria de 63.9 y 64.4 mg N/kg/día, respectivamente, disminuyendo en los niveles de la dieta basal y de las ingestiones de 0.2 y 0.4 g prot/kg/día.

La absorción de nitrógeno, tanto en el experimento con plátano como en el de yuca, aumentó proporcionalmente con la ingesta. Los valores

TABLA 3

BALANCE DE NITROGENO DE SUJETOS ADULTOS* ALIMENTADOS
CON UNA DIETA A BASE DE YUCA/FRIJOL

Ingerido	Fecal	Urinario	Absorbido	Retenido
mg/kg/día				
22.7 ± 0.5	22.5 ± 1.8	51.0 ± 2.3	-2.7 ± 1.6	-53.8 ± 2.8
52.8 ± 0.4	31.4 ± 4.3	50.6 ± 5.4	18.5 ± 3.9	-32.1 ± 8.4
74.3 ± 0.2	43.9 ± 4.5	52.8 ± 2.6	30.4 ± 4.4	-22.4 ± 5.3
105.7 ± 0.2	46.7 ± 2.1	64.4 ± 3.7	58.9 ± 2.1	- 5.6 ± 3.1

* Determinado en 10 sujetos.

TABLA 4

BALANCE DE NITROGENO DE SUJETOS ADULTOS* ALIMENTADOS
CON UNA DIETA A BASE DE PLÁTANO/FRIJOL

Ingerido	Fecal	Urinario	Absorbido	Retenido
mg/kg/día				
24.7 ± 0.5	36.7 ± 3.0	54.3 ± 6.0	-12.0 ± 2.8	-66.3 ± 14.1
52.8 ± 0.3	43.7 ± 3.5	52.6 ± 7.5	9.0 ± 3.5	-43.6 ± 8.4
85.9 ± 0.4	45.9 ± 3.8	49.4 ± 3.4	39.9 ± 4.0	- 9.5 ± 6.9
117.4 ± 0.7	55.6 ± 4.8	63.9 ± 3.3	61.7 ± 5.1	- 2.2 ± 7.0

* Determinado en 10 sujetos.

estuvieron comprendidos entre -12.0 y 61.7 mg N/kg/día para los niveles de dieta basal, y 0.6 g prot/kg/día en la dieta de plátano/frijol, siendo de -2.7 y 58.9 mg N/kg/día para los mismos niveles en la dieta de yuca/frijol.

La retención de nitrógeno fue negativa a todos los niveles de ingesta en los dos experimentos. Al nivel de 0.6 g prot/kg/día, se observó un promedio de -2.2 mg N kg/día en el estudio con plátano, y de -5.6 mg N/kg/día en el de yuca/frijol.

Se encontró que cuando se sometió a prueba la dieta de plátano/frijol, el promedio para digestibilidad verdadera fue de 81.0, y el de digestibilidad aparente, de 50.4. Según se aprecia en la Tabla 5, en el caso de las dietas a base de yuca/frijol, el valor de la digestibilidad verdadera fue de 79.8 y el de digestibilidad aparente, de 55.7. Para propósitos del cálculo de digestibilidad verdadera, se utilizó el nitrógeno endógeno fecal de cada

TABLA 5

**DIGESTIBILIDAD Y VALOR BIOLÓGICO DE LA PROTEÍNA DE
DIETAS A BASE DE YUCA/FRIJOL Y DE PLÁTANO/FRIJOL**

	Dietas	
	Yuca/Frijol	Plátano/Frijol
Nitrógeno ingerido, mg/kg/día	105.7 ± 0.23	117.1 ± 0.70
Digestibilidad:		
Aparente (°/o)	55.7 ± 2.0	50.4 ± 4.0
Verdadera (°/o)	79.8 ± 2.1	81.0 ± 4.1
Valor biológico (°/o)	76.8 ± 3.4	80.9 ± 3.4

individuo, obtenido de alimentarlo con una dieta basal baja en contenido de nitrógeno.

Los resultados del valor biológico (VB) de la proteína del frijol, estudiado en los diferentes ensayos, se presentan asimismo, en la Tabla 5.

El VB obtenido en el experimento con frijol/plátano, aunque sensiblemente superior (80.9°/o), no difirió significativamente del obtenido con frijol/yuca (76.8°/o).

Se calculó la ecuación de regresión de nitrógeno retenido, NR = (y), sobre nitrógeno ingerido, NI = (x), tomando en consideración a todos los sujetos en los diferentes niveles. En el estudio con plátano se encontró una ecuación promedio de todos los sujetos de $y = -81.6804 + 0.7302x$, con $r = 0.7692$; en el de yuca, la ecuación promedio fue de $y = -65.1433 + 0.5740x$, con $r = 0.7334$.

Las regresiones entre nitrógeno ingerido y balance de nitrógeno se presentan en la Tabla 6. Los datos señalan que, en promedio, se necesitan 111.9 mg/kg/día de nitrógeno de frijol para mantener el equilibrio en el caso del plátano/frijol, y 114.3 mg/kg/día en el caso de la yuca.

DISCUSION

Los patrones de consumo alimentario de muchas poblaciones se basan en ingestiones de maíz o arroz, con cantidades variables de frijol común o alguna otra leguminosa (1, 2); sin embargo, en muchos países también existen grandes sectores de población donde el patrón se basa en yuca o en plátano y frijol (3, 10). La calidad proteínica de mezclas de cereales y leguminosas ha sido estudiada, tanto en animales experimentales (11)

TABLA 6

REGRESIONES INDIVIDUALES Y PROMEDIO DE SUJETOS ALIMENTADOS
CON LAS DIETAS DE YUCA/FRIJOL Y PLÁTANO/FRIJOL

Individuos	NR= a + b (NI)	r	Nitrógeno ingerido para equilibrio nitrogenado, mg/kg/día
<i>Yuca/Frijol</i>			
<u>RS*</u>	-85.24 + 0.71	0.60	<u>120.0</u>
MAA	-60.15 + 0.41	0.69	146.7
JDV	-41.38 + 0.24	0.63	172.4
CP	-69.43 + 0.53	0.75	131.0
ARC	-65.05 + 0.61	0.98	106.6
<u>HR</u>	-78.08 + 0.96	0.91	<u>81.3</u>
<u>OBo</u>	-50.60 + 0.55	0.95	<u>92.0</u>
<u>JP</u>	-68.49 + 0.69	0.99	<u>99.3</u>
AS	-67.03 + 0.49	0.85	136.8
<u>OH</u>	-66.89 + 0.59	0.84	<u>113.4</u>
Promedio	-65.14 + 0.57	0.73	114.3
<i>Plátano/Frijol</i>			
FM	-121.7 + 1.20	0.91	101.4
OB	- 54.0 + 0.47	0.82	114.9
RA	- 75.6 + 0.70	0.99	108.0
JP	- 66.9 + 0.53	0.76	<u>126.2</u>
RS	- 53.4 + 0.34	0.73	<u>157.0</u>
OBo	- 69.7 + 0.63	0.99	<u>110.6</u>
HR	-109.8 + 0.92	0.92	<u>119.3</u>
MR	- 63.6 + 0.29	0.87	219.3
OH	-126.3 + 1.51	0.85	<u>83.6</u>
NR	- 75.3 + 0.64	0.96	117.6
Promedio	- 81.7 + 0.73	0.77	111.9

* Los sujetos subrayados participaron en los dos estudios.

como en seres humanos (12), pero no así las dietas a base de yuca y frijol o de plátano y frijol. Debido a que tanto la yuca como el plátano contienen poca proteína, su aporte en términos de consumo es relativamente pequeño y, lógicamente, en patrones de consumo como el aquí estudiado, el frijol aporta la mayor parte de la ingestión proteínica, por lo que su calidad asume gran importancia. Esto ocurre en contraste con situaciones donde el consumo habitual es el de dietas a base de cereales y de leguminosas, en las que el aporte proteínico del cereal es muy importante (11).

Es de interés señalar que la digestibilidad de la proteína del frijol en

nuestro estudio fue baja, en forma similar a la informada antes (13). Este aspecto debe ser considerado para poder determinar la cantidad de nitrógeno ingerido para la obtención de un equilibrio nitrogenado, a pesar de que en el estudio que nos ocupa, se administró un aporte energético que se suponía mantendría el peso de los individuos. Sin embargo, en los dos estudios todos los individuos perdieron peso. Esta pérdida podría explicarla el hecho de que todos los individuos tuvieron balance negativo de nitrógeno, pero también es posible que la digestibilidad de la energía fuera inferior a la prevista.

A través del cálculo por regresiones lineales entre nitrógeno ingerido y nitrógeno retenido, se estableció que se requería una ingestión de alrededor de 112 mg N/kg/día, al suministrar la dieta de plátano y frijol, y de 114 mg N/kg/día cuando la dieta era de yuca y frijol.

Estos resultados son inferiores a los obtenidos por Bressani *et al.* (13), de 163 mg N/kg/día, en estudios con humanos alimentados con dietas de frijol negro, lo que indica que tanto el plátano como la yuca aportan pequeñas cantidades de nitrógeno.

En estudios realizados en humanos alimentados con dietas a base de frijol y almidón, Navarrete y Bressani (12) encontraron requerimientos de 116 mg N/kg/día de nitrógeno de frijol, muy similares a los obtenidos en el presente estudio, y de 98.8 mg N/kg/día al usar la mezcla maíz/frijol en la proporción 70/30. Esto se debe a una mejor complementación de la proteína del cereal y la leguminosa, lo que no sucede con las dietas plátano/frijol y yuca/frijol, dado el bajo aporte proteínico de los primeros. Estos hallazgos demuestran, pues, que los adultos responden a la calidad de la proteína del alimento.

Beaton y Swiss (14), Payne (15) y Rand, Scrimshaw y Young (16) estudiaron la relación entre los requerimientos de energía y proteína en la dieta y los riesgos de desnutrición en grupos poblacionales. Dichos autores opinan que el requerimiento proteínico de un grupo de población no es una sola cifra, sino que probablemente constituye la distribución de una serie de valores que indica qué niveles específicos de ingesta proteínica alcanzan o exceden los requerimientos de cierta proporción de individuos dentro de una población determinada.

Lo sugerido por estos autores está claro al observar la variabilidad en las necesidades de nitrógeno ingerido para alcanzar equilibrio de nitrógeno, señalada en la Tabla 6. Entre los 10 individuos del estudio de yuca/frijol, esta cifra varió de 81.5 a 168.7 mg N/kg/día, o sea, aproximadamente dos veces. En el estudio plátano/frijol, la variación fue de más o menos 83.5 a 218.0, es decir, dos veces y media más. En la Tabla se muestran cinco individuos que participaron en los dos estudios. En estos casos, la variabilidad ocurrió alrededor de 1.3 veces entre ensayos, para la cantidad de nitrógeno ingerido de frijol que se necesita para estar en equilibrio nitrogenado.

SUMMARY

DIGESTIBILITY, PROTEIN VALUE AND PROTEIN NEEDS OF
PLANTAIN/BEAN AND CASSAVA/BEAN DIETS IN YOUNG HUMAN ADULTS

Information is provided on the nitrogen intake for nitrogen equilibrium in young human adults fed a cassava/bean diet and a plantain/bean diet. Ten individuals participating in each study ingested levels of 0, 0.2, 0.4 and 0.6 g protein/kg/day at a constant energy level (45 kcal/kg/day), using the short-term nitrogen balance method with multiple intakes. Even with intakes of 105.7 and 117.4 mg N/kg/day for the cassava/bean and plantain/bean diets, the experimental subjects did not reach a positive balance. The protein digestibility of the diets was low, as had been confirmed previously for beans alone: 55.7% for the cassava/bean study and 50.4% for plantains/beans. The average quantity of nitrogen intake required to reach nitrogen equilibrium for the cassava/bean diet was 114.3 mg N/kg/day and for the plantain/bean diet, 111.9 mg N/kg/day. In the case of the cassava/bean diet, the variability was 81.3 to 172.4, and for plantain/beans, 83.6 to 219.3 mg/kg/day. In four of the five individuals who participated in both studies, the nitrogen intake required to reach nitrogen equilibrium was greater when fed the diet based on plantain/beans than when fed the cassava/beans diet.

These data support the assertion that the protein requirement is not a simple figure. Individual variability is so great that, as has been suggested, it is necessary to add two standard deviations to the average figure to cover 97.5% of the population.

The results of this investigation support the need to increase protein digestibility and protein quality of beans, since this is a food of major importance for large population segments in the developing countries.

BIBLIOGRAFIA

1. Flores, M. Food patterns in Central America and Panama. En: *Tradition Science and Practice in Dietetics. Proc. 3rd. International Congress of Dietetics, London 10-14 July, 1961.* Yorkshire, Great Britain, Wm. Byles and Sons, Limited of Bradford, 1961, p. 23-27.
2. Flores, M. Food consumption: levels and patterns-variation by geographical regions and socio-economic groups. En: *International Encyclopaedia of Food and Nutrition. Vol. V. Food Consumption and Planning. Chapter 3.* H. M. Sinclair (Ed.). Oxford, England, Pergamon Press, Ltd., 1975, p. 63-138.
3. Ariza Macías, J., F. Pardo Téllez & J. O. Mora Parra. Resultados de las encuestas alimentarias realizadas en Colombia por el Instituto Nacional de Nutrición de 1963 a 1966. *Arch. Latinoamer. Nutr.*, 22(1):7-20, 1972.
4. Bressani, R., D. A. Navarrete & L. G. Elías. The nutritional value of diets based on starchy foods and common beans. *Qual. Plant. Plant Foods Hum. Nutr.*, 34: 109-115, 1984.
5. Bressani, R., D. A. Navarrete, L. G. Elías & J. E. Braham. A critical summary of a short-term nitrogen balance index to measure protein quality in adult human subjects. En: *Soy Protein and Human Nutrition.* H. L. Wilcke, D. T. Hopkins

- and D. H. Waggle (Eds.). New York, Academic Press, 1979, p. 313-323.
6. Association of Official Analytical Chemists. **Official Methods of Analysis of the AOAC**. 11th ed. Washington, D. C., The Association, 1970.
 7. Averill, E. W. Least significant difference. En: **Elements of Statistics**. New York, John Wiley & Sons, Inc., 1972, 210-211.
 8. Mitchell, H. H. A method of determining the biological value of protein. **J. Biol. Chem.**, **58**:873-903, 1923-24.
 9. Mitchell, H. H. & G. G. Carman. The biological value for maintenance and growth of the proteins of whole wheat, eggs, and pork. **J. Biol. Chem.**, **60**:613-620, 1924.
 10. Pradilla, A., F. Brenes & E. Alvarez Luna. Analytical and biological studies of a high yielding, high protein cassava. **Arch. Latinoamer. Nutr.**, **25**(2):175-186, 1975.
 11. Bressani, R., A. T. Valiente & C. Tejada. All-vegetable protein mixtures for human feeding. VI. The value of combinations of lime-treated corn and cooked black beans. **J. Food Sci.**, **27**:394-400, 1962.
 12. Navarrete, D. A. & R. Bressani. Protein digestibility and protein quality of common beans (*Phaseolus vulgaris*) fed alone and with maize, in adult humans using a short-term nitrogen balance assay. **Am. J. Clin. Nutr.**, **34**:1893-1898, 1981.
 13. Bressani, R., E. Hernández, D. A. Navarrete & J. E. Braham. Protein digestibility of methionine supplemented common beans (*Phaseolus vulgaris*) in adult human subjects. **Arch. Latinoamer. Nutr.**, **34**:640-653, 1984.
 14. Beaton, H. G. & L. D. Swiss. Evaluation of the nutritional quality of food supplies: prediction of the "desirable" or "safe" protein: calorie ratios. **Am. J. Clin. Nutr.**, **27**:485-504, 1974.
 15. Payne, R. P. Safe protein-calorie ratios in diets. The relative importance of protein and energy intake as casual factors in malnutrition. **Am. J. Clin. Nutr.**, **28**:281-286, 1975.
 16. Rand, W. M., N. S. Scrimshaw & V. R. Young. Determination of protein allowances in human adults from nitrogen balance data. **Am. J. Clin. Nutr.**, **30**:1129-1134, 1977.
 17. Vargas, E. Evaluación nutricional del sistema alimentario arroz-frijol para consumo humano. Informe final presentado a la Universidad de las Naciones Unidas. Guatemala, INCAP, abril de 1980.

THE MEDIATING ROLE OF THE PARATHYROID GLAND IN THE EFFECT OF LOW CALCIUM INTAKE ON BLOOD PRESSURE IN THE RAT

José M. Belizán¹, José Villar², Steven Self², Oscar Pineda¹, Irene González¹ and Eduardo Sainz¹

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

The Johns Hopkins University, School of Hygiene
and Public Health, Baltimore, Maryland, USA

SUMMARY

Recent reports suggest an inverse relationship between calcium intake and blood pressure. This effect could be mediated by parathormone (PTH), since a low calcium intake leads to an increase in PTH and this hormone produces an increase in intracellular calcium, raising the excitability of the muscle arteriolar cells. Wistar female rats, 56 days old, were submitted to a parathyroidectomy or to a sham operation. After that, they were placed on a normal or on a calcium-free diet during 10 weeks. Four groups of nine rats were studied: parathyroidectomized animals on a normal calcium diet, parathyroidectomized ones on a calcium-free diet, controls (sham operation) on a normal calcium diet, and controls (sham operation) on a calcium-free diet. The control calcium-free diet showed a significant increase in blood pressure values over the treatment period. The parathyroidectomized calcium-free diet group did not show any increase. The difference between these two groups regarding change in blood pressure was statistically significant. The parathyroidectomized-calcium-free group showed no weight increase during the study, while rats in the other three groups significantly increased their weight. PTH could be the mediator of the blood pressure rise observed in the calcium-deprived rats in spite of the possible confounding effect of the poor weight increase detected in the parathyroidectomized-calcium deprived animals.

Manuscrito modificado recibido: 21-6-84.

- 1 From the Institute of Nutrition of Central America and Panama (INCAP), P. O. Box 1188, Guatemala, Guatemala, C. A. Reprint requests should be addressed to: Dr. José M. Belizán, Centro Rosarino de Estudios Perinatales, B. Oroño 500, 2000 Rosario, Argentina.
- 2 From the Department of Maternal and Child Health, and Biostatistics, The Johns Hopkins University, School of Hygiene and Public Health, Baltimore, Maryland 21205, USA.

Publicación INCAP C-139.

These results warrant future studies since the role of PTH in the regulation of blood pressure needs to be confirmed. This possibility, therefore, opens a new area of research in the study of the pathophysiology of hypertension.

INTRODUCTION

Recent reports indicate that calcium intake may have an effect on blood pressure. Epidemiological studies show that individuals who drink "hard water" (with high calcium content) have low blood pressure values (1, 2). An inverse relationship has been observed between calcium intake and pregnancy-induced hypertension (3).

In a recent clinical trial we observed that young healthy individuals who received a daily supplement of one g of elemental calcium had a significant reduction in diastolic blood pressure values (4). This effect was also observed in pregnant women, the blood pressure values being lower in women with the highest calcium intake (5).

Rats on a calcium-free diet showed significant increases in blood pressure values (6, 7); on the other hand, rats which spontaneously developed hypertension (SHR) showed a significant reduction in their blood pressure values when placed on a diet with a double calcium concentration (8).

Parathormone (PTH) could be the mediator of the relationship between calcium intake and blood pressure. Parathormone secretion is very sensitive to changes in calcium intake. A rise in PTH stimulates calcium influx to the cell, increasing intracellular calcium concentration in several kinds of cells such as kidney (9), bone (10), liver (11) and HeLa cells (12). An increase of intracellular ionic calcium in smooth muscle is responsible for the mechanical activation of the muscle cell (13).

In the calcium supplementation study on pregnant women, those women with higher Ca supplementation and lower blood pressure values showed lower values of serum PTH (5).

This report explores the possible role of PTH in the relationship between calcium intake and blood pressure changes in rats.

METHODS

Forty-two female Wistar rats, 56 days old, were randomly assigned to undergo either parathyroidectomy ($n = 24$) or a sham operation ($n = 18$). The parathyroidectomy (PTX) was surgically performed, removing both glands but leaving the thyroid glands as intact as possible. Similar techniques were performed on the animals included in the sham operation group, but without removing the glands. Both groups (PTX and sham operation) drank water containing 2 mg of calcium chloride per liter during three days following the operation, in order to avoid the onset of acute hypocalcemia after the glands were removed.

One week after the operation, blood samples were obtained by performing a small cut in the tails of all animals. In order to assess the efficacy of the parathyroidectomy, total calcium was measured in all samples by atomic absorption spectrophotometry. The 18 animals with

sham operation had a mean serum calcium value of 11.08 mg/dl (SD = 0.49), while the 19 rats in the parathyroidectomized group exhibited values below 8.50 mg/dl (5 SD below the mean value of the control group). Five animals in the PTX group, with values above 8.50 mg/dl (mean 10.23 SD = 0.76), were considered to have undergone unsuccessful parathyroidectomies, and were excluded from the study. One of the PTX rats died two days after blood sampling. Therefore, the two groups (sham operation and PTX) were finally composed of 18 animals each.

On the day after the blood sample was obtained, the 18 PTX and 18 non-parathyroidectomized (non-PTX) animals were randomly assigned to a normal calcium diet group, or to a calcium-free diet group. The diet used was described in detail in a previous report (7). Basically, however, it contains 18% casein with 600 mg of calcium per 100 g of diet. The calcium-free diet had the same composition but the calcium was lacking. Therefore, four groups of nine animals each, were studied:

- 1 – Parathyroidectomized – Normal calcium diet group (PTX-Ca)
- 2 – Parathyroidectomized – Calcium-free diet group (PTX-noCa)
- 3 – Non-parathyroidectomized – Normal calcium diet group (PT-Ca)
and
- 4 – Non-parathyroidectomized – Calcium-free diet group (PT-noCa)

The animals were kept in individual cages during the complete study period; room temperature was kept between 25 and 27°C and the natural periods of light and darkness were not altered.

Body weight and blood pressure measurements were begun on the same day as the differential diets. All the blood pressure baseline measures were obtained before the blood samples were drawn. Weekly measurements of body weight and systolic blood pressure were performed for a 10-week period. Systolic blood pressure was measured with a tail cuff and a pressure transducer linked to a physiograph via an amplifier. At the end of those 10 weeks the rats were anesthetized with ether; blood samples were taken from the abdominal aorta, the animal was sacrificed and the right femur excised.

Total serum calcium and magnesium levels were measured by atomic absorption spectrophotometry. Bones were reduced to ashes in an oven at 600°C, and total bone calcium was measured by atomic absorption spectrophotometry. All measurements were carried out in duplicate and the mean value was derived.

In order to reduce the effect of the systolic blood pressure (SBP) variability observed (Figure 1), data were also analyzed after smoothed. For that, a regression equation of SBP on time was calculated for each individual by the least squares method. The predicted SBP values of each animal were used to calculate mean group differences in SBP between the initial and final measure. A covariance analysis was performed on the mean difference of SBP, including the initial SBP as a covariate to control for regression to the mean effect. The group means of change in smoothed SBP values are presented in Table 1.

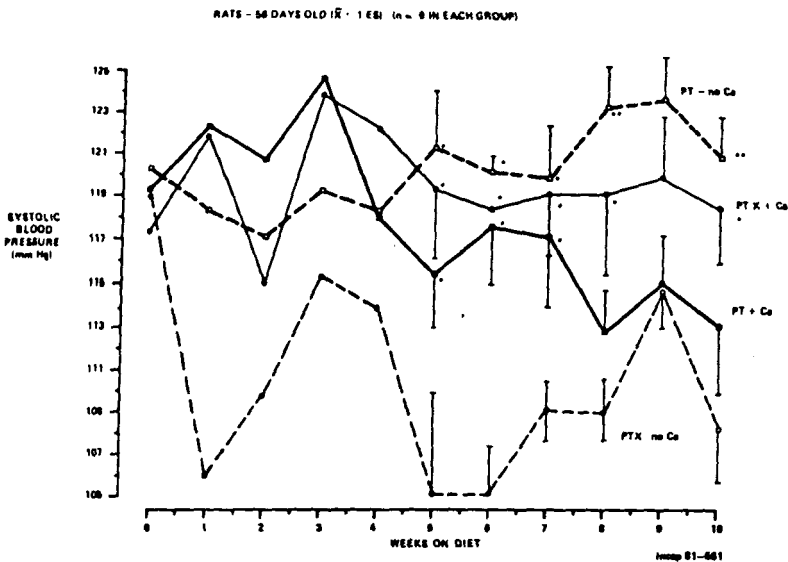


FIGURE 1

Values of systolic blood pressure during the study. The control calcium-free diet group (PT-no Ca) showed a significant increase of blood pressure values after eight weeks of diet, in relation to the control normal calcium group (PT-Ca). The parathyroidectomized calcium-free diet group (PTX-no Ca) exhibited significantly lower values of blood pressure throughout the study.

RESULTS

Mean systolic blood pressure values for the four groups throughout the study period are presented in Figure 1. Before the initiation of the diet (week 0), there were no significant differences among them. By the first week after initiation of treatment the PTX-no Ca group showed a decrease in blood pressure values, when compared to the other three groups. The blood pressure values in the PTX-no Ca group remained the lowest during the 10 weeks of study. By contrast, an increase in SBP values was observed in the control group (PT-no Ca) after eight weeks.

The overall differences among treatment groups for change in SBP were found highly significant ($F = 7.4$ $p < 0.005$). An analysis of all pairwise differences between treatment group means was performed. The t-statistics for between group differences are presented in Table 2, together with (*) indicating which differences exceeded the critical value of 1.97 computed using Duncan's K-ratio procedure. As can be observed, after adjusting for the initial values, the group with the sham operation and calcium-free diet (PT-no Ca) had a mean increase in blood pressure of 3.44 mmHg during the study. This is significantly higher than the

TABLE 1

MEAN ADJUSTED SYSTOLIC BLOOD PRESSURE DIFFERENCE (mmHg)
BETWEEN INITIAL AND FINAL VALUES FOR THE FOUR STUDIED GROUPS

Group	No of rats	Mean (mmHg)	SE
PT-No Ca	9	3.44	1.95
PTX-No Ca	9	-9.67	2.05
PT-Ca	9	-5.50	2.01
PTX-Ca	9	1.37	1.95

TABLE 2

T-STATISTICS FOR TESTING PAIR-WISE DIFFERENCES IN
ADJUSTED GROUP MEANS

	PT-no Ca	PT-Ca	PTX-no Ca
PT-Ca	3.20*		
PTX-No Ca	4.64*	1.45	
PTX-Ca	0.75	-2.45*	-3.90*

* Above the t-statistics critical value: 1.97.
(Calculated using Duncan's K-ratio procedure).

mean differences for the PT-Ca group (-5.50 mmHg), and than those for the PTX-no Ca group (-9.67 mmHg). There were no differences of statistical significance between the PT-Ca and PTX-no Ca groups.

At the beginning of the study the four groups showed similar body weight values, but by the first week after treatment, the PTX-no Ca group had lower weight values and weight gain, a pattern that was maintained during the rest of the study (Table 3).

The biochemical information is shown in Table 4. Mean values are compared using a one-way analysis of variance. The mean baseline calcium values of the PTX groups were, as expected, well below those of the control groups ($F = 133.28$, $p < 0.0001$).

By the end of the study the PTX-no Ca group showed a decrease in calcium serum values, while the PTX-Ca group presented little increase in relation to the initial values. Both had significantly lower values than the groups submitted to the sham operation ($F = 16.51$, $p < 0.0001$). Significantly higher magnesium values than the other three groups were detected in the control-no calcium group (PT-no Ca) ($F = 4.88$, $p < 0.01$), while it showed significantly lower calcium values in the femur than the other three groups at the end of the study period ($F = 9.26$, $p < 0.0001$).

TABLE 3

VALUES OF BODY WEIGHT DURING THE STUDY (MEAN AND STANDARD DEVIATION)
(N = 9 IN EACH GROUP)

Group	Weeks on diet										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Non-parathyroidectomized non calcium (PT-no Ca)	171 (8.7)	182 (9.3)	190 (8.3)	201 (5.6)	210 (6.1)	219 (7.5)	221 (6.2)	226 (5.6)	230 (6.8)	232 (6.0)	236 (5.8)
Parathyroidectomized- non calcium (PTX-no Ca)	164 (6.8)	143 (7.4)	154 (7.5)	162 (8.7)	163 (8.0)	163 (6.5)	159 (5.0)	159 (4.5)	160 (7.0)	158 (4.6)	159 (5.9)
Non-parathyroidectomized- normal calcium (PT-Ca)	170 (8.1)	181 (8.1)	188 (4.9)	200 (5.3)	209 (6.7)	216 (7.4)	220 (7.2)	227 (7.2)	232 (7.8)	234 (9.0)	238 (9.0)
Parathyroidectomized- normal calcium (PTX-Ca)	164 (10.4)	171 (16.9)	180 (14.2)	197 (12.7)	202 (20.1)	212 (16.6)	214 (18.2)	220 (18.0)	225 (19.3)	230 (16.0)	231 (16.7)

TABLE 4
 BIOCHEMICAL VALUES IN SERUM AND BONE
 (MEAN AND STANDARD DEVIATION)

Group	Serum		Bone	
	Total calcium (mg/dl) (Initial value)	Total calcium (mg/dl) (Final value)	Magnesium (mg/dl) (Final value)	Calcium in femur (g/100 g net weight)
Parathyroidectomized calcium-free diet (PTX-no Ca) n = 9	7.80 (0.44)	5.40 (2.11)	1.60 (0.41)	14.82 (1.30)
Parathyroidectomized normal diet (PTX-Ca) n = 9	7.69 (0.54)	8.31 (1.57)	1.85 (0.32)	15.44 (0.96)
Control calcium free-diet (PT-no Ca) n = 9	11.09 (0.55)	10.25 (1.05)	2.27 (0.58)	12.47 (1.39)
Control normal diet	11.07 (0.45)	10.47 (0.60)	1.65 (0.15)	14.78 (1.36)
F	133.28	16.51	4.88	9.26
P	< 0.0001	< 0.0001	< 0.01	< 0.001

DISCUSSION

In the present study additional evidence for the findings presented in an earlier report is given (7), i.e., that a calcium-free diet produces an increase in blood pressure in normal rats about five or six weeks after treatment is started. Furthermore, we have also shown that, when on a calcium-free diet, parathyroidectomized rats do not have the rise in blood pressure referred to. On the contrary, following the normal control group (PT-Ca), a decrease in blood pressure occurs.

The results are in agreement with those reported by Berthelot and Gairard (14), as their findings also revealed a protective effect of parathyroidectomy on deoxycorticosterone (DOCA) -induced hypertension in rats. This evidence suggest that the rise in blood pressure induced by a calcium-free diet or by the administration of DOCA in rats is mediated by PTH. This mechanism may explain why patients with primary hyperparathyroidism, in absence of renal damage, present a higher incidence of hypertension, with a 20% remittance after parathyroidectomy (15), and why pregnancy -when associated with hyperparathyroid crisis- produces a clinical picture of hypertension. Elevated uric acid values and altered mental status can also point to the diagnosis of severe preeclampsia (16).

PTH facilitates calcium ion movement from extracellular to intracellular cytolc compartments, stimulating, in the case of smooth muscles, their tone. Thus, with very limited intracellular stores, the balance of Ca entry and exit accross the cellular membrane will control not only Ca^+ but smooth muscle tone and, as a consequence, blood pressure. A calcium-free diet will produce a compensatory rise in PTH and, therefore, a PTH-mediated increase in the intracellular concentration of Ca^{2+} as well as an increase in smooth muscle tone. In the absence of PTH, this effect cannot be produced; in this case, a low calcium intake would produce a decrease in intracellular Ca concentration and, consequently, a reduced arteriolar smooth muscle tone.

The control animals (PT-Ca) showed a decrease in blood pressure values not different from that of the PTX-no Ca group. A possible explanation for this finding is that the calcium diet resulted in lower PTH values in the PT-Ca group; this assertion may be inferred from the fact that such group had lower Mg serum values at the end of the study, similar to those of the parathyroidectomized rats.

An important confounding variable in the study herein discussed can be the low weight gain observed in the PTX-no Ca group, since weight gain and blood pressure have been reported to be associated. A similar effect on weight was notified by Larsson *et al.* (17) in parathyroidectomized rats fed a low calcium diet. In his series this phenomnom was due to a reduction in food intake rather than to an endocrinological secondary change (e.g., the adrenal cortex). In our study, while the differences in weight between the PTX-no Ca group and the other groups increased steadily throughout the course of the experiment, the differences in blood pressure occurred within the first weeks, and then stabilized. Correlations were calculated between changes in weight and blood pressure during the study in each treatment group. No significant associations were found between these two variables in any group. Therefore, this evidence suggests

that the differences in blood pressure between the PT-no Ca and PTX-no Ca groups cannot be wholly attributed to the differentiated changes in weight.

Biochemical values reflected the effect of the parathyroidectomy on Ca and Mg values. In the PTX-Ca group, a slight increase in the mean and SD of total serum Ca values was observed at the end of the study, when compared to initial values. Some animals in this group showed an increase in serum calcium values, a fact that has been reported by other authors, and explained by the development of aberrant parathyroid glands (17). The PT-no Ca group exhibited significantly higher values of serum Mg and lower values of bone calcium, a phenomenon which could be attributed to a higher activity of the parathyroid gland so as to compensate the low calcium intake.

The present report gives support to the possible role the parathyroid gland plays in the regulation of blood pressure, namely a PTH-mediated increase in intracellular calcium concentration in the smooth vascular muscle. These preliminary results warrant additional studies. The confirmation of a role of PTH in the regulation of blood pressure would open a new area of research on the pathophysiology of hypertension, and thus, on its prevention.

RESUMEN

EL ROL MEDIADOR DE LA GLANDULA PARATIROIDES EN EL EFECTO DE LA BAJA INGESTA DE CALCIO SOBRE LA TENSION ARTERIAL EN LA RATA

Estudios recientes sugieren una relación inversa entre la ingesta de calcio y la tensión arterial. Dicho efecto podría ser mediado por la paratohormona (PTH), ya que una baja ingesta de calcio produce un alza de la PTH, y ésta lleva a un aumento del calcio intracelular, incrementando la excitabilidad de la célula muscular arteriolar. Ratas hembras Wistar, de 56 días de edad, fueron sometidas a una paratiroidectomía o a una operación simulada. Luego de ello, a los animales se les suministró una dieta normal o una dieta libre de calcio durante un período de 10 semanas. Se estudiaron cuatro grupos compuestos de nueve ratas cada uno: ratas paratiroidectomizadas con dieta normal; ratas paratiroidectomizadas con dieta libre de calcio; ratas control (operación simulada) con dieta normal, y un grupo, también control (operación simulada), pero con dieta sin calcio. Las ratas del grupo testigo cuya dieta era libre en calcio, acusaron una elevación significativa de la tensión arterial. Las ratas del grupo paratiroidectomizado, con dieta sin calcio, no mostraron alza de la tensión arterial. Las diferencias en cambios de tensión arterial entre estos dos grupos fueron estadísticamente significativas. Los animales del grupo paratiroidectomizado que recibieron la dieta sin calcio, no mostraron aumento de peso, mientras que las ratas de los tres grupos restantes subieron de peso en forma significativa. De este estudio se desprende que el alza de la presión arterial observado en las ratas privadas de calcio podría estar mediado por la PTH, a pesar del efecto interferente del poco aumento de peso que se determinó en el grupo paratiroidectomizado, con dieta sin calcio. Estos hallazgos ameritan estudios que confirmen el papel de la PTH en la regulación de la tensión arterial, ya que esta posibilidad abre una nueva área en el estudio de la fisiopatología de la hipertensión.

BIBLIOGRAPHY

1. Stitt, F. M., M. D. Crawford, D. G. Clayton & J. N. Morris. Clinical and biochemical indicators of cardiovascular disease among men living in hard and soft water areas. *Lancet*, 1:122-126, 1973.
2. Masironi, R., S. R. Koirtyohann, J. O. Pierce & R. G. Schamsula. Calcium content of river water, trace element concentrations in toenails, and blood pressure in village populations in New Guinea. *Sci. Total Environ.*, 6:41-53, 1976.
3. Belizán, J. M. & J. Villar. The relationship between calcium intake and edema-proteinuria and hypertension-gestosis: an hypothesis. *Am. J. Clin. Nutr.*, 33: 2202-2210, 1980.
4. Belizán, J. M., J. Villar, O. Pineda, A. E. González, E. Sainz, G. Garrera & R. Sibrián. Blood pressure reduction in young adults with calcium supplementation. A randomized clinical trial. *JAMA*, 249:1161-1165, 1983.
5. Belizán, J. M., J. Villar, A. Zalazar, L. Rojas, D. Chan & G. F. Bryce. Preliminary evidence of the effect of calcium supplementation on blood pressure in normal pregnant women. *Am. J. Obstet. Gynecol.*, 146:175-180, 1983.
6. Itokawa, Y., C. Tanaka & M. Fujiwara. Changes in body temperature and blood pressure in rats with calcium and magnesium deficiencies. *J. Appl. Physiol.*, 37: 835-839, 1974.
7. Belizán, J. M., O. Pineda, E. Sainz, L. A. Menendez & J. Villar. Rise of blood pressure in calcium-deprived pregnant rats. *Am. J. Obstet. Gynecol.*, 141:163-169, 1981.
8. Ayachi, S. Increased dietary calcium lowers blood pressure in the spontaneously hypertensive rat. *Metabolism*, 28:1234-1238, 1979.
9. Borle, A. B. & T. Uchikawa. Effects of parathyroid hormone on the distribution and transport of calcium in cultured kidney cells. *Endocrinol.*, 102:1725-1732, 1978.
10. Dziak, R. & P. Stern. Calcium transport in isolated bone cells. III. Effects of parathyroid hormone and cyclic 3', 5'-AMP. *Endocrinol.*, 97:1281-1287, 1975.
11. Chausmer, A. B., B. S. Sherman & S. Wallach. The effect of parathyroid hormone on hepatic cell transport of calcium. *Endocrinol.*, 90:663-672, 1972.
12. Borle, A. B. Calcium metabolism in HeLa cells and the effects of parathyroid hormone. *J. Cell Biol.*, 36:567-582, 1968.
13. Frank, G. B. The current view of the source of trigger calcium in excitation-contraction coupling in vertebrate skeletal muscle. *Bioch. Pharmacol.*, 29:2399-2406, 1980.
14. Berthelot, A. & A. Gairard. Parathyroid hormone and deoxy-corticosterone acetate - induced hypertension in the rat. *Clin. Sci.*, 58:365-371, 1980.
15. Rosenthal, F. D. & S. Roy. Hypertension and hyperparathyroidism. *Br. Med. J.*, 4:396-397, 1972.
16. Clark, D., J. Seeds & R. Cefalo. Hyperparathyroid crisis and pregnancy. *Am. J. Obstet. Gynecol.*, 140:840-842, 1981.
17. Carsson, S. & J. Ahlgren. The role of the parathyroids for the adaptation to a low calcium intake. *Acta Path. Microbiol. Scand., Sect. A.*, 83:1-12, 1975.
18. Casewell, M. W. & R. H. Fennell. Supernumerary parathyroid structures in the neck and thymus of parathyroidectomized rats and their relationship to recovery from hypocalcemia. *Br. J. Exper. Path.*, 51:197-202, 1970.

EFFECTO DE LA RESTRICCIÓN CALORICO-PROTEINICA DURANTE EL EMBARAZO DE LA RATA, EN LA ACTIVIDAD DE ALGUNAS ENZIMAS GLICOLITICAS EN LA PLACENTA

Julia Araya A.¹ y María Angélica Sánchez²

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

RESUMEN

Se estudiaron, en ratas, los cambios en las actividades de piruvato quinasa (PK) y dehidrogenasas del "shunt" de las pentosas (G6PDH y 6PGDH) y NADP malato (NADP-MD) en placentas, con el avance de la preñez, así como la respuesta a una restricción (50%) de una dieta de caseína al 25%, impuesta desde el inicio de la gestación y durante toda la preñez. Las actividades enzimáticas fueron estudiadas al 16º y 20º días post-concepción, y se expresan en mg de ADN⁻¹.

Con el avance de la gestación las actividades de PK, G6PDH y 6PGDH aumentaron ($P < 0.01$), y la actividad de NADP-MD disminuyó ($P < 0.001$) en ambos grupos de placentas. La restricción al 50% de la dieta materna, disminuyó significativamente y en forma precoz la actividad de PK. La respuesta de las dehidrogenasas al stress nutricional materno, fue diferente, ya que mientras la NADP-MD declinó sólo en la primera mitad de la gestación, las dehidrogenasas del "shunt" de las pentosas declinaron en la placenta cerca del término. Se postula que este tipo de stress nutricional disminuye la capacidad glicolítica y la disponibilidad de NADPH₂ necesaria para la síntesis de esteroides en la placenta.

INTRODUCCION

La actividad enzimática medida *in vitro* es un indicador de la utilización de un sustrato específico. Sin embargo, podría revelar también el potencial metabólico de un órgano durante su desarrollo. La placenta es un órgano de corta vida cuya función de transferir substancias desde la madre hacia el feto, y desde éste hacia la circulación materna al igual que sus funciones endocrinas, son más que conocidas (1-4).

Manuscrito modificado recibido: 8-2-84.

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

2 Miembro del citado Departamento.

En una hembra preñada, bien alimentada, la difusión transplacentaria de glucosa virtualmente logra suplir las necesidades energéticas fetales y de la placenta misma, a través de la regulación de las actividades enzimáticas y pasos metabólicos indispensables para utilizar ese nutriente.

La placenta deriva la mayor parte de su energía metabólica de la glucosa y los lípidos que toma de la circulación materna para suplir sus requerimientos energéticos, a fin de compensar el alto costo energético de la producción de hormonas y la activa transferencia de sustancias entre madre y feto. Por este motivo, es evidente que una restricción drástica de alimentos impuesta a la gestante desde el comienzo del embarazo, podría limitar la capacidad metabólica de dicho órgano y su eventual capacidad de transferencia entre los compartimentos materno-fetal.

Visto desde otro ángulo, el efecto de una ingesta disminuida de nutrientes potenciales, coenzimas y cofactores (vitaminas, minerales), podría reducir también la actividad de las enzimas implicadas en la utilización de un sustrato en particular.

Como órgano endocrino, la placenta está involucrada en la síntesis de cantidades importantes de hormonas esteroidales a partir de precursores derivados de la circulación materna y fetal. Para ello, requiere la producción adecuada de NADPH_2 , cofactor necesario para la síntesis de esteroides que, a su vez, son secretados hacia el lado materno-fetal.

La desnutrición materna afecta el metabolismo, la función de la placenta, y el crecimiento fetal (5-9). El objetivo del presente estudio fue establecer, en ratas, si la restricción de la dieta materna, impuesta desde el inicio de la preñez, afecta la actividad de las enzimas piruvato quinasa (PK), reguladora de la glicólisis anaeróbica, de las generadoras de NADPH en el "shunt" de las pentosas, glucosa-6-fosfato-dehidrogenasa (G6PDH), 6-fosfogluconico-dehidrogenasa (6PGDH), y NADP -malato dehidrogenasa (NADP-MD) extramitocondrial, durante el crecimiento de la placenta.

Se consideró que una alteración de las actividades de las enzimas en estudio podría afectar la disponibilidad de energía metabólica y la producción de hormonas placentarias, limitando así el crecimiento de este órgano y el desarrollo fetal.

MATERIAL Y METODOS

Dieta – Caseína al 25^o/o (10).

Animales – Se utilizaron 50 ratas hembras vírgenes, cepa Wistar, de 60 días de edad, cuyo peso era de 154 g, las que fueron apareadas sólo por el término de 12 horas, previa detección de la fase proestro en frotis de secreción vaginal. El momento de aislar al macho se cuenta como día 0. Un grupo de 25 ratas preñadas se alimentó *ad libitum* desde el primer día y durante todo el experimento, con una dieta a base de caseína al 25^o/o, la que constituyó el grupo control (C). A las otras 25 ratas, también preñadas, se les restringió la misma dieta en un 50^o/o de lo consumido por el grupo testigo, y a este grupo se le consideró como grupo restringido (R). En el grupo C, la ingesta energética promedio observada fue de 28 Kcal/kg/100 g de rata/día.

En el transcurso del ensayo, las ratas fueron alojadas en jaulas indivi-

duales, con libre acceso al agua de bebida. La temperatura del vivero se mantuvo a 22°C, con una humedad de 75% y 12 horas de luz y 12 de obscuridad.

A los 16 y 20 días post-concepción las ratas de ambos grupos fueron sacrificadas por decapitación, y se les extrajeron las placentas por operación cesárea.

Placentas — Todas las placentas recién extraídas de cada rata, se recibieron en suero fisiológico helado, y luego se lavaron y secaron. Después de pesadas se dividieron al azar en dos partes, una parte de ellas fue homogenizada de inmediato en agua destilada helada en una proporción de 1:10 peso volumen, para extraer ácidos nucleicos según Schneider (11), cuantificar ADN según Burton (12) y determinar proteínas según Lowry (13). La otra mitad de placentas frescas fue homogenizada en sacarosa 0.25 M, adicionada de K_2HPO_4 1.85%, en una proporción 1:10 peso volumen, agregándole, además KCl 0.90% en una proporción de 1 ml por cada 4 ml de homogenizado. Luego se centrifugó a 600 xg para descartar núcleos y glóbulos rojos, y el sobrenadante se recentrifugó a 48,200 xg durante 30 minutos.

Enzimas — En el sobrenadante de 48,200 xg de placentas frescas, se determinaron las actividades de PK según la técnica de Weber, Stamm y Fisher (14), de G6PDH y 6PGDH de acuerdo al método de Kornberg y Horecker (15) modificado por Glock y Mc Lean (16), y la actividad de NADP-MD, según Ochoa (17). Las actividades se expresaron como μ mol o nanomol de sustrato transformado por minuto y por mg de ADN a 25°C y fueron determinadas en un espectrofotómetro doble haz Perkins-Elmer Modelo UV-402. Las condiciones del ensayo enzimático y concentración de metabolitos para cada enzima se describen en la Tabla 1.

Todas las operaciones de extracción y homogenización en placentas frescas fueron realizadas a una temperatura de 0°C.

Análisis estadístico — El análisis estadístico de los resultados se realizó mediante cálculos de la media aritmética y desviación estándar. Para el estudio de las significancias se empleó la prueba "t" de Student.

RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados de este estudio, en ratas, demuestran que la restricción al 50% de una dieta balanceada de caseína al 25%, impuesta a la madre desde el inicio de la preñez, disminuye significativamente y en forma precoz el peso de las placentas y sus contenidos de ADN y proteína (Tabla 2). El contenido disminuido de ADN y la menor relación de proteína/ADN, indican que el menor peso de la placenta de las ratas preñadas con dieta restringida, puede atribuirse a un menor número de células más pequeñas, en relación a la placenta control.

Winick (18), al restringir la proteína de la dieta materna, Velasco *et al.* (19), al ligar la arteria uterina, y Zamenoff *et al.* (20) al privar la dieta materna de algunos aminoácidos esenciales, informan resultados similares en lo concerniente a estos parámetros.

TABLA 1

CONCENTRACION DE METABOLITOS DE LOS ENSAYOS ENZIMATICOS EN SOBRENADANTE DE PLACENTAS DE RATAS CON DIETA RESTRINGIDA Y SUS CONTROLES

Enzima	Buffer	Concentración de metabolitos en la cubeta
PK	Imidazol 51 mM; pH 7.0	KCl, 102 mM; Mg Cl ₂ , 5.1 mM; PEP, 0.26 mM; ADP mg, 5.1 mM; NADH, 0.15 mM; LDH 0.41 U/ml; sobrenadante 48,200 xg, 0.027 mg prot/ml. El blanco contiene todos los reactivos menos ADP-Mg.
G6PD	Glicilglicina 8 mM; pH 7.5	Mg Cl ₂ , 16 mM; NADP, 0.12 mM; G6P, 1.6 mM; 6 PG, 1.6 mM; sobrenadante 48,200 xg, 0.43 mg prot/ml. El blanco contiene todos los reactivos, excepto el sobrenadante.
6PGD	Glicilglicina 8 mM; pH 7.5	Mg Cl ₂ , 16 mM; NADP, 0.12 mM; 6 PG, 1.6 mM; sobrenadante 48,200 xg, 0.43 mg prot/ml. El blanco contiene todos los reactivos excepto el sobrenadante.
NADP-MD	Glicilglicina 48 mM, pH 7.4	Mn Cl ₂ , 1.9 mM; NADP, 0.09 mM; L malato pH 7.4, 3.9 mM; sobrenadante 48,200 xg, 0.68 mg prot/ml. El blanco contiene todos los reactivos excepto NADP.

En la Tabla 3 se observa que durante el desarrollo de la placenta de ratas testigo y con dieta restringida, las actividades de PK, G6PDH y 6PGDH —expresadas por mg de ADN— aumentan con el progreso de la preñez; sin embargo, la actividad de NADP-MD tiende a disminuir en la placenta madura. En la misma Tabla se aprecia también que la restricción de la dieta materna, disminuyó significativamente las actividades de PK y NADP-MD precozmente; no obstante, las actividades de G6PDH y 6PGDH declinan en la placenta sólo cuando el término de la gestación está cercano.

En la literatura existe escasa información de estos cambios enzimáticos durante el desarrollo de dicho órgano y, menos aún, del efecto que la nutrición materna puede tener en tales actividades específicas.

La PK es una enzima importante en el proceso de la glicólisis, y se cuenta con evidencias que la actividad de esta enzima es cinco veces más alta en la placenta que en el hígado (21), lo que indica un alto potencial glicolítico de ese órgano. Una disminución en la actividad de PK reduciría la utilización de glucosa, lo que ocasionaría una menor generación de energía metabólica y, consecuentemente, una menor velocidad de división celular y crecimiento de este órgano.

Los cambios en la actividad de esta enzima pueden atribuirse a la interacción de muchos factores, tales como la disminución del número de moléculas de la enzima, efectores intracelulares o cambios en su forma

TABLA 2

PESO DE PLACENTAS, CONTENIDOS DE ADN Y PROTEINAS Y RELACION PROT/ADN AL 16° Y 20° DIAS POST CONCEPCION, EN RATAS DEL GRUPO CONTROL Y CON DIETA RESTRINGIDA

	Edad gestacional (días)	Grupos		P**
		Control*	Con dieta restringida	
Peso placenta (g)	16	0.20 ± 0.02	0.18 ± 0.02	< 0.02
	20	0.44 ± 0.05	0.34 ± 0.04	≤ 0.001
Peso fetal (g)	16	0.27 ± 0.03	0.26 ± 0.02	
	20	2.39 ± 0.47	1.75 ± 0.16	< 0.001
ADN/placenta (mg)	16	0.31 ± 0.05	0.26 ± 0.04	< 0.01
	20	0.42 ± 0.09	0.34 ± 0.06	< 0.01
Prot/placenta (mg)	16	20.2 ± 1.91	16.9 ± 2.28	< 0.001
	20	50.0 ± 6.20	36.5 ± 5.59	≤ 0.001
Relación prot/ADN	16	68.8 ± 16.6	63.5 ± 7.25	NS
	20	150.5 ± 36.1	108.5 ± 16	< 0.001

* Promedio ± desviación estándar 25 ratas por grupo.

** P = Nivel de significación según la prueba "t" de Student.

molecular. Se ha comunicado (22) que una isoenzima de PK en leucocitos, es inhibida por aminoácidos como alanina, lo que tiene un gran significado biológico en el ahorro de glucosa para la producción de energía. En nuestro estudio, el aporte disminuido de glucosa en la dieta materna, podría haber estimulado la gluconeogénesis, aumentando los niveles de alanina plasmática, la que podría inhibir la actividad de PK en la placenta, por una modulación alostérica.

En embarazos normales, la transaminación de alanina con formación de piruvato está reducida (22). No obstante, se ha comunicado una menor captación de glucosa transplacentaria y un aumento del catabolismo de aminoácidos, presumiblemente para gluconeogénesis en el feto, como respuesta al ayuno materno (23).

Por otra parte, se ha informado que existiría un efecto opuesto entre las actividades de PK y fosfoenolpirúvico carboquinasa (PEPCK), indicativa de un equilibrio entre glicólisis y gluconeogénesis, ya que un aporte proteínico disminuido aumentó la actividad de PEPCK en el hígado de las ratas (24).

El metabolismo de los hidratos de carbono y lípidos en la placenta suplen los requerimientos de energía para la síntesis de un rango de esteroides y hormonas esteroidales. Se ha manifestado (25) que la cantidad de lípidos en la placenta es pequeña, pero, en cambio, como órgano endo-

TABLA 3

**CAMBIOS EN LA ACTIVIDAD DE ENZIMAS EN SOBRENADANTE
DE HOMOGENIZADO DE PLACENTA DE RATAS DEL GRUPO
CONTROL Y CON DIETA RESTRINGIDA**

Enzima	Edad gestacional (días)	Grupos	
		Control	Con dieta restringida
PK	16	57.4 ± 8.81	*47.3 ± 5.1
	20	*80.9 ± 6.81	**67.9 ± 3.2
G6PDH	16	264.9 ± 60.1	246.4 ± 50.1
	20	°426.1 ± 30.2	°*373.4 ± 13.4
6PGDH	16	872 ± 55.6	832.4 ± 50.8
	20	°960 ± 10.0	°*931.6 ± 27.0
NADP-MD	16	246.7 ± 28.7	*185 ± 20.1
	20	°165.2 ± 17.4	°157 ± 15.6

Promedios ± 1 DE; 16-20 ratas por grupo.

Las actividades en sobrenadantes de homogenizados de placentas frescas se expresan en μ moles (PK) y en n moles (G6PDH, 6PGDH y NADP-MD) de sustrato transformado por minuto⁻¹ por mg ADN⁻¹ a 25°C.

Diferencias significativas del 20º día con respecto a los valores del 16º día post-concepción (°*) y del grupo restringido con respecto al control (*) a un nivel de por lo menos $P < 0.02$.

crino, la placenta está involucrada en la síntesis de cantidades farmacológicas de hormonas esteroidales y proteínicas (2).

Se ha encontrado que la actividad de las enzimas asociadas con la síntesis de lípidos es baja en la placenta, en comparación con la del hígado, pero se ha encontrado también que la actividad de las enzimas que originan NADPH₂ es significativamente más alta en la placenta que en el hígado. Aparentemente, ello es resultado de la preñez, lo que sugiere que, en la placenta, la síntesis de ácidos grasos estaría deprimida, pero no la de otros lípidos (21).

En el estudio que nos ocupa, la restricción de la dieta materna disminuyó la actividad de G6PD en la placenta cercana al término, y la actividad de NADP-MD en la primera mitad de la preñez en este órgano, fenómeno que podría indicar un descenso en la síntesis de estrógenos. Existen evidencias sugerentes de que, por un lado, durante la desnutrición materna la síntesis de estrógenos podría estar afectada (2) y, por el otro, que la desnutrición materna se asociaría con bajos niveles de estrógenos urinarios, particularmente hacia el final del embarazo (25).

En humanos, la actividad de NADP-MD extramitocondrial es baja en la placenta comparada con la del hígado (21). En el estudio que nos ocupa, en ratas, la actividad de dicha enzima en ambos grupos de placentas, expresada por mg de ADN, declinó a la mitad del valor inicial con el progreso de la gestación, inversamente a lo que sucedió con las dehidrogenasas del "shunt" de las pentosas.

Ya que la restricción de la dieta materna redujo significativamente la actividad de NADP-MD en la placenta inmadura (Tabla 3), se postula que el aporte de esta enzima a la generación de NADPH₂ en la placenta de ratas sujetas a dieta restringida, estaría deprimida durante la fase hiperplástica de este órgano, reflejando quizás un menor requerimiento de NADPH₂ generado a partir de malato, y que tal vez la generación de NADPH₂ para la síntesis de esteroides en la primera parte de la preñez, podría ser suplida a expensas del "shunt" de las pentosas.

Según es de conocimiento general, la placenta experimenta cambios funcionales y morfológicos con el avance de la gestación. Nuestro estudio presenta resultados de la influencia de la edad gestacional y de la nutrición materna en la actividad de algunas enzimas del metabolismo de la glucosa y de los lípidos, en la placenta de la rata.

La alta actividad de PK que fue mayor aun en la placenta ya cerca de término, indica una alta actividad de la vía glicolítica. La restricción de la dieta en las ratas preñadas disminuyó precozmente esta actividad.

La significativa baja actividad de G6PD en la placenta madura y de NADP-MD en la placenta durante la primera parte del embarazo —ambas enzimas generadoras de NADPH₂— sugeriría una baja disponibilidad de este cofactor para la síntesis de hormonas esteroidales.

El efecto del stress nutricional en las actividades de las dehidrogenasas del "shunt" de las pentosas y de NADP-MD en la placenta fue diferente, a pesar de tener una coenzima común, el NADP. Tepperman y Tepperman (26) han evidenciado que la composición de la dieta y las hormonas tiroxina y estrógenos influyen selectivamente las dehidrogenasas del "shunt" de las pentosas y NADP-MD. Los estrógenos producen gran efecto sobre las primeras, y la tiroxina sobre la segunda dehidrogenasa. Los mismos autores informan que una alta disponibilidad de hidratos de carbono en la dieta estimula ambas actividades, mientras que una restricción de hidratos de carbono, las deprime (27, 28).

A las ratas preñadas sometidas a restricción dietética se les limitó precozmente el aporte de hidratos de carbono y proteínas, vitaminas y minerales a la mitad de lo consumido por el grupo control, y se evidenció una declinación en la actividad de NADP-MD en la placenta al inicio de la preñez, y de las dehidrogenasas del "shunt" de las pentosas hacia el final de la preñez en la placenta, en relación al grupo control. Esta disociación en las respuestas de enzimas generadoras de NADPH₂, bajo las condiciones experimentales descritas en ratas preñadas con dieta restringida, permite postular que, bajo ciertas circunstancias, un cambio en la actividad de una enzima podría ser secundario a otro cambio.

SUMMARY

EFFECT OF CALORIE-PROTEIN RESTRICTION DURING PREGNANCY
IN RATS ON THE ACTIVITY OF SOME PLACENTAL GLYCOLITIC
ENZYMES

The specific activities and changes of four placental enzymes: pyruvate kinase (PK), glucose-6-phosphate-dehydrogenase (G6PD), 6-phosphogluconic-dehydrogenase (6PGD), and NADP malate dehydrogenase (NADP-MD) occurring during the course of gestation and during maternal restricted food intake, were studied in rats. Enzymes activities are expressed in relation to DNA. With the progress of pregnancy, a significant increase in the activity of all enzymes, except NADP-MD, was observed in both groups. A 50% food restriction during pregnancy markedly decreased cell placental enzymes in different stages of development. PK was lower during early and late pregnancy, but NADP-MD was reduced only in the early developmental stage. The activities of G6PD and 6PGD were significantly lower only in the near-term stage in the malnourished group in comparison with the control group.

Our findings suggest that this kind of nutritional insult markedly reduces glycolytic capacity and NADPH₂ generation enzymes, a key factor in the placental steroids metabolism.

BIBLIOGRAFIA

1. Hill, E. P. & L. D. Longo. Dynamics of maternal-fetal nutrient transfer. *Fed. Proc.*, **39**:239-244, 1980.
2. Mulay, S., C. A. Browns, D. R. Varma & S. Solomon. Placental hormones, nutrition and fetal development. *Fed. Proc.*, **39**:261-265, 1980.
3. Munro, H. N. Placental protein and peptide hormones synthesis: Impact of maternal nutrition. *Fed. Proc.*, **39**:255-259, 1980.
4. Rosso, P. Maternal-fetal exchange during protein malnutrition in the rat. *J. Nutr.*, **107**:2002-2005, 1977.
5. Araya, J. & M. Ruz. Influencia de la situación nutricional preconcepcional materna sobre el crecimiento y desarrollo fetal en ratas. *Arch. Latinoamer. Nutr.*, **31**:133-145, 1981.
6. Rosso, P. Placental growth, development and function in relation to maternal nutrition. *Fed. Proc.*, **39**:250-254, 1980.
7. Lechtig, A., C. Yarbrough, H. Delgado, R. Martorell, R. E. Klein & M. Béhar. Effect of moderate maternal malnutrition on the placenta. *Am. J. Obstet. Gynecol.*, **123**:191-201, 1975.
8. Winick, M. Cellular growth in intrauterine malnutrition. *Pediat. Clin. North America*, **17**:69-78, 1970.
9. Rosso, P., M. Wesserman, J. Rozovski & E. Velasco. Effects of maternal undernutrition on placental metabolism and function. In: *The Neonate*. D. S. Young and J. M. Hicks (Eds.). New York, N. Y., John Wiley and Sons, Ltd., 1976, p. 59-66.
10. Araya, J., M. C. Reyes, C. M. Baginsky & M. Ruz. Crecimiento celular de útero, placenta y fetos durante la restricción calórica materna crónica en ratas. *Arch. Latinoamer Nutr.*, **33**:826-842, 1983.
11. Schneider, W. C. Determination of nucleic acids in tissues by pentose analysis. In: *Methods in Enzymology*. Vol. III. S. P. Colowick and N. O. Kaplan (Eds.). New York, N. Y., Academic Press, Inc., 1957, p. 680-684.

12. Burton, K. Determination of DNA concentration with diphenylamine. In: **Methods in Enzymology**. Vol. XII (Part B). L. Grossman and K. Moldave (Eds.). New York, N. Y., Academic Press, Inc., 1968, p. 163-169.
13. Lowry, O. H., N. J. Rosenbrough, A. L. Farr & R. J. Randall. Protein measurement with Folin phenol reagent. **J. Biol. Chem.**, **193**:265-275, 1951.
14. Weber, G., N. B. Stamm & E. A. Fisher. Insulin: Inducer of pyruvate kinase. **Science**, **149**:65-67, 1965.
15. Kornberg, A. & B. L. Horecker. Glucose-6-phosphate dehydrogenase. In: **Methods in Enzymology**, Vol. I. S. P. Colowick and N. O. Kaplan (Eds.). New York, N. Y., Academic Press Inc., 1955, p. 323-327.
16. Glock, G. E. & P. Mc Lean. Further studies on the properties and assay of glucose 6 phosphate dehydrogenase and 6 phosphogluconate dehydrogenase of rat liver. **Biochem. J.**, **55**:400-408, 1953.
17. Ochoa, S. Malic enzyme. In: **Methods in Enzymology**. Vol. I. S. P. Colowick and N. O. Kaplan (Eds.). New York, N. Y., Academic Press, Inc., 1955, p. 739-753.
18. Winick, M. Cellular growth in intrauterine malnutrition. **Pediat. Clin. North America**, **17**:69-77, 1970.
19. Velasco, E. G., J. A. Brasel, D. Sigulem, P. Rosso & M. Winick. Effects of vascular insufficiency on placental ribonuclease activity in the rat. **J. Nutr.**, **103**:213-217, 1973.
20. Zamenhoff, S., S. M. Hall, L. Grauel, E. Van Marthens & M. J. Donahue. Deprivation of amino acids and prenatal brain development in rats. **J. Nutr.**, **104**:1002-1007, 1974.
21. Diamant, T. Z. & E. Shafir. Enzymes of carbohydrate and lipid metabolism in the placenta and liver of pregnant rats. **Biochem. Biophys. Acta**, **279**:424-430, 1972.
22. Mameesh, M. S., J. Metcoff, P. Costiloe & W. Crosby. Kinetic properties of pyruvate kinase in human maternal leukocytes in fatal malnutrition. **Pediat. Res.**, **10**:561-565, 1976.
23. Peret, J., M. Chanez, J. Cota & I. Macaire. Effects of quantity and quality of dietary protein and variation in certain enzyme activities on glucose metabolism in the rat. **J. Nutr.**, **105**:1525-1533, 1975.
24. Hosoya, N., H. Hagerman & C. A. Villee. Stimulation of fatty acid synthesis by estradiol *in vitro*. **Biochem. J.**, **76**: 297-301, 1960.
25. Iyengar, L. Urinary estrogen excretion in undernourished pregnant Indian women. **Am. J. Obstet. Gynecol.**, **102**:834-838, 1968.
26. Tepperman, H. M. & J. Tepperman. Pattern of dietary and hormonal indication of certain NADP-linked liver enzymes. **Am. J. Physiol.**, **206**:357-361, 1964.
27. Fitch, W. M., I. L. Chaikoff & R. Hill. Effects of dietary hexoses on changes induced in hepatic enzymes activities of the rat by a lethal dose of rays. **Arch. Biochem. Biophys.**, **94**:387-391, 1961.
28. Shrago, E., H. A. Lardy & R. C. Nordle. Hormonal and metabolic control of hepatic phosphoenolpyruvate carboxykinase and the malic enzyme. **Fed. Proc.**, **22**:410, 1963. (Abstract).

CINETICA DE INACTIVACION TERMICA DE LA PEROXIDASA EN NABOS Y GUI SANTES

*Otoniel Corzo Delgado¹, José A. Barreiro Méndez² y
Carmen Irazábal de Guariguata²*

Universidad de Oriente, Núcleo de Nueva Esparta,
Guatamare, Venezuela, y
Universidad Simón Bolívar, Caracas, Venezuela

RESUMEN

Se determinó experimentalmente la cinética de inactivación térmica de la peroxidasa presente en nabos y en guisantes, a temperaturas comprendidas entre 60°C y 76°C para nabos, y entre 72°C y 82°C en el caso de guisantes. Se encontró que la cinética de inactivación térmica estaba compuesta por dos fases, cada una de primer orden, con un tiempo promedio para el cambio de fase de 22.5 seg. y 23.8 seg. para los nabos y guisantes, respectivamente. Las energías de activación para la primera y segunda fase de la inactivación fueron de 27.1 Kcal/mol y 43.5 Kcal/mol para nabos, y de 34.5 Kcal/mol y 28.9 Kcal/mol para guisantes.

INTRODUCCION

Frecuentemente se encuentra que la cinética de inactivación térmica de la peroxidasa en productos de origen vegetal está constituida por dos fases, cada una de las cuales se caracteriza por una cinética de primer orden (1-8).

La existencia de un cambio de pendiente en la curva de inactivación térmica de la peroxidasa se ha atribuido a la presencia de isoenzimas de diferente estabilidad térmica (1, 5, 9, 10), las cuales se clasifican básicamente en fracciones lábiles y resistentes al calor. Cada una de estas fracciones muestra una cinética de inactivación de primer orden, con distintos parámetros cinéticos.

Manuscrito modificado recibido: 18-1-84.

- 1 Profesor del Núcleo de Nueva Esparta, Universidad de Oriente, Guatamare, Edo. Nueva Esparta, Venezuela.
- 2 Miembros del Departamento de Tecnología de Procesos Biológicos y Bioquímicos, Universidad Simón Bolívar, Apartado 80659, Caracas 1030-A, Venezuela.

La cinética de inactivación bifásica ha sido determinada en los siguientes productos: maíz en mazorca (6); maíz dulce (1, 9); espinaca, frijol, zanahoria, mango y guayaba (4); rábano (5), y purés de frijol y espinaca (2). No se cuenta con datos referentes a la cinética de inactivación térmica de la peroxidasa contenida en vegetales cultivados en Venezuela, ni relativos a la energía de activación de dicha enzima en nabos y guisantes. Estos son los aspectos que constituyen los objetivos del presente trabajo. Los resultados de esta investigación revisten especial importancia para la determinación de tiempos de procesamiento térmico de vegetales por alta temperatura y tiempo corto (HTST), en los que la actividad enzimática juega un papel preponderante.

MATERIALES Y METODOS

Los nabos y guisantes cultivados en Venezuela se adquirieron recién cosechados en el mercado local. Estos procedían de cultivos realizados en la Colonia Tovar, sitio adyacente a la ciudad de Caracas.

Del material lavado, pelado y cortado se pesaron aproximadamente 100 g, que luego se homogeneizaron en una licuadora con 300 ml de solución reguladora de fosfato (pH de 6.0). Las muestras homogeneizadas se filtraron a través de tres capas de tela de queso y mediante una jeringa volumétrica, se colocaron 75 μ l del extracto en cada uno de 10 tubos capilares de 100 x 1.5 mm, sellados previamente por uno de los extremos.

Los tubos con el extracto se insertaron en un tapón de goma perforado y se sumergieron en un baño de agua a temperatura constante (\pm 0.2°C) marca Blue M. Magni Whirl, Modelo MW 1110 A-1. El tratamiento térmico se efectuó a temperaturas comprendidas entre 60°C y 76°C para nabos, y de 72°C a 82°C en el caso de los guisantes, por intervalos de tiempo comprendidos entre 10 y 180 segundos medidos con un cronómetro marca Heuer, Modelo 508 201, con apreciación de 0.2 seg. Se procesó un lote de 10 tubos capilares para cada una de las combinaciones de tiempo-temperatura a estudiar. Después del calentamiento se sacaron los tubos y de inmediato se pusieron en baño de agua con hielo (2°C) a fin de evitar una inactivación posterior. Este método es similar al seguido por Burnette y Flick (11).

El tapón de goma perforado se diseñó con el propósito de lograr mayor facilidad para sumergir simultáneamente los tubos capilares dentro del baño a temperatura constante y poder así sacarlos rápidamente del lugar de calentamiento; además, ello permitió cerrar con el tapón el extremo abierto del tubo capilar. El tapón se perforó solamente por un lado con un taladro provisto de mecha apropiada, de modo que el tubo capilar entrara y se sostuviera por el extremo abierto en el hueco formado según se indica.

Se utilizaron tubos capilares de 100 x 1.5 mm para asegurar que el extracto dentro de ellos adquiriera rápidamente la temperatura del medio de calentamiento y, de esta forma, el tiempo de inactivación correspondiera al medido a una temperatura constante, sin tener en cuenta factores de retraso. Mediante pruebas preliminares se comprobó que la temperatura del baño no se alteraba al colocar en él los tubos capilares sostenidos por el tapón.

La extracción de la enzima se efectuó con solución reguladora de fosfato de pH 6.0, por ser este valor cercano al de los extractos acuosos de los nabos (pH 5.8) y guisantes (pH 6.3).

La actividad residual de la peroxidasa se determinó individualmente para cada uno de los tubos por el método del guayacol (12). Para ello se mezclaron 2.8 ml de solución al 10/o de H₂O₂ en solución reguladora de fosfato, 0.1 ml de solución de guayacol al 20/o en alcohol metílico y 0.1 ml de extracto de enzima; la reacción se inició al agregar el extracto. La temperatura de la reacción se mantuvo constante a 22°C.

El aumento en la absorbancia de la solución se midió como función del tiempo en un espectrofotómetro Perkin-Elmer Coleman 54B a 420 nm conectado a un registrador X-Y. La actividad de la enzima se determinó como la pendiente inicial de la curva de absorbancia vs. tiempo, y la actividad residual fue calculada como la fracción de la actividad original de la peroxidasa presente en la muestra no tratada térmicamente, promediada para cada lote de 10 tubos. Para la medición de la actividad original se tomaron 10 muestras sin tratamiento térmico.

RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados obtenidos en relación a la medición de la actividad residual de la peroxidasa en los extractos de nabos y guisantes se dan a conocer en las Figuras 1 y 2. Mediante un ajuste de regresión lineal y de acuerdo a los valores del coeficiente de correlación presentados en la Tabla 1, se comprobó que la cinética de inactivación térmica de la peroxidasa era bifásica y de primer orden en cada una de las fases con diferentes parámetros cinéticos. Esto coincide con lo determinado previamente en otros productos alimenticios (1-9).

La ecuación general que representa la inactivación con cinética de primer orden es³:

$$\frac{dC}{dt} = -k C \quad (1)$$

Aplicando esta relación a cada una de las fases de la inactivación, e integrando para los intervalos de tiempo correspondientes se obtiene, al combinar las expresiones resultantes:

$$C = C_0 \exp(-t_1 (k_1 - k_2) - k_2 t) \quad (2)$$

Esta relación es válida para tiempos comprendidos entre t_1 y t , siendo $t > t_1$.

El tiempo de cambio de fase (t_1) de la inactivación térmica se obtiene de la ecuación (2). Al tomar logaritmo decimal se tiene que:

$$\log C/C_0 = \frac{-t_1 (k_1 - k_2) - k_2 t}{2.303} \quad (3)$$

3 El significado de los diferentes símbolos que se utilizan en este trabajo se describe en la lista de símbolos (página 692).

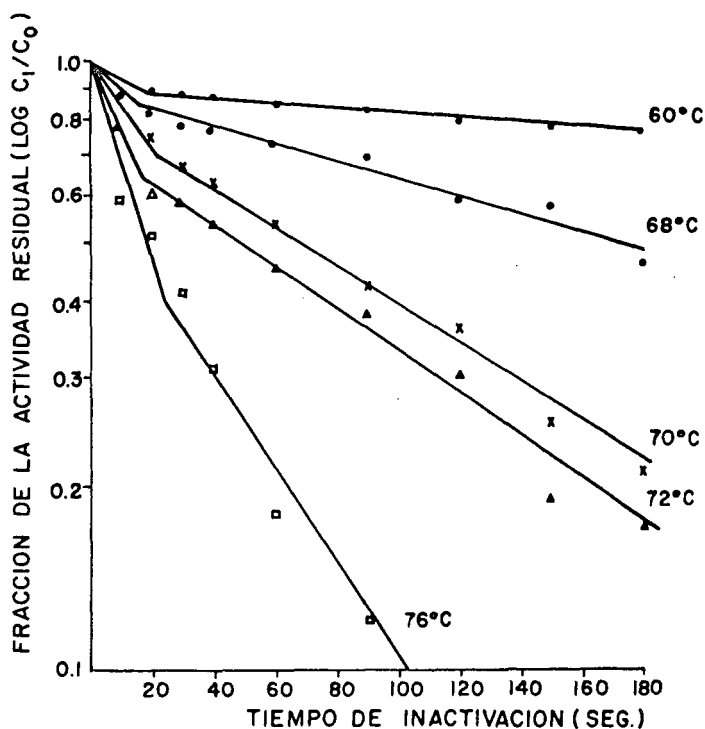


FIGURA 1

Curva de inactivación térmica de la peroxidasa en nabos, a diferentes temperaturas de escaldado y a un pH de 6.0

y para un tiempo de inactivación igual a cero se llega a:

$$t_1 = -2.303 \frac{\text{traza}}{(k_1 - k_2)} \quad (4)$$

El valor de la traza corresponde al punto de corte de la prolongación de la curva de inactivación en la segunda fase con el eje de ordenadas, y los valores de k_1 y k_2 resultan de multiplicar las pendientes de las curvas de inactivación en las dos fases por el factor 2.303 (Tablas 2 y 3).

Aplicando la ecuación (4) se obtuvo que el tiempo promedio de cambio de fase para la inactivación térmica de peroxidasa en nabos y guisantes era de 22.5 seg y 23.8 seg, respectivamente.

Para encontrar la variación de la constante de velocidad de inactivación con la temperatura, los valores de las Tablas 2 y 3 se ajustaron a la expresión de Arrhenius:

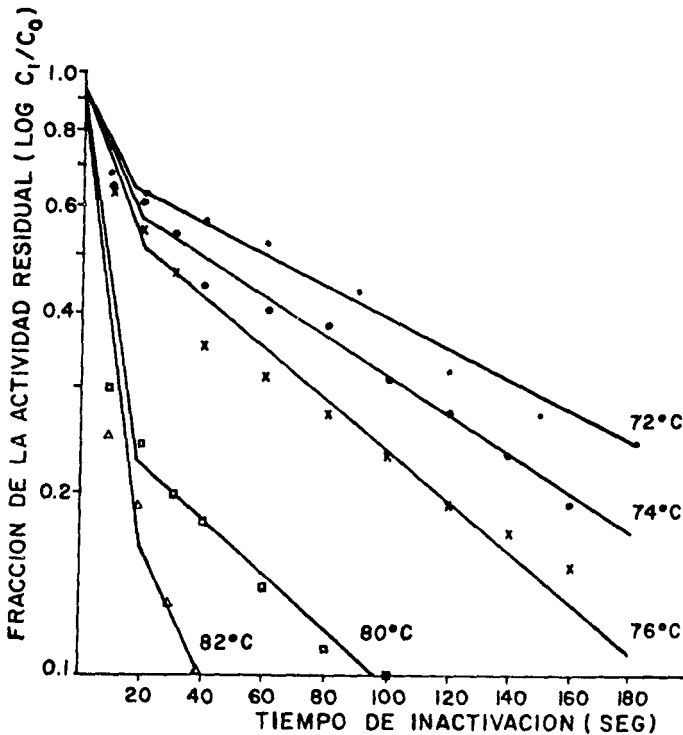


FIGURA 2

Curva de inactivación térmica de la peroxidasa en guisantes, a diferentes temperaturas de escaldado y a un pH de 6.0

$$\log k = \log k_0 - E_a / 2.303 RT \quad (5)$$

donde k_0 es la constante de Arrhenius, E_a la energía de activación, R la constante de los gases (1.987 cal/mol^oK), y T la temperatura en ^oK.

Los resultados encontrados para las curvas de regresión se aprecian en la Tabla 4. Las energías de activación obtenidas para los nabos y guisantes están comprendidas entre 27.1 y 43.5 Kcal/mol. Estos valores son similares a los notificados por otros autores para diferentes vegetales y frutas: 25.1 Kcal/mol en preparaciones purificadas de peroxidasa de rábano (12); entre 10.579 y 40.720 Kcal/mol en "okra", vainitas, espinacas, zanahorias, mango y guayaba (4); y 34 y 21 Kcal/mol en las isoenzimas lábil y resistente de extractos purificados de peroxidasa de rábano, respectivamente (5). Cabe hacer notar que estos últimos valores señalados en la literatura son muy semejantes en magnitud y comportamiento a las energías de activación obtenidas en el trabajo aquí descrito, para la

TABLA 1

**COEFICIENTES DE CORRELACION DE LAS LINEAS DE REGRESION
PARA LA CINETICA DE INACTIVACION TERMICA DE LA PEROXIDASA
EN NABOS Y GUISANTES**

Vegetal	Temperatura de inactivación (°C)	Coeficientes de correlación	
		Primera fase	Segunda fase
Nabos	60.0	0.87	0.96
	68.0	0.99	0.98
	70.0	0.99	0.99
	72.0	0.99	0.99
	78.0	0.99	0.99
Guisantes	72.0	0.92	0.99
	74.0	0.93	0.99
	76.0	0.96	0.99
	80.0	0.93	0.99
	82.0	0.94	0.99

TABLA 2

**CONSTANTES DE VELOCIDAD DE INACTIVACION TERMICA DE LA
PEROXIDASA EN NABOS A DIFERENTES TEMPERATURAS DE
CALENTAMIENTO**

Fase	Temperatura (°C)	Constante de inactivación (seg ⁻¹) k x 10 ³	Coefficiente de correlación
Primera	60.0	5.6	0.87
	68.0	9.3	0.99
	70.0	15.3	0.99
	72.0	25.5	0.99
	76.0	33.8	0.99
Segunda	60.0	0.9	0.96
	68.0	3.5	0.98
	70.0	7.4	0.99
	72.0	8.3	0.99
	76.0	18.7	0.99

TABLA 3

CONSTANTES DE VELOCIDAD DE INACTIVACION TERMICA DE LA
PEROXIDASA EN GUISANTES A DIFERENTES TEMPERATURAS DE
CALENTAMIENTO

Fase	Temperatura (°C)	Constante de inactivación (seg ⁻¹) k x 10 ³	Coefficiente de correlación
Primera	72.0	23.0	0.92
	74.0	25.3	0.93
	76.0	30.6	0.96
	80.0	71.4	0.93
	82.0	83.6	0.94
Segunda	72.0	5.8	0.99
	74.0	7.4	0.99
	76.0	8.3	0.99
	80.0	10.6	0.99
	82.0	23.3	0.99

TABLA 4

VALORES DE LAS CONSTANTES DE LA ECUACION DE ARRHENIUS PARA
LA INACTIVACION DE LA PEROXIDASA EN NABOS Y GUISANTES

Vegetal	Fase de inactivación	Valor de log k ₀	Energía de activación (Kcal/mol)	Coefficiente de correlación
Nabos	Primera	15.5	27.1	0.96
	Segunda	25.6	43.5	0.99
Guisantes	Primera	20.2	34.5	0.97
	Segunda	16.1	28.9	0.92

primera y segunda fase de la inactivación en guisantes (34.5 y 28.9 Kcal/mol, respectivamente). Por otra parte, en los nabos se observa un comportamiento diferente, ya que la energía de activación para la primera fase (27.1 Kcal/mol) es menor que para la segunda (43.5 Kcal/mol), que corresponde a la fracción enzimática resistente. Estos resultados no pudieron ser comparados con otros datos de energía de activación para peroxidasa en este vegetal, dado que no se encontraron disponibles en la literatura consultada.

Se estima que los resultados de este trabajo son de importancia para

el cálculo adecuado de tiempos de procesamiento térmico de los vegetales estudiados por alta temperatura y tiempo corto.

SUMMARY

KINETICS OF THE HEAT INACTIVATION OF PEROXIDASE IN GREEN PEAS AND TURNIPS

The heat inactivation of peroxidase in green peas and turnips grown in Venezuela was determined experimentally at temperatures ranging from 60°C to 76°C for turnips, and between 72°C and 82°C for green peas. The thermal destruction curves obtained were found to be biphasic, following first-order kinetics of inactivation, and with average times for the change of phase of 22.5 sec and 23.8 sec for the turnips and peas, respectively. The activation energies, as calculated by the Arrhenius equation for the first and second inactivation intervals, were 27.1 kcal/mole and 43.5 kcal/mole for turnips, and 34.5 kcal/mole and 28.9 kcal/mole for green peas.

LISTA DE SIMBOLOS

Caracteres latinos:

C, C_1	= Actividad de la enzima en el producto a un cierto tiempo.
C_0	= Actividad inicial de la enzima en el producto, constante.
E_a	= Energía de activación (Kcal/mol).
k_0	= Constante de la ecuación de Arrhenius (seg^{-1}).
k	= Constante de velocidad de inactivación térmica (seg^{-1}).
k_1	= Constante de velocidad de inactivación térmica en la primera fase de la inactivación (seg^{-1}).
k_2	= Constante de velocidad de inactivación térmica en la segunda fase de la inactivación (seg^{-1}).
R	= Constante universal de los gases (cal/mol °K).
T	= Temperatura (°K).
t	= Tiempo de inactivación (seg).
t_1	= Tiempo de cambio de fase (seg).

BIBLIOGRAFIA

1. Yamamoto, H. Y., M. P. Steinberg & A. I. Nelson. Kinetic studies on the heat inactivation of peroxidase in sweet corn. *J. Food Sci.*, 27:113-119, 1962.
2. Resende, R., F. J. Francis & C. R. Stumbo. Thermal destruction and regeneration of enzymes in green bean and spinach purée. *Food Technol.*, 23:63-66, 1969.
3. Lu, A. T. & J. R. Whitaker. Some factors affecting rates of heat inactivation and reactivation of horseradish peroxidase. *J. Food Sci.*, 39:1173-1178, 1974.
4. Gíbríel, A. Y., A. F. El-Sahrigi, H. A. H. El-Mansy & S. H. Kandil. Heat resistance parameters of peroxidase from some vegetables and fruits. *Egypt J. Food Sci.*, 5: 31-39, 1977.
5. Ling, A. C. & D. B. Lund. Determining kinetics parameters for thermal inactivation of heat resistant and heat labile isoenzymes from thermal destruction curves. *J. Food Sci.*, 43:1307-1310, 1978.

6. Lee, Y. C. & J. K. Hammes. Heat inactivation of peroxidase in corn-on-the-cob. *J. Food Sci.*, **44**:785-787, 1979.
7. Vámos-Vigyázó, L. Polyphenol oxidase and peroxidase in fruits and vegetables. *Critic. Rev. Food Sci. Nutr.*, **15**(1):49-127, 1981.
8. Varda, K., S. Goldschmidt, J. Amir & R. Granit. Some biochemical properties of soluble and bound potato tuber peroxidase. *J. Food Sci.*, **46**:756-764, 1981.
9. Chenchin, E. E. & H. Y. Yamamoto. Distribution and heat inactivation of peroxidase isoenzymes in sweet corn. *J. Food Sci.*, **38**:40-42, 1973.
10. Tamura, Y. & Y. Morita. Thermal denaturation and regeneration of Japanese radish peroxidase. *J. Biochem.*, **78**:561-565, 1975.
11. Burnette, F. S. & G. J. Flick, Jr. Activity and resistance to thermal inactivation of peroxidase in the blue crab (*Callinectes sapidus*). *J. Food Sci.*, **43**:31-34, 1978.
12. Joffe, F. M. & C. O. Ball. Kinetics and energetics of thermal inactivation and the regeneration rates of a peroxidase system. *J. Food Sci.*, **27**(6):587-592, 1962.

DETERMINACION DEL SABOR AMARGO EN LA CERVEZA. CORRELACION ENTRE EL METODO ESPECTROFOTOMETRICO Y LA EVALUACION SENSORIAL

Emma Wittig de Penna¹, Sergio González² y Juan Carlos Vercellino²

Facultad de Ciencias Básicas y Farmacéuticas,
Universidad de Chile, Santiago, Chile

RESUMEN

Se estudió la correlación existente entre la determinación química y la evaluación sensorial del sabor amargo de la cerveza. Se analizaron seis marcas diferentes, en seis series de repeticiones durante un período de cuatro meses (de marzo a julio). Como método químico se usó la determinación de unidades BU (Bitterness Units), que corresponde a la absorbancia del extracto en isoocetano a 275 nm, previa acidificación con HCl. En el caso de la evaluación sensorial, se trabajó paralelamente con un panel integrado por seis jueces altamente entrenados ($P < 0.05$) en cuanto a la detección del sabor amargo. Los degustadores usaron el test descriptivo de intensidad de amargo, en amplitud 5. Se calcularon los coeficientes de correlación para cada serie de repeticiones comparando estos valores con los tabulados a los diferentes niveles de significación, comprobándose un alto grado de significancia estadística de las series analizadas, y significación al 5% para otras dos series: una serie presentó baja correlación, sin ser significativa, y se determinó que la cerveza oscura (malta) es la que acusó una desviación importante.

Se concluye que el método espectrofotométrico puede reemplazar a la evaluación sensorial del sabor amargo de cervezas pálidas, no siendo aconsejable para malta.

INTRODUCCION

El sabor amargo de la cerveza proviene del lúpulo que se adiciona previamente al proceso de fermentación (1-5).

Las glándulas de lupulina, de color amarillo, que se encuentran en las inflorescencias del lúpulo, producen compuestos aromatizantes y anti-sépticos (1). Químicamente corresponden a resinas, existiendo una

Manuscrito modificado recibido: 18-11-83.

- 1 Profesor de Evaluación Sensorial de la Facultad de Ciencias Básicas y Farmacéuticas, Universidad de Chile, Casilla 233, Santiago, Chile.
- 2 Químico-Farmacéutico de la citada Facultad.

fracción soluble en hexano denominada resinas blandas, constituida por ácidos alfa y beta, humulonas y lupulonas, respectivamente, que son las que comunican a la cerveza su aroma, sabor amargo y propiedades anti-sépticas (1, 2, 4). No obstante, ese sabor amargo no sólo es función del lúpulo adicionado, ya que la naturaleza del agua y la acidez del mosto también influyen. Ello se debe a que los carbonatos del agua disminuyen la acidez del mosto, impidiendo que los compuestos albuminoideos precipiten completamente. Es así como siempre quedan pequeñas partículas en suspensión, en las cuales se depositan las resinas de lúpulo. De esta forma, la cerveza adquiere el aspecto opalescente tan característico (1-3).

Uno de los índices de calidad de las cervezas es el sabor amargo tan apetecido por los consumidores y bebedores de cerveza. Para medir ese sabor se puede recurrir a un método instrumental que se basa en la absorción al ultravioleta que presentan en conjunto humulonas y lupulonas (5), o bien a la evaluación sensorial del sabor amargo (1, 2, 6, 7).

El objetivo de este trabajo fue estimar la correlación entre ambos métodos, con miras a recomendar el reemplazo de la evaluación sensorial por la técnica espectrofotométrica.

MATERIALES Y METODOS

Se analizaron seis marcas comerciales diferentes de cerveza en seis series de repeticiones, durante un período de cuatro meses, comprendidos de marzo a julio. Los análisis químicos y sensoriales se realizaron paralelamente, utilizando las mismas muestras.

Método Químico

Determinación de grados BU (Bitterness Units) (5) — Se practicó en 10 ml de cerveza fría carbonatada, acidificada con HCl 3N. Los componentes amargos se extrajeron con isoocetano y se determinó la absorbancia a 275 nm (espectrofotómetro Carl Zeiss, Modelo M4 Q III).

Las unidades o grados BU corresponden a:

$$^{\circ}\text{BU} = 50 \times A_{275}$$

donde A_{275} corresponde a la absorbancia de la muestra a 275 nm.

Método Sensorial

En este caso se utilizó un panel integrado por docentes y estudiantes de la Facultad de Ciencias Básicas y Farmacéuticas de la Universidad de Chile. El criterio de selección se basó en la habilidad para distinguir y reconocer soluciones acuosas de los cuatro gustos básicos, según concentraciones y metodología descritas por Jellinek (8). Al finalizar esta etapa se seleccionaron ocho jueces, quienes posteriormente se sometieron a entrenamiento.

La fase de entrenamiento comprendió la determinación del umbral individual para el gusto amargo (concentración mínima detectable) mediante

una serie de 12 soluciones de cafeína en gradiente de concentración, descritas por Jellinek (9). Posteriormente se sometieron a un test pareado direccional (6) consistente en entregar al juez dos estímulos de diferente intensidad de una característica específica, debiendo indicar cuál de ellos era el de mayor intensidad. Se usó cerveza adicionada de 0.07% de cafeína versus la misma cerveza sin modificar. Los panelistas debían discriminar la intensidad del amargo.

Como última etapa, se realizaron varias sesiones de entrenamiento con el test triangular. Este consiste en entregar dos muestras idénticas y una diferente, constituidas por cerveza adicionada de cafeína y cerveza como tal, debiendo señalar los jueces cuál muestra del trío es la diferente.

Una vez cumplida la fase de entrenamiento, se eligieron aquellos jueces que demostraron veracidad, discriminación y consistencia en sus juicios a un nivel de por lo menos 50% de significación (6, 7). Así el panel de trabajo quedó integrado por seis jueces debidamente entrenados.

La valoración del amargo en las cervezas en estudio se efectuó utilizando la escala numérica-descriptiva, en amplitud 5, cuyos grados son: 1. Amargo apenas perceptible; 2. Amargo débil; 3. Amargo moderado; 4. Muy amargo, y 5. Extremadamente amargo.

RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados obtenidos para las seis cervezas en estudio, correspondientes a la determinación de amargo por los métodos sensorial y espectrofotométrico, se presentan en la Tabla 1. Los datos del análisis sensorial están expresados en % de amargo, unidades que se adoptó con el fin de promediar los resultados del panel en base a una escala de amplitud constante. Para el cálculo se asignó un valor de 0% a la cerveza evaluada como "menos amarga", por cada panelista, y con un valor de 100% a la calificada como "más amarga". De esta forma, las cervezas con calificaciones intermedias recibieron puntajes de 0 a 100%, de modo proporcional a la calificación, en la escala de 5 puntos.

Los resultados correspondientes al examen químico están expresados en grados BU (Bitterness Units), que corresponden a la absorbancia a 275 nm multiplicada por un factor de 50.

En la Tabla 2 se aprecia, para cada serie analizada, el ordenamiento según la intensidad de sabor amargo obtenido con los datos de ambos métodos. Como puede observarse, la cerveza "Morenita", que corresponde a la única cerveza oscura de este estudio, hace una excepción a la correspondencia de los datos referentes a las demás marcas.

Con el fin de establecer si la determinación espectrofotométrica es una buena aproximación de la evaluación sensorial del amargo, se estudió la correlación existente entre ambos métodos (12). Los gráficos de correlación para cada serie de muestras se ilustran en las Figuras 1 a 6, habiéndose obtenido en todas una correlación positiva. En la Tabla 3 se exponen los valores de los coeficientes de correlación de las diferentes series, así como el nivel de significación alcanzado al compararlos con los respectivos valores, ya tabulados. El coeficiente "r" permite estimar la linealidad de la correlación (12). Hubo un alto grado de correlación en las series 1a, 4a y 6a. En cambio, para la 5a serie la correlación fue a un nivel de 50%, y el valor de la 3a serie se aproximó al 50%. Sólo la 2a

TABLA 1

GRADOS BU ("BITTERNESS UNITS") Y o/o DE AMARGO PARA CADA SERIE Y POR PRODUCTOS

Series	Cristal	Escudo	Royal	Morenita	Lowenbrau	Schlitz
1a Serie: Grados BU	20.0	23.0	22.5	16.0	24.0	11.5
o/o de amargo	44.43	66.67	80.53	41.66	72.22	13.88
2a Serie: Grados BU	18.0	27.0	23.0	20.0	28.0	13.0
o/o de amargo	18.05	68.03	38.88	87.5	86.1	9.72
3a Serie: Grados BU	15.5	24.0	21.5	16.0	21.5	11.0
o/o de amargo	30.0	80.0	40.0	63.32	73.2	6.66
4a Serie: Grados BU	15.0	26.0	23.0	23.0	21.0	10.5
o/o de amargo	31.7	81.66	76.66	53.32	63.32	0.0
5a Serie: Grados BU	16.5	23.5	20.0	20.0	20.5	11.0
o/o de amargo	19.4	83.3	47.2	72.22	77.77	8.33
6a Serie: Grados BU	16.5	25.5	23.0	23.5	26.5	13.5
o/o de amargo	35.5	69.43	63.87	72.22	77.77	11.1

TABLA 2

ORDENACION CRECIENTE DE AMARGOR, SEGUN METODO QUIMICO Y SENSORIAL PARA CADA SERIE DE ANALISIS

1a Serie		2a Serie		3a Serie		4a Serie		5a Serie		6a Serie	
Químico	Sensorial	Químico	Sensorial	Químico	Sensorial	Químico	Sensorial	Químico	Sensorial	Químico	Sensorial
Schlitz	Schlitz	Schlitz	Schlitz	Schlitz	Schlitz	Schlitz	Schlitz	Schlitz	Schlitz	Schlitz	Schlitz
Morenita	Morenita	Cristal	Cristal	Cristal	Cristal	Cristal	Cristal	Cristal	Cristal	Cristal	Cristal
Cristal	Cristal	Morenita	Royal	Morenita	Royal	Lowenbrau	Morenita	Royal	Royal	Royal	Royal
Royal	Escudo	Royal	Escudo	Royal	Morenita	Morenita	Lowenbrau	Morenita	Morenita	Morenita	Escudo
Escudo	Lowenbrau	Escudo	Lowenbrau	Lowenbrau	Lowenbrau	Royal	Royal	Lowenbrau	Lowenbrau	Escudo	Morenita
Lowenbrau	Royal	Lowenbrau	Morenita	Escudo	Escudo	Escudo	Escudo	Escudo	Escudo	Lowenbrau	Lowenbrau

1a SERIE DE MUESTRAS

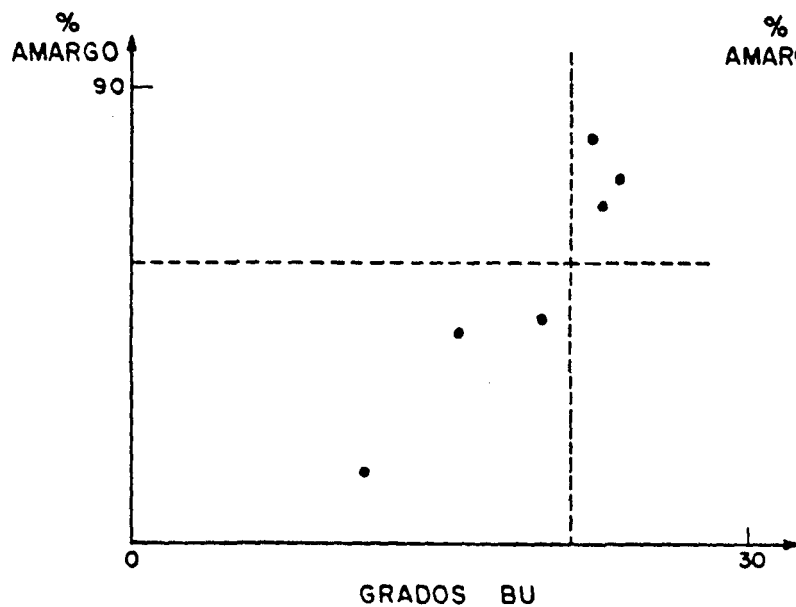


FIGURA 1

2a SERIE DE MUESTRAS

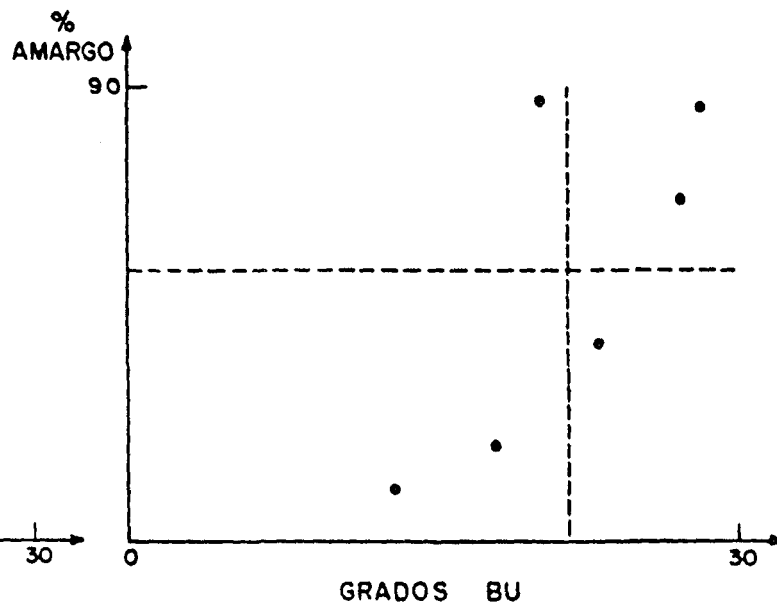


FIGURA 2

Correlación gráfica de la determinación de amargo

3a SERIE DE MUESTRAS

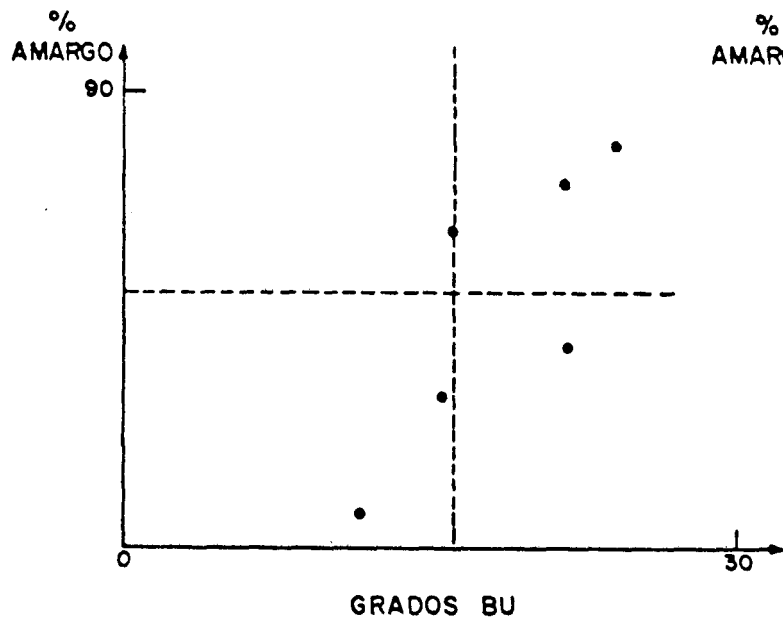


FIGURA 3

4a. SERIE DE MUESTRAS

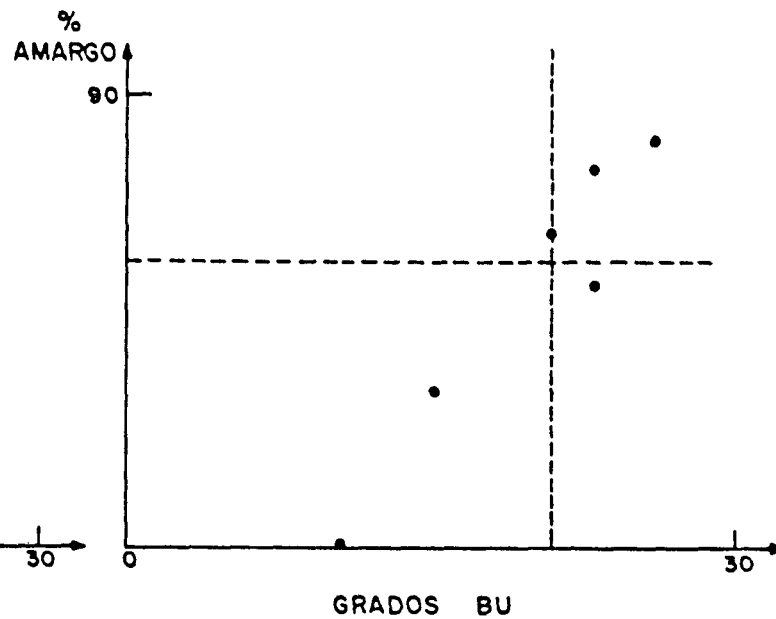


FIGURA 4

Correlación gráfica de la determinación de amargo

5a. SERIE DE MUESTRAS

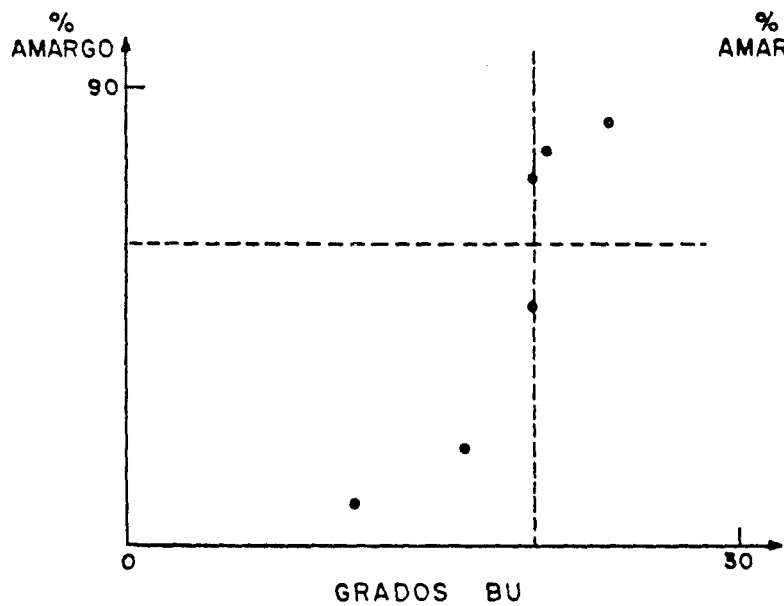


FIGURA 5

6a. SERIE DE MUESTRAS

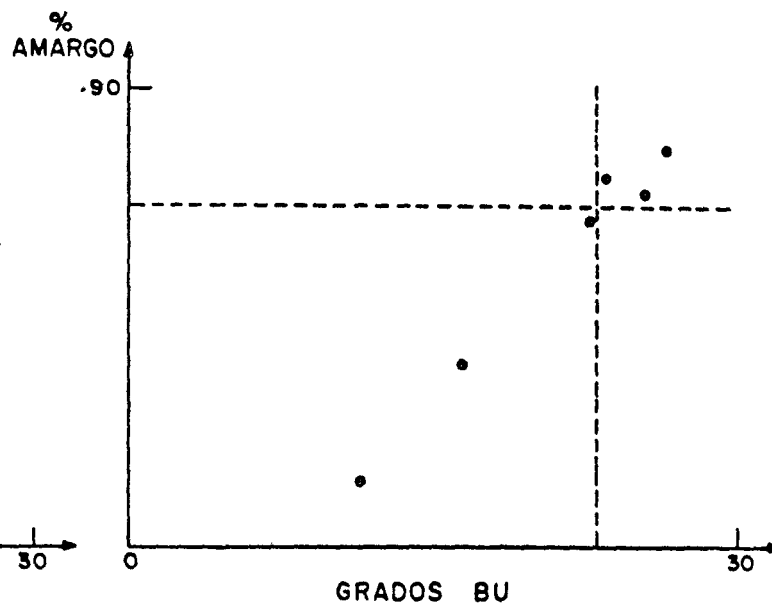


FIGURA 6

Correlación gráfica de la determinación de amargo

TABLA 3

COEFICIENTE DE CORRELACION (r) Y NIVEL DE SIGNIFICACION
ALCANZADO

Serie	r Calculado	Nivel de significación
1a	0.943	10/o
2a	0.733	no significativo
3a	0.804	no significativo
4a	0.961	10/o
5a	0.908	50/o
6a	0.980	10/o

Valores tabulados $r_{50/o}^4 : 0.811$
 $r_{10/o}^4 : 0.917$

serie acusó una baja correlación, que no fue estadísticamente significativa. En esta serie de cerveza, la "Morenita" presentó una desviación de importancia.

Las Figuras 7 a 12 representan gráficamente los resultados obtenidos por ambos métodos. Como puede observarse, la cerveza "Morenita" presentó la menor correlación de resultados, lo que se aprecia claramente en las Figuras 8, 9 y 11, que corresponden a la 2a, 3a y 5a serie, respectivamente. Esta misma tendencia se ve también en la Tabla 2, en que los valores de esta cerveza oscura hacen desmerecer en cierta medida la clara correspondencia establecida por los dos métodos de análisis.

La menor correlación observada en este caso, puede ser atribuida a dos causas de diferente origen, que pensamos contribuyen separadamente al resultado obtenido.

— La cerveza "Morenita" es la única que difiere en forma importante en la coloración con respecto a las otras cinco cervezas sometidas a estudio. La imposibilidad de enmascarar del todo su color por medio de luces rojas o ámbar, induce a postular la posibilidad de que los jueces hayan prejuizado en cuanto a ésta, y la detección del sabor amargo resulte así afectada por el sentido de la vista. Este comportamiento es explicable, ya que el gusto es influenciado por los demás sentidos, especialmente por la vista y el olfato (10, 11).

— Las cervezas oscuras pueden tener un sabor amargo independiente del lúpulo agregado, que se atribuye a la malta colorante adicionada, la que al ser sometida a altas temperaturas da lugar a la formación de sustancias amargas, conocidas con el nombre de "assamar", provenientes de cambios químicos, puesto que los fenómenos biológicos del grano han cesado. Estas podrían formarse a partir de los azúcares, —sustancias ácidas del grupo de los ácidos húmicos, por ejemplo—, sustancias albuminoideas

1a SERIE DE MUESTRAS

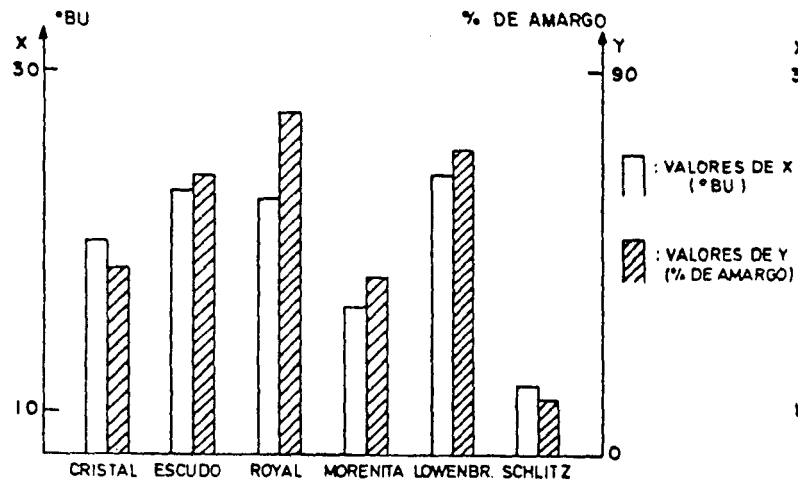


FIGURA 7

2a SERIE DE MUESTRAS

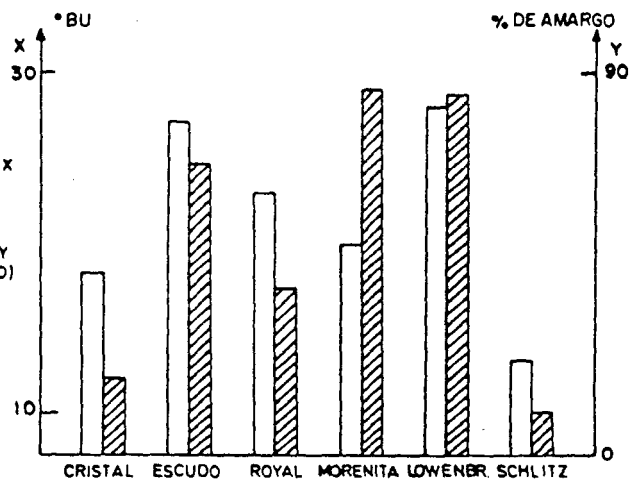


FIGURA 8

Representación gráfica de grados BU y o/o de amargo

3a SERIE DE MUESTRAS

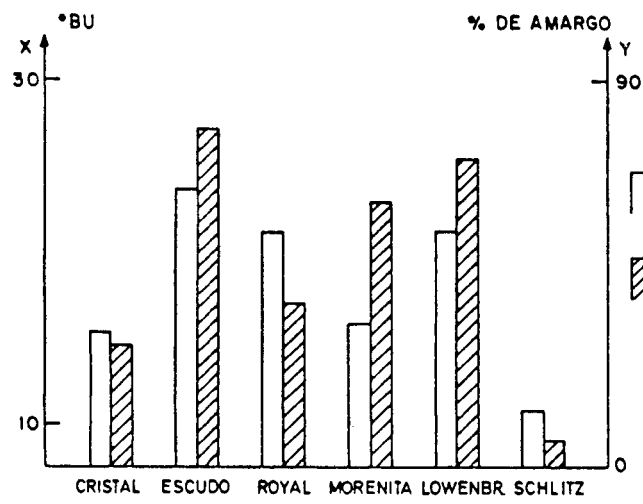


FIGURA 9

4a SERIE DE MUESTRAS

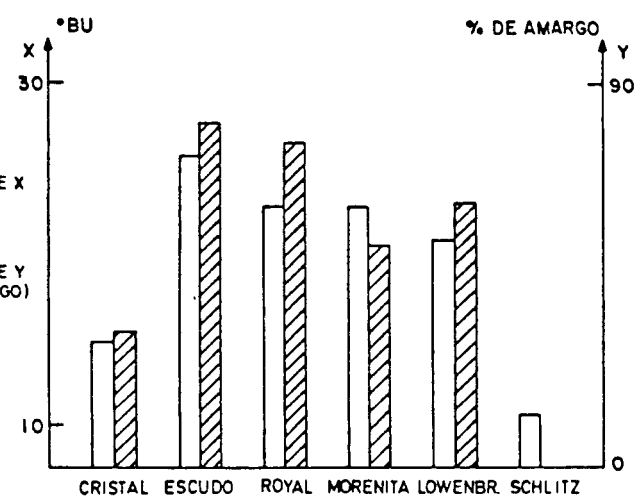


FIGURA 10

Representación gráfica de grados BU y o/o de amargo

5a SERIE DE MUESTRAS

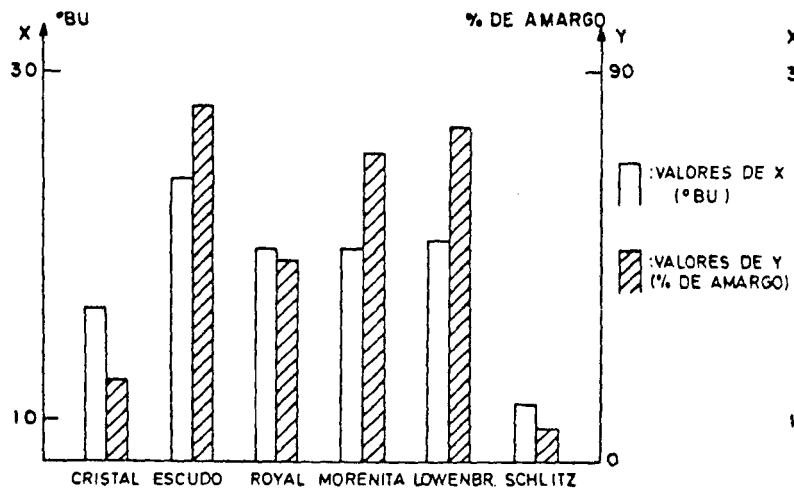


FIGURA 11

6a SERIE DE MUESTRAS

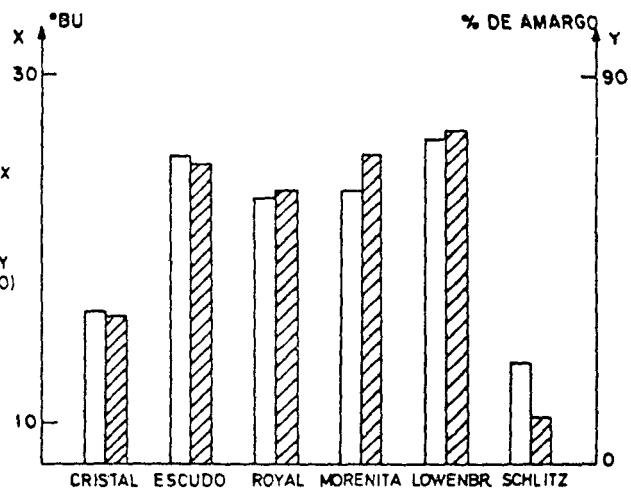


FIGURA 12

y grasas (1). Así, pues, podría pensarse que el método químico no detecta este "assamar", mientras que el panel sí puede detectarlas, por aportar sabor amargo.

La correlación de resultados es total para la cerveza Schlitz. En las cuatro marcas restantes se observó menor precisión en algunos casos aislados, probablemente debido a la poca diferencia de intensidad de sabor amargo, lo que se manifiesta en los valores determinados por el método químico. Según se comentó, estas pequeñas desviaciones no influyen notablemente en la evaluación general, como lo demuestran los gráficos de correlación y los respectivos coeficientes de correlación lineal calculados.

CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos, los autores aconsejan el empleo del método espectrofotométrico en la estimación del sabor amargo de cervezas pálidas.

En el caso de cervezas oscuras o maltas, sin embargo, el método químico no reemplaza a la evaluación sensorial del sabor amargo, entregando valores por defecto, ya que el amargo que aporta el "assamar" no es detectado por esta técnica espectrofotométrica.

SUMMARY

DETERMINATION OF THE BITTER TASTE IN BEER. CORRELATION BETWEEN THE SPECTROPHOTOMETRIC METHOD AND SENSORY EVALUATION

The correlation existing between the chemical determination and the sensory evaluation of the bitter taste in beers was studied. Six different brands were analyzed in six series of repetitions during four months (March through July). For the chemical method, the determination of BU (Bitterness Units) was used. This corresponds to the absorbance of an isooctane extract at 275 nm, previously acidified with HCl. Regarding sensory evaluation, a panel of six highly trained judges ($p < 0.05$) was formed for the detection of bitter taste. This test was carried out parallel to the former. The panelists used the descriptive test of bitter intensity in a range of 5. The correlation coefficients for each series of repetitions were calculated and later compared with the tabulated values, at the different levels of significance. A high degree of statistical significance was determined in three of the analyzed series, and significance at the 50/o level for two of the series. The remaining one showed a low correlation and was non-significant, the dark beer (malt) being the one that presented an important deviation.

It is therefore concluded that the spectrophotometric method can replace the sensory evaluation of bitter taste in pale beers, though it is not advisable for malts.

BIBLIOGRAFIA

1. Ullmann, F. Enciclopedia de la Química Industrial. Tomo X. 2a ed. Barcelona, Editorial Gustavo Gili, 1951, p. 376, 397, 424, 466.

2. de Commenge, M. & A Gerpe. Extracto de lúpulo. Obtención, estudio y aplicación en cervecería. *Ann. Bromatol.*, 22(2):131-200, 1970.
3. Kirk, R. E. & D. F. Othmer. *Encyclopedia of Chemical Technology*. Vol. III. 3th ed. New York, N. Y., John Wiley & Sons, 1978, p. 695, 699, 711.
4. Matz, S. A. *Chemistry and Technology of Cereals as Food and Feed*. Westport, Connecticut, The Avi Publishing Co., 1959, p. 536.
5. Association of Official Agricultural Chemists. *Official Methods of Analysis of the AOAC*. 13th ed. Washington, D. C., The Association, 1980, p. 170.
6. Wittig de Penna, E. *Evaluación Sensorial, una Metodología Actual para Tecnología de Alimentos*. Santiago de Chile, Talleres Gráficos USACH, 1981, p. 41-44, 58-65, 94.
7. Mecredy, J.M., J. C. Sonnemann & S. J. Lehmann. Sensory profiling of beer by a modified QDA method. *Food Technol.*, 28(11):36-41, 1974.
8. Jellinek, G. *Sensorische Lebensmittelprüfung. Lehrbuch für die Praxis*. Patensen, Alemania, D & PS Verlag, 1981, p. 31-58.
9. Jellinek, G. Introduction to a critical review of modern methods of sensory analysis (odor, taste and flavor evaluation) with special emphasis on descriptive sensory analysis (flavor profile method). *J. Nutr. Dietet.*, 1:228-231, 1964.
10. Overby, A. J. Evaluación de calidad. Publicación FAO, TR-LA74 4-S, 1974.
11. Daget, N. Sensory evaluation or sensory measurements? In: *Nestlé Research News, 1976/77*. Cesare Boella (Ed.). Lausanne, Suiza, Nestlé Products Technical Assistance Co., Ltd., 1977.
12. Kramer, A. & B. A. Twigg. *Quality Control for the Food Industry*. Vol. I. 13th ed. Westport Connecticut, The Avi Publishing Co., 1970.

CALIDAD NUTRICIONAL DE LAS PROTEINAS DE SOYA Y CASEINA, DAÑADAS TERMICAMENTE, Y DETERMINADA *in vivo* POR UN METODO ENZIMATICO¹

N. Millán², O. Brito³ y P. Hevia⁴

Departamento de Tecnología de Procesos Biológicos y Bioquímicos,
Universidad Simón Bolívar, Caracas, Venezuela

RESUMEN

Se estudió la posibilidad de usar la actividad de la enzima nucleósido fosforilasa (EC. 2. 4. 2. 1), proveniente del hígado del pollo, como un indicador de la calidad de la proteína dietaria. Para ello se indujo un deterioro a la caseína y a la proteína de soya mediante un tratamiento térmico en presencia de glucosa (121°C), de duración variable (de 10 a 40 minutos). Este tratamiento indujo pérdidas en la disponibilidad de lisina y de la calidad proteínica de la soya y de la caseína, la que se midió en pollos a través de ensayos de crecimiento (PER, NPR) o de ganancia de nitrógeno (NPU, NR).

Los resultados de estos ensayos se compararon luego con la actividad hepática de la nucleósido fosforilasa en los mismos animales. Los ensayos de ganancia de nitrógeno fueron más sensibles que los de crecimiento en detectar variaciones de calidad proteínica inducidas por el calor, e indicaron que un tratamiento térmico corto mejora la calidad de la caseína, mientras que tratamientos más prolongados la reducen, tanto en el caso de la caseína, como de la soya. La actividad de la nucleósido fosforilasa hepática fue tan sensible como los métodos de retención de nitrógeno en detectar cambios en la calidad de la proteína dietaria, y muestra un buen potencial como indicador de la calidad proteínica.

Manuscrito modificado recibido: 4-10-84.

- 1 Esta investigación fue financiada en parte por el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CONICIT), mediante la Subvención SI-1242, por el Instituto de Investigación y Desarrollo Industrial (INVEDI), y por el Decanato de Investigaciones de la Universidad Simón Bolívar.
- 2 Presentado como parte de los requisitos para optar a una Maestría en Ciencia de los Alimentos, con opción Nutrición, por la Dra. Brito, Profesora Asistente del Departamento de Biología Celular de la Universidad Simón Bolívar, Caracas, Venezuela.
- 3 Profesor Agregado del Departamento de Tecnología de Procesos Biológicos y Bioquímicos, Universidad Simón Bolívar.
- 4 Profesor Asociado del Departamento en referencia, Universidad Simón Bolívar, Apartado 80659, Caracas 1080-A, Venezuela, a quien debe dirigirse toda correspondencia referente a este artículo.

INTRODUCCION

Existen numerosos métodos biológicos para determinar la calidad proteínica de los alimentos. Tradicionalmente, éstos incluyen procedimientos basados en el crecimiento de animales experimentales, como son el índice de eficiencia proteínica, PER (1), la relación proteínica neta, NPR (2), el valor proteínico relativo, RPV (3) y otros que se basan en la ganancia de nitrógeno, tales como el valor biológico, BV (4), y la utilización proteínica neta, NPU (5). Sin embargo, estos métodos son inadecuados, principalmente debido a que la obtención de resultados requiere tiempos de experimentación largos (de 10 a 28 días), el tamaño de la muestra problema es grande y su costo es elevado.

Por estas razones, el presente trabajo tuvo como objetivo investigar la factibilidad de aplicar un método para determinar la calidad proteínica, que se base en la determinación de la actividad de la enzima púrica nucleósido fosforilasa proveniente del hígado, en pollos.

Hevia y Clifford (6, 7) en estudios previos establecieron mediante una serie de experimentos, que cuando se incrementaba el consumo de un aislado de soya en pollos, aumentaba la excreción de ácido úrico, así como las actividades de las enzimas nucleósido fosforilasa, xantina dehidrogenasa, y adenilato succinato sintetasa. Además, en esos experimentos la excreción de ácido úrico y la actividad enzimática correlacionó alta e inversamente con el índice de eficiencia proteínica (PER) de las mismas dietas.

Por estas razones, en el trabajo objeto de este artículo se estudió la respuesta de la nucleósido fosforilasa a cambios en la calidad de la proteína dietaria y su correlación con indicadores tradicionales de calidad proteínica como el PER, NPR, NPU y la retención de nitrógeno.

La novedad de este trabajo con respecto a los estudios ya citados (6, 7) es que la eficiencia de la proteína dietaria no se modificó con el simple aumento de la concentración de la proteína en la dieta, sino que se usaron proteínas de diferentes calidad incorporadas a la dieta a una misma concentración. Así, el factor determinante de la inducción enzimática fue la calidad proteínica y no su cantidad en la dieta como en los estudios citados.

Las proteínas utilizadas fueron la caseína o un aislado de soya, cuya calidad se modificó por medio de un tratamiento térmico, realizado en presencia de glucosa. Este tratamiento induce la producción de complejos carbohidrato-aminoácidos, conocidos como compuestos de Maillard (8). Los aminoácidos que participan en la formación de estos complejos pierden su disponibilidad nutritiva y por lo tanto la calidad de la proteína así tratada disminuye (9). Uno de los aminoácidos más afectados por este proceso es la lisina (10). Es por ello que la pérdida en la disponibilidad de este aminoácido se usa normalmente para detectar el deterioro térmico de los alimentos proteínicos (9, 10).

Por último, la calidad de la proteína de soya y la caseína, con y sin tratamiento térmico de severidad variable, se determinó en pollos, aplicando los métodos de PER, NPR, NPU y de retención de nitrógeno. Los resultados de estos ensayos se compararon luego con la actividad de la nucleósido fosforilasa en los mismos ejemplares.

METODOS

Tratamiento Térmico

Con el fin de reducir la calidad proteínica de la caseína, se prepararon mezclas de caseína y glucosa (1:1) las que se trataron térmicamente en vasos de precipitar (bloques de 10.5 cm diámetro x 14.0 cm de altura) a 121°C durante 0, 10, 20 y 40 minutos. Las mezclas molidas y tamizadas se incorporaron a la dieta basal tal como se indica en la Tabla 1.

TABLA 1
COMPOSICION DE LA DIETA BASAL

	o/o
Proteína ¹ :glucosa (1:1)	39.7
Almidón de maíz	47
Aceite de maíz	4
Minerales ²	3.5
Vitaminas ²	2
Ca ₂ HPO ₄ .2H ₂ O	3.5
Metionina	0.3

- 1 La proteína fue caseína o soya (ICN - Pharmaceuticals) con 84.9 y 82.7% de proteína, respectivamente.
- 2 Las mezclas de vitaminas y minerales se describen en la referencia (12).

A estas mezclas se les determinó la calidad proteínica, usando pollos, en el Experimento 1. Como los resultados de este ensayo indicaron que el tratamiento térmico no había producido un deterioro de la calidad proteínica tan severo como se esperaba, se calentaron mezclas de caseína:glucosa (1:1) y de soya:glucosa (1:1) en capas de 24.5 cm de ancho x 2.5 cm de alto y 30 cm de largo en bandejas pyrex, a 121°C por 0, 10, 20 y 40 minutos. Luego, las mezclas se homogeneizaron cada 10 min durante el calentamiento para producir un deterioro uniforme en toda la mezcla. Las mezclas molidas y tamizadas se incorporaron a la dieta que se detalla en la Tabla 1, usándose estas mezclas en el Experimento 2.

Experimento 1

Se acondicionaron con pollarina, durante una semana, 28 pollos macho (Warren) de 10 días, adquiridos en una incubadora local. Luego se distribuyeron al azar en jaulas individuales provistas de bombillos de 100 vatios y se separaron en cuatro grupos de siete pollos cada uno, suministrándose a cada grupo una de las mezclas calentadas ya descritas, incorporadas a la dieta basal (Tabla 1).

Los pollos tuvieron libre acceso al agua y las dietas también las consu-

mieron *ad libitum*, registrándose diariamente el consumo de alimento, y el crecimiento cada tres días, para las determinaciones del índice de eficiencia proteínica (PER).

Experimento 2

En este caso se usaron 63 pollos macho (Warren), de ocho días de edad, adquiridos igualmente en una incubadora local, y acondicionándose por una semana con pollarina. Durante este período se vacunaron con virus atenuado de New Castle y se les suministró terramicina (1 g/lit) en el agua de bebida, para evitar posibles infecciones. Luego se distribuyeron al azar en nueve grupos de siete pollos cada uno, los que se alojaron en jaulas provistas con bombillos de 100 vatios. A cada grupo se le asignó una de las ocho mezclas calentadas, ya descritas. Se incluyó, además, un grupo que consumió una dieta libre de proteína.

A los pollos se les suministró alimento y agua *ad libitum* por el término de 14 días, registrándose diariamente el consumo de alimento por grupo, y el incremento de peso individual cada tres días. Al final del experimento los pollos fueron sacrificados por dislocación cervical; se extrajeron los hígados, y se congelaron a -20°C .

El carcás con plumas se dividió longitudinalmente en dos secciones aproximadamente iguales, y en una de éstas se determinó nitrógeno corporal para establecer el nitrógeno retenido. Se determinó la actividad de la nucleósido fosforilasa en los hígados, aproximadamente 30 días después de colectados.

En estos pollos se determinaron los siguientes indicadores de calidad: PER, NPR, NPU, y nitrógeno retenido.

Técnicas Analíticas

El contenido de lisina disponible de las mezclas caseína:glucosa o soya:glucosa, con y sin calentamiento, se determinó esencialmente en la forma descrita por Kakade y Liener (11). La concentración de nitrógeno corporal fue establecida usando una modificación del método de Shahinian y Reinhold (12), propuesto para determinar nitrógeno en suero. Para este propósito las muestras corporales se predigirieron en 50 ml de H_2SO_4 concentrado, y se calentaron en matraces Kjeldahl hasta que el tejido se disolvió formándose una suspensión homogénea (aproximadamente 10 minutos).

La suspensión se llevó a 500 ml con agua, y se digirió una alícuota (150 μl) con 1 ml de la mezcla de digestión propuesta en la referencia original en tubos de ensayo (150 x 16 mm) dispuestos en bloques de aluminio, calentados en una plancha a 450°C . El amoníaco formado se determinó con la reacción de indofenol, esencialmente como lo describe la referencia original.

La nucleósido fosforilasa se midió esencialmente en un homogeneizado de hígado, según el procedimiento de Hevia y Clifford (7). Dado que la actividad de esta enzima depende del consumo de nitrógeno (7), —y en vista de que, a pesar de ser la concentración de proteína en la dieta, la misma, en todos los casos se detectaron diferencias en cuanto a consumo— la actividad de la enzima se dividió por el nitrógeno consumido. La

actividad de la nucleósido fosforilasa se definió como μ moles de ácido úrico formado por gramo de hígado, por hora.

Todos los resultados se analizaron estadísticamente usando el análisis de varianza (13), y las medias se compararon mediante el método de los rangos múltiples de Duncan (14). El nivel de confiabilidad para significancia estadística se fijó en ambos casos en 95%.

RESULTADOS Y DISCUSION

Experimento 1

El propósito de este experimento fue establecer las condiciones en que debían calentarse mezclas de caseína:glucosa (1:1) para inducir reducciones crecientes en sus niveles de lisina disponible y en su calidad proteínica, medida en pollos por el método del PER. Los resultados revelaron que el calentamiento de estas mezclas a 121°C durante 10 minutos, no indujo una reducción detectable en lisina disponible, y que al aumentar este tiempo a 20 y 40 minutos, las pérdidas en la disponibilidad de este aminoácido fueron de sólo 7.6 y 15.4%, respectivamente.

En la Tabla 2 se detalla el peso inicial, el consumo de alimento y la ganancia ponderal de los pollos alimentados con dietas elaboradas con estas mezclas calentadas. Se muestran también los resultados de eficiencia proteínica (PER) de la caseína presente en estas mezclas después de calentar por el término de 0, 10, 20 y 40 minutos. De acuerdo con los hallazgos de disponibilidad de lisina ya descritos, los datos indican que el aumento del tiempo de calentamiento de 10 a 40 minutos no redujo ni el crecimiento ni el consumo de alimento de los pollos alimentados con estas mezclas, ni el PER de la caseína en las mismas. Sin embargo, los datos en la Tabla muestran claramente que los pollos que consumieron las dietas calentadas, comieron y crecieron más que los que recibieron la dieta control, sin calentar. Esto sugiere que, en el caso de estos pollos, la calidad de la caseína mejoró con el calentamiento. De acuerdo con este hallazgo, los valores de PER de la caseína calentada tanto durante 10, 20 ó 40 minutos, fue mayor que los de la caseína sin calentar.

Estas diferencias en PER, sin embargo, no fueron estadísticamente significativas. Es posible que esta falta de significancia estadística haya resultado de una magnificación de los errores asociados con las mediciones de crecimiento y con el consumo de proteínas, ya que el PER es el cociente entre estos dos factores. Otra posibilidad es que el PER no haya sido lo suficientemente sensible como para detectar pequeños cambios en la calidad de la caseína, asociados con el calentamiento. Como se verá más adelante, los resultados del Experimento 2 apoyan esta posibilidad.

Una posible explicación de este sorpresivo mejoramiento de la calidad de la caseína, asociado con un calentamiento moderado, se relaciona con la observación de que un exceso de lisina en dietas suministradas a pollos, afecta negativamente tanto el consumo de alimentos como el crecimiento (15). Este efecto se debe al antagonismo existente entre los aminoácidos lisina y arginina. Así, en dietas que contienen un exceso de lisina, aumentan los requerimientos de arginina del pollo que, por ser una especie uricotelica, no sintetiza este aminoácido.

TABLA 2

PESO INICIAL, CONSUMO, GANANCIA DE PESO E INDICE DE EFICIENCIA PROTEINICA (PER), EN POLLOS¹ QUE CONSUMIERON MEZCLAS DE CASEINA:GLUCOSA (1:1) CALENTADAS DURANTE 0, 10, 20 ó 40 MINUTOS A 121°C
(Experimento 1)

Tiempo de calentamiento (minutos)	0	10	20	40
Peso inicial (g)	105.0± 7.3 ^a	109.5± 5.0 ^a	110.1± 6.9 ^a	109.4± 1 ^a
Consumo (g/15 días)	273.8±21.8 ^a	366.5±16.5 ^b	327.1±40.6 ^b	354.1±33.8 ^b
Ganancia de peso (g/15 días)	75.5±15.6 ^a	124.2±15.3 ^b	110.2±27.2 ^b	123.7± 26.0 ^b
PER	1.4± 0.3 ^a	1.8±0.16 ^a	1.7± 2 ^a	1.8± 0.2 ^a

1 Los pollos (Warren) consumieron durante 15 días las dietas que contenían las mezclas de caseína:glucosa (1:1) calentadas por 0, 10, 20 ó 40 minutos.

Los valores en la Tabla representan las medias, y el error estándar de siete pollos. Las medias en la misma línea horizontal, con letras diferentes, son estadísticamente diferentes al 95% de confiabilidad, de acuerdo con el método de rangos múltiples de Duncan.

De acuerdo con esta observación en cuanto a los requerimientos del pollo, la caseína es deficiente en arginina y contiene un exceso de lisina. Además, otros estudios con pollos alimentados con caseína no suplementada con arginina, han revelado cierta depresión en la velocidad del crecimiento (15, 16). Así, en base a estas observaciones, es posible que el aumento de consumo de alimento y crecimiento, detectados en los pollos que consumieron las dietas calentadas, se deba a que el calentamiento —al reducir los niveles de lisina disponible— mejore el aprovechamiento de la arginina, aliviando así el antagonismo entre estos dos aminoácidos.

Los datos en cuanto a pérdida de lisina de las dietas usadas en este experimento inicial, sugirieron, además, la necesidad de intensificar las condiciones de calentamiento, a modo de obtener mezclas de proteína: glucosa con un menor contenido de lisina disponible que el de estas dietas. Las proteínas en cuestión, así degradadas, se usarían entonces en estudios de calidad, a realizar en pollos, aplicando el método propuesto en el presente trabajo, en el que se usa la inducción de la enzima púrica nucleósido fosforilasa como un indicador de la calidad proteínica.

Por esta razón, en el experimento siguiente las mezclas de proteína: glucosa se calentaron en capas delgadas, tal como se describe en la Sección de "Métodos". Se consideró importante también determinar la lisina disponible directamente en la mezcla proteína:glucosa y no en las dietas, debido a que el alto contenido de almidón de las últimas interfiere con la determinación (11).

Experimento 2

Este segundo experimento tuvo como objetivo comparar el valor predictivo de la nucleósido fosforilasa hepática con el de los ensayos tradicionales de determinación de calidad proteínica (PER, NPR, NPU y retención de nitrógeno) en establecer el deterioro térmico de dietas elaboradas a base de soya: glucosa, y de caseína: glucosa (1:1).

Se incluyó la soya en este experimento con el fin de profundizar conocimientos relativos al efecto benéfico que el calentamiento ejerce sobre la calidad de la caseína, observado en el experimento anterior. En el Experimento 1 se concluyó que éste resulta de un aumento en la relación arginina/lisina de esta proteína, debido a que el calentamiento reduce la disponibilidad de la lisina que contiene.

En el caso de la proteína de soya, donde la relación entre estos aminoácidos es más del doble que el de la caseína (arg/lis de soya = 2.1, arg/lis de caseína = 0.87) (17), este mejoramiento asociado con el calentamiento moderado no debería producirse.

Según se observa en la Figura 1, con las modificaciones en el espesor de la película de las mezclas glucosa:proteína y el mezclamiento esporádico de las muestras durante el calentamiento, el tratamiento térmico fue efectivo en cuanto a reducir el contenido de lisina disponible, tanto en la

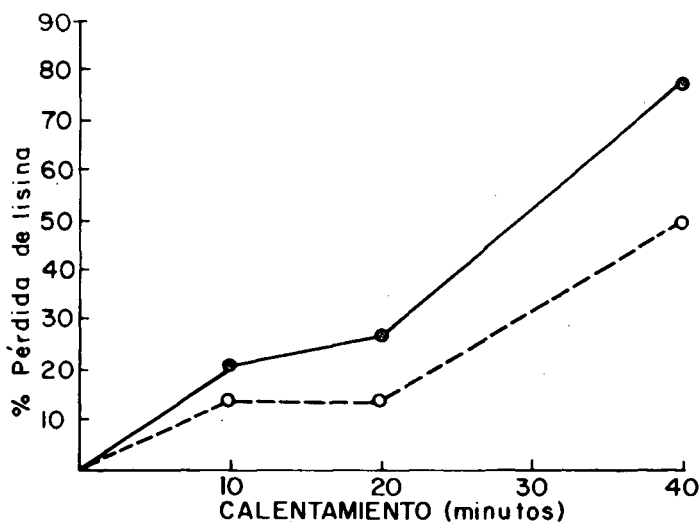


FIGURA 1

Pérdidas de lisina disponible, asociadas con el calentamiento de mezclas de caseína: glucosa (●—●) o soya: glucosa (○—○) (1:1) en el Experimento 2. Las mezclas se calentaron en autoclave a 121°C durante 0, 10, 20 ó 40 minutos, en bandejas de 30 cm de largo, 24.5 cm de ancho, y 2.5 cm de altura. Luego se homogeneizaron cada 10 minutos

soya como en la caseína. Así, aplicado en esta forma, el calentamiento más severo (40 min) indujo pérdidas de lisina disponible que en la caseína alcanzaron casi 80^o/o. Estas pérdidas, usando la modalidad descrita en el Experimento 1, sólo alcanzaron el valor de 15.4^o/o. No obstante, este deterioro se produjo casi exclusivamente después de los primeros 20 min de calentamiento, ya que antes la caseína perdió sólo 28^o/o, y la soya 12^o/o de la lisina disponible original, tal y como muestra la Figura 1. La mayor susceptibilidad de la lisina de la caseína que la de la soya en perder su disponibilidad en respuesta al tratamiento térmico se observó consistentemente en todos los tiempos de calentamiento.

De acuerdo con los resultados descritos en la Tabla 3, se aprecia que el tratamiento térmico de las mezclas de caseína:glucosa o de soya:glucosa menores de 20 min no afectaron el crecimiento ni el consumo de alimento de los pollos. Al aplicar tratamientos de 40 min, sin embargo, se produjo un descenso en el consumo y crecimiento, que fue substancial en el caso de la proteína de soya, y dramática en el caso de la caseína.

El efecto del calentamiento sobre la calidad proteínica de la caseína y la soya, medida por medio de las técnicas del PER (A), NPR, (B), NPU (C) y la retención de nitrógeno (D), se observa en la Figura 2. De su examen se desprende que los dos métodos usados para determinar la calidad proteínica, basados en las variaciones de crecimiento (PER y NPR), indicaron que ni la calidad de la soya ni la de la caseína varió con un calentamiento de 0 a 20 minutos. Esta calidad se redujo sólo con el calentamiento de 40 min, siendo la reducción más severa para la caseína que para la soya.

Estos resultados, que se basan en ensayos de crecimiento, parecen contradecir las conclusiones del experimento anterior en el que se postuló un efecto benéfico del tratamiento térmico moderado, en la calidad de la caseína. La Figura 2 (C) y (D), que ilustra gráficamente las variaciones en la calidad proteínica de la caseína y de la soya, asociadas con el calentamiento pero determinadas con métodos que miden la ganancia de nitrógeno en vez del crecimiento, señalan que esto no fue así. Según las gráficas, la utilización proteínica neta (NPU) de la caseína calentada por 10 min, fue el doble de la caseína exenta de calentamiento. Al mismo tiempo, el calentamiento durante 10 y 20 min aumentó la retención de nitrógeno asociada con el consumo de caseína en cuatro y dos y media veces, respectivamente.

En contraste con estos resultados, y apoyando la hipótesis aquí planteada, la calidad de la proteína de soya no mejoró con el tratamiento térmico, independientemente del método usado para medirla.

La Figura 3 (A, B, C y D) —que muestra la forma en que la reducción de lisina disponible (inducida por el calor) afectó la calidad proteínica de la caseína y la soya— ilustra aún más claramente cómo la calidad de estas dos proteínas respondió de manera diferente a los cambios de disponibilidad de dicho aminoácido. Así, tanto el PER, como la NPR y NPU, al igual que la retención de nitrógeno de la soya, disminuyeron al aumentar las pérdidas de lisina disponible. Esta reducción no fue substancial, con pérdidas de lisina disponible de hasta 25^o/o, pero sí fue significativa cuando esa pérdida alcanzó 50^o/o. En contraste, la NPU y la retención de nitrógeno medidas en los pollos que consumieron caseína, aumentaron considerablemente, con una reducción en la disponibilidad de la lisina de 20^o/o, aproximadamente. Esta diferencia en respuesta al tratamiento

TABLA 3

PESO INICIAL, CONSUMO Y GANANCIA DE PESO EN POLLOS¹ QUE CONSUMIERON MEZCLAS DE CASEÍNA:GLUCOSA (1:1) Y SOYA:GLUCOSA (1:1), CALENTADAS DURANTE 0, 10, 20 ó 40 MINUTOS A 121°C

(Experimento 2)

Proteína	Soya				Caseína			
	0	10	20	40	0	10	20	40
Tiempo de calentamiento (min)								
Peso inicial (g)	103.2 ^a ± 5.0	99.1 ^a ± 3.5	97.3 ^a ± 6.7	101.0 ^a ± 4.3	100.6 ^a ± 6.9	96.8 ^a ± 7.3	98.8 ^a ± 8.0	101.0 ^a ± 5.7
Ganancia de peso (g/15 días)	58.7 ^a ± 6.4	64.7 ^a ± 5.5	59.0 ^a ± 2.5	8.6 ^b ± 0.9	54.8 ^a ± 10.1	48.0 ^a ± 5.3	55.7 ^a ± 6.8	18.6 ^c ± 1.3
Consumo (g/15 días)	252.7	270.4	266.6	194.7	244.9	224.8	234.9	145.6

1 Los pollos (Warren), consumieron las dietas que contenían las mezclas de caseína:glucosa (1:1) o soya:glucosa (1:) durante 15 días.

Los valores en la Tabla representan las medias y el error estándar de siete pollos.

Las medias en la misma línea horizontal con letras diferentes son estadísticamente diferentes al 95% de confiabilidad, de acuerdo con el método de rangos múltiples de Duncan.

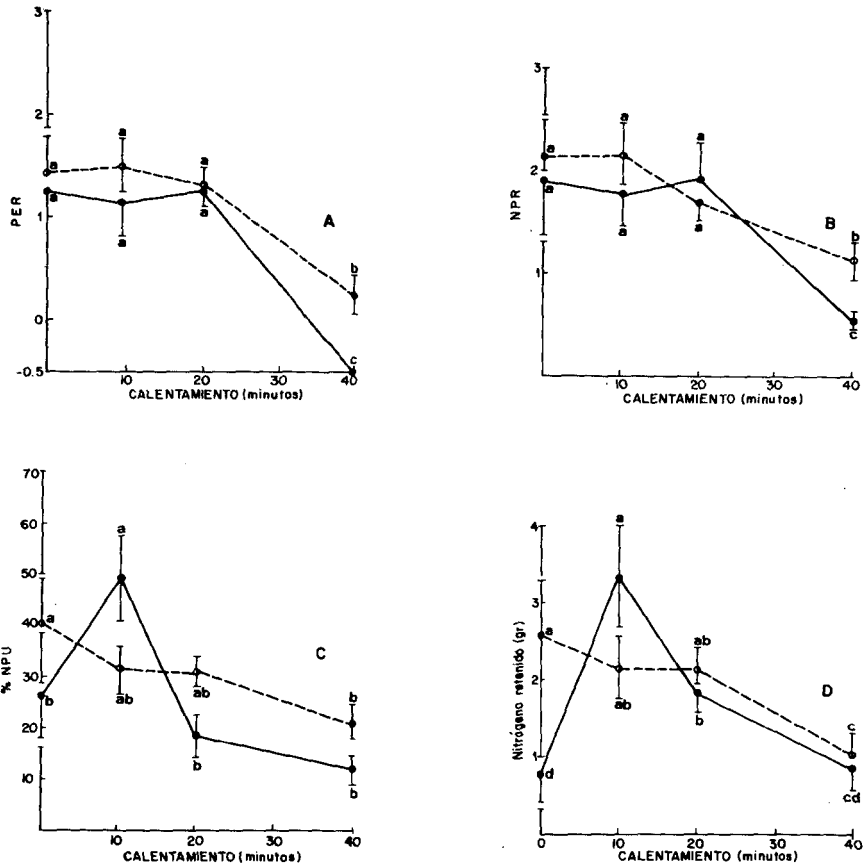


FIGURA 2

Efecto del tratamiento térmico en la calidad proteínica de mezclas caseína:glucosa (●—●)¹ y soya:glucosa (○- - ○), medida en pollos² por medio de los métodos de PER, NPR, NPU y de retención de nitrógeno (Experimento 2)

- 1 Los símbolos representan la media y el error estándar de siete pollos. Las medias con letras diferentes son estadísticamente diferentes al 95% de confiabilidad, de acuerdo al método de rangos múltiples de Duncan.
- 2 Los pollos (Warren), consumieron las dietas elaboradas en base a caseína:glucosa (1:1) o soya:glucosa (1:1), calentadas a 121°C durante 0, 10, 20 ó 40 minutos, por el término de 15 días.

térmico de dos proteínas con diferente cociente arginina/lisina, apoyan la hipótesis de que los pollos aprovecharon mejor la caseína calentada por tiempos cortos que la no calentada. Ello se debe a que al reducirse la dis-

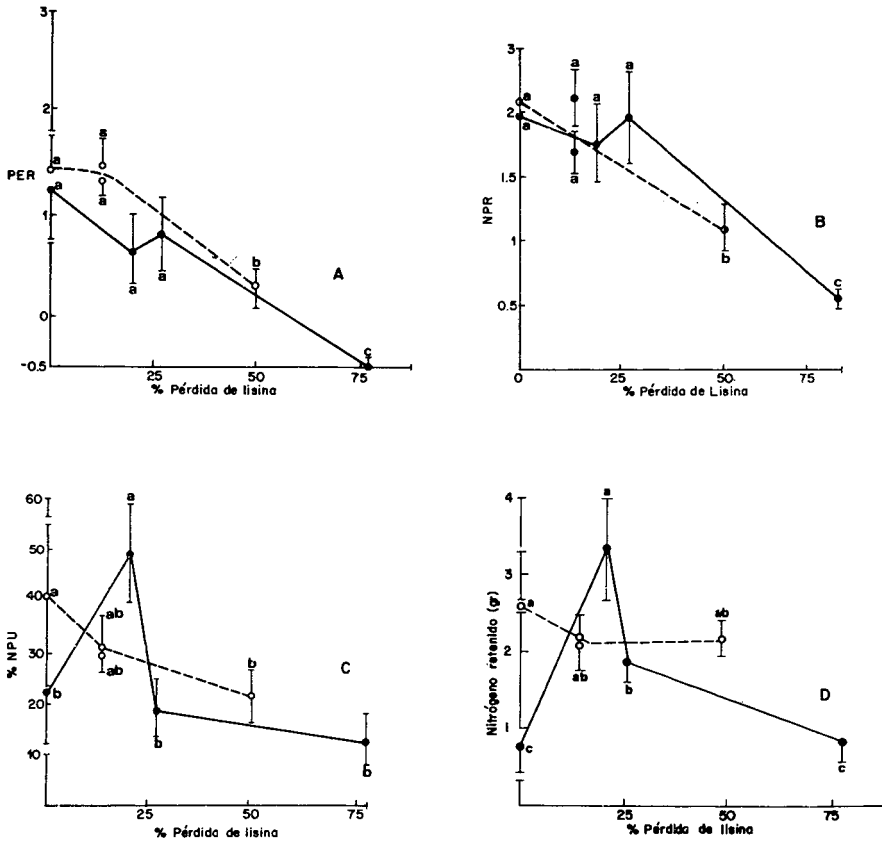


FIGURA 3

Relación entre las pérdidas de lisina ocasionadas por el calentamiento de mezclas caseína:glucosa (●—●)¹ o soya:glucosa (○--○) y la calidad proteínica de las mismas, medidas en pollos² por los métodos de PER, NPR, NPU y de retención de nitrógeno (Experimento 2)

- Los símbolos representan el punto de corte de la media de la calidad proteínica medida en siete pollos, y la determinación de lisina disponible, realizada por triplicado en las mezclas de soya:glucosa, o de caseína:glucosa (1:1). El error graficado corresponde al error estándar de la determinación de calidad proteínica. Los símbolos con letras diferentes son estadísticamente diferentes al 95% de confiabilidad de acuerdo al método de rangos múltiples de Duncan.
- Los pollos (Warren) consumieron las dietas en base a caseína:glucosa (1:1) o soya:glucosa (1:1), calentadas a 121°C durante 0, 10, 20 ó 40 min, por el término de 15 días.

ponibilidad de la lisina en la caseína su cociente arginina/lisina disponible aumentó, aliviando así el antagonismo entre estos dos aminoácidos.

Es importante destacar que Kratzer *et al.* (18) también informaron que al mezclar caseína calentada con caseína sin calentar, la eficiencia alimentaria de esta proteína aumentaba. Asimismo, dichos autores postularon que ello podría deberse a un alivio en el antagonismo lisina:arginina que afecta a los pollos, debido a la esencialidad de la arginina para esta especie.

El efecto del tratamiento térmico de las proteínas de soya y caseína sobre la actividad de la nucleósido fosforilasa hepática de los pollos que consumieron estas proteínas calentadas con glucosa, se aprecia en la Tabla 4. Según muestran los datos, la actividad de esta enzima no varió en los hígados de los pollos que consumieron la soya calentada de 0 a 20 minutos, pero aumentó 2.5 veces al prolongar el calentamiento a 40 minutos. Esta respuesta de la actividad de la nucleósido fosforilasa al calentamiento de la soya concuerda con las variaciones en su calidad proteínica que se ilustra en las Figuras 2 y 3, y con los resultados de Hevia y Clifford (13). Dichos investigadores indicaron que una reducción en el PER está asociada con un aumento en la actividad de esta enzima.

TABLA 4

ACTIVIDAD HEPÁTICA DE LA NUCLEOSIDO FOSFORILASA DEL HIGADO DE POLLOS¹ QUE CONSUMIERON DIETAS ELABORADAS A BASE DE CASEINA:GLUCOSA (1:1) Y SOYA:GLUCOSA (1:1) CALENTADAS, Y GANANCIA DE NITROGENO DE LOS QUE CONSUMIERON LAS DIETAS BASADAS EN CASEINA:GLUCOSA (1:1)

(Experimento 2)

	Tiempo de calentamiento (minutos)			
	0	10	20	40
<i>Actividad enzimática</i> ²				
Soya	89.5±36.5 ^a	65.2±26.6 ^a	88.2±19.2 ^a	221.1±26.5 ^b
Caseína	225.8±26.7 ^a	152.2±29.8 ^b	97.8±35.1 ^b	317.9± 4.4 ^a
<i>Ganancia de nitrógeno</i> (g/15 días)				
Caseína	0.77± 0.3 ^a	3.3±0.7 ^b	1.9±0.3 ^c	0.85±0.3 ^a

1 Los pollos (Warren), consumieron las dietas que contenían las mezclas de caseína: glucosa (1:1) o de soya:glucosa (1:1) durante 15 días. Los valores en la Tabla representan las medias y el error estándar de siete pollos. Las medias en la misma línea horizontal, con letras diferentes, son estadísticamente diferentes al 95% de confiabilidad, de acuerdo con el método de rangos múltiples de Duncan.

2 $\frac{\mu\text{moles de ácido úrico producido/g de hígado/hora}}{\text{g de N consumido/día}}$

Los datos en la Tabla 4 revelan, además, que la respuesta de la actividad hepática de la nucleósido fosforilasa al consumo de caseína calentada, fue diferente al observado con la soya. Así, en el hígado de los pollos que consumieron la caseína sin calentar, se detectó una actividad enzimática mucho más alta que en los pollos que consumieron la soya sin calentar. Esta actividad disminuyó con el aumento en el tiempo de calentamiento de la caseína hasta 20 minutos, y luego se incrementó substancialmente cuando el tratamiento alcanzó 40 minutos.

En la Tabla 4 se incluye, además, la retención de nitrógeno de estos mismos pollos. Puede observarse que cada vez que se detectó un aumento en la actividad enzimática de los pollos que consumieron caseína, éste coincidió con una reducción en la retención de nitrógeno. La utilización proteínica neta (NPU) determinada en estos mismos pollos (Figura 2 C), también muestra la misma tendencia.

Estos resultados indican, pues, que la actividad hepática de la nucleósido fosforilasa reflejó muy bien los cambios en la calidad proteínica de la soya asociados con el tratamiento térmico y medidos por cualquiera de los métodos utilizados en nuestro estudio. En el caso de la caseína, en cambio, la actividad de esta enzima correlacionó mejor con los métodos que miden calidad proteínica, pero que se basan en la ganancia de nitrógeno.

Los resultados de un estudio de correlación entre la calidad proteínica de la proteína de soya y la caseína medidos por los métodos tradicionales aplicados en nuestro caso, y la actividad hepática de la nucleósido fosforilasa que se muestra en la Tabla 5, ilustra mejor estas observaciones. Es aparente que en el caso de la soya tratada térmicamente, la correlación entre la actividad de la nucleósido fosforilasa y todos los métodos usados aquí para determinar la calidad proteínica fue alta, con un rango entre 0.70 y 0.98. En el caso de la caseína, en cambio, los métodos basados en el crecimiento como son el PER y la NPR, correlacionaron mal con la actividad enzimática ($r = -0.21$ y $r = -0.20$, respectivamente), pero los procedimientos basados en la ganancia de nitrógeno, la NPU y la retención de nitrógeno, por ejemplo, correlacionaron mucho mejor con un coeficiente de correlación de -0.63 y -0.82 , respectivamente.

Este comportamiento anómalo de la caseína concuerda con la observación que sólo los métodos basados en la ganancia de nitrógeno detectaron el mejoramiento de calidad de esta proteína, asociado con el tratamiento térmico. Así, como lo muestra la Figura 2 (C) y (D), la calidad de la caseína sin calentar, determinada por estos métodos, fue tan mala como la de la tratada térmicamente por 40 min, y aunque esto no lo detectaron ni el PER ni la NPR, sí lo detectó la enzima. Por esta razón, al eliminar del análisis de correlación los pollos que consumieron caseína, la correlación entre la calidad proteínica medida con los procedimientos basados en el crecimiento (PER, NPR) y la actividad enzimática, aumentó considerablemente (valores con asteriscos en la Tabla 5). Esto indica que la actividad de la nucleósido fosforilasa en pollos puede reflejar bien la calidad proteínica de la dieta que consumen.

Los resultados de estos experimentos destacan, por una parte, que el tratamiento térmico moderado de la caseína, puede mejorar la calidad proteínica, debido a un descenso en la disponibilidad de la lisina, y un alivio en el antagonismo lisina-arginina que afecta a los pollos. Por otra parte, los hallazgos indican que la actividad hepática de la nucleósido fos-

TABLA 5

COEFICIENTE DE CORRELACION LINEAL (r) ENTRE LA ACTIVIDAD HEPATICA DE LA NUCLEOSIDO FOSFORILASA¹ Y LOS INDICADORES DE CALIDAD PROTEINICA PER, NPR, NPU Y NITROGENO RETENIDO MEDIDOS EN LOS POLLOS² DEL EXPERIMENTO 2

Proteína	Indice de calidad proteínica	(r)
Soya	PER	-0.96
	NPR	-0.98
	NPU	-0.70
	Nitrógeno retenido (g)	-0.86
Caseína	PER	-0.21
	PER ³	-0.64*
	NPR	-0.20
	NPR ³	-0.95*
	NPU	-0.63
	Nitrógeno retenido (g)	-0.82

1 $\frac{\mu\text{moles de ácido úrico producido/g de hígado/hora}}{\text{g de N consumido/día}}$

2 Los pollos (Warren), consumieron las dietas que contenían las mezclas de caseína: glucosa (1:1) calentadas durante 0, 10, 20 ó 40 minutos, por el término de 15 días.

* Excluye tiempo 0 min, ya que ni el PER ni la NPR detectaron la mala calidad de la caseína sin calentar.

forilasa constituye, al parecer, un buen potencial para la predicción de la calidad de alimentos proteínicos. De estos experimentos se desprende, además, que aun cuando la caseína es la proteína que usualmente se usa como referencia para determinar la calidad proteínica en ratas, no es adecuada cuando el animal experimental utilizado es el pollo.

Debido a que el método enzimático aquí en estudio, reveló cierto potencial como un sistema alternativo a los métodos de uso tradicional para determinar la calidad proteínica es conveniente continuar evaluándolo. En base a la principal crítica que afecta a los métodos tradicionales, un área que es esencial explorar en relación al método enzimático es establecer si los resultados pueden obtenerse en tiempos más cortos que los utilizados en el trabajo aquí comentado.

SUMMARY

NUTRITIONAL QUALITY OF SOY AND CASEIN PROTEINS, THERMICALLY DAMAGED, AND DETERMINED BY AN *in vivo* ENZYMATIC METHOD

In this study, the potential of the hepatic activity of the enzyme nucleoside

phosphorylase (E. C. 2.4.2.1) as an indicator of dietary protein quality was tested in chickens. For this purpose, a thermal damage of increasing severity was induced on the proteins of casein and soy by heating them in an autoclave (121°C) for 10 to 40 minutes in the presence of glucose. These treatments resulted in variable losses of available lysine, measured chemically, and protein quality, measured by growth assays (PER and NPR) or assays based on nitrogen gained (NPU and nitrogen retained) with chickens. These measurements were then compared with the hepatic activity of the nucleoside phosphorylase measured in the same chicks. The data revealed that the NPU and nitrogen retained procedures were more sensitive than PER or NPR in detecting changes in the protein quality associated with a heat treatment. Moreover, NPU, nitrogen retained and the activity of nucleoside phosphorylase showed that a mild heat treatment of casein, improved the quality of this protein. More prolonged heat treatments, however, caused a reduction in the quality of soy or casein protein as determined by all the methods for measuring protein quality used here, including the enzymatic method. The high correlation coefficients found in this study between the enzymatic method and those based on nitrogen gain or growth, indicate that this method may have a potential as a predictor of the quality of dietary protein.

BIBLIOGRAFIA

1. Osborne, T. B., L. B. Mendel & E. L. Ferry. A method of expressing numerically the growth value of proteins. *J. Biol. Chem.*, 37:223-229, 1919.
2. Bender, A. E. & D. S. Miller. A new brief method of estimating net protein value. *Biochem. J.*, 53:vii, 1953.
3. Samonds, K. W. & D. M. Hegsted. *Evaluation of Proteins for Humans*. C. E. Bodwell (Ed.). Westport, Conn., The Avi Publishing Co., 1975, p. 68-80.
4. Mitchell, H. H. A method of determining the biological value of protein. *J. Biol. Chem.*, 58:873-922, 1924.
5. Bender, A. E. & D. H. Doell. Note on the determination of net protein utilization by carcass analysis. *Brit. J. Nutr.*, 11:138, 1957.
6. Hevia, P. & A. J. Clifford. Protein intake, uric acid metabolism and protein efficiency ratio in growing chicks. *J. Nutr.*, 107:959-964, 1977.
7. Hevia, P. & A. J. Clifford. Chicken hepatic purine enzyme activities in relation to the quality of dietary protein. *Nutr. Repts. Internat.*, 6:825-830, 1977.
8. Maillard, L. C. Action des acides aminés sur les sucres. Formation des melanoïdines par voie methodologique. *C. R. Acad. Sci.*, 154:66, 1912.
9. Carpenter, K. J. Estimation of the available lysine in animal protein foods. *Biochem. J.*, 77:604-610, 1960.
10. Mitchell, H. H. & R. J. Block. Some relations between the amino acid contents of proteins and their nutritive values for the rat. *J. Biol. Chem.*, 163:599, 1946.
11. Kakade, M. L. & E. F. Liener. Determination of available lysine in proteins. *Anal. Biochem.*, 27:273, 1969.
12. Shahinian, S. & P. Reinhold. Application of the phenol-hypochlorite reaction to measurement of ammonia concentration in Kjeldahl digest of serum and various tissues. *Clin. Chem.*, 17:1077, 1971.
13. Daniel, W. W. *Biostatistics: A Foundation for Analysis in the Health Sciences*. New York, N. Y., John Wiley & Sons, Ltd., 1978.
14. Duncan, D. B. Multiple range and multiple F test. *Biometrics*, 11:1-6, 1955.
15. Jones, J. D. Lysine toxicity in the chick. *J. Nutr.*, 73:107, 1964.

16. Statter, M. Competitive interrelationship between lysine and arginine in rat liver under normal conditions and in experimental hyperammonemia. *Life Sci.*, **22**: 2097-2101, 1978.
17. U. S. Department of Agriculture. Home Economics Research. **Amino Acid Content of Foods**. Report No. 4, 1968.
18. Kardivel, R. & F. H. Kratzer. Effect of heating casein and glucose on the growth and development of chicks. *Nutr. Repts. Internat.*, **24**:379-387, 1981.

**EFFECTO DEL FORMALDEHIDO EN LA PROTECCION DE
PROTEINAS DEL ENSILAJE DE LA PLANTA DE CACAHUATE**
(*Arachis hypogaea*)¹

*Leonor Sanginés G.*², *Carlos Corrales E.*² y *Fernando Pérez-Gil Romo*³

Instituto Nacional de la Nutrición "Salvador Zubirán",
México D. F., México

RESUMEN

Este estudio tuvo como objetivo investigar el efecto protector del formaldehido sobre la proteína de la planta de cacahuete (21.5% PC). Se diseñó un experimento con cuatro tratamientos (5, 10, 15 y 20% de formaldehido) y un grupo testigo, con cinco repeticiones cada uno. El formaldehido se adicionó en una proporción de 5 litros por tonelada. El pH no fue modificado por los tratamientos (5.56 a 5.70). El porcentaje de amoníaco fue significativamente más bajo en los ensilados tratados que en el testigo, lo que sugiere cierta protección de la degradación del nitrógeno no proteínico a nitrógeno amoniacal. Se observó una fermentación ácida, de tipo láctico, no habiendo diferencia entre tratamiento y grupo testigo. Sin embargo, sí se constató una disminución de ácido propiónico y etanol en los ensilados tratados. Por lo tanto, se concluye que existe cierta inhibición de la fermentación en los ensilados tratados, aconsejándose así el empleo de formol al 5%, como una forma satisfactoria de aprovechar más positivamente este alimento.

INTRODUCCION

Existe en la actualidad una crisis alimentaria en América Latina. Entre otros factores, el empleo de cereales en la alimentación animal, la utilización de suelos potenciales para la producción de granos destinados al consumo humano y el uso de éstos en la producción de forrajes, así como la

Manuscrito modificado recibido: 9-5-84.

- 1 Trabajo presentado en el VI Congreso Latinoamericano de Nutrición celebrado en Buenos Aires, Argentina, agosto de 1982.
- 2 Investigadores del Departamento de Producción Animal, División de Nutrición Experimental y Ciencia de los Alimentos, Instituto Nacional de la Nutrición "Salvador Zubirán", México D. F., México.
- 3 Jefe del Departamento de Producción Animal, División de Nutrición Experimental y Ciencia de los Alimentos, Instituto Nacional de la Nutrición "Salvador Zubirán", Vasco de Quiroga No. 15, Delegación Tlalpan 14000, México D. F., México.

mala distribución de la riqueza y los problemas sobre la tenencia de la tierra, han despertado en algunos investigadores la preocupación por la búsqueda de nuevas fuentes de alimentos, por lo general, no tradicionales en la alimentación animal.

El aprovechamiento de diversos subproductos agrícolas para la alimentación del ganado, representa una buena probabilidad para disminuir los costos de alimentación. A la vez, ello ayudaría a la problemática actual entre los animales y el hombre de competir por algunos alimentos, especialmente granos.

En la República Mexicana se encuentran bajo cultivo 75,482 hectáreas de cacahuete, con una producción de 109,613 toneladas de fruto, y 275,118 tons de paja (1). Los Estados de Sinaloa y Puebla son, hoy día, los mayores productores (Figuras 1 y 2).

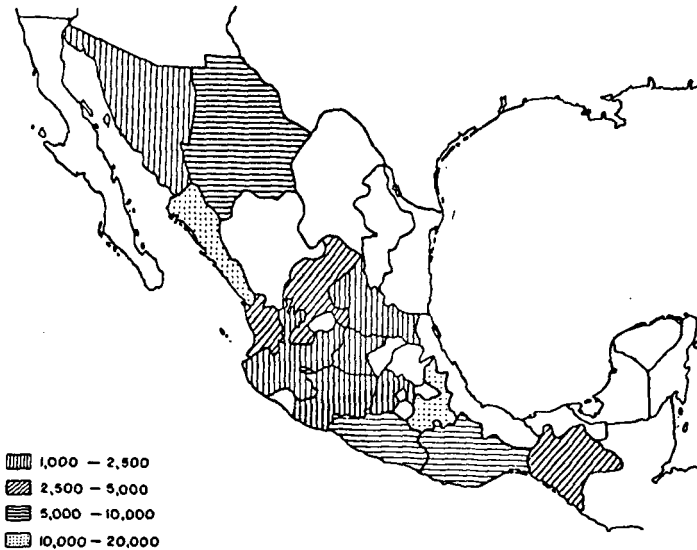


FIGURA 1

Superficie cosechada (ha) de cacahuete (*Arachis hypogaea*)

Hoy en día, el forraje de cacahuete se desperdicia sin darle ninguna utilidad. Dicho forraje (tallo y hojas) contiene 21.50% de proteína cruda (PC), en base seca, la que bien podría ser aprovechada en la alimentación de rumiantes. En la mayoría de las ocasiones, después de cosechar el cacahuete, el fruto se recolecta y almacena para ser procesado, pero el forraje verde se desecha y posteriormente se pudre. Son relativamente pocos los ganaderos que utilizan la planta de esta leguminosa y la emplean como heno en la alimentación animal; sin embargo, no hay informes en la literatura acerca de su empleo en forma de ensilaje en la República Mexicana.

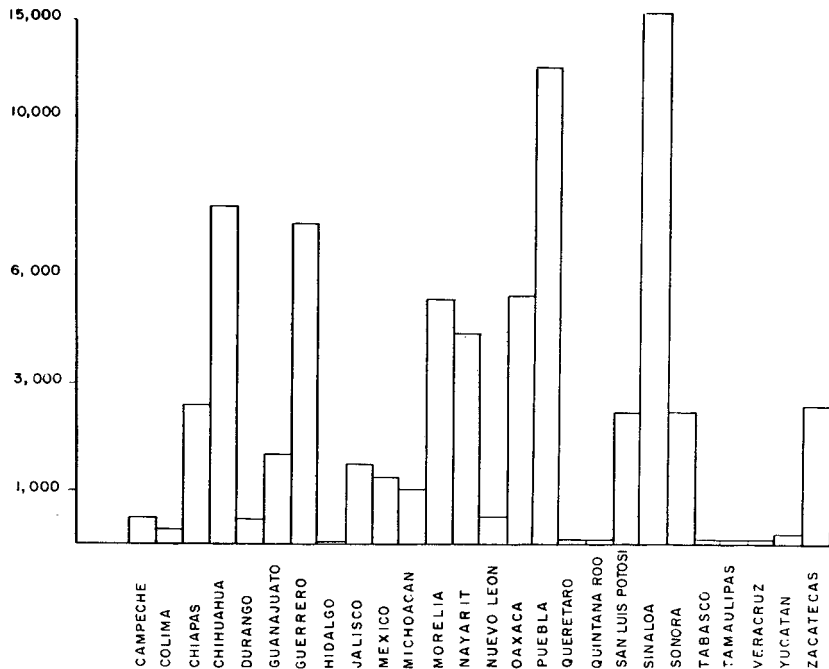


FIGURA 2

Superficie cosechada por ha de cacahuete (*Arachis hypogaea*)

En cuanto a las ventajas del ensilado, en comparación con los forrajes toscos en términos de producción láctea, Ekern (2) detectó diferencias en cuanto a calidad a causa de fermentaciones, y calidad, tiempo de conservación y condiciones prevalentes durante la cosecha del forraje. Además, estudió las pérdidas del follaje producidas durante el proceso de henificado. No obstante, Waldo (3) observó que durante el ensilaje ocurrían pérdidas de algunos nutrientes, y sugirió el uso de sustancias químicas para evitarlas.

Barry (4) y Bany, Cook y Wilkins (5), así como Brown y Valentine (6), demostraron que mediante la adición de formaldehído antes de ensilar, disminuía la producción de ácidos orgánicos y la degradación de la proteína, aumentando así la proporción de proteína de la dieta no degradada que llega al duodeno cuando ésta es consumida.

Esto ocurre debido a que el formaldehído protege a las proteínas de las plantas de la degradación bacteriana, tanto en el rumen, como en el retículo, permitiendo la digestión proteínica subsecuente a nivel del abomaso y del intestino delgado.

Una de las desventajas del formaldehído es que produce ensilados con un pH elevado, y causa fermentaciones secundarias como las que se desarrollan cuando el ensilado se expone al aire (3).

El objetivo principal de este trabajo fue investigar el efecto del formaldehído sobre la protección de la proteína de la planta de cacahuete ensilado, de forma tal, que se logre utilizar más eficientemente el forraje que proporciona esta leguminosa. Un punto de vital interés, probablemente, fue también el subrayar que son muy pocos los estudios que se han realizado con la planta de cacahuete. Con los resultados obtenidos de esta investigación, se espera contribuir hacia un mejor conocimiento de la aplicación práctica de esta planta en la alimentación animal.

MATERIALES Y METODOS

La planta de cacahuete (*Arachis hypogaea* L.) utilizada en esta investigación se obtuvo en el Municipio de Huitzuco, Estado de Guerrero, México. Después de ser cosechada, se sacudió, con el objeto de eliminar la mayor cantidad de tierra posible.

Luego se cortó la parte inferior, se picó y se ensilaron 250 g de forraje bien compactados en frascos de 500 ml de capacidad.

Se elaboraron cuatro tratamientos (con 5, 10, 15 y 20% de formaldehído) y el testigo, con cinco repeticiones cada uno. El formol se adicionó en una proporción de cinco litros/tonelada. Se dejó transcurrir un tiempo mínimo de 30 días para que se llevara a cabo la fermentación del forraje; posteriormente se procedió a hacer los siguientes análisis:

- 1) Análisis químico proximal, por los métodos de la AOAC (7).
- 2) Determinación de los componentes de la fibra cruda según el método de Van Soest (8) y Van Soest y Wine (9, 10).
- 3) Determinación de amoníaco, por el procedimiento modificado de Charney y Marback (11), citado por Minor *et al.* (12).
- 4) Determinación de pH, valiéndose de un potenciómetro, y
- 5) Determinación de ácidos grasos volátiles y ácido láctico, respectivamente, por cromatografía de gases (13).

Análisis Estadístico

Los datos fueron analizados estadísticamente por medio del análisis de varianza, y la diferencia entre los tratamientos por el método de Duncan (14, 15).

RESULTADOS Y DISCUSION

Los datos referentes al análisis químico proximal de la planta del cacahuete antes de ser ensilada, se presentan en la Tabla 1.

Asimismo, en la Tabla 2 se consignan los valores correspondientes a pH y amoníaco, respectivamente.

En cuanto al pH, no se observaron cambios significativos ($P < 0.5$) entre los distintos tratamientos, ni con el forraje testigo. El pH del forraje testigo resultó ser similar al encontrado por Johnson, Butter y Williams (16), quienes trabajaron con ensilado de la planta de cacahuete con fruto. Por su parte, Barry (3) menciona que el tratamiento con formol, eleva el

TABLA 1

COMPOSICION QUIMICA DE LA PLANTA DE CACAHUATE ANTES DE SER ENSILADA

Fracción	Porcentaje (Base seca)
Proteína cruda (N x 6.25)	21.51
Extracto etéreo	7.56
Fibra cruda	20.92
Cenizas	10.73
Extracto libre de nitrógeno	39.28

TABLA 2

EFECTO DEL FORMALDEHIDO SOBRE EL pH Y LA PRODUCCION DE AMONIACO EN EL ENSILADO DE LA PLANTA DE CACAHUATE*

	Niveles de formaldehido, o/o				
	0	5	10	15	20
pH	5.65 ^a ±0.06	5.70 ^a ±0.19	5.60 ^a ±0.23	5.56 ^a ±0.15	5.57 ^a ±0.05
Amoniaco, g/100 g de muestra	1.419 ^a ±0.22	0.986 ^b ±0.13	0.944 ^b ±0.05	0.864 ^b ±0.09	1.018 ^b ±0.21

* Medias ± desviación estándar de tres a cinco muestras. Las medias con diferentes letras superscriptas difieren significativamente ($P < 0.05$).

pH de los ensilados; sin embargo, en nuestro estudio no se constató ese efecto en el ensilaje.

En cuanto al amoníaco, se encontró una diferencia significativa ($P < 0.5$) entre el testigo y los distintos tratamientos. Ello confirma el hecho de que el formol protege a las proteínas de la planta de la degradación bacteriana, durante el proceso de fermentación (ensilaje).

Estos resultados se aprecian claramente en la Tabla 2, en la que se observa que la concentración de amoníaco (g/100 g de muestra) de los diferentes tratamientos, disminuye significativamente con respecto al testigo. No obstante, también se observa que el contenido de amoníaco en las muestras no cambió a pesar de los diferentes niveles de formaldehido usados.

En lo que respecta a los resultados obtenidos en el análisis químico proximal realizado en la planta de cacahuate tratada y sin tratar, éstos se incluyen en la Tabla 3, pudiéndose observar que no hubo diferencias significativas entre tratamientos, ni entre éstos y el grupo testigo. Ya se men-

TABLA 3
EFECTO DEL FORMALDEHIDO SOBRE LA COMPOSICION QUIMICA DEL ENSILADO DE LA
PLANTA DE CACAHUATE*

	Niveles de formaldehido, o/o				
	0	5	10	15	20
o/o Materia seca	19.06 ± 1.82^a	20.91 ± 0.96^a	19.71 ± 1.92^a	19.62 ± 2.15^a	20.53 ± 1.58^a
o/o Proteína cruda (N x 6.25)	19.97 ± 1.54^a	19.76 ± 0.96^a	18.53 ± 1.54^a	17.87 ± 1.81^a	17.25 ± 1.07^a
o/o Extracto etéreo	3.62 ± 0.30^a	2.46 ± 0.44^a	3.24 ± 0.11^a	3.05 ± 0.52^a	2.27 ± 0.31^a
o/o Cenizas	13.73 ± 0.20^a	14.38 ± 0.31^a	13.64 ± 0.42^a	12.82 ± 0.35^a	13.65 ± 0.44^a

* Medias \pm desviación estándar de cinco muestras.

cionó que el formol protege a las proteínas de la planta de la acción de los microorganismos durante el proceso de ensilaje; sin embargo, el hecho de que la proteína cruda no haya sufrido ningún cambio, se debe a que el análisis de la misma se llevó a cabo por la cantidad de nitrógeno presente, multiplicado por el factor 6.25 y, como se sabe, el nitrógeno puede ser de origen proteínico o no proteínico.

Para determinar el porcentaje de proteína protegida, habría sido necesario determinar el porcentaje de proteína verdadera, por lo que este aspecto requiere mayor investigación.

En la Tabla 4 se presentan los resultados de la acción del formaldehído sobre la producción de alcohol, ácidos grasos volátiles y ácido láctico de la planta de cacahuete. Los resultados confirman que hubo una fermentación ácida, predominando el ácido láctico (fermentación favorecida durante el proceso de ensilaje).

Se puede apreciar que conforme el nivel de formaldehído aumenta en los ensilados, el porcentaje de etanol presente en los mismos también aumenta, lo cual coincide con los datos obtenidos por Barry (17) y por Barry, Cook y Wilkins (5). Sin embargo, no se explica el por qué de este fenómeno.

Los resultados de la determinación de los componentes de la fibra cruda de la planta de cacahuete, ensilada y tratada con formaldehído, se dan a conocer en la Tabla 5. Según revelan los datos, no hubo diferencias significativas en cuanto a celulosa y paredes celulares, así como tampoco entre tratamientos, ni entre los tratados y el grupo testigo.

En cuanto al porcentaje de fibra ácido detergente, se suscitó un ligero incremento en los tratamientos con formol, con respecto al testigo. Finalmente, el porcentaje de lignina difirió entre algunos de los tratamientos, pero sin que hubiese una correlación en cuanto al porcentaje de formol empleado. Respecto a la fibra ácido detergente (FAD), este análisis se usa para una rápida determinación de la ligno-celulosa en los alimentos. En esta fracción, sin embargo, también aparece el sílice. La diferencia entre el valor de las paredes celulares (NAD) y la fibra ácido detergente, da una estimación del valor de la hemicelulosa, ya que esta diferencia también incluye una fracción de proteína adherida a las paredes celulares. El método de fibra ácido detergente, también se emplea como paso preliminar en la determinación de la lignina (por permanganato de potasio), obteniéndose por diferencia, la celulosa y los silicatos.

CONCLUSION

A partir de los resultados obtenidos, se puede concluir, pues, que el formaldehído —como tratamiento químico en el ensilado de la planta de cacahuete— protege a las proteínas para que éstas no sean degradadas hasta amoníaco. Su uso, por lo tanto, se recomienda, pudiendo utilizar el nivel de 50/o, ya que según el estudio que nos ocupa, no hubo diferencias significativas entre tratamientos. Sin embargo, para saber hasta qué punto han sido realmente protegidas las proteínas, es necesario realizar pruebas de digestibilidad *in vivo*, análisis de proteína verdadera y aceptación del ensilado por parte del animal. Este será el siguiente paso

TABLA 4

EFFECTO DEL FORMALDEHIDO EN LA PRODUCCION DE ALCOHOL, ACIDOS GRASOS VOLATILES Y ACIDO LACTICO EN LA PLANTA DE CACAHUATE ENSILADA*

	Niveles de formaldehido, o/o				
	0	5	10	15	20
Etanol, g ^o /o	0.2369 ± 0.068 ^a	0.0653 ± 0.019 ^b	0.0814 ± 0.024 ^b	0.0832 ± 0.073 ^b	0.1474 ± 0.052 ^{ab}
Acido acético, g ^o /o	0.7489 ± 0.070 ^a	0.6342 ± 0.155 ^a	0.7202 ± 0.121 ^a	0.6992 ± 0.110 ^a	0.6720 ± 0.010 ^b
Acido propiónico, g ^o /o	0.1282 ± 0.019 ^a	0.1178 ± 0.065 ^b	0.2189 ± 0.086 ^c	0.0934 ± 0.088 ^d	0.0764 ± 0.017 ^e
Acido butírico, g ^o /o	0.2343 ± 0.120 ^a	0.1769 ± 0.125 ^a	0.1375 ± 0.094 ^a	0.1492 ± 0.028 ^a	0.0874 ± 0.002 ^a
Acido láctico, g ^o /o	6.95 ± 0.106 ^{ab}	7.52 ± 0.452 ^a	7.56 ± 0.548 ^a	6.38 ± 0.548 ^b	6.96 ± 0.229 ^{ab}

* Medias ± desviación estándar de cinco muestras. Las medias con diferentes letras superscriptas difieren significativamente (P < 0.05).

TABLA 5

DETERMINACION DE LOS COMPONENTES DE LA FIBRA CRUDA DE LA PLANTA DE CACAHUATE
ENSILADA CON FORMALDEHIDO*

	Niveles de formaldehido, o/o				
	0	5	10	15	20
o/o Celulosa	26.11 ± 1.72 ^a	30.57 ± 2.77 ^a	31.81 ± 4.43 ^a	26.31 ± 1.83 ^a	29.34 ± 4.50 ^a
o/o FAD	37.31 ± 2.85 ^a	45.56 ± 3.62 ^b	49.09 ± 2.21 ^b	43.13 ± 8.48 ^{ab}	45.67 ± 3.38 ^b
o/o Lignina	8.49 ± 1.02 ^a	12.37 ± 1.54 ^{bd}	16.57 ± 2.29 ^c	10.61 ± 1.03 ^{ad}	14.57 ± 0.47 ^{bc}
o/o Paredes celulares (Fibra neutro detergente)	43.16 ± 2.48 ^a	43.36 ± 2.07 ^a	48.24 ± 0.64 ^a	40.92 ± 4.97 ^a	42.59 ± 1.36 ^a

* Medias ± desviación estándar de cinco muestras. Las medias con diferentes letras superscriptas difieren significativamente ($P < 0.05$).

a seguir, a fin de conocer las limitantes, y utilizar con la mayor eficiencia posible una proteína barata que, en la actualidad, crece en forma abundante en ciertas regiones del país.

SUMMARY

FORMALDEHYDE PROTECTIVE EFFECT ON THE SILAGED WHOLE PEANUT PLANT PROTEIN

An experiment was performed to study the formaldehyde protective effect on the ensilaged whole peanut plant protein (21.5% CP). The experimental design consisted in four treatments 5, 10, 15 and 20% formaldehyde, which was added in the proportion of 5 lt, per ton. A control group without any formaldehyde was also included. There were no significant differences in regard to pH among treatments (5.56 to 5.70). Ammonia concentration dropped significantly in all treatments, a finding which suggests a protective effect on protein nitrogen degradation to non-protein nitrogen (NH₃). A lactic acid fermentation was observed, without any difference between treatment and the control group. Nevertheless, there was a reduction in propionic acid and ethanol concentration in all the silages. Therefore, it is concluded that there was an inhibition of the fermentation process in all the silages treated, and that the addition of formaldehyde at the 5% level is a satisfactory way of protecting this type of feed.

BIBLIOGRAFIA

1. Anuario Estadístico de la Producción Agrícola de los Estados Unidos Mexicanos. México D. F., México, Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (D.G.E.A.), 1978.
2. Ekern, A. & G. Mc Leod. The role of conserved forages in the nutrition of the dairy cow. *Livestock Prod. Sci.*, 5:45-56, 1978.
3. Waldo, D. R. Potential of chemical preservation and improvement of forages. *J. Dairy Sci.*, 60:306, 1977.
4. Barry, T. N. Effect of treatment with formaldehyde, formic acid, and formaldehyde-acid mixtures on the chemical composition and nutritive value of silage. I. Silage made from immature pasture compared with hay. *New Zealand J. Agr. Rev.*, 18:285-294, 1975.
5. Barry, T. N., J. E. Cook & R. J. Wilkins. The influence of formic acid and formaldehyde additives and type of harvesting machine on the utilization of nitrogen in Lucerne silage. The voluntary intake and nitrogen retention of young sheep consuming the silage with and without intraperitoneal supplements of DL-methionine. *J. Agr. Sci. Camb.*, 91:701-715, 1978.
6. Brown, D. C. & S. C. Valentine. Formaldehyde as a silage additive. I. Chemical composition and nutritive value of frozen Lucerne, Lucerne silage and formaldehyde treated Lucerne silage. *Aust. J. Agr. Res.*, 23:1093-1100, 1972.
7. Association of Official Agricultural Chemists. *Official Methods of Analysis of the AOAC*. 16th ed. Washington, D. C., The Association, 1970.
8. Van Soest, P. J. Use of detergents in the analysis of fibrous feeds. II. A rapid method for the determination of fiber and lignin. *JAOAC*, 46:829-935, 1963.
9. Van Soest, P. J. & R. H. Wine. Use of detergents in the analysis of fibrous feeds. IV. The determination of plant cell wall constituents. *JAOAC*, 50:50, 1967.

10. Van Soest, P. J. & R. Wine. Determination of lignin and cellulose in acid detergent fiber with permanganate. *JAOAC*, 51:780, 1980.
11. Charney, A. L. & E. P. Marback. Modified reagents for determination of urea and ammonia. *Clin. Chem.*, 8:130-132, 1962.
12. Minor, S., N. A. McLeod, T. R. Preston & R. A. Leng. Parámetros del tracto digestivo en toros alimentados con dietas de caña de azúcar, urea y diferentes suplementos proteicos. *Prod. Anim. Trop.*, 2:166-177, 1977.
13. Sanginés, G. L. **Efecto sobre la Composición Química de Alfalfa Tratada con Diferentes Niveles de Formaldehído (0 al 20^o/o).** Tesis. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México. México D. F., 1979.
14. Bruning, J. L. & B. L. Kintz. **Computational Handbook of Statistics.** 2nd ed. Glenview, Illinois. Scott, Foresman, and Co., 1977.
15. Daniel, W. W. **Bioestadística. Bases para el Análisis de las Ciencias de la Salud.** México D. F., México, Editorial Limusa, 1979.
16. Johnson, Jr., J. C., J. L. Butler & E. J. Williams. Composition and nutritive value of whole plant peanuts (*Arachis hypogaea*, L.) ensiled with and without propionic acid-formaldehyde treatment. *J. Dairy Sci.*, 62:1258-1263, 1979.
17. Barry, T. N. Effect of treatment with formaldehyde, formic acid and formaldehyde-acid mixtures on the chemical composition and nutritive value of silage. II. Nature herbage. *New Zealand J. Agr. Rev.*, 19:185-191, 1976.

MODIFICACION ENZIMATICA DE LAS PROTEINAS DE TORTAS COMERCIALES DE AJONJOLI (*Sesamum indicum*, L.)

C. Pérez G.¹ y R. Saad L.²

Departamento de Tecnología de Procesos Biológicos y Bioquímicos,
Universidad Simón Bolívar, Caracas, Venezuela

RESUMEN

El ajonjolí (*Sesamum indicum*, L.) es una de las oleaginosas de mayor cultivo en Venezuela. No obstante, la baja solubilidad de las harinas a partir de tortas comerciales no permite su utilización en la elaboración de alimentos líquidos.

Por este motivo, se estudió la alternativa de solubilizar estas proteínas por un método enzimático, utilizando proteasas comerciales. La hidrólisis se realizó con dos tipos de proteasas bacterianas: neutrasa 0.5L y alcalasa 0.6L.

Esencialmente, el proceso consistió en moler y tamizar la torta (malla 60), concentrar las proteínas por solubilización a un pH de 9.5, y precipitar a un pH de 4.5, hidrolizar las proteínas por un método enzimático y secar el hidrolizado obtenido, por liofilización y por atomización.

Las condiciones óptimas de hidrólisis con neutrasa 0.5L a un pH de 7 fueron: 60/o de concentración de sustrato, 30/o relación enzima: sustrato, temperatura de 50° ± 1°C, y un grado de hidrólisis de 80/o. Con alcalasa 0.6L, a un pH de 8, las condiciones óptimas resultaron ser: 80/o concentración de sustrato; 2.30/o relación enzima: sustrato, temperatura 58° ± 1°C, y un grado de hidrólisis de 100/o.

La afinidad de la enzima por el sustrato fue mejor a temperaturas cercanas a las óptimas para la obtención de los hidrolizados.

Los hidrolizados deshidratados acusaron valores de proteína de 66.30/o a 66.90/o, y una solubilidad del nitrógeno en agua de 850/o, aproximadamente.

El rendimiento de la hidrólisis enzimática con respecto a la masa de concentrado seco fue de 420/o para el hidrolizado atomizado, y de 560/o con respecto al liofilizado.

Manuscrito modificado recibido: 21-6-84.

- 1 Profesor Agregado del Departamento de Tecnología de Procesos Biológicos y Bioquímicos, Universidad Simón Bolívar, Apartado Postal 80659, Caracas 1080-A, Venezuela.
- 2 *Magister Scientifcae* en Ciencia de los Alimentos. Estudiante graduado de la Maestría en Ciencia de los Alimentos, del Departamento en referencia.

En conclusión, el proceso de hidrólisis enzimática de las proteínas de ajonjolí mejora la solubilidad del nitrógeno en agua de las mismas.

INTRODUCCION

En Venezuela, el ajonjolí (*Sesamum indicum*, L.) es la oleaginosa de mayor importancia en la industria aceitera, y en la actualidad las tortas residuales del proceso de extracción del aceite, se utilizan para propósitos de alimentación animal. Las tortas de ajonjolí contienen más de 40% de proteínas, con un alto contenido de aminoácidos azufrados, principalmente metionina (1, 2), con una deficiencia moderada de lisina (3, 4). Estas propiedades promueven su utilización en la alimentación humana, aun cuando su baja solubilidad (3) restringe su uso en la elaboración de productos líquidos, debido a que produce sedimentación (5).

Diversos autores han observado que la hidrólisis enzimática origina cambios en las propiedades funcionales de las proteínas, permitiendo su incorporación en alimentos líquidos, sin que por ello se altere mayormente su valor nutricional. El origen de estas proteínas ha sido muy variado; por ejemplo, ajonjolí (6, 7), concentrado de pescado (8, 9), harina de algodón (10, 11), y aislado de soya (12-14).

El principal problema asociado con la hidrólisis de proteínas es la formación de péptidos amargos, lo que parece estar asociado a un alto grado de hidrólisis.

El método del pH estático permite controlar la extensión de la hidrólisis hasta un grado deseado (12, 15).

El objetivo de este trabajo fue estudiar la hidrólisis enzimática, con el fin de establecer los valores óptimos de temperatura, concentración de sustrato, relación de enzima-sustrato, y grado de hidrólisis requeridos para obtener un producto soluble y de sabor aceptable.

MATERIALES Y METODOS

Las muestras de tortas comerciales adquiridas eran de una variedad cultivada en Acarigua, Venezuela, que se obtienen de la extracción de aceite por un proceso de prensado y extracción por solvente a altas temperaturas. Luego se molieron estas tortas hasta una granulometría de 0.5 mm en un molino Thomas Wiley, Modelo 4, y fueron tamizadas por malla 60 en un tamizador Tyler, Modelo RX 24. Las proteínas fueron concentradas siguiendo el procedimiento que ilustra la Figura 1, secándose en un liofilizador Labconco, Modelo 12, a una presión de 4 torr. y -60°C de temperatura del condensador. El proceso enzimático se llevó a cabo mediante la hidrólisis del concentrado con proteasas comerciales neutras a 0.5L, y alcalasa 0.6L a un pH de 7 y 8, respectivamente, por ser éstos los pH recomendados por la casa fabricante para estas enzimas (16, 17). La determinación de la cantidad de sustrato y de enzima, la temperatura y el grado de hidrólisis se hizo valiéndose del método del pH estático (12), que consiste en la hidrólisis de un sustrato determinado mediante la acción de proteasas, manteniendo constante el pH por la adición de base (NaOH 4M), la cual actúa como controladora del proceso. La cantidad de base

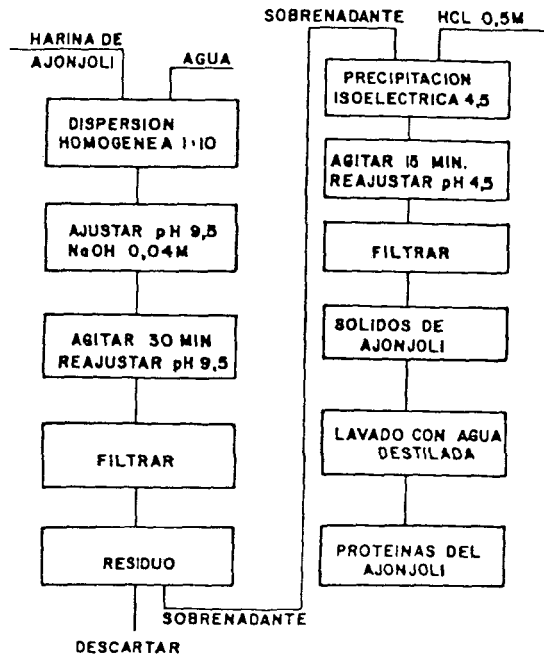


FIGURA 1

Esquema del proceso de obtención del concentrado proteínico de ajonjolí

necesaria para mantener el pH constante es proporcional al grado de hidrólisis (G. H.), el cual se define como el porcentaje de uniones peptídicas rotas y se obtiene mediante la siguiente ecuación:

$$G. H. = \frac{h}{ht} \times 100 \quad (1)$$

Siendo:

h = número de enlaces peptídicos rotos en mEq/g).

ht = número total de enlaces peptídicos que contiene la molécula de proteínas, 8 mEq/g (18),

donde:

$$h = \frac{B \times Nb}{Mp} \quad a \quad a^{-1} \quad (2)$$

y

B = base consumida durante el proceso, en ml.

Nb = normalidad de la base usada.

Mp = masa de proteínas (N x 6.25), porcentaje g proteína/100 g muestra.

α = grado de disociación que depende del pH y temperatura usada durante el proceso (18).

Para la selección del sustrato y temperatura óptima, se mantuvo constante el pH, la cantidad de enzima a usar, y el tiempo de hidrólisis; para la enzima neutrasa se varió la concentración del sustrato entre 2^o/o y 8^o/o, añadiéndose un 10^o/o en exceso sobre la cantidad calculada y las temperaturas de 40^o a 55^oC. Para la enzima alcalasa, las concentraciones fueron entre 2^o/o y 10^o/o, a una temperatura de 40^o a 70^oC.

Una vez obtenidas la concentración de sustrato y las temperaturas óptimas, las cantidades de enzimas usadas fueron las siguientes:

Neutrasa		Alcalasa	
Concentración de enzima con respecto al sustrato o/o	Relación enzima-sustrato o/o	Concentración de enzima con respecto al sustrato o/o	Relación enzima-sustrato o/o
0.08	1.3	0.07	0.9
0.09	1.5	0.09	1.1
0.11	1.8	0.11	1.4
0.15	2.5	0.15	1.9
0.19	3.0	0.18	2.3

Dichas concentraciones fueron llevadas a un volumen de 50 ml con agua destilada.

La selección de la cantidad de sustrato y de enzima, así como la temperatura, se calculó por el consumo de NaOH en miliequivalentes (mEq). Para determinar el grado de hidrólisis se usó como criterio el sabor amargo que presentan los hidrolizados, el que se acentúa en intensidad con el grado de hidrólisis (12). Se tomaron muestras con grados de hidrólisis de 6^o/o y 8^o/o para la enzima neutrasa, y de 8^o/o, 10^o/o y 12^o/o para la enzima alcalasa, con el fin de determinar el punto de mínimo rechazo. Se inactivaron las enzimas hasta un pH de 4.2, y se mantuvo el hidrolizado en un baño a temperatura controlada durante 30 minutos a 50^oC (15). Se evaluó el sabor en una prueba de opinión a nivel de laboratorio, de muestras a las cuales se les adicionó 2.5 g de azúcar por cada 20 ml de hidrolizado líquido. La determinación de la actividad residual de las proteasas se llevó a cabo mediante el método modificado de Kimmel y Smith (19), inactivándose los hidrolizados a un pH de 7 a 4.2 con ácido cítrico, para definir el pH de inactivación de las proteasas.

La afinidad del sustrato por la enzima (Km) se llevó a cabo a través de un estudio cinético utilizando la ecuación de Lineweaver-Burk (20, 21), a fin de obtener un gráfico del inverso de la velocidad inicial de la reacción (1/V_o) en contraposición al inverso de la concentración del sustrato (1/S), y hallar así, por intersección con el eje de las abscisas, el valor inverso de la afinidad de la enzima con el sustrato (- 1/Km).

Una vez obtenidos los parámetros óptimos para la hidrólisis del concentrado proteínico de ajonjolí (temperatura, cantidad de enzima y sustrato, grado de hidrólisis y pH de inactivación de la enzima) se produjeron los hidrolizados siguiendo el esquema de la Figura 2, colocando el sustrato en un balón de tres bocas con una capacidad de 1 lt. En este balón se colocó el electrodo de un potenciómetro digital Corning, Modelo 125, el aspa de un agitador marca G. K. Heller (boca central), y en la tercera boca se introdujo un termómetro y la punta de una bureta con NaOH 4M con el fin de controlar y mantener constante el pH óptimo.

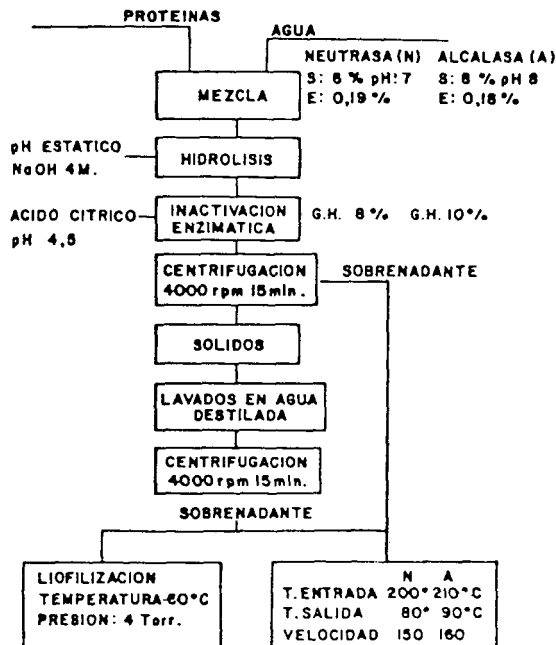


FIGURA 2

Esquema del proceso de obtención de los hidrolizados enzimáticos

Los hidrolizados obtenidos fueron secados en un liofilizador marca Labconco, Modelo 12 y en un atomizador marca Anhydro, Modelo 3.52. 5001.

Los hidrolizados fueron identificados con tres letras: la primera, que corresponde al hidrolizado mismo (H), la segunda se refiere a la enzima usada (N, neutrasa y A, alcalasa), y la tercera, al tipo de secado (L, liofilización y A, atomización). Los análisis proximales de harina, concentrado e hidrolizados de ajonjolí se determinaron por los métodos descritos por la AOAC (22) para humedad, proteínas, fibra, grasa y cenizas.

La solubilidad del nitrógeno en agua se determinó en la harina y en los concentrados e hidrolizados de ajonjolí, utilizando la técnica descrita por Franzen (23), preparándose suspensiones de las muestras en tubos de

ensayo al 10/o, en agua destilada. Se mezclaron durante un minuto en un vortex a una velocidad de cinco, y luego se centrifugaron durante 10 minutos a 2,000xG. Se determinó la cantidad de nitrógeno soluble en el sobrenadante por el método del Microkjeldahl (22).

RESULTADOS Y DISCUSION

Composición Química de Harina, Concentrado e Hidrolizados de Ajonjolí

Los valores promedio de la composición química de harina, concentrado e hidrolizados de ajonjolí, se presentan en la Tabla 1. Se observa un aumento en el contenido de proteínas del concentrado (72.80/o), y una disminución promedio de 80/o en los hidrolizados. Esta disminución del contenido de proteínas en el hidrolizado (66.70/o) se debió a que la hidrólisis del concentrado fue controlada a niveles por debajo del óptimo para eliminar el sabor amargo del producto solubilizado. Los valores de humedad, fibra y grasa disminuyeron en el proceso de obtención del hidrolizado en 450/o, 930/o y 660/o, respectivamente, cuando se les compara con los valores de la harina. Las cenizas disminuyeron en el concentrado, pero aumentaron a un nivel idéntico al de la harina (13.20/o) en el proceso de hidrólisis; esto lo explica la formación de sales a causa de la adición de hidróxido de sodio y ácido cítrico utilizados para la obtención del hidrolizado. Los carbohidratos variaron de acuerdo a lo previsto, siendo mayor su contenido en los hidrolizados, con un promedio de 16.20/o, que en el concentrado, 7.20/o, ya que en el proceso químico de obtención del último se eliminan con el residuo.

El contenido de proteínas de la harina (47.30/o) coincide con el rango señalado para ajonjolí por diversos autores (2, 4, 24, 25). El concentrado obtenido acusó un contenido de proteínas menor que el obtenido por otros investigadores en variedades venezolanas (4, 26), siendo el contenido promedio de proteínas de los hidrolizados de 66.70/o.

TABLA 1

COMPOSICION QUIMICA DE HARINA, CONCENTRADO E HIDROLIZADO DE AJONJOLI

	g/100 g muestra					
	Harina	Concentrado	HNL	HAL	HNA	HAA
Proteína (N x 6.25)	47.3	72.8	66.7	66.9	66.3	66.8
Humedad	6.0	5.2	3.5	3.2	3.1	3.3
Fibra	6.3	5.2	0.4	0.3	0.5	0.5
Grasa	0.6	0.4	0.2	0.2	0.2	0.2
Cenizas	13.2	9.2	13.2	13.1	13.0	13.7
Carbohidratos (por dif.)	26.6	7.2	16.0	16.2	16.9	15.6

Rendimiento del Proceso

El rendimiento en peso en el proceso seguido para la obtención del concentrado fue de 25% tomando como base 100 g de harina de ajonjolí con un rendimiento proteínico de 38.5%. El rendimiento en el proceso de hidrólisis y secado por liofilización fue de 14% y 56%; y en el de secado por atomización, de 10.5% y 42% tomando como base 100 g de harina y 100 g de concentrado secos, respectivamente.

Optimización del Proceso Enzimático

En las Figuras 3, 4, 5 y 6 se aprecian gráficamente los resultados obtenidos en la hidrólisis de las proteínas del concentrado de ajonjolí, donde se mantuvieron constantes el pH, la concentración de la enzima (1.25 g de enzima/400 ml suspensión), y el tiempo de hidrólisis (1 hora), variándose las concentraciones del sustrato y las temperaturas. Al analizar los miliequivalentes (mEq) de NaOH consumidos por hora durante la hidrólisis con neutrasa (Figura 3) se observa un valor máximo a una concentración de 6% de sustrato a todas las temperaturas estudiadas; se consiguió una temperatura óptima cercana a 50°C, tal como se hace evidente en la Figura 4. Por debajo del 6% de sustrato, la enzima no está siendo utilizada

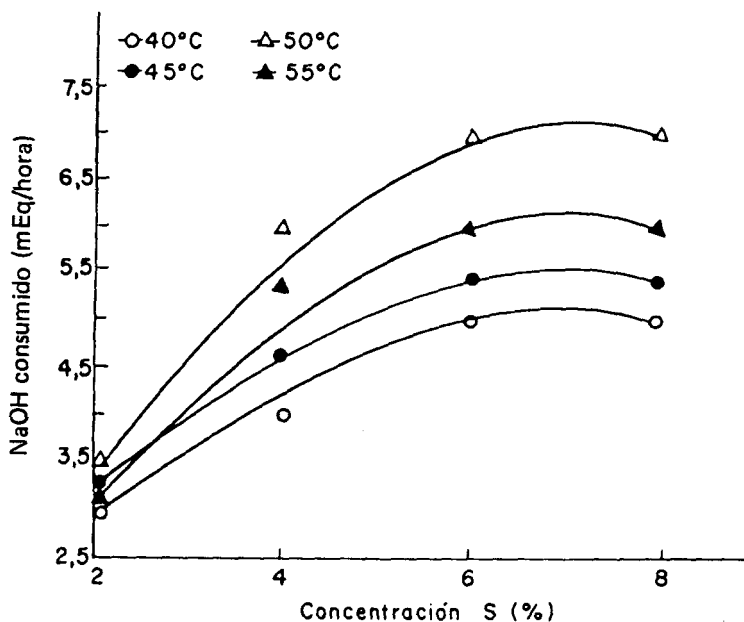


FIGURA 3

Efectos de la concentración del sustrato sobre la hidrólisis del concentrado proteínico de ajonjolí a diferentes temperaturas. Enzima: neutrasa

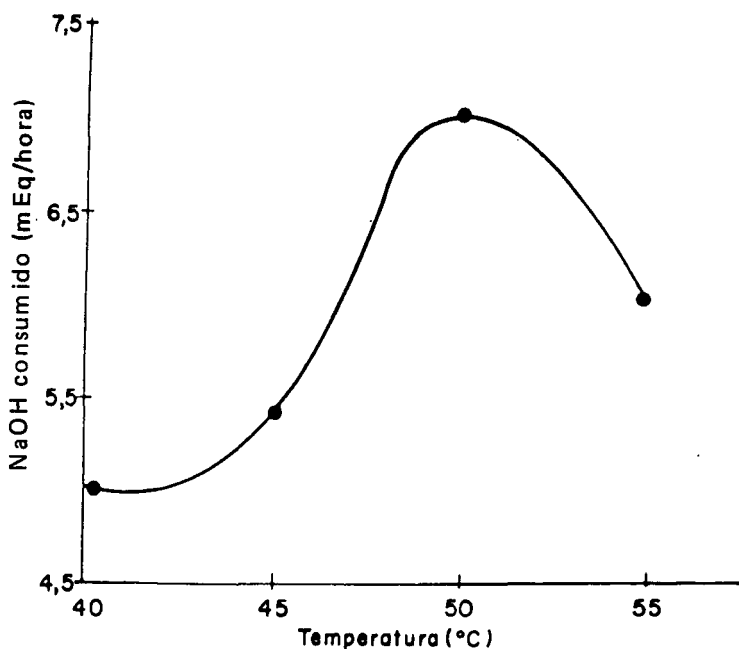


FIGURA 4

Efecto de la temperatura en la hidrólisis enzimática del concentrado proteínico de ajonjolí. Enzima: neutrasa

en su totalidad, mientras que a mayor concentración de sustrato, se obtiene igual cantidad de productos en el mismo tiempo (27). Al usar alcalasa, el óptimo de concentración de sustrato fue de 80/o (Figura 5), coincidiendo con los resultados en la hidrólisis de proteínas de aislado de soya con la misma enzima (12), con un rango de temperatura óptima alrededor de 58°C (Figura 6).

El estudio cinético de la hidrólisis enzimática revela que a medida que se aumenta la temperatura aumenta la afinidad de la enzima por el sustrato; también se incrementa hasta un valor máximo cercano a la temperatura óptima seleccionada, para luego disminuir. Los valores de K_m para las enzimas neutrasa y alcalasa se detallan en la Tabla 2.

La concentración de las enzimas se escogió como las cantidades máximas de enzimas estudiadas experimentalmente, que fueron 0.190/o para neutrasa y 0.180/o para alcalasa. Esto daría una relación enzima:sustrato

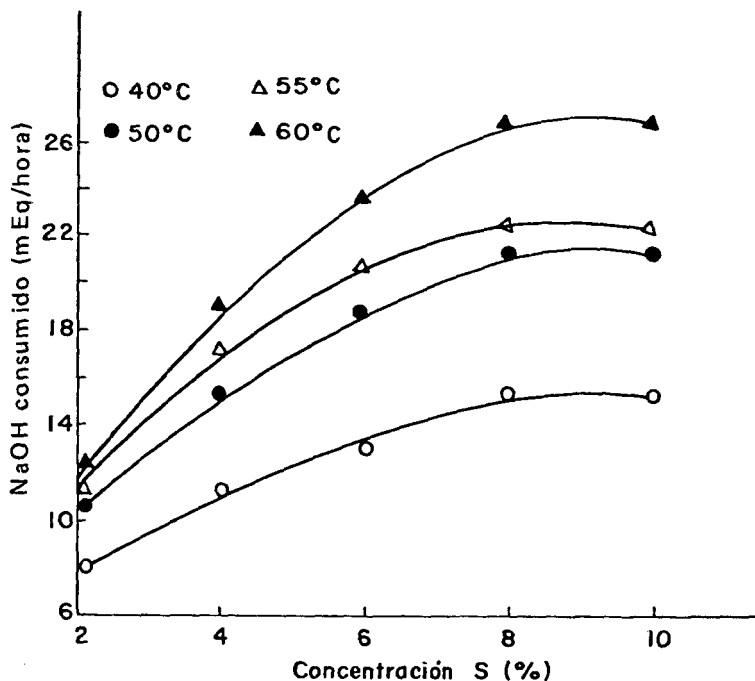


FIGURA 5

Efecto de la concentración del sustrato sobre la hidrólisis del concentrado proteínico de ajonjolí a diferentes temperaturas. Enzima: alcalasa

de 30/o y 2.30/o para neutrasa y alcalasa, respectivamente. Una vez escogidos los pH, la concentración del sustrato y la temperatura óptima, la variación de la relación enzima: sustrato hasta un 50/o no permitió observar variaciones en las propiedades funcionales y nutricionales de los hidrolizados (13).

Determinación del Grado de Hidrólisis (G. H.)

Diversos autores en sus experiencias con hidrólisis enzimática, han observado que los hidrolizados obtenidos presentan un sabor amargo característico (9, 28-30).

Este hecho se evidenció también en los hidrolizados de ajonjolí, aumentando el sabor amargo a medida que el grado de hidrólisis se incrementaba (12). En vista de este inconveniente, se tomaron muestras con G. H. de 60/o (a 40 minutos de hidrólisis) y de 80/o (a 70 minutos) para la enzima neutrasa, y de 80/o (a 30 minutos), 100/o (a 50 minutos) y 120/o (a 75 minutos), para la enzima alcalasa. Luego se inactivaron las

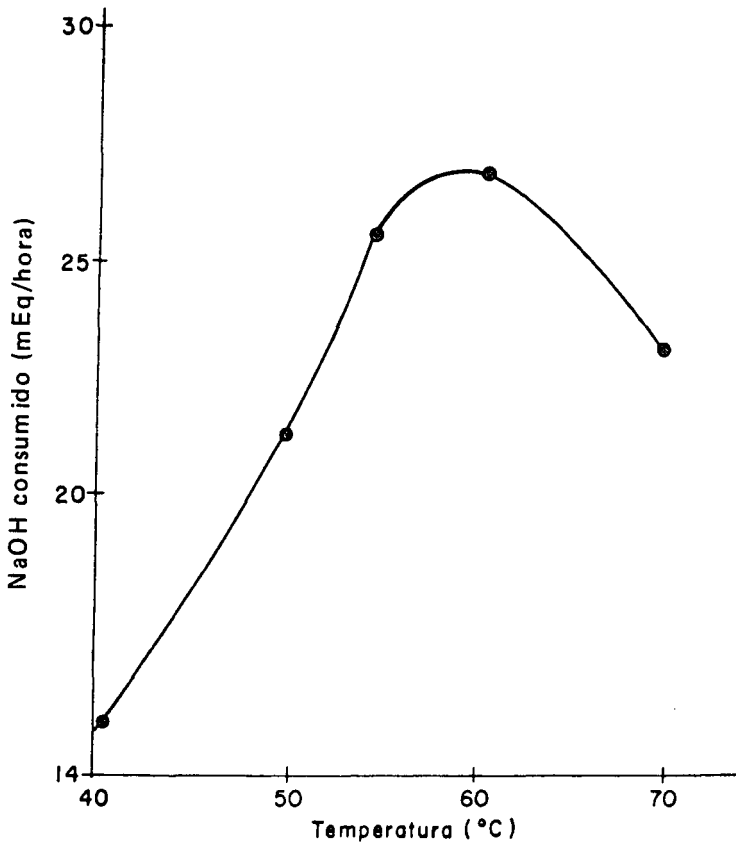


FIGURA 6

Efecto de la temperatura en la hidrólisis enzimática del concentrado proteínico de ajonjolí. Enzima: alcalasa

enzimas con ácido cítrico hasta un pH de 4.2, manteniéndose a 50°C durante 30 minutos (12). Mediante la adición de azúcar, en seguida se sometieron los hidrolizados a una prueba de opinión a nivel de laboratorio, observándose que sólo el hidrolizado con alcalasa a 12% G. H., presentaba sabor amargo. Se escogió 8% G. H. en el caso de los hidrolizados con neutrasa y 10% G. H. para los hidrolizados con alcalasa para producir un material con el mayor contenido de proteínas solubles que, al ser reconstituido bajo las condiciones descritas, no presenten sabor amargo.

Actividad Residual de las Proteasas

Los hidrolizados llevados a un pH de 4.2 resultaron ser muy ácidos, por lo que se estudió la actividad residual de las proteasas a un pH de 7 a

TABLA 2

**EFFECTO DE LA TEMPERATURA SOBRE LA AFINIDAD DE LA ENZIMA
POR EL SUSTRATO (Km)**

ToC	Km (mg/ml)	
	Neutrasa	Alcalasa
40	9.37	6.58
45	11.54	—
50	29.82	10.44
55	23.33	18.75
60	—	26.85
70	—	21.54

4.2. Se encontró que al pH de 4.5 se llegaba a la total inactivación para ambas enzimas, y en la prueba organoléptica se observó que el sabor era aceptable.

Solubilidad del Nitrógeno en Agua

La Tabla 3 ilustra los valores encontrados en la solubilidad del nitrógeno en agua, y se observa que las proteasas mejoraron la solubilidad de las proteínas nueve veces con respecto a la harina, y 24 veces con respecto al concentrado. Los hidrolizados deshidratados tuvieron una solubilidad de nitrógeno de 85%, aproximadamente. Ello es explicable, ya que al romperse los enlaces peptídicos disminuyen su peso molecular y pueden ser solubilizados, permaneciendo dispersos en la solución donde forman enlaces tipo puente de hidrógeno con el agua, comprobándose así que los tratamientos enzimáticos mejoran la solubilidad del nitrógeno en agua

TABLA 3

**SOLUBILIDAD DEL NITROGENO EN AGUA DE HARINA, CONCENTRADO,
E HIDROLIZADOS DE AJONJOLI**

Muestra	g/100 g nitrógeno
Harina	9.3 ± 0.2 ^a
Concentrado	3.5 ± 0.1 ^c
Hidrolizado neutrasa liofilizado	86.3 ± 1.0 ^b
Hidrolizado neutrasa atomizado	84.3 ± 0.6 ^b
Hidrolizado alcalasa liofilizado	85.3 ± 0.8 ^b
Hidrolizado alcalasa atomizado	83.5 ± 0.6 ^b

Los promedios que no presentan letras comunes alcanzan entre sí diferencias significativas a un nivel de 95% de confianza.

(30, 31). Además, una vez que se han hidrolizado las proteínas, las altas temperaturas usadas en el secado por atomización no parecen influenciar de manera apreciable la solubilidad de los hidrolizados obtenidos. Ello se aprecia al observar que los valores obtenidos fueron muy cercanos entre el resultante del secado por liofilización (86.30/o y 85.00/o) y el secado por atomización (84.30/o y 83.50/o) para neutrasa y alcalasa, respectivamente.

CONCLUSIONES

Los hidrolizados resultantes acusaron un contenido promedio de proteínas de 670/o en base húmeda, indistintamente de la enzima usada o del proceso de secado utilizado. El sabor amargo de los hidrolizados pudo ser enmascarado con la adición de azúcar y ácido cítrico, obteniéndose con alcalasa 0.6L al 100/o de hidrólisis, y con neutrasa al 80/o, un material que no presenta sabor amargo.

El proceso en general mejora la solubilidad de las proteínas, lo que permitiría su uso eventual en la preparación de alimentos líquidos.

El estudio cinético demostró una mayor afinidad de la enzima por el sustrato a temperaturas cercanas a 50°C al usar neutrasa, y 60°C, alcalasa.

SUMMARY

ENZYMATIC MODIFICATION OF PROTEINS OF COMMERCIAL SESAME (*Sesamum indicum*, L.) MEALS

Sesame (*Sesamum indicum*, L.) is one of the most important oilseed crops in Venezuela. However, the low solubility of the flour made of commercial meals does not allow its use in the preparation of fluid foods.

To solve this situation, the alternative of solubilizing the sesame proteins by an enzymatic method, using commercial proteases, was studied. Hydrolysis was carried out with two types of bacterial proteases: neutrasa 0.5L, and alcalase 0.6L.

Basically, the process consisted of milling and sieving the sesame cake (60 mesh), concentrating the proteins by solubilizing them at a pH of 9.5, and then precipitating at a pH of 4.5. Proteins were hydrolyzed by an enzymatic method, and the hydrolysates freeze-dried and spray-dried.

Optimal conditions of hydrolysis using neutrase 0.5L at a pH of 7 were: 60/o substrate concentration, 30/o enzyme:substrate ratio, temperature $50^{\circ} \pm 1^{\circ}\text{C}$, and hydrolysis degree of 80/o. When alcalase 0.6L was used at a pH of 8, optimal conditions were: 80/o substrate concentration, 2.30/o enzyme:substrate ratio, temperature $58^{\circ} \pm 1^{\circ}\text{C}$, and hydrolysis degree of 100/o.

The enzyme affinity (Km) was best at temperatures near the optimal temperature for the hydrolysates.

Dried hydrolysates had protein values which ranged between 66.30/o and 66.90/o and a nitrogen solubility in water, of approximately 850/o.

Hydrolysis yields referred to the concentrate dried mass were 420/o for the atomized hydrolysate, and 560/o for the freeze-dried one.

In conclusion, the enzymatic hydrolysis process improved the nitrogen solubility in water of the sesame proteins.

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan su reconocimiento a la Compañía Weber Representaciones, Caracas, por su valiosa colaboración en el suministro de muestras e información acerca de las enzimas.

Asimismo, agradecen a la Empresa FACEGRA, el suministro de la torta de ajonjolí que se utilizó en el estudio.

BIBLIOGRAFIA

1. Villegas, A. M., A. González & R. Calderón. Microbiological and enzymatic evaluation of sesame protein. *Cereal Chem.*, **45**:379-385, 1968.
2. El Tinay, A. H., A. H. Khattab & M. O. Khidir. Protein and oil compositions of sesame seed. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, **53**:648-653, 1976.
3. Johnson, L. A., T. M. Suleiman & E. W. Lusas. Sesame protein: A review and prospectus. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, **56**:453-468, 1979.
4. Rivas, N., J. Dench & J. C. Caygill. Nitrogen extractability of sesame (*Sesamum Indicum*, L.) seed and the preparation of two protein isolates. *J. Sci. Food Agr.*, **32**:565-571, 1981.
5. Silva, G. & H. Riveros. Food products derived from sesame seeds. Dehulling of seeds and production of defatted meal and a protein liquid. *Revista del Instituto de Investigaciones Tecnológicas (Bogotá)*, **21**:34-64, 1979.
6. Krishna Murti, C. R. Oil cake meal for preparation of protein hydrolysate. *Biotechnol. Bioeng.*, **VII**: 285-293, 1965.
7. Sreekantiah, K. R., H. Ebine, T. Ohta & M. Nakano. Enzymic processing of vegetable protein foods. *Food Technol.*, **23**:1055-1061, 1969.
8. Spinelli, J., B. Koury & R. Miller. Approaches to the utilization of fish for the preparation of protein isolates. Enzymic modification of myofibrillar fish protein. *J. Food Sci.*, **37**:604-608, 1972.
9. Hevia, P., J. R. Whitaker & H. S. Olcott. Solubilization of a fish protein concentrate with proteolytic enzymes. *Agr. Food Chem.*, **24**:383-385, 1976.
10. Arzu, A., M. Mayorga & C. Rolez. Enzymatic hydrolysis of cottonseed protein. *J. Agr. Food Chem.*, **20**:805-809, 1972.
11. Childs, E.A. An enzymatic-chemical method for extraction of cottonseed protein. *J. Food Sci.*, **40**:78-80, 1975.
12. Adler-Nissen, J. Enzymatic hydrolysis of food protein. *Process. Biochem.*, **12**: 18-32, 1977.
13. Olsen, S. H., J. Adler-Nissen, H. J. Jensen & O. Moller. Enzymatic hydrolysis of soy proteins. Processing developments and applications in low pH foods. International Congress of Food Science and Technology. Abstracts p. 128. En: *Novo Ind. A/S Enzymes*. Div. DK-2880 Bagsvaerd, Denmark, 1978.
14. Constantinides, A. & B. Adu-Amankwa. Enzymatic modification of vegetable protein: Mechanism, kinetics, and production of soluble and partially soluble protein in a batch reactor. *Biotechnol. Bioeng.*, **XXII**: 1543-1565, 1980.
15. Adler-Nissen, J. Enzymatic hydrolysis of soy protein for nutritional fortification of low pH food. *Ann. Nutr. Alim.*, **32**:205-216, 1978.
16. Novo Industri A/S. Information leaflet about Neutrase 0.5L. Enzymes Division, Denmark, 1978a.
17. Novo Industri A/S. Information leaflet about Alcalase 0.6L. Enzymes Division, Denmark, 1978a.

18. Novo Industri A/S. El uso de alcalasa o neutrasa. Calidad "alimenticia" para una hidrólisis enzimática controlada de proteínas. Enzymes Division, Dinamarca, 1978c.
19. Kimmel, J. R. & E. L. Smith. Crystalline papain. I. Preparation, specificity and activation. *J. Biol. Chem.*, **207**:515-531, 1954.
20. Lehninger, A. L. *Bioquímica*. Barcelona, Editorial Omega, 1978, p. 189-222.
21. Richardson, T. Enzimas. En: *Introducción a la Ciencia de los Alimentos*. Fenema (Ed.). España, Reverté S. A., 1982, p. 331-401.
22. Association of Official Agricultural Chemists. *Official Methods of Analysis of the AOAC*. 12th ed. Washington, D. C. The Association, 1975.
23. Franzen, K. L. *The Preparation, Functional Characterization, and Uses of Chemically Derived Food Protein*. Tesis doctoral (Ph.D.) Food Technology. Cornell University. Ithaca, New York, 1976.
24. Shamanthaka Sastry, M. C., N. Subramanyan & R. Rajagopalan. Studies on the wet dehulling of sesame seed to obtain superior grade protein concentrates. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, **46**:592A-596A, 1969.
25. Jaffé, W. G. & J. F. Chávez. El posible uso de harina de ajonjolí para fines comestibles. *Arch. Latinoamer. Nutr.*, **11**:31-48, 1971.
26. Brito, O. J. & N. Núñez. Evaluation of sesame flour as a complementary protein source for combinations with soy and corn flours. *J. Food Sci.*, **47**:457-460, 1982.
27. Conn & Stumpf. *Bioquímica Fundamental*. México D. F., México, Editorial Limusa, 1977.
28. Yamashita, M., S. Arai, J. Matsuyama, H. Kato & M. Fujimaki. Enzymatic modification of protein in foodstuffs. *Agr. Biol. Chem.*, **34**:1492-1496, 1970.
29. Matoba, T. & T. Hata. Relationship between bitterness of peptides and their chemical structures. *Agr. Biol. Chem.*, **36**:1423-1431, 1972.
30. Noguchi, M., M. Yamashita, S. Arai & M. Fujimaki. On the bitter-masking activity of a glutamic acid-rich oligopeptide fraction. *J. Food Sci.*, **40**:367-369, 1975.
31. Adler-Nissen, J. Enzymatic hydrolysis of proteins for increased solubility. *J. Agr. Food Chem.*, **24**:1090-1093, 1976.

ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES FUNCIONALES Y NUTRICIONALES DE PROTEINAS MODIFICADAS DEL AJONJOLI (*Sesamum indicum*, L.)

R. Saad L.¹ y C. Pérez G.²

Departamento de Tecnología de Procesos Biológicos y Bioquímicos,
Universidad Simón Bolívar, Caracas, Venezuela

RESUMEN

Un estudio encaminado a determinar las propiedades funcionales y nutricionales de harina, concentrado e hidrolizados enzimáticos de ajonjolí, demostró que la solubilidad del nitrógeno de los hidrolizados se mejoran, tanto en agua (85%) como a diferentes pH (91-95%), mediante la hidrólisis enzimática, debido a la acción de las enzimas neutrasa 0.5L y alcalasa 0.6L. Se obtuvo un producto con buenas propiedades emulsificantes y mejores propiedades espumantes. Los hidrolizados obtenidos por el método del pH estático y secados por liofilización y por atomización, presentaron un índice de eficiencia proteínica (PER) de 1.1 y 0.9, respectivamente. La harina y el concentrado acusaron valores de PER de 1.2. La suplementación de uno de los hidrolizados con hidrolizado de soya (1:1), mejoró el PER a valores similares al de la caseína. La digestibilidad del nitrógeno de los hidrolizados fue comparable a la de la caseína. Se concluye que el uso de las enzimas neutrasa 0.5L y alcalasa 0.6L mejora la solubilidad de las proteínas del ajonjolí, sin modificar mayormente su índice de eficiencia proteínica (PER). Además, se obtiene un producto deshidratado con propiedades emulsificantes y espumantes mejoradas.

INTRODUCCION

El crecimiento de la población y la escasez de proteínas de bajo costo, han impulsado a muchos investigadores a enfocar su atención hacia la búsqueda de proteínas a partir de fuentes no convencionales. Las proteínas de oleaginosas pueden ser utilizadas en la alimentación humana siempre

Manuscrito modificado recibido: 21-6-84.

- 1 *Magister Scientifical* en Ciencia de los Alimentos; estudiante graduado de la Maestría en Ciencia de los Alimentos, Departamento de Tecnología de Procesos Biológicos y Bioquímicos, Universidad Simón Bolívar, Apartado Postal 80659, Caracas 1080-A, Venezuela.
- 2 Profesor Agregado del citado Departamento.

que se logren presentar en forma aceptable y atractiva, ajustándose a los patrones alimentarios de los grupos de población a los cuales se dirigen.

La industria de procesamiento de alimentos está haciendo énfasis en la producción y utilización de proteínas vegetales como ingredientes funcionales y nutricionales en una variedad de productos formulados. Alternativamente, las fuentes de proteínas vegetales ofrecen flexibilidad en alimentos formulados debido a su economía y disponibilidad, así como propiedades funcionales y nutricionales.

El ajonjolí (*Sesamum indicum*, L.) es la semilla oleaginosa de mayor cultivo en Venezuela, siendo una buena fuente de proteínas, con un alto contenido de aminoácidos azufrados (1), aun cuando presentan una deficiencia moderada en lisina (2) que limita su calidad nutricional. Esta deficiencia en las proteínas del ajonjolí es superable, mediante la suplementación con otras proteínas ricas en lisina como la soya, mejorando así su calidad nutricional.

Las proteínas del ajonjolí, sin embargo, presentan una pobre solubilidad en agua (3), la que es susceptible de mejorar aplicando un proceso enzimático controlado, como es el método del pH estático (4). Esto permite la obtención de hidrolizados solubles con proteasas comerciales de tipo neutrasa 0.5L y alcalasa 0.6L, activas a un pH de 7 y 8, respectivamente. Bajo condiciones controladas de pH, temperatura y tiempo, dichos hidrolizados evitan la formación de péptidos de sabor amargo, y de enlaces entre las cadenas de algunos aminoácidos, así como la racemización de los residuos de aminoácidos (5-7). A su vez, el mejoramiento de la solubilidad del nitrógeno en agua permite una mayor habilidad de las proteínas de formar emulsiones aceite:agua (8-10), y para la formación de espuma (11, 12). Es necesario considerar, además, que un producto soluble es más fácil de incorporar a muchos alimentos que otro insoluble (13).

Las propiedades funcionales determinan el campo de aplicación de las proteínas, haciendo posible la utilización, como ingredientes, de proteínas de nuevas fuentes, lo que permite hacerlas competitivas en el mercado.

El presente trabajo se llevó a cabo con la mira de estudiar las propiedades funcionales y nutricionales de harina, concentrados e hidrolizados enzimáticos de ajonjolí, obtenidos a partir de tortas residuales provenientes de la extracción del aceite.

MATERIALES Y METODOS

Materia Prima

Harina. Esta se obtuvo a partir de tortas comerciales de ajonjolí, de una variedad cultivada en Acarigua, Venezuela, las que se molieron en un molino Thomas Wiley, Modelo 4, y tamizaron hasta una granulometría de malla 60 en un tamizador Tyler, Modelo RX24.

Concentrado. La harina de ajonjolí fue tratada con hidróxido de sodio hasta un pH de 9.5 para solubilizar las proteínas, las cuales fueron precipitadas a un pH de 4.5 y luego secadas en un liofilizador Labconco, Modelo 12 (14).

Hidrolizados. El concentrado de ajonjolí se obtuvo mediante el método del pH estático (4) con proteasas comerciales neutrasa 0.5L a un pH de

7.60/o de concentración de sustrato, 0.190/o de concentración de enzima, temperatura $500 \pm 10^\circ\text{C}$ y un grado de hidrólisis de 80/o; y con alcalasa 0.6L, a un pH de 8; 80/o de concentración de sustrato, 0.180/o de concentración de enzima a $580 \pm 10^\circ\text{C}$ de temperatura y un grado de hidrólisis de 100/o, secado por liofilización y por atomización (14).

Los hidrolizados obtenidos fueron identificados así: hidrolizado con neutrasa, liofilizado (HNL) y atomizado (HNA); hidrolizado con alcalasa, liofilizado (HAL), y atomizado (HAA).

Propiedades Funcionales

Las propiedades funcionales fueron medidas en harina, concentrado e hidrolizados enzimáticos de ajonjolí.

Densidad aparente. Se estimó por un método basado en la medida del peso que ocupa un volumen determinado del material (15) expresándose los resultados en g/ml.

Color. Estas medidas se hicieron en un colorímetro Triestímulo Gardner XL-23, calibrándose el instrumento con una placa estándar blanca cuyos parámetros L, a y b son $L = 92.83$, $a = 0.99$, $b = 0.56$, en muestras deshidratadas y en suspensión de agua destilada al 30/o (p/v). Los cálculos de color se expresaron como índice de blancura, mediante la ecuación siguiente:

$$\text{Índice de blancura} = \frac{\text{Valor L de la muestra}}{\text{Valor L de la placa estándar}} \times 100 \quad (1)$$

Absorción de grasa. Esta fue determinada por un método basado en la cantidad de aceite que absorbe la muestra (16). Los resultados se expresan como gramos de aceite absorbidos entre el peso de la muestra, por 100.

Absorción de agua (AA). Se determinó preparándose una suspensión al 50/o en agua destilada p/v (17).

pH. Se determinó en una suspensión al 30/o en agua (p/v) y a una temperatura de $250 \pm 10^\circ\text{C}$, con un potenciómetro digital marca Corning, Modelo 125.

Viscosidad aparente. Se midió en suspensiones de 10/o, 30/o y 50/o en agua destilada (p/v), calentadas durante una hora a $900 \pm 10^\circ\text{C}$, y luego se enfriaron a temperatura ambiente. Las lecturas de viscosidad se hicieron en un rotovisco Haake, Modelo RV2, usando un cabezal N. V. y a 120 rpm. Los resultados se expresaron en centipoise (cp).

Actividad de agua. Para medir este parámetro se usó un higrómetro hidrodinámico, Modelo 15-3050, con un rango de medición de humedad relativa en equilibrio de 0-1000/o, dependiendo del sensor utilizado. Los resultados se expresaron como actividad de agua (A_w), calculados por la relación porcentual de humedad relativa entre 100.

Solubilidad del nitrógeno en agua. El método descrito por Franzen fue el empleado para determinarla (10). El contenido de nitrógeno soluble en agua se estableció por el método Microkjeldahl (18).

Solubilidad del nitrógeno a diferentes pHs. La solubilidad del nitrógeno a diferentes pH se determinó aplicando la técnica descrita por Franzen (10). El contenido de nitrógeno soluble a un intervalo de pH de

2 a 12 se hizo por el método Microkjeldahl (18). Los cálculos se hicieron tomando como 100% el nitrógeno presente en la extracción, a un pH de 12.

Emulsificación y estabilidad de las emulsiones al calor. Para su determinación se usó el método de Yasumatsu *et al.* (8), modificado por Dench, Rivas y Caygill (19). El procedimiento consiste en emulsionar en una licuadora a alta velocidad, durante tres minutos, una muestra al 3.50% (p/v) en una mezcla de 1:1 de agua:aceite.

Capacidad de formar espuma (EE). Se ajustaron a un pH de 7, dispersiones al 3% de las muestras en agua destilada (p/v); luego se introdujo aire usando una licuadora a baja velocidad, durante 10 minutos (16, 19). Los resultados se expresaron en porcentaje del volumen de espuma final, tomando como 100% el volumen inicial de la suspensión.

Estabilidad de la espuma. Dicha estabilidad se estudió midiendo el volumen de espuma obtenido anteriormente, en un cilindro graduado a diferentes tiempos (0, 1, 15, 30, 60, 90 min). Se tomó como el 100% el porcentaje de espuma en el tiempo cero.

Propiedades Nutricionales

Las propiedades nutricionales fueron evaluadas en la harina, concentrado e hidrolizados de ajonjolí.

Índice de eficiencia proteínica (PER). Este se determinó según la metodología de la AOAC (18), suministrando una dieta al 100% de proteínas a seis ratas (machos y hembras) de la raza Sprague-Dawley durante 28 días, usándose una dieta de caseína como proteína de referencia.

Suplementación de hidrolizado de ajonjolí. La suplementación de HAL se hizo con hidrolizados de soya APP-048 de Novo Industri A/S (Dinamarca), en una relación de 1:1 (20, 21).

Razón de proteínas netas (NPR). Se determinó por el método de Bender y Doell (22), evaluándose la pérdida de peso de los animales durante 15 días con una dieta apteica, para obtener las proteínas necesarias para la manutención de las ratas.

Digestibilidad verdadera (DV). La DV se determinó aplicando el procedimiento de Allison (23), para lo cual se recolectaron las heces de las ratas durante 15 días. El nitrógeno ingerido se calculó por el método de la AOAC (18). El nitrógeno excretado se determinó por la técnica colorimétrica de Shahinian y Reinhold (24).

Análisis estadístico. Los resultados de las propiedades funcionales y nutricionales se analizaron estadísticamente usando análisis de varianza (25), comparándose las medias con la distribución "t". El nivel de confiabilidad de significación estadística se fijó en 95% en todos los casos.

RESULTADOS Y DISCUSION

Densidad, Color, Absorción de Grasa, Absorción de Agua, pH, Viscosidad y Aw de Harina, Concentrado e Hidrolizados de Ajonjolí

La harina de ajonjolí mostró una densidad de 0.62 g/ml, el concentrado 0.42 g/ml, y los hidrolizados secos variaron en su densidad, siendo afec-

tados mayormente por el método de secado. Los hidrolizados liofilizados presentaron valores de 0.35 g/ml (neutrasa) y 0.39 g/ml (alcalasa), mientras que en los atomizados, dichos valores fueron de 0.06 y 0.08 g/ml para neutrasa y alcalasa, respectivamente (Tabla 1). Es evidente el efecto del proceso de secado sobre la densidad de los hidrolizados, obteniéndose una menor densidad con el secado por atomización. Este hecho puede justificarse por la incorporación de aire caliente a las partículas durante el proceso (26).

TABLA 1

ALGUNAS PROPIEDADES FUNCIONALES DE HARINA, CONCENTRADO E HIDROLIZADOS DE AJONJOLI

	Harina	Concentrado	Hidrolizados			
			HNL	HNA	HAL	HAA
Densidad (g/ml)	0.62	0.42	0.35	0.06	0.39	0.09
Absorción de grasa (g/100 g muestra)	157	189	240	536	194	544
Absorción de agua (g/100 g muestra)	276	328	13	25	13	21
Viscosidad (cp)	—	—	5.00	4.00	4.00	4.00
pH (25°C)	5.75	4.70	4.62	4.71	4.69	4.65
Aw (21°C)	0.67	0.67	0.68	0.67	0.68	0.67

Las muestras atomizadas (Figura 1), fueron más claras, mostrando un índice de blancura de $L = 87^{\circ}/o$; en cambio, en las liofilizadas este índice fue de $L = 71^{\circ}/o$ y $68^{\circ}/o$; la harina y el concentrado acusaron índices de blancura más bajos y, por lo tanto, son más oscuras ($L = 66^{\circ}/o$ y $L = 61^{\circ}/o$, respectivamente). Sin embargo, es de subrayar que al humedecerse, la harina, el concentrado y los hidrolizados se oscurecen, siendo más oscuros los hidrolizados atomizados ($L = 35^{\circ}/o$ y $32^{\circ}/o$) que los liofilizados ($L = 45^{\circ}/o$ y $40^{\circ}/o$).

La absorción de grasa en el concentrado (Tabla 1) fue mayor que en la harina ($189^{\circ}/o$ y $157^{\circ}/o$, respectivamente), lo que se justifica por el menor contenido de carbohidratos del concentrado, y su mayor cantidad de proteínas (27). Los hidrolizados secados por liofilización no presentaron diferencias significativas a nivel del 95% de confiabilidad en la absorción de grasa con respecto a la harina y el concentrado; en cambio los secados por atomización acusaron valores de $536^{\circ}/o$ (neutrasa) y $544^{\circ}/o$ (alcalasa), lo que pudo ser favorecido por el tamaño de la partícula, la cual era de 200 mallas para los hidrolizados atomizados (19), además de la correlación

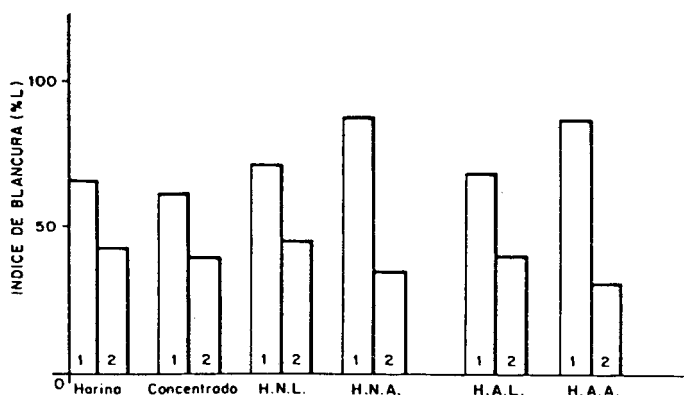


FIGURA 1

Variación del índice de blancura en muestras secas (1), y en una suspensión al 30/o en agua (2)

entre la densidad y la absorción de grasa que resultó ser de 0.9427.

El concentrado y la harina demostraron tener mayor capacidad de absorción de agua (3280/o y 2760/o, respectivamente), que los hidrolizados (130/o y 250/o) (Tabla 2). Este hecho quizás se deba a la conformación globular de las proteínas del ajonjolí y a los grupos hidrofílicos ubicados en la superficie exterior de la molécula, todavía presentes en la harina y el concentrado (28,29). El proceso de hidrólisis enzimática libera del interior de la molécula aminoácidos hidrofóbicos, lo que unido a que el método obliga a descartar la mayor parte del nitrógeno soluble en agua, contribuye a que los valores de absorción de agua en los hidrolizados resulten tan bajos.

El pH del concentrado y de los hidrolizados se mantuvo entre 4.64 y 4.71 (promedio de 4.67), mostrando la harina un valor de 5.75, todas en suspensiones al 30/o (Tabla 1). La diferencia se debe al valor de un pH de 4.5 usado para precipitar las proteínas para la obtención del concentrado, y de 4.5 para la inactivación de la enzima en los hidrolizados.

La viscosidad aparente de las muestras en concentraciones de 10/o y 30/o fue muy baja para ser registrada a todos los rangos de velocidad empleados con el viscosímetro. Así, en concentraciones de 50/o (Tabla 1), la harina y el concentrado no pudieron ser registrados dada la insolubilidad de las muestras. Todos los hidrolizados se comportaron de manera similar, obteniéndose valores de viscosidad de 4 cp para los hidrolizados

TABLA 2

SOLUBILIDAD DEL NITROGENO EN AGUA Y PROPIEDADES DE EMULSIFICACION DE HARINA, CONCENTRADO E HIDROLIZADOS DE AJONJOLI

Muestra	Solubilidad en agua	Actividad emulsificante	Estabilidad al calor
	g/100 g Nitrógeno	ml/100 ml	ml/100 ml
Harina	9.3 ^a	47 ^a	52 ^a
Concentrado	3.5 ^b	44 ^a	51 ^a
HNL	86.3 ^c	81 ^b	85 ^b
HNA	84.3 ^c	69 ^c	71 ^c
HAL	85.3 ^c	79 ^b	87 ^b
HAA	83.5 ^c	65 ^c	69 ^c

Los promedios que no presentan letras comunes alcanzan entre sí diferencias significativas a un nivel de 95% de confiabilidad.

con alcalasa liofilizado y atomizado, y con neutrasa atomizado. El hidrolizado con neutrasa liofilizado, tuvo una viscosidad de 5 cp. La baja viscosidad de los hidrolizados se debe a la presencia de proteínas de bajo peso molecular (30, 31).

La actividad de agua de todas las muestras resultó ser igual, 0.67 - 0.68 (Tabla 1).

Solubilidad del Nitrógeno en Agua y a Diferentes pH, Propiedades Emulsificantes y Espumantes

La solubilidad del nitrógeno en agua mejoró en los hidrolizados enzimáticos nueve veces con respecto a la harina, y 24 veces con respecto al concentrado, acusando los hidrolizados un promedio de 85% de solubilidad del nitrógeno (Tabla 2).

Las propiedades emulsificantes correlacionan positivamente con la solubilidad del nitrógeno ($r = 0.8332$). La baja actividad emulsificante de la harina, 47%, y del concentrado, 44%, se deben a la insolubilidad del nitrógeno de estas muestras, en agua. Esto hace que la fase de aceite se separe de la fase acuosa, ya que al ser insolubles, las proteínas flotan sobre la superficie del aceite sin contribuir a la emulsión del sistema aceite:agua (10). Los hidrolizados de ajonjolí presentaron una buena actividad y estabilidad emulsificante, aun los deshidratados por atomización cuyos valores resultaron ser más bajos (Tabla 2). Todas las emulsiones formadas por las diferentes muestras sometidas a estudio fueron estables al calor (80°C durante 30 minutos), y el volumen de la emulsión aumentó durante el calentamiento. Ello pudo ser debido a que la emulsión —al ser preparada a una concentración de 3.5%— originó un incremento del espesor de la película por incorporación de mayor cantidad de grupos polares y apolares, los cuales tienden a aumentar la estabilidad de la emulsión cuando se

usan en concentraciones mayores de 2.7 (32).

La solubilidad del nitrógeno, determinada a diferentes pH (Figuras 2 y 3) muestra un comportamiento típico para el ajonjolí (3) y parecido al de la soya (33). El pH de mínima solubilidad fue 4, aproximadamente, para todas las muestras. La harina y el concentrado aumentaron su solubilidad a partir de este pH desde menos de 10% hasta 80% a un pH de 10. El nitrógeno de los hidrolizados demostró ser altamente soluble al pH de mínima solubilidad (91% o 95%); este valor aumentó a 98-99% cuando el pH era de 6, y se mantuvo en estos niveles a mayores pH.

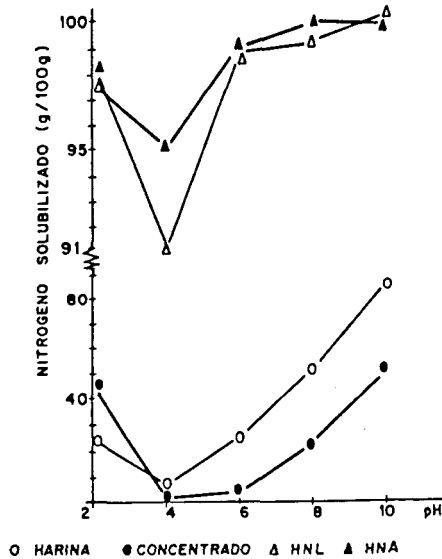


FIGURA 2

Solubilidad del nitrógeno de harina, concentrado e hidrolizados enzimáticos (neutrasa) de ajonjolí a diferentes pH

El proceso de secado para obtener los hidrolizados deshidratados no afectó la solubilidad del nitrógeno.

La harina de ajonjolí presentó una expansión de la espuma de 340%, y el concentrado de 254% (Figura 4), siendo éste 86% menos expandible en espuma; este hecho se explica por la menor solubilidad del nitrógeno del concentrado a un pH de 7. Al comparar los hidrolizados obtenidos con neutrasa y alcalasa en el caso del concentrado se observó que el HNL y HAL se expandieron 2.2 veces más, el HNA 1.9 veces y HAA 1.5 veces. Un análisis de varianza indicó que no existen diferencias estadísticamente significativas al nivel de 95% de confianza entre los hidrolizados enzimáticos, a excepción del HAA. Esta diferencia pudo haberse debido a que el hidrolizado con alcalasa tiene un grado de hidrólisis mayor (10%) que el hidrolizado con neutrasa (8%), y esto influyó en la expansión de la

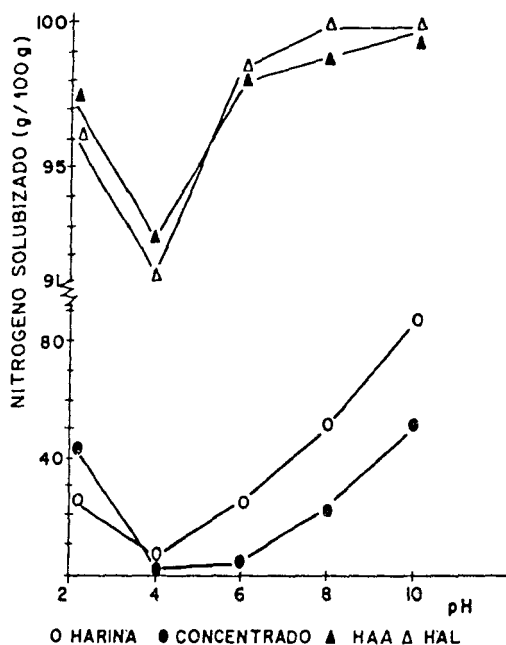


FIGURA 3

Solubilidad del nitrógeno de harina, concentrado e hidrolizados enzimáticos (alcalasa) de ajonjolí, a diferentes pH

espuma (34). Sin embargo, el hidrolizado HAA continuó acusando mayor expansión (3800/o) en relación al concentrado (2540/o) y a la harina (3400/o), debido quizás a la alta solubilidad del nitrógeno obtenida en todos los hidrolizados, indistintamente de la enzima usada o del proceso de secado aplicado.

En relación a la estabilidad de la espuma (Tabla 3), los datos revelan que a los 90 minutos, la espuma del concentrado había bajado en un 210/o, el HNL en un 270/o y el HNA en un 350/o; con la enzima alcalasa esta disminución fue de 360/o aproximadamente, en ambos procesos de secado. Esta variación es explicable por la inestabilidad de las espumas sometidas a hidrólisis enzimática (35) y por la baja viscosidad encontrada en los hidrolizados (Tabla 1).

Propiedades Nutricionales

El calor del proceso de secado por atomización, pareció afectar negativamente la disponibilidad de aminoácidos (Tabla 4). Esto se deduce del análisis de varianza de los PER, en los que se muestra una diferencia significativa al 950/o de confianza entre los hidrolizados con neutrasa y alcalasa atomizados, y los otros hidrolizados. Estos valores de PER son sin embargo muy pequeños: 0.9 para HNA y HAA, 1.1 para HNL y HAL,

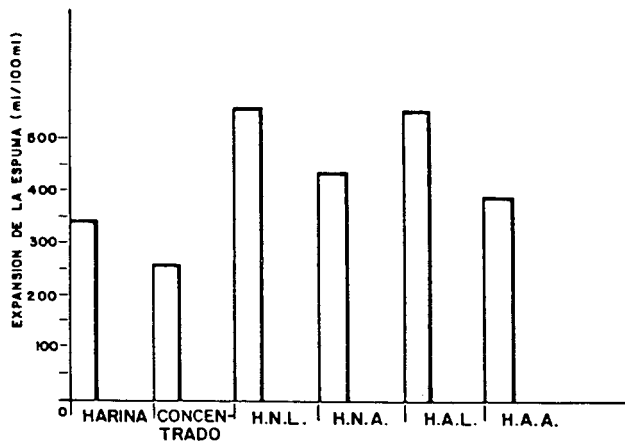


FIGURA 4

Variación de la expansión de la espuma de harina, concentrado e hidrolizados enzimáticos de ajonjolí

TABLA 3

VARIACION DE LA ESTABILIDAD DE LA ESPUMA DE HARINA, CONCENTRADO E HIDROLIZADOS DE AJONJOLI

Muestra (ml/100 ml)	Tiempo (minutos)					
	1	10	15	30	60	90
Harina	90	80	78	76	64	60
Concentrado	89	79	75	71	69	69
HNL	98	74	74	72	70	70
HNA	96	77	77	69	60	60
HAL	96	77	77	69	52	52
HAA	83	71	71	68	50	50

y 1.2 para la harina y el concentrado. La suplementación del hidrolizado con alcalasa liofilizado, con hidrolizado de soya, mejoró la calidad de la mezcla (20, 21), y pudo aumentarse el valor de PER a 2.4, compensándose la deficiencia de lisina en el ajonjolí (1) con la deficiencia de metionina en la soya.

Los valores de NPR para todos los casos resultaron ser mejores que los valores de PER, pero aún así fueron 50% más bajos que el de la caseína. El HAL suplementado con hidrolizado de soya mejoró el valor del NPR en 41%, pero continuó siendo un 15% más bajo que el de la caseína (Tabla 4).

La digestibilidad verdadera (DV) de la harina de ajonjolí (840/o) mejoró en el concentrado a 96.80/o y, aún más, en los hidrolizados, entre 97.20/o y 98.80/o (Tabla 4), lo que posiblemente indique que no se formó lisinoalanina o racemización de aminoácidos en el proceso enzimático, ya que estos compuestos originan una disminución de la digestibilidad (7).

TABLA 4

RELACION DE EFICIENCIA PROTEINICA (PER), RELACION DE PROTEINAS NETAS (NPR) Y DIGESTIBILIDAD VERDADERA (DV) DE LAS DIETAS PREPARADAS CON HARINA, CONCENTRADOS E HIDROLIZADOS DE AJONJOLI Y CASEINA

Dietas	PER	NPR	DV
Harina	1.2 ± 0.1 ^a	1.7 ± 0.2 ^a	84.0 ± 0.6 ^a
Concentrado	1.2 ± 0.1 ^a	1.5 ± 0.1 ^a	96.8 ± 0.7 ^b
HNL	1.1 ± 0.1 ^a	1.9 ± 0.3 ^a	97.8 ± 0.6 ^b
HNA	0.9 ± 0.1 ^b	1.6 ± 0.2 ^a	97.3 ± 0.7 ^b
HAL	1.1 ± 0.1 ^a	1.5 ± 0.2 ^a	98.2 ± 0.8 ^b
HAA	0.9 ± 0.1 ^b	1.9 ± 0.3 ^a	97.2 ± 0.8 ^b
HAL + hidrolizado de soya (1:1)	2.4 ± 0.3 ^c	2.9 ± 0.2 ^b	98.8 ± 0.6 ^b
Caseína	2.9 ± 0.3 ^c	3.4 ± 0.3 ^b	97.3 ± 0.8 ^b

Los promedios en las columnas que no presentan letras comunes alcanzan entre sí diferencias significativas al 950/o de confiabilidad.

CONCLUSIONES

Los hidrolizados secados por atomización tienen una densidad menor que la harina, el concentrado y los demás hidrolizados. En otros términos, es de 87 a 900/o menos denso que la harina, de 81 a 860/o menos que el concentrado, y de 80 a 830/o menos aún que los otros liofilizados. Además, los productos atomizados mostraron un índice de blancura mayor, siendo 320/o más claros que la harina, 430/o más que el concentrado, y 240/o más que los hidrolizados secados por liofilización.

La solubilidad del nitrógeno en agua mejoró considerablemente en los hidrolizados, en el rango de 2 a 10 de pH, siendo ésta entre 91 y 950/o, mientras que la harina y el concentrado mostraron una solubilidad menor de 100/o al pH de mínima solubilidad. Así, la baja viscosidad y las buenas propiedades emulsificantes de los hidrolizados, permitirían su uso en alimentos líquidos y en aquellos tipo salsas, sopas, mayonesas, etc.

Los hidrolizados tuvieron mejor capacidad de espumado que el concentrado, pero con menor estabilidad en reposo a temperatura ambiente. Los hidrolizados deshidratados por liofilización tuvieron una mayor expansión que los atomizados. En todos los casos hubo una correlación positiva entre la solubilidad del nitrógeno en agua y la capacidad de formación de espuma.

No se constataron diferencias a nivel de 95% de confiabilidad entre los valores de eficiencia proteínica (PER) obtenidos para la harina, el concentrado y los hidrolizados liofilizados. El valor promedio del PER para estas muestras fue de 1.1. Los hidrolizados atomizados sí mostraron diferencias, aun cuando su valor fue bajo: 0.9. La suplementación de uno de los hidrolizados (HAL) con hidrolizado de soya mejoró la relación PER a 2.4. Los valores de NPR resultaron ser 50% más bajos que el de la caseína. La digestibilidad de los hidrolizados no acusó diferencias significativas al compararlas con la de la caseína, al aplicar el mismo tratamiento estadístico.

El uso de las enzimas neutrasa 0.5L y alcalasa 0.6L permitió mejorar algunas propiedades funcionales de la harina de ajonjolí, sin que el producto fuese afectado nutricionalmente en el proceso.

SUMMARY

STUDY ON THE FUNCTIONAL AND NUTRITIONAL PROPERTIES OF SESAME (*Sesamum indicum*, L.) MODIFIED PROTEINS

A study on the functional and nutritional properties of sesame (*Sesamum indicum*, L.) flour, concentrate and enzymatic hydrolysates, demonstrated that nitrogen solubility of the hydrolysates is improved, in water (85%) and at different pHs (9.1-9.5), by the action of neutrasa 0.5L and alcalasa 0.6L, yielding a product with good emulsifying and improved foaming properties.

Hydrolysates produced by the pH-stat method, then freeze-dried and spray-dried presented a PER of 1.1 and 0.9, respectively. The flour and the concentrate had PER values of 1.2. Supplementation of one of the hydrolysates with soya hydrolysate (1:1), improved the PER to a value similar to that of casein. Use of neutrasa 0.5L and alcalasa 0.6L enzymes, enhances the sesame protein solubility without modifying extensively the PER. Besides, it yields a dehydrated product with improved emulsifying and foaming properties.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la Compañía Weber Representaciones, Caracas, su valiosa colaboración en el suministro de muestras e información acerca de las enzimas.

Asimismo, a la Empresa FACEGRA, por el suministro de la torta de ajonjolí utilizada en el estudio.

BIBLIOGRAFIA

1. El Tinay, A. H., A. H. Khattab & M. O. Khidir. Protein and oil compositions of sesame seed. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 53:648-653, 1976.
2. Rivas, N., J. Dench & J. C. Caygill. Nitrogen extractability of sesame (*Sesamum indicum*, L.) seed and the preparation of two protein isolates. *J. Sci. Food Agr.*, 32:565-571, 1981.
3. Guerra, M. J. & Y. K. Park. Extraction of sesame seed protein and determination

- of its molecular weight by sodium dodecyl sulfate polyacrylamide gel electrophoresis. *J. Am. Oil Chem., Soc.*, **52**:73-75, 1975.
4. Adler-Nissen, J. Enzymatic hydrolysis of food protein. *Process. Biochem.*, **12**: 18-32, 1977.
 5. Friedman, M. Inhibition of lisinoalanine synthesis by protein acylation. En: **Nutritional Improvement of Food and Feed Proteins**. Mendel Friedman (Ed.). New York, N. Y., Plenum Press, 1978, p: 613-648.
 6. Master, P. M. & M. Friedman. Racemization of amino acids in alkali-treated food proteins. *J. Agr. Food Chem.*, **27**:507-511, 1979.
 7. Friedman, M., J. C. Zahnley & P. M. Master. Relationship between *in vitro* digestibility of casein and its content of lisinoalanine and D-amino acids. *J. Food Sci.*, **46**:127-134, 1981.
 8. Yasumatsu, K., J. Sawada, S. Moritaka, M. Misake, J. Toda, T. Wada & K. Ishii. Whipping and emulsifying properties of soybean products. *Agr. Biol. Chem.*, **36**: 719-727, 1972.
 9. Crenwelge, D., C. W. Dill, P. T. Tybor & W. A. Landmann. A comparison of the emulsification capacities of some protein concentrates. *J. Food Sci.*, **39**:175-177, 1974.
 10. Franzen, K. L. **The Preparation, Functional Characterization, and Uses of Chemically Derivated Food Protein**. Tesis doctoral (Ph.D.) Food Technology, Cornell University. Ithaca, New York, 1976.
 11. Lawhon, J. T., C. M. Cater & K. F. Mattil. A comparative study of the whipping potential of an extract from several oil seed flours. *Cereal Sci. Today*, **17**:240-294, 1972.
 12. Huffman, V. L., C. K. Lee & E. E. Burns. Selected functional properties of sunflower meal. *J. Food Sci.*, **40**:70-74, 1975.
 13. Kinsella, J. E. Functional properties of soy proteins. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, **56**: 242-258, 1979.
 14. Pérez, G. C. & R. Saad L. Modificación enzimática de las proteínas de tortas comerciales de ajonjolí (*Sesamum indicum*, L.). *Arch. Latinoamer. Nutr.*, **34**: 735-748, 1984.
 15. Nip, W. K. Development and storage stability of drum-dried-guava-and papayatao flakes. *J. Food Sci.*, **44**:222-225, 1979.
 16. Lin, M. J. Y., E. S. Humbert & F. W. Sosulski. Certain functional properties of sunflower meal products. *J. Food Sci.*, **39**:368-370, 1974.
 17. Betschart, A. A., R. Y. Fond & M. M. Hanomoto. Safflower protein isolates: functional properties in simple systems and breads. *J. Food Sci.*, **44**:1022-1035, 1979.
 18. Association of Official Agricultural Chemists. **Official Methods of Analysis of the AOAC**. 12th ed. Washington, D. C., The Association, 1975.
 19. Dench, J. E., N. Rivas & J. C. Caygill. Selected functional properties of sesame (*Sesamum indicum*, L.) flour and two protein isolates. *J. Sci. Food Agr.*, **32**:557-564, 1981.
 20. Evans, R. J. & S. L. Bandemer. Nutritive values of some oilseeds proteins. *Cereal Chem.*, **44**:417-426, 1967.
 21. Brito, O. J. & N. Núñez. Evaluation of sesame flour as a complementary protein source for combinations with soy and corn flours. *J. Food Sci.*, **47**:457-460, 1982.
 22. Bender, A. E. & B. H. Doell. Biological evaluation of proteins: a new aspect. *Brit. J. Nutr.*, **11**:140-148, 1957.
 23. Allison, J. B. Biological evaluation of protein. *Physiol. Revs.*, **35**:664-669, 1965.

24. Shahinian, J. & J. G. Reinhold. Application of the phenolhypochlorite reaction to measurement of ammonia concentrations in Kjeldahl digests of serum and various tissues. *Clin. Chem.*, **17**:1077-1080, 1971.
25. Duncan, R. C., R. G. Knapp & M. C. Miller. *Bioestadística*. México D. F., México, Editorial Interamericana, 1978.
26. Olsen, S. H., J. Adler-Nissen, H. J. Jensen & O. Moller. Enzymatic hydrolysis of soy proteins. Processing developments and applications in low pH foods. In: *International Congress of Food Science and Technology. Abstracts*. Bagsvaerd DK-2880, Novo Industri. A/S Enzymes Division, 1978, p. 128.
27. Hutton, C. W. & A. M. Campbell. Functional properties of a soy concentrate and a soy isolate in simple systems and in a food system. *J. Food Sci.*, **42**:457-460, 1977.
28. Sosulski, F. Concentrated seed proteins. In: *Food Colloids*. Graham (Ed.). Westport, Conn., The Avi Publishing Co., 1977, p. 152-206.
29. Prakash, V. & P. K. Nandi. Isolation and characterization of globulin of sesame seed (*Sesamum indicum* L.). *J. Agr. Food Chem.*, **26**:320-323, 1978.
30. Fleming, S. E., F. W. Sosulski & E. S. Humbert. Viscosity and water absorption characteristics of slurries of sunflower and soybean flours, concentrates and isolates. *J. Food Sci.*, **39**:188-191, 1974.
31. Novo Industri A/S. *Enzyme Processing of Food Proteins*. Enzymes Division, Denmark. 1978.
32. Wang, J. C. & J. E. Kinsella. Functional properties of novel proteins: alfalfa leaf protein. *J. Food Sci.*, **41**:286-292, 1976.
33. Smith, A. K. & S. J. Circle. Protein products as food ingredients. In: *Soybeans Chemistry and Technology*. A. K. Smith and S. J. Circle (Eds.). Westport, Conn., The Avi Publishing Co., 1972.
34. Kuehler, C. A. & C. M. Stine. Effect of enzymatic-hydrolysis on some functional properties of whey protein. *J. Food Sci.*, **39**:379-383, 1974.
35. Grunden, L. P., D. V. Vadehra & R. C. Baker. Effects of proteolytic enzymes on the functionality of chicken egg albumen. *J. Food Sci.*, **39**:841-843, 1974.

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

**SEMINARIO-TALLER REGIONAL SOBRE EL APORTE
DE LOS CENSOS DE TALLA DE ESCOLARES A LOS
SISTEMAS DE VIGILANCIA ALIMENTARIA-NUTRICIONAL**
Antigua, Guatemala, 2 a 4 de abril de 1984

1. *Introducción*

Este Seminario-Taller, organizado por el Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP), fue financiado parcialmente por la Oficina Regional para Programas de Centroamérica (ROCAP) de la Agencia para el Desarrollo Internacional de los Estados Unidos (AID), la Organización Panamericana de la Salud/Organización Mundial de la Salud (OPS/OMS), y el INCAP.

El propósito del evento fue revisar, desde una perspectiva multisectorial, los avances que se han logrado en el proceso de planificación alimentaria-nutricional en cada país del Istmo Centroamericano, con referencia especial a los Sistemas de Vigilancia Alimentaria-Nutricional (SVAN). Se pretendía que el intercambio de experiencias, luego de ser examinadas y adaptadas a los recursos y realidades de cada país, facilitarían el fortalecimiento de los SVAN.

2. *Objetivos del Seminario-Taller*

2.1 *General*

Apoyar el proceso de planificación alimentario-nutricional en los países de Centroamérica y Panamá y otras regiones, analizando y actualizando experiencias y avances de los países en ese proceso.

2.2 *Específicos*

2.21 Actualizar los avances en el proceso de planificación alimentario-nutricional en países del Istmo Centroamericano, desde la Segunda Conferencia Internacional de Alimentación y Nutrición efectuada en Panamá en noviembre de 1982, con especial referencia a los Sistemas de Vigilancia Alimentaria-Nutricional.

2.2.2 Actualizar las experiencias en los países del Istmo Centroamericano sobre actividades de alimentación y nutrición en el sector educación.

2.2.3 Actualizar los avances e intercambio de experiencias en el Istmo Centroamericano en lo que respecta al apoyo del sector educación a los SVAN.

2.2.4 Conocer el grado de articulación intersectorial y el desarrollo de estrategias conjuntas, derivadas del aporte del sector educación a los SVAN.

3. Metodología y Desarrollo

Participaron profesionales de los sectores de agricultura, educación, planificación y salud. Se desarrollaron tres conferencias magistrales que profundizaron en temas de interés para el diseño y puesta en marcha de un SVAN, proporcionando a los Grupos de Trabajo información básica para sus discusiones. Los representantes de los países hicieron una presentación resumida del Documento-País en el que se analizaba los avances del proceso de planificación alimentario-nutricional, las actividades relevantes que el sector educación desarrolla en los rubros de alimentación y nutrición, y los avances en el diseño y operación de los SVAN en cada país. La organización de los Grupos de Trabajo, por sector y por país, permitió un fructífero intercambio de experiencias entre países y entre funcionarios de los distintos países que trabajan en los mismos sectores. Los Grupos cubrieron los temas siguientes:

- Tema 1. Papel del sector en la problemática alimentario-nutricional.**
- Tema 2. Los censos de talla de escolares y su utilidad en distintos sectores.**
- Tema 3. Aplicación del censo de talla en escolares en el proceso de planificación alimentario-nutricional, con referencia a la creación y/o fortalecimiento de un SVAN multisectorial.**

Los Temas 1 y 2 fueron discutidos por participantes agrupados por sectores. Se formaron cuatro Grupos de Discusión: agricultura, educación, salud y planificación. El Tema 3 fue discutido por Grupos de Trabajo conformados por los participantes de cada uno de los seis países.

Las razones que guiaron la selección de los tres temas y las preguntas sugeridas a los grupos de discusión fueron las siguientes:

a) Un SVAN es un componente de apoyo y parte integral de un proceso de planificación alimentario-nutricional. Debe responder periódica y oportunamente a las necesidades de datos de las políticas, los planes, los programas y los proyectos (P/P/P/P) del proceso.

b) Un SVAN es un instrumento para identificar, clasificar, priorizar y darle seguimiento, en términos sociales y político-administrativos, tanto a los principales problemas de alimentación y nutrición como a los factores y procesos sociales básicos que explican su presencia, magnitud y distribución en una población.

c) Los censos de talla de escolares son una fuente de datos que generan indicadores válidos y confiables de gran utilidad para los P/P/P/P. Son, por lo tanto, una fuente de datos que ayudan a conformar un SVAN multisectorial.

Así, en el Tema 1, el propósito fue que el Grupo de Discusión Sectorial revisara las acciones importantes de su sector que tienen y/o tendrán impacto alimentario-nutricional. En realidad, lo que se revisó e identificó fueron los "usuarios" principales de un SVAN. En el Tema 2 se analizó concretamente, siempre por Grupos de Discusión Sectorial, el uso real o potencial de los censos de talla de escolares dentro del sector, los problemas que se presentan en su ejecución y uso, y los posibles mecanismos de solución, a fin de maximizar así el uso de esos datos dentro de cada sector.

El propósito de la discusión del Tema 3 en grupos integrados por representantes de cada país fue, después de conocer otras experiencias y comentar las propias experiencias sectoriales en los Temas 1 y 2, el de analizar el papel de los censos de talla de escolares como apoyo al proceso de planificación alimentario-nutricional del país y, además, como parte integrante de un SVAN multisectorial. Se sugirió discutir la necesidad, características, institucionalización y cooperación técnica necesarias para reforzar y/o crear un SVAN multisectorial.

Cada Grupo de Trabajo expuso en sesión plenaria el resultado de sus discusiones. Una plenaria fue dedicada a discusión general.

El detalle de las discusiones de grupo para cada una de las preguntas planteadas en los temas mencionados, de acuerdo con una guía preestablecida, se da a conocer en las Memorias del Seminario-Taller editadas por el INCAP. Debido a su extensión y amplitud, cualquier resumen que se intentase hacer tendría que sacrificar muchos de los numerosos y variados puntos expresados por los participantes y recogidos en dichas Memorias.

4. *Resumen de las Deliberaciones Finales*

La discusión en la sesión plenaria final se centró en aspectos que, durante el transcurso del Seminario-Taller, suscitaban bastante interés y no fueron agotados en plenarios anteriores. Las deliberaciones se resumen a continuación.

4.1 *Sistemas de información sectorial y Sistemas de Vigilancia Alimentaria-Nutricional*

El análisis y la solución de la problemática alimentario-nutricional debe considerar una secuencia de cuatro fases. Primero, debe definirse —al menos desde un punto de vista cualitativo— un Sistema Alimentario-Nutricional (SAN) que incorpore componentes de producción, distribución, transporte, comercialización e industrialización de alimentos y, además, aspectos relativos al consumo y la utilización biológica de los alimentos. Definido y aceptado el SAN, es necesario, en segundo término, cuantificar cada uno de sus componentes (i.e., producción, distribución, transporte, comercialización, consumo y morbilidad). La actividad de cuantificar dichos componentes demanda información de los Subsistemas de Información Sectoriales y de otras fuentes existentes en un país, como

las estadísticas nacionales, que se centralizan en las Oficinas Nacionales de Estadística y Censo. El tercer punto en la secuencia es la Vigilancia del Sistema Alimentario-Nutricional, en el cual se seleccionan, del Sistema de Información Global y/o de los Subsistemas de Información Sectoriales, aquellos indicadores que permiten darle seguimiento a lo que ocurre con el funcionamiento del SAN. El propósito esencial de esa Vigilancia es apoyar la toma de decisiones en lo atinente a los P/P/P/P, que mejoren la situación alimentario-nutricional. Lo anterior constituye el Sistema de Vigilancia Alimentaria-Nutricional. El cuarto punto en la secuencia, el cual es factible de alcanzar sólo si se cumplen los primeros tres aspectos antes descritos, es la Seguridad Alimentaria del país.

4.2 *Políticas de alimentación y nutrición (PAN), globales y sectoriales*

En la mayoría de los países, no existen políticas globales de alimentación y nutrición, ni políticas sectoriales de alimentación y nutrición bien definidas y factibles de operar. Los programas, proyectos y actividades de alimentación y nutrición que desarrollan los sectores compensa, en cierto grado, esa falta de definición a nivel global y sectorial.

Es necesario continuar trabajando en la definición de las PAN. Estas, sin embargo, no deben perder de vista la problemática global del desarrollo social y económico y, en particular, la problemática de la alimentación y nutrición. De ejecutarse las PAN sectoriales, por lógica, las mismas deben enmarcarse dentro de la PAN nacional y, ellas dentro del contexto de la política nacional de desarrollo económico social.

4.3 *Utilidad y costo de información adicional en los censos de talla*

La información socioeconómica que se incorpore en los censos de talla debe ser aquella que no es recolectada por otros sistemas de información ya existentes. La información adicional debe también ser útil al objetivo que justifica la creación y funcionamiento de un SVAN: el constituir un punto de apoyo a la toma de decisiones en relación con los P/P/P/P alimentario-nutricionales. La información que se agregue en el censo de talla aumentará los costos de recolección y procesamiento de datos. Al mismo tiempo exige un período más largo de procesamiento, análisis y difusión de la información. Lo anterior puede ocasionar retrasos en la utilización oportuna de los datos que debe apoyar la selección, puesta en marcha, y/o más efectiva ejecución de las acciones alimentario-nutricionales en distintos sectores y al nivel de planificación central y regional.

4.4 *Utilización de los datos del censo de talla de escolares en los distintos sectores*

Los datos disponibles en los censos de talla de escolares no han sido aún utilizados en nuestros países en la forma más eficiente por los distintos sectores, ni por los entes coordinadores de la planificación. Estos datos deben utilizarse teniendo en cuenta que el nivel de retardo en talla resume el nivel de desarrollo socioeconómico de la comunidad a la que

pertenecen los niños evaluados, y no es sólo un indicador biológico de crecimiento de los niños.

Los censos de talla se han utilizado para definir e identificar las áreas prioritarias hacia donde se orienten acciones sectoriales y multisectoriales. Así, se debe promover la ubicación de nuevas inversiones y/o reubicar los recursos actuales para el desarrollo económico y social (incluyendo, por supuesto, los de salud, agricultura y educación) hacia aquellas poblaciones donde la prevalencia de retardo en talla sea más elevada.

En el sector educación, el censo de talla es útil, además de dar información sobre el estado nutricional a nivel de niño y escuela, para recoger datos sobre la deserción y el ausentismo escolar, así como en lo concerniente al nivel de instrucción de los padres. Por medio de niveles de retardo en talla, los censos pueden identificar, áreas prioritarias de acción donde se concreten acciones del propio sector, ya sea nutricionales (i.e., comedores escolares) o no nutricionales (incremento de cobertura del sistema escolar).

Ajeno a ello, los datos de saneamiento ambiental pueden utilizarse en salud, en la orientación de los programas preventivos y curativos a nivel del preescolar, el escolar, otros grupos vulnerables, la familia y la comunidad. En agricultura, se visualiza la utilidad de los censos de talla en la toma de acciones sobre áreas prioritarias dentro de un país en donde se requiere incrementar la producción de alimentos. Ello redundará también en un incremento en la cantidad de alimentos disponibles a nivel regional y nacional.

4.5 *Periodicidad de los censos de talla de escolares*

La periodicidad más apropiada para ejecutar los censos de talla está en función de los objetivos que guíen la actividad. Si el propósito es identificar áreas prioritarias para concentrar en ellas acciones gubernamentales o actualizar dicho diagnóstico, la periodicidad de ejecución aconsejable es de tres a cinco años. Si se quieren conocer cambios seculares en el estado nutricional, dentro del contexto de evaluaciones de impacto, es apropiado efectuar el censo de talla cada siete años. Por otra parte, si el indicador se utiliza para apoyar la formulación y evaluación de un Plan de Desarrollo Económico-Social, debería ejecutarse cada cuatro o cinco años, dependiendo de la periodicidad de elaboración de esos planes. Si la idea es tener una señal de identidad de un país, por ejemplo el Producto Interno Bruto (PIB), la periodicidad más oportuna sería entonces anual.

Otra opción es llevarlos a cabo con la periodicidad identificada por los expertos como necesaria para detectar cambios en el estado nutricional cuando, por ejemplo, se pone en ejecución un paquete amplio de políticas gubernamentales.

[Memorias del Seminario-Taller Regional *Aporte de los Censos de Talla de Escolares a los Sistemas de Vigilancia Alimentaria-Nutricional*, celebrado en Antigua, Guatemala, del 2 al 4 de abril de 1984. Guatemala, INCAP (Ed.). Julio de 1984 (Publicación INCAP L-21) 247 p.].

RESEÑAS Y ACTUALIDADES

Grupo de Consulta de la Organización Panamericana de la Salud/Organización Mundial de la Salud sobre Vigilancia Alimentaria y Nutricional, reunido en Guatemala, Guatemala, del 5 al 7 de abril de 1984

Los fines del evento fueron formular recomendaciones a la Organización Panamericana de la Salud/Organización Mundial de la Salud (OPS/OMS) para fortalecer las actividades de vigilancia alimentaria y nutricional en la Región de las Américas, tanto por parte del Sistema de Información del Secretariado (OSP) en materia de salud, como en el diseño e implementación de Sistemas de Vigilancia Alimentaria-Nutricional (SVAN) de los países miembros.

1. *Introducción*

La organización de los SVAN y su forma de operación, logró avances importantes en el período comprendido entre 1974 y 1981 en los países de la Región de las Américas. Este hecho lo hace evidente el creciente interés de grupos nacionales, agencias internacionales y bilaterales, y medios científicos y académicos, de participar en el diseño y desarrollo de estos Sistemas.

El concepto sobre vigilancia alimentaria y nutricional está en proceso de evolución, adaptación y autocrítica en aquellos países que desean establecer sistemas efectivos, pero a la vez sencillos y ajustados a las necesidades y recursos de cada situación. La Academia Nacional de Ciencias de los Estados Unidos de América (1982) y el Subcomité de Nutrición del Comité de Coordinación Administrativa de las Naciones Unidas (1981) revisaron recientemente el concepto y la práctica de la vigilancia alimentaria y nutricional. Ambos señalan a Latinoamérica como una de las regiones del mundo donde se ha tenido mayor progreso en este campo.

Es en este contexto, que la OPS/OMS consideró conveniente analizar los avances conceptuales y las experiencias logradas en los países en cuanto a la vigilancia alimentaria y nutricional, a fin de identificar las áreas que requieren investigación adicional; las necesidades de capacitación de personal especializado; los requerimientos de cooperación técnica, y su dinamización mediante la colaboración interagencial. Como corolario, se espera apoyar más efectivamente a los países de la Región a superar los factores que dificultan el desarrollo de los SVAN, como parte del proceso de planificación alimentario-nutricional, la ejecución y evaluación de los programas, y el establecimiento de mecanismos oportunos de alarma sobre posibles deterioros de la situación, para la toma de medidas correctivas inmediatas. Específicamente, el Programa Regional de Alimentación y Nutrición de la OPS/OMS establece, entre otros, los siguientes objetivos:

- a) Organizar a nivel de la OPS, incluyendo los centros especializados INCAP y CFNI, un sistema de información alimentaria y nutricional que sea de utilidad para los Gobiernos Miembros y la propia OPS/OMS.
- b) Apoyar y cooperar técnicamente con los países en el diseño y desarrollo de los SVAN a nivel nacional.

De los tres propósitos que tiene la vigilancia alimentaria y nutricional, dos de ellos, la planificación de largo plazo y la administración y evaluación de los programas, son de mayor significado en América Latina y el Caribe. El tercero, la alarma temprana para evitar crisis de hambre, tendría aplicaciones eventuales en pocos países o áreas específicas de otros.

Para el Grupo, la vigilancia alimentaria y nutricional es un proceso permanente de análisis e interpretación de información relevante, que se genera en los sectores de salud, educación, agricultura, trabajo, economía y otros, y que debe diseminarse oportunamente en cada uno y entre ellos, dando lugar a acciones específicas. No requiere, por lo tanto, organizar un sistema independiente sino mejorar, en cantidad y calidad, los datos que se acopian —o deberían recogerse— para formular la política y realizar los programas de cada sector del Sistema Nacional Alimentario-Nutricional. El problema más crítico de la vigilancia se relaciona con la identificación de los usuarios y sus necesidades reales de información para la acción. Es ésta un área importante de investigación operacional que debe apoyar la OPS/OMS.

En última instancia, la vigilancia alimentaria y nutricional debe resultar en un proceso integrador de recursos sectoriales relacionados con determinantes del estado nutricional de individuos, familias y comunidades. Traducido en políticas, planes y programas —debidamente evaluados en cuanto a procesos y efectos— la vigilancia permite mostrar relaciones entre factores directos o condicionantes de diversos sectores que inducen a la desnutrición, evaluar el tipo de intervenciones de mayor costo-beneficio, e identificar personas y familias expuesta al mayor riesgo de enfermar y morir. Falta mucho conocimiento sobre la naturaleza y consecuencias de dichas relaciones, lo que constituye otra área importante de investigación.

2. *Objetivos, Conclusiones y Recomendaciones*

De acuerdo a los cinco objetivos definidos, el Grupo llegó a las conclusiones y recomendaciones que se resumen a continuación:

2.1 *Objetivo 1:* Proponer un replanteamiento conceptual y operativo para los SVAN en base a una revisión crítica de los avances logrados en los países de la Región de las Américas, y el análisis de los principales problemas que confrontan para su efectivo desarrollo.

La recomendación a la OPS/OMS fue la de cooperar técnicamente, en colaboración con otros Organismos Internacionales, para mejorar la calidad y uso de los datos, con preferencia en el sector salud como etapa inmediata, y estimular en países con mayor desarrollo de sus sistemas de información, el mismo proceso en los demás sectores del sistema de alimentación y nutrición. Asimismo, promover el uso prioritario de información para la planificación, administración y evaluación de los programas, y apoyar investigaciones operacionales, de las cuales se dan algunos ejemplos, por medio de la Red Operativa Regional de Instituciones de Alimentación y Nutrición.

2.2 *Objetivo 2:* Identificar necesidades prioritarias de cooperación técnica OPS/OMS para que los países actualicen su información sobre la situación alimentaria y nutricional de la población, especialmente aquella

de bajos ingresos en áreas rurales y periurbanas de las grandes metrópolis, incluyendo el desarrollo de la vigilancia alimentaria y nutricional.

Con respecto a este objetivo, se aceptó la secuencia propuesta en el Taller Internacional de Trabajo sobre Vigilancia Nutricional, Cali, Colombia, 1981* para organizar la vigilancia alimentaria y nutricional, complementándola con medidas destinadas a insertarla dentro de un marco de referencia multisectorial, y como un instrumento que contribuye a realizar el concepto de seguridad alimentaria como lo define la FAO.

Quedaron claramente definidos los propósitos y la frecuencia de las encuestas y su relación con la vigilancia alimentaria y nutricional, así como la cantidad y calidad de datos que se requieren. Donde se carece de información básica reciente y el problema es obviamente más grave, la posibilidad de organizar la vigilancia es menor. Se sugirió el uso de metodologías sencillas para medir el consumo directo de alimentos de uso habitual por el método global de recordatorio de 24 horas, e indirecto, con base al costo de la "canasta básica" y el gasto en alimentos.

De estas consideraciones surgen recomendaciones a la OPS/OMS con el fin de mejorar la información sobre el estado nutricional, ya sea por medio de encuestas o la organización de la vigilancia.

2.3 Objetivo 3: Examinar las estrategias y líneas de trabajo de la OPS/OMS para la promoción y apoyo técnico en el desarrollo de sistemas de información sobre alimentación y nutrición, incluyendo los SVAN, tanto a nivel del propio Secretariado (OSP) como a nivel de los países de la Región de las Américas.

Se examinó "cómo" realizar el "qué" planteado en el Objetivo 2. Asimismo, se estudió en detalle y modificó el cuadro "Base de Datos sobre Alimentación y Nutrición del Sistema de Información en Salud de la OPS/OMS". Este contiene los indicadores, entre otros, de mortalidad, estado nutricional, morbilidad, disponibilidad y consumo de alimentos, recursos humanos para alimentación y nutrición, accesibilidad y utilización de los servicios de salud, y programas de alimentación suplementaria. Para cada grupo se determinan la utilización de los datos, sus características principales, la periodicidad y fuente de información.

Con respecto a los otros sectores —educación, agricultura, trabajo, economía— se estimó que se necesitaba mayor investigación para refinar algunos de los indicadores en uso. En el sector agrícola, ciertos miembros del Grupo señalaron el significado de la compra y consumo de alimentos, cuyos indicadores, —ingresos y precios— podrían representarlos y servir de base para determinar el estado nutricional.

2.4 Objetivo 4: Proponer mecanismos efectivos de colaboración OPS/OMS con otras agencias internacionales, bilaterales y académicas (FAO, UNICEF, ACC/SCN, USAID, GTZ, Academia Nacional de Ciencias de los Estados Unidos de América, Universidad de Cornell, CDC, etc.) en relación al desarrollo de investigaciones metodológicas y operacionales, capacitación y adiestramiento de personal y asesoría técnica a los países.

* Arch. Latinoamer. Nutr., 32(3):732-755, septiembre de 1982.

Entre los diversos mecanismos que se recomiendan a la OPS/OMS en relación con este objetivo figuran: a) recurrir y financiar a consultores de otros organismos para asesoría técnica, diseño de encuestas, investigaciones metodológicas y operacionales, y otras acciones; b) hacer uso de becas para la enseñanza formal y tutorial en Universidades de la Región de las Américas; c) organizar seminarios viajeros; y d) mantener actualizada una nómina de expertos e iniciarla con el Grupo de Consulta.

2.5 Objetivo 5: Sugerir la forma más efectiva de utilizar la Red Operativa Regional de Instituciones Nacionales de Alimentación y Nutrición, para promover el desarrollo e intercambio de experiencias y dinamizar la cooperación técnica entre los países en materia de sistemas de información y vigilancia alimentaria y nutricional.

La utilización eficaz de la Red Operativa Regional de Instituciones Nacionales de Alimentación y Nutrición —que se organiza en la actualidad en las Américas— para fomentar y desarrollar la vigilancia alimentaria y nutricional en la Región, sirvió de base a las discusiones sobre este objetivo.

Se identificaron una serie de instituciones en los campos de salud y agricultura que deberían incorporarse a la Red Regional, la cual debe ser vehículo para el desarrollo de investigaciones metodológicas y operacionales a cuyo financiamiento puede contribuir la OPS/OMS. El apoyo fundamentado de la Organización puede ser útil en la asignación de fondos de agencias donantes. Por otra parte, determinados estudios pueden ser financiados con fondos del Programa Regional de Investigación de la OPS. La selección de áreas de investigación en este campo debe ser responsabilidad de la OPS/OMS y de representantes de la Red Regional, así como de las Instituciones en mejores condiciones para realizar los estudios.

Taller de Trabajo sobre Vigilancia Alimentaria y Nutricional,
y Contribución del Nutricionista-Dietista
celebrado en Toronto, Canadá, del 25 al 29 de junio de 1984

Este Taller se llevó a cabo como parte de los Seminarios para Nutricionistas-Dietistas de América Latina. Fue organizado por la Universidad de Moncton, Canadá, con el apoyo financiero de la Agencia Canadiense de Desarrollo Internacional (ACDI/CIDA) y del Ryerson Polytechnical Institute, también de Canadá; participaron nutricionistas de muchos de los países de América Latina.

El Taller de Trabajo partió de un análisis comparativo de experiencias seleccionadas en Latinoamérica sobre vigilancia alimentaria y nutricional. La Reunión tuvo un complemento teórico, cuyo propósito fue revisar y actualizar los conceptos más importantes en materia alimentaria y nutricional.

El evento concluyó con la emisión de una serie de recomendaciones. Una vez se publique el Informe Final correspondiente, confiamos poder darlo a conocer en esta Sección.

FICHERO BIBLIOGRAFICO

- A measure of agreement on growth standards (Editorial). *Lancet*, *i* (8369) 142-143, 1984.
- Bairagi, R. An error in the estimate of malnutrition due to bias and random error in anthropometry and age. Ithaca, New York, Cornell University¹, 1983 (*Working Paper Series No. 17*).
- Bairagi, R., B. Edmonston & A. Hye. The influence of nutritional status on age misstatement for young children in rural Bangladesh. Ithaca, New York, Cornell University¹, 1983 (*Working Paper Series No. 27*).
- Bairagi, R., B. Edmonston & A.D. Khan. Age misstatement for children: A problem for interpreting anthropometric measures in Bangladesh. Ithaca, New York, Cornell University¹, 1983 (*Working Paper Series No. 18*).
- Bhargava, A., S. D. Gupta, D. K. Mangal, S. Joshi & T. P. Jain. Nutritional intervention among rural pre-school children - An evaluatory study. *Indian J. Pediatr.*, *49*(400):695-699, 1982.
- Bhardwaj, R.C., R.N. Singh & B.D. Gupta. Detection of protein energy malnutrition. *Indian Pediatr.*, *20*(8):587-591, 1983.
- Bishop, C. W. & S. J. Ritchey. Evaluating upper arm anthropometric measurements. *J. Am. Dietet. Assoc.*, *84*(3):330-335, 1984.
- Derry, B. J. & D. H. Buss. The British National Food Survey as a major epidemiological resource. *Br. Med. J.*, *288*(6419):765-767, 1984.
- Djazayery, A., M. A. Barzegar & K. Keighobadi. Assessment of the nutritional status of pre-school children in Mahabad rural areas. *J. Trop. Pediatr.*, *29*(6):329-332, 1983.
- Dugdale, A. E. Monograms for monitoring nutritional status. *Ecol. Food and Nutr.*, *14*(1):59-62, 1984.
- Franklin, R.R., L.N. Dikassa & W.E. Bertrand. The impact of oedema on anthropometric measurements in nutritional surveys: a case study from Zaire. *Bull. Wld Hlth Org.*, *62*(1):145-150, 1984.
- Jelliffe, E. F. & D. B. Jelliffe. Nutrition surveillance - Nutrition education. *J. Trop. Pediatr.*, *30*(1):2-4, 1984.
- Keller, W. & C. M. Fillmore. Prevalence of protein-energy malnutrition. *Wld Hlth Statist. Quart.*, *36*(2):129-167, 1983.
- Martorell, R. Nutrition and Health Status Indicators: Suggestions for surveys of the Standard of Living in Developing Countries. *LSMS Working Paper No. 13*. Living Standards Measurement Study. Washington D. C., The World Bank², Development Research Center, 1982.
- Mason, J.B., J.P. Habicht, H. Tabatai & V. Valverde. *Vigilancia Nutricional*. Ginebra, Organización Mundial de la Salud, 1984, 219 p.
- Mason, J., F. Trowbridge & J. Haage. Defining Nutritional Data Needs. Ithaca, New York, Cornell University¹, 1983 (*Working Paper Series No. 25*).

1 Cornell Nutritional Surveillance Programme, Division of Nutritional Sciences, Savage Hall Annex, Ithaca, N. Y., 14853, EUA.

2 Development Research Center, 16-167, The World Bank, 1818 H. Street N. W., Washington, D. C. 20433, EUA.

- Monteiro, C. A. Recentes mudanças propostas na avaliação antropométrica do estado nutricional infantil: una avaliação crítica. *Rev. Saúde Pública*, 18(1): 56-63, 1984.
- Monteiro, C.A., I.M. Reis, M.H.D. Benicio & Y.R. Gandra. Estudo antropométrico-nutricional de pré-escolares de áreas de baixa renda do estado de São Paulo, Brasil. *Rev. Saúde Pública*, 18(1): 1-8, 1984.
- Report on the Evaluation of Botswana's Nutritional Surveillance System, July 1983. UNICEF Social Statistics Programme. Eastern Africa Regional Office (Nairobi, Kenya) No. 4, 1983.
- Sen, P. C. The need and rationale for monitoring and evaluation of nutrition programmes. *Food and Nutr. Bull.*, 6(1): 50-52, 1984.
- Swan, P. B. Food consumption by individuals in the United States: Two major surveys. *Ann. Rev. Nutr.*, 3:413-416, 1983.
- Tabatabai, H., J. Mason, M. Garcia, T. Elliott & J. Mitchel. Methods used to identify priority municipalities for intervention based on operation timbang and socio-economic data. Ithaca, New York, Cornell University¹, 1982 (*Working Paper Series No. 7*).
- Tremlett, G., H. Lovel & D. Morley. Guidelines for the design of national weight-for-age growth charts. *Assignment Children*, 61/62: 143-175, 1983.
- Trowbridge, F. L. Prevalence of growth stunting and obesity: Pediatric Nutrition Surveillance System, 1982, *Morbidity and Mortality Weekly Report* (CDC). *Surveill. Summ.*, 32(4): 23SS-26SS, 1983.
- Voorhoeve, H. W. A. The mid arm circumference in child health to measure under-and overnutrition. *Courrier du Centre International de l'Enfance*, 33(1): 451-455, 1983.
- Weighley, E.S. Average? Ideal? Desirable? A brief overview of height-weight tables in the United States (Review), *J. Am. Dietet. Assoc.*, 84(4):417-423, 1984.

Ayude a mantener dinámico el grupo SVAN informándolo permanentemente sobre manuscritos que hayan salido a luz, proyectos en desarrollo, y eventos realizados o programados.

José Aranda-Pastor
Coordinador

¹ Cornell Nutritional Surveillance Programme, Division of Nutritional Sciences, Savage Hall Annex, Ithaca, N. Y., 14853, EUA.

NUEVOS LIBROS

Industrialización de las Leguminosas Secas en la Subregión Andina. — Proyectos Andinos de Desarrollo Tecnológico en el Área de los Alimentos. Grupo de Política Tecnológica, Junta del Acuerdo de Cartagena, Casilla 3237, Lima, Perú.

Este documento, elaborado por el Ingeniero H. Riveros Serrato, Experto del Grupo Centralizado del PADT de Alimentos, se basa en los trabajos realizados por cinco entidades: los PADT de Alimentos de Bolivia; el Instituto de Investigaciones Tecnológicas de Colombia; la Escuela Politécnica de Quito, Ecuador; el Instituto Nacional de Desarrollo Agroindustrial del Perú, y la Fundación CIEPE, de San Felipe, Venezuela.

En él se resumen los resultados de dos alternativas tecnológicas cuya finalidad es incrementar el uso de las leguminosas de grano con miras a generar, adoptar y transformar tecnologías orientadas a la producción de alimentos de alto valor nutricional y de costo relativamente bajo.

Se dan a conocer datos acerca del procesamiento y uso de leguminosas de grano producidos por extrusión y molienda fina, así como por clasificación neumática. Las leguminosas utilizadas incluyen el frijol bayo o castilla (*Vigna unguiculata*), el frijol caraota (*Phaseolus vulgaris*, negro), el haba (*Vicia faba*) y el lupino (*Lupinus mutabilis*).

A partir de los datos obtenidos, se llega a cuatro importantes conclusiones y recomendaciones relacionadas todas ellas con los rubros siguientes: 1) situación del cultivo, consumo y disponibilidad industrial de las leguminosas en la subregión andina; 2) alternativas tecnológicas de industrialización de las leguminosas en la subregión andina; 3) aplicación de los productos obtenidos en la elaboración de alimentos terminados con destino al consumo humano, y 4) evaluación económica de los procesos.

En síntesis, se estima que el documento es útil para instituciones que se dedican a la investigación y al desarrollo tecnológico de alimentos, al igual que para estudiantes en el área de agricultura, ciencia y tecnología de alimentos, y nutrición, respectivamente.

Ricardo Bressani
Editor General

NOTAS

76th ANNUAL MEETING OF THE AMERICAN OIL CHEMISTS' SOCIETY Philadelphia, Pennsylvania, May 5-9, 1985

La Sociedad en referencia, conocida como AOCS, celebrará su 76a Reunión Anual el próximo mayo de 1985 en el Wyndham Franklin Plaza Hotel, Filadelfia, Pensilvania, EUA.

Nota sobresaliente de este evento será la disertación del Dr. Melvin Calvin, laureado con el Premio Nobel en Química en 1961, galardón que recibió por sus interesantes trabajos en el campo de la fotosíntesis. Dicha presentación tendrá lugar el día 6 de mayo, y versará sobre los trabajos que en años recientes han ocupado su atención. Esas investigaciones persiguen la búsqueda de medios de producir combustibles de hidrocarburos de las plantas, una fuente de renovación natural, en vez de confiar tan sólo en la disponibilidad de combustibles basados en el petróleo, fuente en constante disminución.

Asistirán aproximadamente 1,400 personas, sin contar los propios miembros de la AOCS que, en total, ascienden a 4,000 investigadores dispersos en más de 70 naciones, quienes se especializan en química, bioquímica, y nutrición, así como en el procesamiento de grasas y aceites de origen animal y vegetal, productos derivados, y lípidos. Se expondrán aproximadamente 300 trabajos de índole técnica, y entre los tópicos a discutir en la reunión se cuentan los de tendencias de oxidación del colesterol; tendencias mundiales referentes al consumo de aceite comestible; comportamiento y evaluación de materiales detergentes; uso de grasas y aceites en el horneado; lípidos y cáncer, y muchos más.

Ajeno a la fase técnica de dicho evento, la Sociedad otorgará en esta oportunidad los premios anuales acostumbrados, y dará posesión a sus nuevos directivos. La Dra. Joyce Beare-Rogers, de la División de Protección de la Salud, Departamento de Salud y Bienestar del Canadá, asumirá el cargo de Presidente de la Sociedad, sucediendo al Dr. Nicholas Pelick, de Sulpeco, Inc. La Dra. Beare-Rogers, cabe mencionar, es la primera mujer que la Sociedad distingue con tan honroso nombramiento.

Los detalles del programa, así como formularios de inscripción y reservaciones de alojamiento, pueden obtenerse de: Meetings Coordinator, AOCS, 508 South Sixth Street, Champaign, Illinois 61820, USA.



TURRIALBA

REVISTA INTERAMERICANA DE CIENCIAS AGRICOLAS

VOLUMEN 34

TRIMESTRE ENERO—MARZO 1984

NUMER

Editor: ALFREDO ALVARADO H.

Asistente Editorial: FLOR ARAYA S.

CONTENIDO

<i>Algunos aspectos sobre la pupación de Dermatobia hominis (L. Jr.) (Diptera: Cuterebridae) (en español).</i> G. Lobo, R. Zeledón	1
<i>Efecto de los transportadores de nitrógeno y niveles de luz y temperatura sobre la absorción y asimilación de nitrógeno por plántulas de arroz (en inglés).</i> M. S. Fernandes	9
<i>Producción de mantillo en una comunidad natural y una de ciprés en el bosque de montaña bajo muy húmedo. Río de la Hoja, Heredia, Costa Rica (en español).</i> M. del R. López, O. Rocha, L. A. Fournier	19
<i>Producción de alfalfa (Medicago sativa L.) III. Producción ovina (en inglés).</i> E. E. Lutz, F. H. W. Morley	27
<i>Influencia del sistema de cultivo y del manejo del suelo sobre la incidencia de enfermedades. I. Mancha de la hoja del maíz (Diplodia macrospora) (en inglés).</i> L. E. Mora, R. A. Moreno	35
<i>Influencia del sistema de cultivo y del manejo del suelo sobre la incidencia de enfermedades. II. Epidemiología de la roya del frijol (en inglés).</i> R. A. Moreno, L. E. Mora	41
<i>Los perfiles de humedad vertical de hojas en una plantación de café (en portugués).</i> F. J. Lino do Nascimento, A. Tubelis	47
<i>Efecto de la densidad de siembra sobre algunas características morfológicas y el rendimiento en frijol común (Phaseolus vulgaris L.) (en español).</i> E. Aguilar F., F. Díaz M., D. R. Laing	55
<i>Efecto de la densidad de siembra en la distribución de materia seca en la planta de frijol (Phaseolus vulgaris L.) (en español).</i> F. Díaz M. E. Aguilar	63
<i>Comportamiento normal y distribución de las larvas de Plutella xylostella (Linnaeus) (Lepidoptera: Plutellidae), plaga en crucíferas de todo el mundo (en inglés).</i> P. J. Salinas	77
<i>Características del palmito fresco y procesado al horno de la palma de pejíbaye (Bactris gasipaes) (en español).</i> A. J. Ortiz, S. Calderón, O. L. Cordero, O. Argüello	85
<i>Elementos prioritarios en la nutrición mineral de Leucaena leucocephala (Lam) de Wit en un suelo ácido de Costa Rica (en español).</i> J. P. Guerrero, R. Borel, F. Bertsch	91
Comunicaciones	99
<i>Efecto de tres tratamientos pregerminativos sobre la germinación y viabilidad de las semillas de Enterobium cyclocarpum (Jacq) Griseb (en inglés).</i> E. Somarriba, O. Ferreiro	99
<i>Perturbación ecológica y recuperación del control natural de plagas de insectos en algunas plantaciones de banano en Costa Rica (en inglés).</i> C. S. Stephens	101
<i>Pudrición del fruto del banano causada por Sclerotinia sclerotiorum (LIB) de Bary (Whetzelinia sclerotiorum) en Costa Rica (en español).</i> I. G. Laguna, L. G. Salazar	105
<i>Observaciones sobre la postura de huevos fértiles por obreras de Acromyrmex octospinosus (Reich) (Hymenoptera formicidae) (en francés).</i> G. Febvay, C. Ogier	107
<i>Actividad amilásica durante la germinación del grano de trigo. Estudio electroforético (en español).</i> J. A. Luciani, M. E. Dubois de Trecco	108
<i>Crecimiento y absorción de boro por Lycopersicon esculentum y L. cheesmanii f. minor (en inglés).</i> J. Toledo, A. R. Spurr, H. Timm	111
<i>Diagnosis foliar en la caña de azúcar X. Efecto de la lluvia en los contenidos foliares de macronutrientes en la primera y segunda cosechas (en portugués).</i> E. Malavolta, J. G. de Carvalho	115
Notas y comentarios	34, 121, 122, 123, 124
Reseña de libros	25, 46, 54, 62, 89, 90, 121

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

ENTIDADES PATROCINANTES

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

Fundación CAVENDES (Caracas, Venezuela)

BRANCA (Caracas, Venezuela)

Fundación Polar (Caracas, Venezuela)

**F. Hoffmann – La Roche & Co. (Basilea, Suiza) (PRODUCTOS
ROCHE)**

**Instituto Costarricense de Investigación y Enseñanza en Nutri-
ción y Salud (INCIENSA) (Tres Ríos, Costa Rica)**

Asociación Americana de Soya (México, D. F., México).

INDICE GENERAL DEL VOLUMEN XXXIV, 1984

	Página
EDITORIAL	5, 265, 429, 601
ARTICULOS GENERALES	
Mejoramiento genético de las leguminosas de grano de importancia en la dieta latinoamericana, y la soya. — <i>Alfredo Lam-Sánchez</i>	12
Comportamento das polifenoloxidasas em alimentos. — <i>Maria Antonia Martins Galeazzi</i>	269
Guide to materials for use in teaching clinical nutrition in schools of medicine, dentistry and public health. — <i>Merrill S. Read</i>	433
TRABAJOS DE INVESTIGACION	
NUTRICION HUMANA	
Niveles de zinc y cobre en lactantes chilenos. — <i>Aldo Rodríguez E., Gonzalo Soto T., Guillermo Venegas V., Carlos Castillo D. y Salomé Torres R.</i>	25
Calcio-creatinina en orina basal en relación a la ingesta de calcio y al estado nutricional en menores de tres años. — <i>Susana Zeni, María Luz P. M. de Portela, María del Carmen Morasso y María Esther Río</i>	35
Efecto de la suplementación de proteína animal y energía en la calidad proteínica de dietas a base de arroz y frijol en hombres adultos. — <i>Emilio Vargas, Ricardo Bressani, Delia A. Navarrete, J. Edgar Braham y Luiz G. Elías</i>	46
Body iron reserves of rural and urban Guatemalan women of reproductive age. — <i>Silvia Franzetti, Luiz A. Mejía, Fernando E. Viteri and Edmundo Alvarez</i>	69
Zinco sérico em crianças brasileiras de famílias de baixa renda. — <i>Carmen Marino Donangelo e Carlos Eduardo Azevedo</i>	290
Influencia de la nutrición en el desarrollo óseo del niño. — <i>María Luisa Alcázar, Jorge Alvear y Santiago Muzzo</i>	298
Longitudinal study on head circumference of Pakistani infants in different socioeconomic groups. — <i>Saeed A. Nagra and Abrar H. Gilani</i>	308
Niveles séricos de litio en pacientes con bocio endémico. — <i>D. M. Alarcón, J. L. Burguera, M. Burguera, Y. Franquiz y J. C. González</i>	564
Zinc y cobre plasmáticos en lactantes con desnutrición proteínico-energética. — <i>Mauro Fisberg, Carlos Castillo Durán, Juan I. Egaña y Ricardo Uauy Dagach</i>	568

Peso y talla de la población adulta panameña. — <i>Odilia de Bermúdez, Cutberto Parillón, Víctor Valverde y Artemia de Pinto</i>	605
Food Consumption and dietary adequacy according to income in 1,200 families, Manaus, Amazonas, Brasil, 1973-1974. — <i>Roger Shrimpton</i>	615
Análisis del significado práctico de los requerimientos de aminoácidos en la nutrición humana. — <i>Héctor Araya L.</i>	630
NUTRICION EXPERIMENTAL	
Valor nutritivo de dietas elaboradas a base de tubérculos y leguminosas consumidas en tres proporciones diferentes. — <i>Walter Da S. Jorge João, Luiz G. Elías y Ricardo Bressani</i>	315
Efectos del déficit de yodo durante la vida intrauterina y postnatal precoz en la síntesis de ADN en hígado, y encéfalo de ratas. — <i>Isabel Fábrega, María Mánquez, Laura Leiva, Abraham Zvaighaft y Santiago Muzzo</i>	321
Evaluación biológica, en ratas y en humanos, de un producto lácteo sin lactosa, y de una fórmula proteínica de soya para uso en la desnutrición proteínico-energética. — <i>Angela Sotelo, Miguel Hernández y Silvestre Frenk</i> .	334
Protein digestibility of methionine supplemented common beans (<i>Phaseolus vulgaris</i>) in adult human subjects. — <i>Ricardo Bressani, Eloísa Hernández, Delia Navarrete and J. Edgar Braham</i>	640
Digestibilidad, valor proteínico y necesidades de proteína de dietas de plátano/frijol y yuca/frijol en adultos jóvenes. — <i>D. A. Navarrete, O. M. Gutiérrez y Ricardo Bressani</i>	654
BIOQUIMICA NUTRICIONAL	
Padronização da técnica de radioimunoensaio com duplo anticorpo para determinação de hormônio de crescimento em plasma e hipófise de rato. — <i>Pedro Achilles, Antonio Carlos de Carvalho Carneiro, Celso Guimaraes Júnior e Roberto Carlos Burini</i>	343
Altos niveles de manganeso en la dieta de ratas (<i>Rattus norvegicus albinicus</i>). I. Efecto sobre la reproducción. — <i>Ramón Corella Vargas</i>	457
Developmental changes on protein turnover in growing rats fed on diets containing field beans (<i>Vicia faba</i> L.) as source of protein. — <i>J. A. Martínez and J. Larralde</i>	466
The mediating role of the parathyroid gland in the effect of low calcium intake on blood pressure in the rat. — <i>José M. Belizán, José Villar, Steven Self, Oscar Pineda, Irene González and Eduardo Sainz</i>	666

- Efecto de la restricción calórico-proteínica durante el embarazo de la rata en la actividad de algunas enzimas glicolíticas en la placenta. — *Julia Araya A. y Ma. Angélica Sánchez* 676

NUTRICION ANIMAL

- Uso de alimentos tratados mediante radiación gamma en la alimentación de la trucha arco iris (*Salmo gairdnerii irideus*). — *Jorge Grümberg N. y Osvaldo González C.* 83
- Efecto de la adición de sorgo y melaza en la fermentación del calostro bovino. — *Ma. Esther Ortega Cerrilla, Araceli Aguilera Barreyro y Fernando Pérez-Gil Romo.* 543
- The use of blends of cassava flour and extruded full-fat soybeans in diets for broiler chickens. — *P. W. Waldroup, S. J. Ritchie, G. L. Reese and B. E. Ramsey* 550

CIENCIAS DE ALIMENTOS

- Obtención de harina y concentrado proteínico de semillas de *Melilotus albus*. Estudio de la calidad de la proteína. — *Sara I. L. de Mucciarelli, Mirta L. de Arellano, Manuela M. de Pedernera, José A. Cid y Carola E. García.* 94
- Digestibilidad de la proteína y energía de dietas elaboradas a base de arroz y frijoles en humanos adultos. — *Emilio Vargas, Ricardo Bressani, Delia Navarrete, J. Edgar Braham y Luiz G. Elías* 109
- Elaboración, por programación lineal, de nuevos productos a partir de cereales y leguminosas. — *Martha N. Ballesteros, Gloria M. Yépez, María I. Grijalva, Enrique Ramos y Mauro E. Valencia.* 130
- Evaluación de la calidad proteínica de la harina de carne de tiburón tollo (*Squalus acanthias*). — *Armando Lacera Rúa, Ricardo Bessani, Mario Roberto Molina y J. Edgar Braham* 146
- Factibilidad de empleo de diferentes agentes adhesivos para el desarrollo de productos a base de carne deshuesada de pescado. — *Oswaldo Quezada L. y Rafael A. Bello* 169
- Relación entre la digestibilidad y el valor proteínico del frijol común (*Phaseolus vulgaris*). — *Ricardo Bressani y Luiz G. Elías* 189
- Inactivación térmica de las enzimas polifenoloxidasas y peroxidasa en acelga (*Beta vulgaris*, cicla). — *Raúl L. Garrote, Ricardo A. Bertone, Enrique R. Silva y Oscar A. Sbodio* 198
- Calidad proteínica de productos comerciales de proteína texturizada de soya y de mezclas con carne. — *Luiz G. Elías, J. Edgar Braham, Delia A. Navarrete y Ricardo Bressani* 355

The complementation effects on dietary protein of ungerminated and germinated mung bean (<i>Phaseolus aureus</i>) with rice. — Mohd Ismail Noor, Roberto Gómez-Brenes, Ricardo Bressani and Luiz G. Elías.	366
Ensayo acelerado de almacenamiento para el estudio de la pérdida de valor nutritivo de las proteínas de harina de porotos (<i>Phaseolus vulgaris</i>). — M. P. Buera, A. M. R. Pilosof y G. B. Bartholomai	376
Flora bacteriana del paté de hígado en tres etapas de su elaboración. — Erika Gesche y Tamara Ordóñez.	384
Obtenção de frações protéicas a partir de tortas comerciais de gergelim (<i>Sesamum indicum</i>). — Marisa J. Guerra, Werner G. Jaffé e Elba Sangronis . . .	477
Ação anti-nutricional das fito-hemaglutininas de <i>Phaseolus vulgaris</i> , L.— Maria O. R. Figueroa, Jorge Mancini Filho e Franco M. Lajolo	488
Utilización de la carne deshuesada de pescado en la elaboración de productos secos. — R. A. Bello y G. Sierra	500
Determinación de la digestibilidad proteínica <i>in vitro</i> e <i>in vivo</i> en cereales y leguminosas, crudos y cocidos. — Miguel Hernández, Adolfo de la Vega y Angela Sotelo.	513
Utilización de la semilla del chigo (<i>Campsiandra comosa</i> , Benth) en la alimentación humana. I. Antecedentes, potencial nutricional y características de la planta y la semilla. — J. A. Barreiro, O. Brito, P. Hevia, C. Pérez y M. Orozco	523
Utilización de la semilla del chigo (<i>Campsiandra comosa</i> , Benth) en la alimentación humana. II. Proceso de fabricación artesanal de chiga. — J. A. Barreiro, O. Brito, P. Hevia, C. Pérez y M. Orozco	531
Cinética de investigación térmica de la peroxidasa en nabos y guisantes. — Otoniel Corzo Delgado, José A. Barreiro Méndez y Carmen Irazábal de Guariguata	685
Determinación del sabor amargo de la cerveza. Correlación entre el método espectrofotométrico y la evaluación sensorial. — Emma Wittig de Penna, Sergio González y Juan Carlos Vercellino.	694
Calidad nutricional de las proteínas de soya y caseína, dañadas térmicamente, y determinada <i>in vivo</i> por un método enzimático. — N. Millán, O. Brito y P. Hevia	708
Efecto del formaldehído en la protección de proteínas del ensilaje de la planta de cacahuete (<i>Arachis hypogaea</i>). — Leonor Sanginés G., Carlos Conde E. y Fernando Pérez-Gil Romo	724
Modificación enzimática de las proteínas de tortas comerciales de ajonjolí (<i>Sesamum indicum</i> , L.). — C. Pérez G. y R. Saad L.	735

Estudio de las propiedades funcionales y nutricionales de proteínas modificadas del ajonjolí (<i>Sesamum indicum</i> L.). — <i>R. Saad L. y C. Pérez G.</i>	749
--	-----

ESTUDIOS DIETETICOS

Relación entre ingreso familiar, gasto y consumo de alimentos en zonas urbanas marginadas de Sonora, México. — <i>Pablo Wong, Inocencio Higuera y Mauro E. Valencia.</i>	391
--	-----

GRUPO PERMANENTE DE TRABAJO DE LA SLAN EN SISTEMAS DE VIGILANCIA ALIMENTARIA-NUTRICIONAL.	217, 763
---	----------

NUEVOS LIBROS.	237, 405, 579, 775
------------------------	--------------------

OTRAS PUBLICACIONES	241
-------------------------------	-----

NOTAS.	243, 409, 581, 776
----------------	--------------------

CONTENIDO DE LA REVISTA TURRIALBA, Vol. 33, Nos. 2, 3 y 4, 1983 y Vol. 34, No. 1, 1984	249, 413, 583, 777
--	--------------------

INFORMACION PARA LOS AUTORES.	253, 417, 587, 793
---------------------------------------	--------------------

INDICE POR MATERIA. VOLUMEN XXXIV

	Página
A	
Ajonjolí, modificación enzimática de proteínas	735
Ajonjolí, fracciones proteicas de	749
Aminoácidos, requerimientos de	630
Arroz y frijol, suplementación de	46, 109
C	
Calcio-creatinina en orina basal	35
Cassava flour and soybeans in chick rations	550
Cereales y leguminosas, digestibilidad y valor nutritivo	513
Cerveza, sabor amargo de la	694
CH	
Chigo, utilización en nutrición humana	523, 531
E	
Enzimas glicolíticas en placenta	676
F	
Food consumption and dietary adequacy	615
Formaldehido y ensilaje de cacahuete	724
Frijol común, digestibilidad y valor proteínico	189
G	
Gergelim (<i>Sesamum indicum</i>) frações protéicas	477
Guide to materials for use in teaching clinical nutrition	433
H	
Head circumference of Pakistani infants	308
I	
Ingreso familiar y consumo de alimentos	391
Iron, body reserves in Guatemalan women	69
L	
Lácteo, producto sin lactosa y desnutrición	334
Leguminosas, mejoramiento genético	12
Litio, niveles séricos y bocio endémico	564

M

Manganeso, niveles altos en ratas	457
<i>Melilotus albus</i> , calidad proteínica	94
Mung beans, germinated and ungerminated.	366

O

Oseo, desarrollo, influencia de la nutrición	298
--	-----

P

Parathyroid and low calcium intake	666
Paté de hígado, flora bacteriana	384
Peroxidasas en nabos y guisantes	685
Pescado, carne deshuesada de.	169, 500
Peso y talla en población panameña	605
<i>Phaseolus vulgaris</i> , fitohemaglutininas em	488
Plátano/frijol y yuca/frijol, digestibilidad y valor nutritivo.	654
Polifenoloxidasas, comportamiento em alimentos.	269
Polifenoloxidasa y peroxidasa en acelga.	198
Porotos, valor nutritivo y almacenamiento	376
Programación lineal en productos cereal-leguminosa.	130
Protein digestibility of beans	640
Protein turnover in rats.	466

R

Radioinmunoensario, padronização da técnica	343
---	-----

S

Sorgo y melaza en fermentación de calostro	543
Soya, proteína texturizada de	355
Soya y caseína dañadas térmicamente	708

T

Tiburón tollo, calidad proteínica de	146
Trucha arco iris, alimentación de	83
Tubérculos y leguminosas, valor nutritivo.	315

Y

Yodo, efecto del déficit en vida intrauterina	321
---	-----

Z

Zinc y cobre, niveles en lactantes	25
Zinc y cobre plasmáticos en desnutrición.	568
Zinco sérico em crianças brasileiras.	290

INDICE POR AUTORES

Página

— A —

Achilles, Pedro. — Padronizaçãõ da técnica de radioimunoensaio com duplo anticorpo para determinaçãõ de hormônio em plasma e hipófise de rato	343
Aguilera Barreyro, Araceli (véase Ortega Cerrilla, Ma. Esther).	543
Alarcón, D. M. — Niveles séricos de litio en pacientes con bocio endémico	564
Alcázar, María Luisa. — Influencia de la nutrición en el desarrollo óseo del niño	298
Alvarez, Edmundo (véase Franzetti, Silvia).	69
Alvear, Jorge (véase Alcázar, María Luisa)	298
Araya A., Julia. — Efecto de la restricción calórico-proteínica durante el embarazo de la rata en la actividad de algunas enzimas glicolíticas en la placenta	676
Araya L., Héctor. — Análisis del significado práctico de los requerimientos de aminoácidos en la nutrición humana	630
Arellano, Mirta L. de (véase Mucciarelli, Sara I. L. de)	94
Azevedo, Carlos Eduardo (véase Donangelo, Carmen Marino).	290

— B —

Ballesteros, Martha N. — Elaboración, por programación lineal, de nuevos productos a partir de cereales y leguminosas.	130
Barreiro, J. A. — Utilización de la semilla del chigo (<i>Campsiandra comosa</i> , Benth) en la alimentación humana. I y II	523, 531
(véase Corzo Delgado, Daniel)	685
Bartholomai, G. B. (véase Buera, M. P.)	376
Belizán, José M. — The mediating role of the parathyroid gland in the effect of low calcium intake on blood pressure in the rat.	666
Bello, Rafael A. (véase Quezada L., Oswaldo).	169
Utilización de la carne deshuesada de pescado en la elaboración de productos secos.	500
Bermúdez, Odilia de. — Peso y talla de la población adulta panameña	605
Bertone, Ricardo A. (véase Garrote, Raúl L.)	198
Braham, J. Edgar (véase Vargas, Emilio).	46, 109
(véase Lacera Rúa, Armando)	146
(véase Elías, Luiz G.)	255
(véase Bressani, Ricardo).	640
Bressani, Ricardo (véase Vargas, Emilio)	46, 109
(véase Lacera Rúa, Armando)	146
Relación entre digestibilidad y valor proteínico del frijol común	189
(véase Jorge João, Walter da S.)	315
(véase Elías, Luiz G.)	355
(véase Noor, Mohd Ismail).	366

Protein digestibility of methionine supplemented common beans (<i>Phaseolus vulgaris</i>) in adult human subjects.	640
(véase Navarrete, Delia A.)	654
Brito, O. (véase Barreiro, J. A.)	523, 531
(véase Millán, N.)	708
Buera, M. P. — Ensayo acelerado de almacenamiento para el estudio de la pérdida de valor nutritivo de proteínas de harina de porotos (<i>Phaseolus vulgaris</i>)	376
Burguera, J. L. (véase Alarcón, D. M.)	564
Burguera, M. (véase Alarcón, D. M.)	564
Burini, Roberto Carlos (véase Achilles, Pedro).	343

— C —

Carvalho Carneiro, Antonio Carlos de (véase Achilles, Pedro).	343
Castillo Durán, Carlos (véase Rodríguez E., Aldo)	25
(véase Fisberg, Mauro)	568
Cid, José A. (véase Mucciarelli, Sara I. L. de).	94
Conde E., Carlos (véase Sanginés G., Leonor)	724
Corella Vargas, Ramón. Altos niveles de manganeso en la dieta de ratas (<i>Rattus norvegicus albinicus</i>).	457
Corzo Delgado, Otoniel. — Cinética de investigación térmica de la peroxidasa en nabos y guisantes	685

— D —

Donangelo, Carmen Marino. — Zinco sérico em crianças brasileiras de famílias de baixa renda.	290
--	-----

— E —

Egaña, Juan I. (véase Fisberg, Mauro).	568
Elías, Luiz G. (véase Vargas, Emilio)	46, 109
(véase Bressani, Ricardo).	189
(véase Jorge João, Walter da S.)	315
Calidad proteínica de productos comerciales de proteína texturizada de soya y de mezclas con carne	355
(véase Noor, Mohd Ismail).	366

— F —

Fábrega, Isabel. — Efectos del déficit de yodo durante la vida intrauterina y postnatal precoz en la síntesis de ADN en hígado, y encéfalo de ratas	321
Figueroa, Maria O.R. — Ação anti-nutricional das fitohemaglutininas de <i>Phaseolus vulgaris</i> , L.	488
Fisberg, Mauro. — Zinc y cobre plasmáticos en lactantes con desnutrición proteínico-energética	568
Franquiz, Y. (véase Alarcón, D. M.)	564
Franzetti, Silvia. — Body iron reserves of rural and urban Guatemalan women of reproductive age	69

Frenk, Silvestre (véase Sotelo, Angela)	334
---	-----

— G —

García, Carola E. (véase Mucciarelli, Sara I. L. de)	94
Garrote, Raúl L. — Inactivación térmica de las enzimas polifenoloxidasas y peroxidasa en acelga	198
Gesche, Erika. — Flora bacteriana del paté de hígado en tres etapas de su elaboración	384
Gilani, Abrar H. (véase Nagra, Saeed A.)	308
Gómez-Brenes, Roberto (véase Noor, Mohd Ismail)	366
González C., Osvaldo (véase Grümberg N., Jorge)	83
González, Irene (véase Belizán, José M.)	666
González, J. C. (véase Alarcón, D. M.)	564
González, Sergio (véase Penna, Emma Wittig de)	694
Grijalva, María L. (véase Ballesteros, Martha N.)	130
Grümberg N., Jorge. — Uso de alimentos tratados mediante radiación gamma en la alimentación de la trucha arco iris	83
Guariguata, Carmen Irazábal de (véase Corzo Delgado, Otoniel)	685
Guerra, Marisa J. — Obtenção de frações protéicas a partir de tortas comerciais de gergelim (<i>Sesamum indicum</i>).	477
Guimaraes Júnior, Celso (véase Achilles, Pedro)	343
Gutiérrez, O. M. (véase Navarrete, D. A.)	654

— H —

Hernández, Eloísa (véase Bressani, Ricardo)	640
Hernández, Miguel (véase Sotelo, Angela)	334
Determinación de la digestibilidad proteínica <i>in vitro</i> e <i>in vivo</i> en cereales y leguminosas crudos y cocidos	513
Hevia, P. (véase Barreiro, J. A.)	523, 531
(véase Millán, N.)	708
Higuera, Inocencio (véase Wong, Pablo)	391

— J —

Jaffé, Werner G. (véase Guerra, Marisa J.)	477
Jorge João, Walter da S. — Valor nutritivo de dietas elaboradas a base de tubérculos y leguminosas consumidas en tres proporciones diferentes	315

— L —

Lacera Rúa, Armando. — Evaluación de la calidad proteínica de la harina de carne de tiburón tollo.	146
Lajolo, Franco M. (véase Figueroa, Maria O. R.)	488
Lam-Sánchez, Alfredo. — Mejoramiento genético de leguminosas de grano de importancia en la dieta latinoamericana, y la soya	12
Larralde, J. (véase Martínez, J. A.)	466
Leiva, Laura (véase Fábrega, Isabel)	321

— M —

Mancini Filho, Jorge (véase Figueroa, María O. R.)	488
Mánquez, María (véase Fábrega, Isabel)	321
Martínez, J. A. — Developmental changes on protein turnover in growing rats fed on diets containing field beans (<i>Vicia faba</i> , L.) as source of protein	466
Martins Galeazzi, Maria Antonia. — Comportamento das polifenoloxidasas em alimentos	269
Mejía, Luis A. (véase Franzetti, Silvia)	69
Millán, N. — Calidad nutricional de las proteínas de soya y caseína, dañadas térmicamente, y determinada <i>in vivo</i> por un método enzimático . .	708
Molina, Mario Roberto (véase Lacera Rúa, Armando)	146
Morasso, María del Carmen (véase Zeni, Susana)	35
Mucciarelli, Sara I. L. de. — Obtención de harina y concentrado proteínico de semillas de <i>Melilotus albus</i>	94
Muzzo, Santiago (véase Alcázar, María Luisa)	298
(véase Fábrega, Isabel)	321

— N —

Nagra, Saeed A. — Longitudinal study on head circumference of Pakistani infants in different socioeconomic groups	308
Navarrete, Delia A. (véase Vargas, Emilio)	46, 109
(véase Elías, Luiz G.)	355
(véase Bressani, Ricardo)	640
Digestibilidad, valor proteínico y necesidades de proteína de dietas de plátano/frijol y yuca/frijol en adultos jóvenes	654
Noor, Mohd Ismail. — Complementation effects on dietary protein of ungerminated and germinated mung bean.	366

— O —

Ordóñez, Tamara (véase Gesche, Erika)	384
Orozco, M. (véase Barreiro, J. A.)	523, 531
Ortega Cerrilla, Ma. Esther. — Efecto de la adición de sorgo y melaza en la fermentación del calostro bovino	543

— P —

Parillón, Cutberto (véase Bermúdez, Odilia de)	605
Pedernera, Manuel M. de (véase Mucciarelli, Sara I. L. de)	94
Penna, Emma Wittig de. — Determinación del sabor amargo en la cerveza. Correlación entre el método espectrofotométrico y la evaluación sensorial	694
Pérez, C. (véase Barreiro, J. A.)	523, 531
Pérez G., C. — Modificación enzimática de las proteínas de tortas comerciales de ajonjolí (<i>Sesamum indicum</i> , L.)	735
(véase Saad L., R.)	749
Pérez-Gil Romo, Fernando (véase Ortega Cerrilla, Ma. Esther)	543
(véase Sanginés G., Leonor)	724

Pilosof, A. M. R. (véase Buera, M. P)	376
Pineda, Oscar (véase Belizán, José M.)	666
Pinto, Artemia de (véase Bermúdez, Odilia de)	605
Portela, María Luz P. M. de (véase Zeni, Susana).	35

— Q —

Quezada L., Oswaldo. — Factibilidad de empleo de diferentes agentes adhesivos para el desarrollo de productos a base de carne deshuesada de pescado	169
---	-----

— R —

Ramos, Enrique (véase Ballesteros, Martha N.)	130
Ramsey, B. E. (véase Waldroup, P. W.)	550
Read, Merrill S. — Guide to materials for use in teaching clinical nutrition in schools of medicine, dentistry and public health	433
Reese, G. L. (véase Waldroup, P. W.)	550
Río, María Esther (véase Zeni, Susana)	35
Ritchie, S. J. (véase Waldroup, P. W.)	550
Rodríguez, E., Aldo. — Niveles de zinc y cobre en lactantes chilenos.	25

— S —

Saad L., R. — Estudio de las propiedades funcionales y nutricionales de proteínas modificadas del ajonjolí (<i>Sesamum indicum</i> , L.)	749
(véase Pérez G., C.)	735
Sainz, Eduardo (véase Belizán, José M.)	666
Sánchez, Ma. Angélica (véase Araya A., Julia)	676
Sanginés G., Leonor. — Efecto del formaldehído en la protección de proteínas del ensilaje de la planta de cacahuete	724
Sangronis, Elba (véase Guerra, Marisa J.)	477
Sbodio, Oscar A. (véase Garrote, Raúl L.)	198
Self, Steven (véase Belizán, José M.)	666
Shrimpton, Roger. — Food consumption and dietary adequacy according to income in 1,200 families, Manaus, Amazonas, Brazil, 1973-1974	615
Sierra, G. (véase Bello, R. A.)	500
Silva, Enrique R. (véase Garrote, Raúl L.)	198
Sotelo, Angela. — Evaluación biológica en ratas y en humanos, de un producto lácteo sin lactosa, y de una fórmula proteínica de soya para uso en la desnutrición proteínico-energética	334
(véase Hernández, Miguel)	513
Soto T., Gonzalo (véase Rodríguez E., Aldo)	25

— T —

Torres R., Salomé (véase Rodríguez E., Aldo)	25
--	----

— U —

Uauy Dagach, Ricardo (véase Fisberg, Mauro)	568
---	-----

- V -

Valencia, Mauro E. (véase Ballesteros, Martha N.)	130
(véase Wong, Pablo)	391
Valverde, Víctor (véase Bermúdez, Odilia de)	605
Vargas, Emilio. — Efecto de la suplementación de proteína animal y energía en la calidad proteínica de dietas a base de arroz y frijol en hombres adultos	46
Digestibilidad de la proteína y energía de dietas a base de arroz y frijol en humanos adultos	109
Vega, Adolfo de la (véase Hernández, Miguel)	513
Venegas V., Guillermo (véase Rodríguez E., Aldo)	25
Vercellino, Juan Carlos (véase Penna, Emma Wittig de)	694
Villar, José (véase Belizán, José M.)	666
Viteri, Fernando E. (véase Franzetti, Silvia)	69

- W -

Waldroup, P. W. The use of blends of cassava flour and extruded full-fat soybeans in diets for broiler chickens	550
Wong, Pablo. — Relación entre ingreso familiar, gasto y consumo de alimentos en zonas urbanas marginadas de Sonora, México	391

- Y -

Yépiz, Gloria M. (véase Ballesteros, Martha N.)	130
---	-----

- Z -

Zeni, Susana. — Calcio-creatinina en orina basal en relación a la ingesta de calcio y al estado nutricional en menores de tres años.	35
Svaighaft, Abraham (véase Fábrega, Isabel)	321

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 o/o sino, por ej. g/100 g ó mg/100 ml. Se deben indicar con claridad todas las pruebas estadísticas usadas. Las tablas deben tener toda la información necesaria para su interpretación.

h) No debe presentarse simultáneamente el mismo material experimental en forma de tablas y gráficas.

6. *Discusión*

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

7. *Resumen en inglés*

Todo trabajo deberá acompañarse de un resumen en inglés, si el trabajo original fuese en español, francés o portugués. Si el trabajo es en inglés, este resumen debe presentarse en español. El título del trabajo también debe redactarse en inglés.

8. *Agradecimiento (si lo hubiere)*

9. *Citas bibliográficas y Bibliografía*

Las citas bibliográficas se indican con números arábigos en el texto, entre paréntesis y por orden de aparición, no por orden alfabético de autores.

Para la Sección *Bibliografía*, al final del trabajo, aplican las mismas normas y serán presentadas de acuerdo a los siguientes ejemplos:

a) De revistas:

Liendo Coll, P. & J. M. Bengoa. Necesidades calóricas de la población venezolana. *Arch. Venez. Nutr.*, 5:39-50, 1954.

b) De libros:

Gómez, P., F. Silvio & R. Gámora. *Los Aminoácidos en Alimentos*. Caracas, Ed. Futura, 1972, p. 30.

c) De libros sin autor individual:

Asociacion of Official Agriculturas Chemist. *Official Methods of Analysis of the AOAC*. 12th ed. Washington, D. C., The Association, 1975, p. 30

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

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

e) De citas de compendios:

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

10. Notas al pie de la página

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

11. Abreviaturas y siglas

Se deben usar las abreviaturas aceptadas internacionalmente (American Chemical Society, Journal of Nutrition, British Journal of Nutrition). En caso de utilizarse siglas poco comunes, que se repitan frecuentemente en el manuscrito, deberán indicarse completas la primera vez que se citan, seguidas de la sigla entre paréntesis. De preferencia, deberán usarse las siglas internacionales en vez de las del idioma original del artículo, por ej., DNA, RNA, PER, etc. Todas las abreviaciones y siglas se usan sin punto, g, b, m, etc.

12. Nomenclaturas

Deberá usarse la nomenclatura de la Unión Internacional de Ciencias de la Nutrición (IUNS) para vitaminas y otros nutrientes. En las unidades de medición se empleará el Sistema Métrico Decimal. Para las unidades de energía se usarán caloría (Cal) o Joules (J) indiscriminadamente.

13. Resultados numéricos

Al consignar números se usará el punto (.) para indicar decimales, p. ej. 35.7; 389.9, y la coma (,) para indicar miles, millones etc.

D. SEPARATAS

El costo de las separatas o sobretiros de los trabajos es de US\$3.00 por página de 50 separatas. El autor (es) deberá notificar a la Oficina Editorial el número de separatas deseado tan pronto se le informe que su trabajo ha sido aceptado.

E. CARGO POR PAGINA

La revista es un órgano de divulgación científica sin fines de lucro y es mantenida fundamentalmente con donaciones. Sin embargo, a los efectos de contribuir con los gastos de publicación, la Asamblea General de la SLAN ha creado un cargo de US \$10.00 por página de trabajo publicado. La Oficina Editorial puede considerar una reducción por concepto de cargo por página previa solicitud expresa dirigida en ese sentido por el autor (es).

SOCIEDAD LATINOAMERICANA DE NUTRICION (SLAN)

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

Dr. Alfredo Lam-Sánchez – Presidente
Dr. Sergio Valiente – Vicepresidente
Dr. Helio Vannucchi – Secretario
Dr. José Fernando Durigán – Tesorero
Dr. Cecilio Morón – Vocal
Dr. Alvaro Oscar Campana – Vocal
Dr. Víctor Valverde – Vocal
Dra. Elisa M. Quintana – Vocal
Dra. Wanda I. Torres de Rivera – Vocal
(Consejo Directivo 1983-1985)

Dirección actual hasta el 31 de diciembre de 1985

Departamento de Fitotecnia
Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias
Universidade Estadual Paulista (UNESP)
14. 870 – Jacoticabal – São Paulo, Brasil

DIRECTORIO DE ARCHIVOS LATINOAMERICANOS DE NUTRICION

Integrado por miembros de la Sociedad Latinoamericana de Nutrición
Editor General: Dr. Ricardo Bressani
Editor Asistente: Dr. J. Edgar Braham
Jefe, Oficina Editorial y de Publicación: Sra. Amalia G. de Ramírez
Encargada de Asuntos Administrativos: Sra. María Eugenia de Martínez

MIEMBROS DEL CUERPO EDITORIAL – PERIODO 1984-1985

Dr. José Aranda-Pastor	Dr. Werner G. Jaffé
Dr. Héctor Araya	Dr. Miguel A. Guzmán
Dra. Julia Araya	Dr. Franco M. Lajolo
Dr. Guillermo Arroyave	Dr. Alfredo Lam-Sánchez
Dr. Antonio Bacigalupo	Dr. Reynaldo Martorell
Dr. José Belizán	Dr. Leonardo Mata
Dr. Héctor Bourges	Dr. Luis A. Mejía
Dr. J. Edgar Braham	Dra. Nelly Pak
Dr. Ricardo Bressani	Dr. Oscar Pineda
Dr. Adolfo Chávez	Dra. María E. Sambucetti
Dr. José Félix Chávez	Dr. Juan Claudio Sanahuja
Dra. Rebeca Carlota De Angelis	Dr. Nelson de Souza
Dr. Hernán Delgado	Dr. Víctor Valverde
Dr. J. E. Dutra de Oliveira	Dr. Emilio Vargas
Dr. Luiz G. Elías	Dr. Enrique Yáñez

ARCHIVOS LATINOAMERICANOS DE NUTRICION

ORGANO OFICIAL DE LA
SOCIEDAD LATINOAMERICANA DE NUTRICION

VOL. XXXIV

DICIEMBRE, 1984

No. 4

CONTENIDO

	Página
EDITORIAL	601
TRABAJOS DE INVESTIGACION	
NUTRICION HUMANA	
Peso y talla de la población adulta panameña. — <i>Odilia de Bermúdez, Cutberto Parillón, Víctor Valverde y Artemia de Pinto</i>	605
Food consumption and dietary adequacy according to income in 1,200 families, Manaus, Amazonas, Brazil, 1973-1974. — <i>Roger Shrimpton</i>	615
Análisis del significado práctico de los requerimientos de aminoácidos en la nutrición humana. — <i>Héctor Araya L.</i>	630
NUTRICION EXPERIMENTAL	
Protein digestibility of methionine supplemented common beans (<i>Phaseolus vulgaris</i>) in adult human subjects. — <i>Ricardo Bressani, Eloísa Hernández, Delia Navarrete and J. Edgar Braham</i> ..	640
Digestibilidad, valor proteínico y necesidades de proteína de dietas de plátano/frijol y yuca/frijol en adultos jóvenes. — <i>Delia A. Navarrete, Olivia Marcela Gutiérrez y Ricardo Bressani</i>	654
BIOQUIMICA NUTRICIONAL	
The mediating role of the parathyroid gland in the effect of low calcium intake on blood pressure in the rat. — <i>José M. Belizán, José Villar, Steven Self, Oscar Pineda, Irene González and Eduardo Sainz</i>	666
Efecto de la restricción calórico-proteínica durante el embarazo de la rata en la actividad de algunas enzimas glicolíticas en la placenta. — <i>Julia Araya A. y Ma. Argélica Sánchez</i>	676
CIENCIAS DE ALIMENTOS	
Cinética de investigación térmica de la peroxidasa en nabos y guisantes. — <i>Otoniel Corzo Delgado, José A. Barreiro Méndez y Carmen Irazábal de Guariguata</i>	685
Determinación del sabor amargo en la cerveza. Correlación entre el método espectrofotométrico y la evaluación sensorial. — <i>Emma Wittig de Penna, Sergio González y Juan Carlos Vercellino</i> ..	694
Calidad nutricional de las proteínas de soya y caseína, dañadas térmicamente, y determinada <i>in vivo</i> por un método enzimático. — <i>N. Millán, O. Brito y P. Hevia</i>	708
Efecto del formaldehído en la protección de proteínas del ensilaje de la planta de cacahuete (<i>Arachis hypogaea</i>). — <i>Leonor Sanginés G., Carlos Conde E. y Fernando Pérez-Gil Romo</i>	724
Modificación enzimática de las proteínas de tortas comerciales de ajonjolí (<i>Sesamum indicum</i> , L.). — <i>C. Pérez G. y R. Saad L.</i>	735
Estudio de las propiedades funcionales y nutricionales de proteínas modificadas del ajonjolí (<i>Sesamum indicum</i> , L.)— <i>R. Saad L. y C. Pérez G.</i>	749
GRUPO PERMANENTE DE TRABAJO DE LA SLAN EN SISTEMAS DE VIGILANCIA ALIMENTARIA-NUTRICIONAL	763
NUEVOS LIBROS	775
NOTAS	776
CONTENIDO DE LA REVISTA TURRIALBA, Vol. 34, No. 1, 1984	777
INDICE GENERAL DEL VOLUMEN XXXIV	779
INDICE POR MATERIA	784
INDICE POR AUTORES	786
INFORMACION PARA LOS AUTORES	793