

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 aquéllos que no sean miembros de la Sociedad, y de cualquiera de las siguientes categorías: 1. Trabajos generales (revisiones científicas críticas); 2. Trabajos de investigación (originales); 3. Trabajos de nutrición aplicada (resultados analíticos de programas de intervención y discusión de recomendaciones de aplicación práctica), y 4. Cartas al Editor (comentarios cortos de interés general o relacionados con resultados o conceptos científicos publicados previamente en *Archivos*).

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

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

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

Dirección: Archivos Latinoamericanos de Nutrición

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

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

Arch. Latinoamer. Nutr.

ALAN-VE ISSN 0004-0622

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

ARCHIVOS LATINOAMERICANOS DE NUTRICION

ORGANO OFICIAL DE LA
SOCIEDAD LATINOAMERICANA DE NUTRICION

VOL. XXXIV

MARZO, 1984

No. 1

CONTENIDO

	Página
EDITORIAL	5
ARTICULOS GENERALES	
Mejoramiento genético de las leguminosas de grano de importancia en la dieta latinoamericana, y la soya. — <i>Alfredo Lam-Sánchez</i>	12
TRABAJOS DE INVESTIGACION	
NUTRICION HUMANA	
Niveles de zinc y cobre en lactantes chilenos. — <i>Aldo Rodríguez E., Gonzalo Soto T., Guillermo Venegas V., Adela 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, Luis A. Mejía, Fernando E. Viteri and Edmundo Alvarez</i>	69
NUTRICION ANIMAL	
Uso de alimentos tratados mediante radiación gamma en la alimentación de la trucha arco iris (<i>Salmo gairdnerii irideus</i>). — <i>Jorge Grümberg N. y Osvaldo González C.</i>	83
CIENCIAS DE ALIMENTOS	
Obtención de harina y concentrado proteínico de semillas de <i>Melilotus albus</i> . Estudio de la calidad de la proteína. — <i>Sara I. L. de Mucciarelli, Mirta L. de Arellano, Manuela M. de Pedernera, José A. Cid y Carola E. García</i>	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 tolo (<i>Squalus acanthias</i>). — Armando Lacera Rúa, Ricardo Bressani, 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 (<i>Phaseolus vulgaris</i>). — Ricardo Bressani y Luiz G. Elías	189
Inactivación térmica de las enzimas polifenoloxidasas y peroxidasa en acelga (<i>Beta vulgaris</i>, cicla). — Raúl L. Garrote, Ricardo A. Bertone, Enrique R. Silva y Oscar A. Sbodio	198
GRUPO PERMANENTE DE TRABAJO DE LA SLAN EN PROGRAMAS DE VIGILANCIA ALIMENTARIA—NUTRICIONAL . . .	217
NUEVOS LIBROS.	237
OTRAS PUBLICACIONES	241
NOTAS	243
CONTENIDO DE LA REVISTA TURRIALBA, Volumen 33, No. 2, 1983.	249
INFORMACION PARA LOS AUTORES	253

ARCHIVOS LATINOAMERICANOS DE NUTRICION

ORGANO OFICIAL DE LA
SOCIEDAD LATINOAMERICANA DE NUTRICION

VOL. XXXIV

MARCH, 1984

No. 1

CONTENTS

	Page
EDITORIAL	5
GENERAL ARTICLES	
Breeding of food legumes of importance in the Latin American diets, and soybeans. — <i>Alfredo Lam-Sánchez</i>	12
RESEARCH PAPERS	
HUMAN NUTRITION	
Zinc and copper levels in plasma and hair of Chilean infants. — <i>Aldo Rodríguez E., Gonzalo Soto T., Guillermo Venegas V., Adela Castillo D. and Salomé Torres R.</i>	25
Calcium/creatinine ratio, in basal urine, and its interrelationship with calcium intake and calcium nutritional status in children under three years of age. — <i>Susana Zeni, María Luz P. M. de Portela, María del Carmen Morasso and María Esther Río.</i>	35
Effects of animal protein and energy supplementation on the protein quality of diets based on rice and beans, in adult subjects. — <i>Emilio Vargas, Ricardo Bressani, Delia A. Navarrete, J. Edgar Braham and Luiz G. Elías</i>	46
Body iron reserves of rural and urban Guatemalan women of reproductive age. — <i>Silvia Franzetti, Luis A. Mejía, Fernando E. Viteri and Edmundo Alvarez</i>	69
ANIMAL NUTRITION	
Use of diets treated with gamma radiation in feeding rainbow trout (<i>Salmo gairdnerii irideus</i>). — <i>Jorge Grümberg N. and Osvaldo González C.</i>	83
FOOD SCIENCE	
Obtention of a flour and a protein concentrate from <i>Melilotus albus</i> seeds. Study on protein quality. — <i>Sara I. L. de Mucciarelli, Mirta L. de Arellano, Manuela M. de Pedernera, José A. Cid and Carola E. Guardia</i>	94

Protein and energy digestibility of diets based on rice and beans in human adults. — <i>Emilio Vargas, Ricardo Bressani, Delia Navarrete, J. Edgar Braham and Luiz G. Elías</i>	109
Elaboration of new products based on cereals and legumes by linear programming. — <i>Martha N. Ballesteros, Gloria M. Yépez, María I. Grijalva, Enrique Ramos and Mauro E. Valencia</i>	130
Evaluation of the protein quality of tolo shark (<i>Squalus acanthias</i>) meat flour. — <i>Armando Lacera Rúa, Ricardo Bressani, Mario Roberto Molina and J. Edgar Braham</i>	146
Feasibility of using different binding agents for the development of products based on deboned fish flour. — <i>Oswaldo Quezada L. and Rafael A. Bello</i>	169
Relationship between digestibility and protein value of common beans (<i>Phaseolus vulgaris</i>). — <i>Ricardo Bressani and Luiz G. Elías</i>	189
Thermal inactivation of polyphenoloxidase and peroxidase in Swiss chard (<i>Beta vulgaris</i> , cicla). — <i>Raúl L. Garrote, Ricardo A. Bertone, Enrique R. Silva and Oscar A. Sbdio</i>	198
PERMANENT WORKING GROUP OF SLAN ON FOOD AND NUTRITIONAL SURVEILLANCE SYSTEMS	217
NEW BOOKS	237
OTHER PUBLICATIONS	241
NOTES	243
CONTENTS OF THE JOURNAL TURRIALBA: Volume 33, No. 2, 1983.	249
INSTRUCTIONS TO THE AUTHORS	253

EDITORIAL

AGRICULTURA Y NUTRICION

Este Editorial surgió de la lectura de dos importantes documentos que abordan el mismo tema, salvo que uno de ellos fue preparado por un nutricionista, y el otro, por un científico en alimentos. El tópico de ambos artículos atañe directamente a la esfera de descripción del estado nutricional y sus problemas en los países en desarrollo de una misma región. Los dos artículos son muy completos, están bien documentados y, de hecho, reflejan la alta calidad técnica de sus autores.

Sin embargo, en el caso del nutricionista, el énfasis se centra en las deficiencias nutricionales y las causas socioeconómicas del problema, pero hace muy poca mención de la disponibilidad de alimentos, y mucho menos o nada, de la calidad nutritiva de los mismos o de cómo éstos, en ciertos casos, podrían suplir la deficiencia nutricional. En contraste, el otro autor, o sea el científico en alimentos, enfoca mucho más la disponibilidad de alimentos, su acceso al consumidor, y también su calidad nutricional. Además, reconoce y fundamenta las deficiencias más comunes, abordando también los factores socioeconómicos y de salud que implica el problema de la nutrición. Este autor sugiere cómo el alimento podría suplir los nutrientes cuya deficiencia prevalece en la población.

No obstante, en ambos casos —y a pesar de que los dos autores reconocen la multicausalidad del problema— se percibe, al comparar los dos artículos, cierto distanciamiento. Así, en lo que concierne a lo importante para el nutricionista, el énfasis está en la salud, mientras que en lo referente al científico en alimentos, el

énfasis estriba en la agricultura. Se percibe también ese distanciamiento al notar que la solución a las deficiencias específicas de nutrientes se funda en la adición o incorporación del nutriente deficitario utilizando un vehículo que podría ser un alimento. Y aun cuando tal vez se acepte, no se alude tan siquiera a la posibilidad de que el problema podría ser resuelto con mayor seguridad y firmeza, sin crear dependencia alguna, utilizando como fuente directa los propios alimentos de la dieta habitual. En ningún momento se indica el papel que el científico en ciencias agropecuarias puede desempeñar en esta problemática. Si se menciona bastante a menudo que el problema nutricional debe tener soluciones multidisciplinarias, pero estas alusiones se vuelven interminables, vanas y aburridas. Se han convertido en el tipo de frase que ya ni tan siquiera se considera.

Evidentemente, la consabida frase no ha llegado ni a promover el diálogo, pero se menciona por ser una expresión de moda. Lo que es más, es posible que ni se desee llegar a ese diálogo. Claro está que el problema nutricional casi siempre ha tenido un enfoque del factor salud, tanto por parte de los nutricionistas como de los sectores médicos en salud pública, pero se debe recalcar que el alimento juega un papel de la mayor importancia y significado, siendo indudable que el técnico en ciencias agropecuarias está obligado a participar en esa batalla.

Por consiguiente, es un hecho lamentable que el sector agricultura todavía no haya tomado plena conciencia de la responsabilidad que le corresponde en la problemática nutricional. A lo sumo, y en el mejor de los casos, ha llegado a preocuparse por los alimentos básicos, cereales y leguminosas. Debe tenerse en cuenta, sin embargo, que ellos sólo son parte de la dieta en la que otros alimentos productos de la agricultura, juegan un papel nutricional importante como alimentos suplementarios. El hincapié hecho en los alimentos básicos parece tener cierta lógica, ya que no siendo aún capaces de producirlos en las cantidades necesarias para asegurar su disponibilidad y acceso a la población, mucho menos ha habido preocupación en incrementar la disponibilidad y acceso de alimentos suplementarios tales como verduras, frutas y los de origen animal. Ello sería posible de lograr si tan sólo el concepto de dieta —más bien que de nutrientes— fuese el que prevaleciera, y si este concepto fuese uno de los objetivos de la razón de ser de las carreras académicas en materia de agricultura.

No obstante, el interés en este último aspecto ya principia a surgir en la enseñanza de la nutrición en ciencias agrícolas, a juzgar por algunos pocos documentos publicados a ese respecto, y que han sido el producto de varias reuniones efectuadas para analizar el problema. Se espera así, que en un futuro cercano, esto sea realidad. Uno de los problemas existentes radica en la conceptualización de la palabra "nutrición", lo que hace difícil que el profesional agropecuario vea cómo su actividad puede contribuir a resolver el problema, pues no conoce y no logra asociar las deficiencias en nutrientes específicos de la población con los alimentos. Más aún, la expresión de los requerimientos nutricionales en la forma en que se expresan, y las cantidades de nutrientes, no se presentan asociadas a unidades de producción, forma que sería mucho más fácil de comprender por dicho profesional.

Otro aspecto que confunde es la falta de concordancia en cuanto a mediciones para evaluar los efectos y la terminología nutricional empleada en nutrición y salud. Finalmente, el concepto de nutrición está asociado, en la práctica, a indicar cómo comer o cómo alimentarse, lo que en realidad no es función ni del nutricionista ni del ingeniero agropecuario, sino de otro profesional, el especialista en educación nutricional o en economía del hogar. El enfoque de la enseñanza de la nutrición al ingeniero agrónomo—aunque sin olvidar los aspectos socioeconómicos y los propios de la salud— debe ser el de los alimentos como vehículos de nutrientes en términos de una dieta.

Por lo tanto, debe estar consciente del efecto que el ambiente, el efecto genético y el uso de prácticas agrícolas ejercen en la variabilidad de estos nutrientes, y de cómo éstos podrían asociarse para lograr una complementación de los mismos, como lo hacen los agricultores al asociar los cultivos. Ajeno a ello, debe conocer también lo que ocurre después de la cosecha, o sea durante el almacenamiento, y el efecto que tiene el procesamiento sobre los nutrientes.

Sólo así podrá el ingeniero agropecuario lograr que el concepto de productividad cumpla su objetivo en términos de la sociedad que lo rodea, o sea teniendo en cuenta los factores producción, valor tecnológico, y valor nutritivo de los alimentos.

Confiamos sinceramente en que ese aspecto —indispensable en el enfoque de la problemática nutricional— cobre la significancia que evidentemente está llamado a desempeñar en la solución de tan ingente asunto.

Ricardo Bressani
Editor General

ARTICULOS GENERALES

**MEJORAMIENTO GENETICO DE LAS LEGUMINOSAS
DE GRANO DE IMPORTANCIA EN LA DIETA
LATINOAMERICANA, Y LA SOYA¹**

Alfredo Lam-Sánchez²

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

RESUMEN

El frijol (*Phaseolus vulgaris*) y la soya (*Glycine max*) pueden considerarse como las leguminosas más importantes en el contexto alimentario latinoamericano. Ambos presentan problemas específicos: por un lado, el frijol no ha acusado aumentos de producción en la última década, disminuyendo así su disponibilidad; por otro lado, la soya ha tenido incrementos considerables de producción, convirtiéndose en un cultivo de exportación. No obstante,

Manuscrito original recibido: 20-6-83.

- 1 Trabajo presentado en el *Simposio sobre la Interfase Agricultura, Ciencia y Tecnología de Alimentos y Nutrición*, celebrado como parte del V Congreso Latinoamericano de Nutrición que se llevó a cabo en Cholula, Puebla, México, en agosto de 1980.
- 2 Departamento de Fitotecnia, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, São Paulo, Brasil. *Ex-Alumnus* del Curso de Adiestramiento Tutorial Avanzado del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP)/Universidad de las Naciones Unidas (UNU).

su consumo en la alimentación humana es bastante restringido a pesar de los grandes esfuerzos de ciertos países por ampliar su aceptación.

En cuanto a los avances en la calidad nutricional de los dos cultivos, se ha comprobado que entre ambos existe variabilidad en lo que al contenido de proteína y metionina se refiere, variabilidad que puede ser aprovechada en programas de fitomejoramiento. En el caso de la soya, una alternativa sería emplear germoplasma de semillas coloreadas, lo que permitiría utilizarla como extensor del frijol, satisfaciendo así la preferencia de los consumidores en lo que a color concierne.

Considerando las políticas agrícolas de varios de nuestros países, hay necesidad de establecer un balance entre la producción de cultivos de exportación y energéticos, y los cultivos de alimentos, ya que sólo así se evitaría que el problema nutricional cobrara gravedad.

Se nos ha encomendado hablar sobre el PRIMO POBRE de las especies vegetales, puesto que, como lo mostró el Dr. Mario Molina en su brillante presentación, los cereales ya llevan buena ventaja a las leguminosas. Fue en ellos que se encontraron los mutantes exóticos con tenores ventajosos de aminoácidos esenciales, como es el caso del maíz Opaco-2, y fue con ellos también que se incrementó la llamada "Revolución Verde".

Las leguminosas de importancia en la dieta latinoamericana se restringen solamente a una, el frijol (*Phaseolus vulgaris*), cuya proteína vegetal es la más accesible y la de mayor consumo por parte de todos los pueblos de este Continente.

En la penúltima década, se obtuvieron aumentos en la producción de frijol, pero en esta última, y según lo confirma la Tabla 1, la producción se ha mantenido estable, a un nivel cercano a 6.0 millones de toneladas. Esa merma se debe a que en ciertos países hay cierta tendencia a disminuir su producción y participación en el mercado mundial (1).

Estos datos indican que la producción de frijol no es adecuada para la población latinoamericana, ya que el incremento en población no ha sido estable, y mucho menos negativo. Por esta razón, puede verse en la Tabla 2, que Brasil, el mayor productor mundial de esta leguminosa (2.3 millones de toneladas), tiene una disponibilidad de 2 g/capita/día, en comparación con México, que acusa 60 g/capita/día (2).

Otro grave problema que se enfrenta es que los rendimientos

TABLA 1

PRODUCCION DE FRIJOL (*Phaseolus vulgaris* L.) EN
1,000 TONELADAS

Año	Brasil	Estados Unidos	México	Todo el mundo
1970	2,193	783	992	5,603
1971	2,480	716	1,091	5,969
1972	2,329	815	932	5,718
1973	2,361	738	1,091	5,858
1974	2,282	915	979	5,918
1975		774		

Fuente: Ref. (1).

TABLA 2

AREA, PRODUCCION, RENDIMIENTO Y DISPONIBILIDAD DE FRIJOL

País	Area (1,000 ha)		Producción (1,000T)		Rendimiento (kg/ha)		Disponibilidad (g/ca/d)*
	1961/65	1974	1961/65	1974	1961/65	1974	
Brasil	3,071	3,688	1,987	2,257	647	612	2.0
México	2,018	1,921	924	1,319	458	687	60.5
América Latina	6,284	7,043	3,756	4,645	598	659	21.3

* g/capita/día.

Fuente: Ref. (2).

obtenidos son muy bajos, como se aprecia en la Tabla 3, donde se indican las leguminosas más importantes en la alimentación mundial. Según se observa, sus rendimientos medios están muy por debajo de la potencialidad de los mismos (3).

Si, por un lado, la producción de frijol se ha mantenido estable, en los 10 últimos años han habido incrementos considerables de producción de soya, principalmente a causa de que países

TABLA 3

POTENCIALIDAD DE PRODUCCION DE LEGUMINOSAS (kg/ha)

Soya (<i>Glycine max</i>)	5,000	980
Maní (<i>Arachis hypogaea</i>)	3,000	700
Frijol (<i>Phaseolus vulgaris</i>)	2,500	700
<i>Cajanus cajan</i>	4,500	450
<i>Vigna unguiculata</i>	2,800	400
<i>Ph. aureus</i> y <i>Ph. mungo</i>	2,700	500

Fuente: Ref. (3).

tropicales se han perfilado como grandes productores. Pero, a diferencia de los países asiáticos, el consumo directo de la soya es casi nulo a pesar de los esfuerzos que ciertos países están haciendo para introducirla directamente en la alimentación humana.

En cuanto a la calidad nutricional, tanto en el frijol como en la soya, se ha evidenciado considerable variabilidad en sus contenidos de proteína y de metionina; en este último caso, la metionina es más restringida (1.0 a 1.9 g/16 gN) que en el frijol (0.35 a 1.92 g/16 gN) (4).

En el caso del frijol, se pueden llevar a cabo programas de fitomejoramiento, a fin de obtener variedades con un buen contenido de proteína y un buen balance de aminoácidos esenciales, en base de la concentración de metionina en las fracciones proteínicas de los cotiledones. También podría afirmarse la estabilidad de las mismas en la proteína de la semilla (5).

En el Estado de São Paulo, Brasil, existe preocupación por utilizar la soya directamente en la alimentación humana. Con ese propósito se están desarrollando trabajos de fitomejoramiento en Jaboticabal, donde, además de evaluarse agronómicamente el germoplasma de soya, éste también es evaluado desde el punto de vista nutricional, así como en lo referente a sus características de procesamiento, dentro del concepto clásico del Simposio en el que ahora participamos (6).

Como lo atestiguan las Tablas 4 y 5 (7), la variedad "IAC-2" presentó un PER corregido de 2.78, siendo esto consecuencia de su buen contenido de metionina. En cambio, a diferencia de las otras, la variedad "Davis" acusó un valor de 5.90/o de semillas

duras o "hard beans", variando los tiempos de cocción experimental de 50 1/4 a 171 minutos.

TABLA 4

CARACTERISTICAS NUTRICIONALES DEL GERMOPLASMA DE SOYA INTRODUCIDO

Cultivar	Proteína (o/o)	Aceite (o/o)	Metionina (g/16 gN)	Inhibid. de tripsina	Aminoácidos azufrados (total)	PER
Hardee	40.81	18.10	1.274	31.70	2.394	1.74
Davis	36.09	17.20	1.103	32.90	2.255	2.27
Viçoja	40.76	17.60	1.314	25.90	2.641	2.08
F 61-2926	36.43	17.10	1.372	22.40	1.998	2.25
L 652-8	35.17	17.10	1.370	28.20	2.692	2.03
L 652-3	37.47	16.20	1.170	24.80	2.658	2.09
Mineira	40.01	17.80	1.009	28.70	2.330	1.80
IAC-2	38.02	16.80	1.827	24.62	3.392	2.78
Pelícano	41.08	18.40	1.451	29.20	2.537	2.19
La 61-91	35.17	17.70	1.413	36.40	1.798	2.45
Santa Rosa	39.10	19.80	1.436	37.20	2.725	2.45
Industrial	40.17	17.50	1.045	27.00	2.417	2.42
UFV-1	40.35	17.70	1.509	25.20	2.607	

Fuente: Ref. (4).

De conformidad con los mismos objetivos, y teniendo en cuenta la posible tendencia de mezclar soya con frijol, y con el propósito de no herir la preferencia del consumidor en cuanto a color, también se evaluó germoplasma de soya con tegumentos coloreados (8). Se determinó así que, agronómicamente, este material se adapta bien a las condiciones locales; presenta ciertos problemas, pero éstos pueden ser resueltos a través de la investigación local. Desde el ángulo nutricional, el material es semejante al germoplasma de semillas amarillas, con la gran diferencia que su contenido de lisina es bastante alto (de 8 a 10 g/16 gN), en comparación con los valores de la soya amarilla (5 g/16 gN). Este hallazgo, pues,

TABLA 5

**CARACTERISTICAS DE PROCESAMIENTO DE LOS CULTIVARES
INTRODUCIDOS**

Cultivares	Cocción* (min)	Relación de hidratación	O/o de "hard beans"	Tiempo ideal de hidratación
Hardee	50.25	2.37	0	4 hr
Davis	106	2.17	5.90	8
Viçoja	112.50	2.40	0	4
F 61-2926	92	2.42	0	4
L 652-8	88.50	2.31	0	4
L 652-3	68	2.34	0	4
Mineira	56.25	2.36	0	4
IAC-2	66.75	2.34	0	4
Pelícano	112.50	2.31	0	4
La 61-91	111.50	2.31	0	4
Santa Rosa	171	2.34	0	4
Industrial	56.25	2.30	0	5
UFV-1	90.25	2.32	0	4

* Determinada en el aparato de Mattson.

Fuente: Ref. (4).

viene a reforzar una vez más la utilización de la soya en combinación con cereales, para establecer un buen balance de aminoácidos esenciales en la dieta (Tablas 6 y 7).

En cuanto a las características de procesamiento, se verificó que este material tiene el problema de contener semillas duras o impermeables ("hard beans"), lo que era de esperar, ya que no se cultiva con fines comerciales, y si así lo fuera, el problema ya habría desaparecido mediante programas de selección. Hubo casos en que el porcentaje de semillas duras fue bastante alto (más de 30^o/o), como las variedades "Chi-kei 13", "Chi-kei 15" y "Tanner", lo que influyó directamente sobre las características de hidratación, como son la relación entre esta última y el tiempo ideal para que la semilla duplique su peso cuando se deja reposar en maceración en agua destilada. No obstante, cuando este mate-

TABLA 6

SOYA COLOREADA: CARACTERISTICAS NUTRICIONALES
DE LOS CULTIVARES

Cultivares	Proteína (%)	Aceite (%)	Lisina (g/16 gN)	Metionina (g/16 gN)	Indice químico*
NC-55	40.50	21.34	10.193	0.147	51.66
PI-192.874	41.00	15.84	8.197	1.237	65.49
PI-265.491	39.50	16.28	7.584	0.907	60.69
Otootan	41.80	17.16	10.675	1.644	86.43
Chi-kei 13	40.40	14.72	8.673	1.180	67.66
Aksarben B1	42.40	16.72	9.872	1.061	66.11
Chi-Kei 15	38.20	20.02	9.040	1.088	74.20
Aksarben Br	38.60	18.04	10.877	1.468	77.49
Gatan	37.90	17.82	9.148	1.180	69.91
Tanner	43.90	19.14	9.274	1.251	74.11
Santa Rosa	37.24	20.24	5.325	1.436	77.86

* mg de aminoácido en la proteína/mg de aa del patrón FAO/OMS x 100, 1973. Patrón de aminoácidos esenciales FAO/OMS.

Fuente: Ref. (8).

rial se usó para cocción experimental, pudo verificarse que no existe relación entre esta característica y las de hidratación. El material que presentaba problemas de hidratación se cocinó rápidamente, con tiempos de una hora (Tabla 7).

Con relación a las perspectivas de aumentar la producción de leguminosas importantes en la dieta de las poblaciones latino-americanas, puede decirse que, en el caso de la soya, ello no constituye un problema de producción sino de consumo. Pero en el caso del frijol, son varios los problemas que limitan el incremento de producción, además del de variedades adecuadas (Tabla 8). El principal es el de defensa fitosanitaria ya que el frijol está siendo atacado por enfermedades virales, como sucede con el Mosaico Dorado, el cual es transmitido por la "mosca blanca" (*Bemisia tabaci*) y, hasta ahora, no se ha podido encontrar buenas fuentes de resistencia a esta enfermedad, siendo así un factor limitante de su producción (9).

TABLA 7

SOYA COLOREADA: CARACTERISTICAS TECNOLOGICAS
DE LOS CULTIVARES

Cultivares	Cocción (min)	Relación hidratación	O/o de "hard beans"	Tiempo ideal de hidratación (hr)
NC-55	102.75	2.18	0.5	6-7
PI-192.874	94	2.18	0.0	6
PI-265.491	60.50	2.14	0.0	5-6
Otootan	68	2.19	0.3	5-6
Chi-kei 13	51.50	1.70	58.1	—
Aksarben B1	64.75	2.21	4.8	6-7
Chi-kei 15	78	1.47	80.7	—
Aksarben Br	62.75	2.26	0.2	4-5
Gatan	122	2.23	3.3	5-6
Tanner	61.25	1.85	33.6	—
Santa Rosa	171	2.28	0.0	3-4

Fuente: Ref. (8).

Ajeno a ello, existen otros problemas, como es el de que el frijol lo cultivan pequeños agricultores, a gran diferencia de la soya. Es un hecho bastante conocido que en nuestros países, este tipo de agricultor es responsable del 70% de la producción de alimentos, lo que mantiene un sistema de cultivo múltiple y diversificado. Este sistema fue bastante preconizado y defendido en el último Simposio de Mejoramiento de Plantas, celebrado en Ames, Iowa, EUA, en 1979. A pesar de no evidenciar grandes rendimientos en su cultivo, este sistema logra una autosuficiencia en la producción de alimentos a nivel familiar y establece un buen equilibrio biológico, preservándose así muchos recursos naturales.

Otro problema del frijol, es su pérdida de calidad cuando se almacena, lo que no permite formar abastecimientos reguladores de producción.

Por otro lado, en la actualidad existe la tendencia de incrementar los cultivos de exportación ("cash crops") y los energéticos. Así, éstos compiten con los cultivos de alimentos de subsistencia

TABLA 8

FACTORES QUE LIMITAN LA PRODUCCION DE FRIJOL

-
- Problemas agronómicos: variedades
calidad de la semilla para plantío
densidad de plantío
nutrición de la planta
plagas y otros problemas
 - Sistemas adecuados de plantío: pequeños agricultores
diversidad de sistemas
preferenciabilidad
 - Competencia con otros cultivos: bajos rendimientos
problemas de calidad con el almace-
naje
nivel del agricultor
cultivos de exportación (“cash crops”)
vs cultivos de alimentos (“staple
food crop”)
-

(“food crops”) y los rápidos y tentadores lucros logrados pueden modificar la estructura de la población, y acarrear consigo las consecuencias siguientes: 1) disminuir el área destinada a la producción de alimentos; 2) gran susceptibilidad por parte del pequeño agricultor —que sería el primero en perecer en cualquier situación de inestabilidad—; 3) consecuentemente, se suscitara un aumento de los problemas nutricionales. Por las razones aducidas, no sabríamos decir si el nivel del agricultor productor de frijol, es realmente un problema o una ventaja.

En síntesis, según hemos visto, enfrentamos dos problemas bastante distintos en cuanto a las leguminosas de importancia en la alimentación: el de la soya, que constituye un problema de aceptación en el mercado, y el del frijol, que es más que nada, el problema de mantener, proteger y apoyar su producción. Considerando la importancia y el aporte de esta leguminosa a la alimentación, y dados los grandes problemas y poco apoyo que recibe, los presentes, creo, concordarán conmigo en que es acertado calificarlo de PRIMO POBRE.

SUMMARY

BREEDING OF FOOD LEGUMES OF IMPORTANCE IN THE LATIN AMERICAN DIETS, AND SOYBEANS

Common beans and soybeans can be considered as the most important food legumes in the Latin American nutritional context, each of them presenting specific problems. The production of common beans has not increased in the last decade, and insects and diseases attacks are menacing it. On the other hand, soybeans have shown a tremendous increase in production, becoming rapidly an important export cash crop. However, its use in human consumption is quite restricted, in spite of the efforts of some countries in inducing their acceptance.

As far as nutritive value is concerned, a high variability for protein and methionine contents have been evidenced, and breeding programs could use this factor advantageously. In the case of soybeans, the use of germ plasm with colored seeds appears to be a good alternative, due to the preference for color by the consumers.

Considering the agricultural production policies of some of our countries, there is a need to establish a proper balance between the cash and energetic crops, and the staple food crops, in order to avoid an aggravation of the nutritional problems in this Continent.

BIBLIOGRAFIA

1. Wright, K. T. Production trends: world, U.S. and Michigan. En: **Dry Beans Production — Principles and Practices**. L. S. Roberts and R. D. Frazier (Eds.). Lansing, Michigan State University, 1978, p. 16-30.
2. Central Food Technological Research Institute. A brief overview of the grain legume situation (Production, processing, utilization and storage). Presentado en: **FAO Expert Consultation on Grain Legume Processing, Mysore, India, 1977**.
3. Rachie, K. O. Improvement of food legumes in Tropical Africa. En: **Nutritional Improvement of Food Legumes by Breeding**. PAG. M. Milner (Ed.). New York, NY., 1973, p. 83-92.
4. Lam-Sánchez, A. Variabilidad genética y/o ambiental en el contenido de proteína y aminoácidos esenciales en leguminosas. **Arch. Latino-amer. Nutr.**, 27(Supl. 2): 118-124, 1977.
5. Kelly, J. D. & F. A. Bliss. Heritability estimates of percentage seed protein and available methionine and correlations with yield in dry beans. **Crop Sci.**, 15: 753-757, 1975.

6. Lam-Sánchez, A. **Obtenção de Germoplasma de Soja na Região de Jaboticabal pelos Processos de Introdução e Híbridação, e Avaliação Nutricional do Material Introduzido.** Jaboticabal, SP. FCAV-UNESP, 1979. 167 p. (Tesis de Docente Libre).
7. Lam-Sánchez, A., J. F. Durigan, J. E. Dutra de Oliveira & R. Bressani. Avaliação nutricional e tecnológica do material introduzido de soja *Glycine max* (L) Merrill). **Científica**, **10**(1): 87-97, 1982.
8. Lam-Sánchez, A., J. F. Durigan, M. J. Paro, J. E. Dos Santos & J. E. Dutra de Oliveira. Características agronômicas, nutricionais e de processamento de germoplasma de soja com tegumentos coloridos. **Arch. Latinoamer. Nutr.**, **31**(3): 586-604, 1981.
9. Ferraz, H. M., D. Fornasieri Filho & A. Lam-Sánchez. Efeitos do ataque de viroses transmissíveis pela mosca branca (*Bemisia tabacci* Genn), na germinação e vigor de sementes de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, **2**: 29-34, 1980.

TRABAJOS DE INVESTIGACION

NIVELES DE ZINC Y COBRE EN LACTANTES CHILENOS

*Aldo Rodríguez E.,¹ Gonzalo Soto T.,² Guillermo Venegas V.,³
Adela Castillo D.⁴ y Salomé Torres R.⁵*

Facultad de Farmacia y Facultad de Medicina,
Universidad de Concepción, Concepción, Chile

RESUMEN

Se determinó la concentración de zinc y de cobre en pelo y plasma de 81 lactantes chilenos, de ambos sexos, de 2 a 36 meses de edad, quienes acudían a control de niño sano en el Consultorio Plaza Acevedo del Servicio de Salud de Concepción (Chile). Se consideraron sólo aquéllos cuyo peso al nacer fue mayor de 2,500 g, eutróficos, y sin patología aguda o crónica evidente.

Manuscrito modificado recibido: 22-4-83.

- 1 Director del Departamento de Análisis Instrumental, Facultad de Farmacia, Universidad de Concepción, Chile.
- 2 En la actualidad, el Dr. Soto, miembro de la citada Facultad cuando este estudio se llevó a cabo, trabaja con la Compañía Chilena de Productos Alimenticios Chiprodal, Santiago, Chile.
- 3 Docente del Departamento de Pediatría, Facultad de Medicina, Universidad de Concepción.
- 4 El Dr. Castillo, ex miembro de la Facultad de Medicina, presta ahora servicios en el Instituto de Nutrición y Tecnología de Alimentos (INTA), Universidad de Chile, Santiago, Chile.
- 5 Docente del Departamento de Bromatología, Nutrición y Dietética, Facultad de Farmacia de la misma Universidad de Concepción.

El grupo en estudio se dividió en siete rangos de edad y los valores obtenidos se correlacionaron en función de edad y sexo, principalmente.

El contenido de los oligoelementos indicados se determinó por espectrofotometría de absorción atómica con llama.

INTRODUCCION

Desde que se ha podido demostrar el caracter de esenciales de los oligoelementos para el ser humano, su importancia y conocimiento han ido en aumento. De los 14 oligoelementos descritos como esenciales o probablemente esenciales (Fe, I, Cu, Zn, Mn, Co, Cr, F, Se, Mo, Ni, Si, V y Sn) se sabe bastante acerca del hierro y el yodo. De los restantes, la investigación se ha centrado especialmente en el zinc y el cobre, que son los que siguen al hierro en cuanto a cantidad en el organismo humano (1, 2). Se sabe que el contenido total de hierro del ser humano adulto es de alrededor de 4 g, en tanto que el de zinc es de 2 g, y el de cobre de 100 mg (3).

La importancia de estos elementos ha adquirido mayor relieve aún al ir relacionando la función cumplida por múltiples sistemas enzimáticos que contienen átomos de oligoelementos en su estructura, o como cofactores, con diversas patologías secundarias a la deficiencia de esas enzimas. Estas patologías son reversibles en la mayoría de los casos, mediante la suplementación con los elementos deficientes (4, 5).

En el metabolismo del zinc se conoce su participación en más de 40 sistemas enzimáticos, entre los que destacan la fosfatasa alcalina, dehidrogenasa láctica y glutámica, carboxipeptidasas, polimerasas del ADN y el ARN (6).

En cuanto al cobre, también se sabe que forma parte de la ceruloplasmina-proteína de transporte para cobre con función en la oxidación del hierro- y de importantes enzimas entre las cuales son más conocidas la superoxidismutasa, importante en la eliminación de radicales superóxidos a nivel celular, y la lisiloxidasas, con función en la formación del tejido elástico y colágeno (7, 8).

Una dificultad especial ha sido definir cuáles serían los mejores métodos para la determinación de oligoelementos, y cuáles los mejores indicadores del estado orgánico de cada elemento. Entre los métodos, el más usado y que requiere técnicas más sencillas y es menos costoso es el basado en la espectrofotometría de absorción atómica. En cuanto a los indicadores, en el caso del cobre se ha

visto que los niveles de cobre plasmático y ceruloplasmina son útiles y eficaces. No sucede lo mismo con el zinc ya que, a diferencia del hierro y el cobre, no se le conoce un reservorio orgánico bien definido. Por ello, el zinc plasmático es mucho más variable ante cambios dietéticos, sin indicar sucesivamente un exceso o deficiencia corporal. Este es el motivo por el que se ha estudiado su determinación en otras fuentes orgánicas, de las cuales el pelo parece tener importancia en el estado nutricional crónico del zinc (al menos en el período de crecimiento del pelo) (9, 10). Otra fuente que puede ser de utilidad es el de diferentes componentes de la saliva (11).

En nuestro medio todavía es incipiente la investigación en torno a este tema. El objetivo de nuestro trabajo, por lo tanto, fue conocer inicialmente los niveles de zinc y cobre, tanto en pelo como en plasma a nivel de una población infantil considerada como sana.

MATERIAL Y METODOS

Se seleccionaron al azar 81 niños, con edades comprendidas entre 2 y 36 meses, que acudían a control de niño sano en el Consultorio Plaza Acevedo del Servicio de Salud de Concepción (Chile), en el período de mayo de 1979 hasta abril de 1980.

Se consideraron aquéllos cuyo peso al nacer excedía de 2,500 g, sanos y sin patología aguda en el momento del examen o en las semanas anteriores.

Previo consentimiento de sus padres, a cada uno se le extrajo 4 cc de sangre en ayunas, obtenida por punción venosa yugular, con jeringa de vidrio y aguja de acero inoxidable, la que se colocó en tubos que contenían 15 mg de citrato de sodio como anticoagulante. Las muestras sin hemólisis se vaciaron en tubos desionizados libres de zinc y cobre y se centrifugaron a 1,500 rpm, por 15 minutos, inmediatamente de extraídos. El plasma obtenido se congeló a -4°C hasta el momento de su análisis.

El pelo se obtuvo en cantidades aproximadas a 1 g, de la región occipital, con tijeras de acero inoxidable, descartándose el tercio distal de cada pelo. Las muestras de pelo se lavaron con un detergente no iónico, se secaron en estufa a 70°C , y se digirieron con ácido nítrico y agua oxigenada a 120°C .

Las determinaciones de zinc y cobre se efectuaron por espectrofotometría de absorción atómica con llama, de acuerdo al

TABLA 1
NIVELES DE ZINC EN PLASMA Y PELO

Rango de edad meses	No. de casos	Sexo M/F	Plasma, $\mu\text{g/dl}$ $\bar{x} \pm \text{DE}$	Rango	Pelo, $\mu\text{g/g}$ $\bar{x} \pm \text{DE}$	Rango
2 - < 4	8	4/4	136.6 \pm 19.9	111.8-169.0	110.8 \pm 11.7	96.0-129.0
4 - < 6	5	3/2	136.4 \pm 28.6	117.1-169.0	102.9 \pm 22.8	64.4-119.4
6 - < 9	17	4/13	133.2 \pm 20.9	105.4-168.0	91.0 \pm 20.4	53.3-122.2
9 - < 12	10	2/8	138.2 \pm 25.1	110.0-169.0	90.1 \pm 17.6	58.0-111.4
12 - < 18	19	9/10	132.3 \pm 22.7	92.2-168.9	87.5 \pm 21.9	44.6-113.6
18 - < 24	13	8/5	151.8 \pm 24.5	107.8-175.0	95.6 \pm 22.6	53.0-117.9
24 - 36	9	4/5	160.6 \pm 15.3	125.5-177.0	102.5 \pm 13.2	81.9-120.8

M = Sexo masculino.
 F = Sexo femenino.
 \bar{x} = Valor promedio.
 DE = Desviación estándar.

TABLA 2

NIVELES DE COBRE EN PLASMA Y PELO

Rango de edad meses	No. de casos	Sexo M/F	Plasma, $\mu\text{g/dl}$ $\bar{x} \pm \text{DE}$	Rango	Pelo, $\mu\text{g/g}$ $\bar{x} \pm \text{DE}$	Rango
2 - < 4	8	4/4	148.8 \pm 21.4	100.0-164.4	18.1 \pm 3.4	14.8-21.6
4 - < 6	5	3/2	140.2 \pm 26.4	100.0-171.1	16.2 \pm 4.9	9.3-21.8
6 - < 9	17	4/13	167.7 \pm 27.4	100.0-200.0	13.8 \pm 4.0	5.3-20.6
9 - < 12	10	2/8	172.2 \pm 16.2	150.7-200.0	17.3 \pm 7.7	4.7-27.1
12 - < 18	19	9/10	164.2 \pm 20.6	124.3-200.0	16.8 \pm 8.6	4.5-35.4
18 - < 24	13	8/5	161.6 \pm 23.1	110.0-200.0	17.0 \pm 6.8	6.0-28.4
24 - 36	9	4/5	161.6 \pm 17.1	124.3-185.9	17.6 \pm 5.6	13.2-31.9

M = Sexo masculino.

F = Sexo femenino.

 \bar{x} = Valor promedio.

DE = Desviación estándar.

método de Berman (12), modificado según lo ya indicado. Para el caso, se empleó un espectrofotómetro de absorción atómica, Perkin Elmer, modelo 380.

Los reactivos y material utilizados en la toma de muestras y en las determinaciones de zinc y cobre fueron examinados, con el fin de asegurar cualquier posible contaminación por los elementos en estudio, mediante el análisis de dichos elementos por absorción atómica.

El análisis estadístico se realizó aplicando el test de comparación de medias y la prueba "t" de Student.

RESULTADOS

Los niveles de zinc en plasma y pelo, para cada uno de los rangos de edad considerados, se agrupan en la Tabla 1.

Para el zinc plasmático los resultados muestran niveles bastante estables entre los 2 y 18 meses, con un promedio total de $135 \pm 22 \mu\text{g/dl}$ (rango 92 – 169). Luego se observa un ascenso estadísticamente significativo después de los 18 meses a niveles promedios de $155 \pm 21 \mu\text{g/dl}$ ($t = 3.82$; $P < 0.001$).

En las determinaciones en pelo los niveles de zinc revelaron un descenso en los rangos de edad estudiados, siendo significativa la disminución de niveles observados entre el grupo de 2 a 4 meses de edad, y los obtenidos en niños de 6 a 18 meses ($t = 3.07$; $P < 0.001$). Posteriormente hubo un ascenso que llegó a ser significativo al comparar el grupo de edad de 12 a 18 meses con el de 24 a 36 meses ($t = 2.24$; $P < 0.025$).

Las diferencias entre sexos mencionadas en diferentes estudios no fueron significativas en las determinaciones de pelo (\bar{x} hombres: $89.3 \pm 20 \mu\text{g/g}$; mujeres: $90.2 \pm 20 \mu\text{g/g}$ con edades comprendidas entre 6 y 18 meses) ni tampoco en las de plasma. No obstante, la diferencia fue un tanto más evidente en plasma para el mismo rango de edad (hombres: $131 \pm 24 \mu\text{g/dl}$; mujeres: $140 \pm 17 \mu\text{g/dl}$).

La Tabla 2 muestra los valores medios con sus respectivas desviaciones estándares para el oligoelemento cobre.

En las determinaciones de cobre plasmático se aprecia que hubo un ascenso significativo después de los 6 meses de edad ($t = 2.03$; $P < 0.05$), manteniéndose luego en niveles bastante estables dentro del rango de edad estudiado.

Los niveles en pelo mostraron una disminución significativa

entre el rango de edades de 2 a 4 meses y el de 6 a 9 meses; luego se observó un aumento, estabilizándose en niveles de alrededor de 17 $\mu\text{g/g}$ de pelo. El ascenso concuerda con el ascenso visto en los niveles plasmáticos, pero con un retraso de 2 a 3 meses.

Si tomamos como límite de normalidad para nuestro grupo en estudio y en cada rango de edad, el promedio ± 2 DE, se observa que todos los valores del zinc plasmático caen dentro del rango. En el pelo habría un niño bajo el límite inferior, que es de alrededor de 50 $\mu\text{g/g}$ en la mayoría de los grupos de edad (44 $\mu\text{g/g}$), y que tenía niveles normales de zinc plasmático.

Efectuando el mismo análisis para el cobre sólo un niño (sexo masculino) en el rango de 18 a 24 meses estuvo por debajo de -2 DE (alrededor de 120 $\mu\text{g/dl}$ en la mayoría de los rangos) y tenía 110 $\mu\text{g/dl}$. En las determinaciones de pelo hubo tres niños bajo -2 DE del promedio de su rango de edad: uno de 6 meses, otro de 10 meses y otro de 13 meses, todos con niveles plasmáticos normales.

No se encontró ninguna correlación entre los niveles de zinc y los valores respectivos de cobre o de cada uno de estos elementos en plasma y en pelo.

DISCUSION

Los valores obtenidos en nuestras determinaciones permiten validar los resultados obtenidos en países desarrollados (13).

En general, estos valores indican que en el caso del zinc —cuyo reservorio corporal es poco abundante— hay una pronta dependencia del aporte dietético. Después de los cuatro meses de edad ocurre un descenso que se refleja mejor en los niveles en pelo, seguido de un aumento después de los 18 meses.

Este incremento puede estar relacionado con la mayor variedad del aporte dietético al lactante después del primer año de edad, pero también podría tener relación con cambios en la composición corporal, especialmente con el aumento de masa magra que se suscita a esta misma edad (14).

Es posible correlacionar esta variable en un estudio que contemple determinaciones de la composición corporal, de los niveles plasmáticos de zinc, y de alguna enzima dependiente de zinc que refleje los niveles y cambios tisulares con la edad. De todos modos, este tipo de determinaciones en enzimas corporales y en pelo son indispensables para complementar las determinaciones en san-

gre, a fin de conocer con mayor o menor exactitud, los niveles tisulares. Para tener una noción más adecuada de los niveles de normalidad, sería conveniente efectuar estas mismas determinaciones, pero con una suplementación dietética con sales de zinc que permitan dejar de lado la posibilidad de deficiencias nutricionales marginales de zinc. Los niveles obtenidos por otros investigadores en general son bastante parecidos a los aquí presentados, mencionando como cifras límites de normalidad valores de 70 a 90 $\mu\text{g}/\text{dl}$ en plasma, y de 70 a 90 $\mu\text{g}/\text{g}$ en pelo. En base a estas cifras, podemos decir que la deficiencia de zinc no constituye un problema evidente en el tipo de población normal estudiada (15).

Con referencia al cobre, en estudios anteriores efectuados en nuestro país (16), su deficiencia parece ser un problema de mayor relevancia en lactantes desnutridos marasmáticos que la de zinc, pero en nuestra población normal incluida en esta investigación tampoco pareció ser un problema de importancia. Se sabe por otras investigaciones, que hay un descenso en los niveles de cobre en el período neonatal precoz, y un ascenso posterior hasta llegar a niveles por encima de los del adulto durante los primeros tres a cuatro años de edad, para luego descender lentamente hasta los propios de la edad adulta.

Todas estas variaciones en los niveles de zinc y cobre observadas tienen relación con el gasto inicial de las reservas adquiridas durante las últimas siete a ocho semanas del embarazo, las que son complementadas cuando la alimentación en los primeros meses de vida es a base de leche materna. En la población en estudio, la lactancia natural, en promedio, llega actualmente a los tres y cuatro meses de vida. La alimentación posterior en base a leche de vaca, que es insuficiente en el aporte de zinc además de una probable menor biodisponibilidad, provocará un descenso de las reservas, descenso en el que además influye la velocidad de crecimiento, aún elevada, con mayores requerimientos y una escasez relativa de reservas. Posteriormente, el aporte de otros alimentos mejora los niveles corporales.

En cuanto al cobre, dado que las reservas conocidas especialmente a nivel hepático son bastante mayores, el descenso no es tan marcado, lo que le permite al niño mantener niveles altos hasta recibir el aporte de otras fuentes dietéticas.

En conclusión, los niveles obtenidos en nuestro estudio son semejantes a los comunicados en otras experiencias. En el tipo de lactantes sanos que abarcó el estudio aquí comentado, no hay problemas de deficiencia evidente de zinc o cobre.

Es probable que las variaciones encontradas con la edad tengan relación con adaptaciones fisiológicas a la etapa de crecimiento y de cambios nutricionales.

SUMMARY

ZINC AND COPPER LEVELS IN PLASMA AND HAIR OF CHILEAN INFANTS

Zinc and copper levels were determined by atomic absorption spectrophotometry, in the hair and plasma of 81 Chilean infants of both sexes, comprised within an age range of two to 36 months, after routine clinical examination at a Peripheral Health Service. The children were eutrophic, free from chronic pathologies, and their birth weights were over 2,500 grams.

The infants were distributed within seven age groups and the mineral levels found were correlated mainly with age and sex.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la Dirección de Investigación de la Universidad de Concepción su valioso apoyo a través del Proyecto de Investigación 2.04.07.

BIBLIOGRAFIA

1. Hambidge, K. M. Trace elements in pediatric nutrition. *Advances in Pediatrics*, 24: 291, 1977.
2. Prasad, A. S. (Ed.). *Trace Elements in Human Health and Disease*. Vol. 1. New York, N. Y., Academic Press, 1976.
3. Underwood, E.J. (Ed.). *Trace Elements in Human and Animal Nutrition*. 4th ed. New York, N. Y., Academic Press, 1977.
4. Prasad, A. S., A. Miale, Jr., Z. Farid, H. H. Sandstead & A. R. Schubert. Zinc metabolism in patients with the syndrome of iron deficiency anemia, hepatomegaly, dwarfism and hypogonadism. *J. Lab. Clin. Med.*, 61: 537, 1963.
5. Hambidge, K. M., C. Hambidge, M. Jacobs & J. D. Baum. Low levels of zinc in hair, anorexia, poor growth and hypogeusia in children. *Pediat. Res.*, 6: 868, 1972.

6. Halsted, J. A., C. Smith & I. Irwin. A conceptus of research on zinc requirements of man. *J. Nutrition*, **104**: 347, 1974.
7. Mason, J. A conceptus of research on copper metabolism and requirements of man. *J. Nutrition*, **109**: 1980, 1979.
8. Shaw, J. C. L. Trace elements in the fetus and young infant. II. Copper, manganese, selenium, chromium. *Am. J. Dis Child.*, **134**: 74, 1980.
9. Starim, W., L. T. Steadman, W. Lankau, W. Berliner & W. Pories. Analysis of zinc levels in hair for the diagnosis of zinc deficiency. *J. Lab. Clin. Med.*, **68**: 244, 1966.
10. Erten, J., A. Arcasoy, A. Cadvar & S. Cin. Hair zinc levels in healthy and malnourished children. *Am. J. Clin. Nutr.*, **31**: 1172, 1978.
11. Everett, G. & J. Apgar. Effect of zinc status on salivary zinc concentrations in the rat. *J. Nutrition*, **109**: 406, 1979.
12. Berman, E. Application of atomic absorption spectrometry to the determination of copper in serum, urine and tissue. *Atomic Absorption Newsletter*, **4**: 296, 1965.
13. Henkin, R., J. Schulman, C. Schulman & D. Bronzert. Changes in total, nondiffusible, and diffusible plasma zinc and copper during infancy. *J. Pediat.*, **82**: 832, 1973.
14. Johnson, P. & G. Evans. Relative zinc availability in human breast milk, infant formulas and cow's milk. *Am. J. Clin. Nutr.*, **31**: 416, 1978.
15. McKenzie, J. Alteration of the zinc and copper concentration of hair. *Am. J. Clin. Nutr.*, **31**: 470, 1978.
16. Fisberg, M., C. Castillo & R. Uauy. Factores condicionantes de hipocupremia en lactantes marásmicos. *Rev. Chilena Pediat.*, **52**(5): 410, 1981.

**CALCIO/CREATININA EN ORINA BASAL EN RELACION
A LA INGESTA DE CALCIO Y AL ESTADO NUTRICIONAL,
EN MENORES DE TRES AÑOS**

*Susana Zeni,¹ María Luz P. M. de Portela,¹
María del Carmen Morasso¹ y María Esther Río²*

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

RESUMEN

En un grupo de niños se estudió la posibilidad de utilizar la relación calcio/creatinina (Ca/Creat.) en orina basal, como indicador del estado nutricional respecto al calcio. Esta investigación incluyó 24 niños con edades comprendidas entre 3 y 36 meses que, por razones legales, permanecieron 60 días en el Hospital Especializado Noel H. Sbarra, de La Plata. A su ingreso se les dividió en normales y desnutridos de acuerdo a la clasificación de Waterlow y se alimentaron *ad libitum* con una de las dos fórmulas lácteas comerciales elegidas por el equipo pediátrico, en base a la presencia o ausencia de diarrea. Los mayores de 12 meses recibieron además la dieta habitual del

Manuscrito modificado recibido: 28-1-83.

- 1 Todas las autoras, salvo la Dra. Río, son miembros del Departamento de Bromatología y Nutrición Experimental, Facultad de Farmacia y Bioquímica, Universidad de Buenos Aires, Junín 956 - 2º (1113), Buenos Aires, Argentina.
- 2 Miembro de la Carrera del Investigador Científico, CONICET, Argentina.

Hospital; en todos los casos se registró diariamente el consumo de alimentos y se calculó la ingesta de calcio. A los 60 días del ingreso se recolectó orina basal, en la cual se determinó calcio y creatinina.

Los resultados demostraron que: a) en los niños normales la relación Ca/Creat. tendía a disminuir con la edad, a un valor mínimo de 0.2 a los 36 meses; con la ingesta de calcio, el índice guardó una relación similar a la observada para las vitaminas hidrosolubles, cambiando bruscamente a partir del momento en que teóricamente se cubren las necesidades, según el NRC (60 mg/kg/día). b) En los niños desnutridos dicha relación no mostró variación con la edad ni con la ingesta de Ca, a pesar de que ésta superaba ampliamente la cifra recomendada por el NRC para niños normales. Es de suponer que esta respuesta se haya debido a que la elevada retención de Ca que tiene lugar durante la recuperación, hizo que no se llegasen a cubrir las necesidades. La similitud de este comportamiento con el observado anteriormente en escolares sugiere la dependencia de la relación Ca/Creat en orina basal con la velocidad de recambio del calcio óseo y su futura utilidad para establecer la adecuación nutricional con respecto a este elemento mineral.

INTRODUCCION

La excreción urinaria basal de ciertos nutrientes o sus metabolitos puede ser utilizada como indicador del estado nutricional cuando se le relaciona con la eliminación de creatinina (1). En el caso particular de la relación calcio/creatinina (Ca/Creat.), ésta ha sido empleada para explorar el metabolismo óseo en algunas patologías (2). Sin embargo, no se ha estudiado suficientemente su utilidad desde el punto de vista nutricional, aun cuando su fácil determinación la convertiría en un indicador muy útil para evidenciar deficiencias marginales subclínicas y evaluar la eficacia de tratamientos clínicos o programas de suplementación alimentaria.

Por dicho motivo, en un trabajo previo se investigó la posibilidad de utilizar la relación entre el Ca y la Creat. en orina basal (Ca/Creat.), como indicador del estado nutricional respecto del Ca, en una población de niños escolares. En dicha oportunidad se observó que entre la relación Ca/Creat. y la ingesta de Ca existía cierta correlación cuando esta última se expresaba en términos de kg de peso corporal, por día (1).

En el presente caso el estudio se extendió a un grupo de lactantes y niños hasta los tres años de edad, con el objeto de confirmar los resultados anteriores obtenidos en otros grupos etarios.

MATERIALES Y METODOS

Se estudiaron 24 niños con edades comprendidas entre tres y 36 meses, quienes, por causas legales, permanecieron durante 60 días en el hospital especializado Noel H. Sbarra (La Plata, Buenos Aires, Argentina).

A su ingreso se dividieron en niños normales o desnutridos (3), de acuerdo al porcentaje de peso para talla (P/T) (Tabla 1).

Los niños fueron alimentados *ad libitum* con una de las dos fórmulas comerciales cuya composición figura en la Tabla 2. La elección de la fórmula se realizó según el criterio pediátrico vigente, administrándose la fórmula II a los niños normales y la fórmula I a los desnutridos.

Cualquiera que fuera el estado nutricional previo, los niños menores de 12 meses fueron alimentados exclusivamente con la fórmula láctea aconsejada por el profesional médico, mientras que los mayores de 12 meses recibieron, además, la dieta habitual del hospital. El consumo de la fórmula láctea se midió con exactitud. En los casos en que los niños consumieron otros alimentos, también se registró su ingesta y en todos los casos se determinó el contenido de Ca (4). Además, los niños desnutridos recibieron un complejo vitamínico que aportaba diariamente: 500 UI de vitamina A; 1,000 UI de vitamina D; 2 mg de vitamina B₁; 0.8 mg de vitamina B₂; 1 mg de vitamina B₆; 1.2 mg de ácido pantoténico; 8 mg de nicotinamida; 50 mg de ácido ascórbico, y 0.5 mg de ácido fólico.

A los 60 días se recolectó orina basal, la cual se acidificó con HCl y permaneció a -20°C hasta efectuar las determinaciones de Ca por el método de Copp, Cheney y Stokoc (5) y el de creatinina por el método de Clark y Thompson (6).

Los datos fueron analizados estadísticamente aplicando análisis de regresión y de varianza de acuerdo a Scheffé (7).

RESULTADOS

Al finalizar el período de 60 días de permanencia en el Hospital se analizó el comportamiento de la relación Ca/Creat. en función de la edad, estableciendo intervalos de seis meses. Los resultados se muestran en la Figura 1a, observándose en los niños normales una disminución significativa de la relación al aumentar la edad. La respuesta no fue lineal, pero puede descomponerse en

TABLA 1

DATOS INDIVIDUALES DE LOS NIÑOS ESTUDIADOS

Edad (meses)	Sexo	Peso (kg)	Talla (cm)	P/T
<i>Normales</i>				
3	F	4.800	54.0	105
6	F	6.350	63.2	95
9	F	7.550	67.0	92
12	F	9.050	74.5	92
13	M	9.280	73.5	96
17	M	10.650	78.5	100
19	F	10.500	81.5	95
23	M	11.000	81.2	98
34	F	10.350	97.0	97
<i>Desnutridos</i>				
3	M	4.200	57.5	85
4	M	2.850	51.0	80
5	M	5.560	63.0	80
5	M	3.600	57.1	75
9	M	8.520	72.0	89
10	F	4.400	57.2	85
10	M	7.380	68.2	89
12	M	6.750	68.0	79
13	M	7.230	70.0	85
15	M	8.020	70.2	82
16	M	7.750	75.0	78
19	M	6.820	62.2	82
20	M	9.300	77.0	89
27	F	6.250	69.5	70

TABLA 2
COMPOSICION CENTESIMAL DE FORMULAS LACTEAS
 (en g/100 g)

	Fórmula I	Fórmula II
Proteínas	20.0	26.4
Glúcidos	50.0	37.7
	(Glucosa)	(Lactosa)
Lípidos	20.0	26.0
	(Aceite de coco y algodón)	(Lípidos lácteos)
Sustancias minerales	6.0	6.9

Calcio	1.17	0.80
Fósforo	0.50	0.80
Rel. Ca/proteína	0.059	0.049
Rel. Ca/fósforo	2.34	1.00

dos porciones lineales ($Y = 2.16 - 0.14 X$; $r = 0.95$; $P < 0.09$; $Y = 0.15 + 0.003 X$; $r = 0.95$; $P < 0.17$). En los niños desnutridos, sin embargo, no se suscitó dicha tendencia y sin que la relación sufriera modificaciones significativas en función de la edad ($Y = 0.31 - 0.006 X$; $r = 0.84$; $P < 0.0095$).

Por tratarse de niños alimentados *ad libitum*, la ingesta de Ca fue una variable aleatoria de la edad. Por lo tanto, se estudió el comportamiento de la relación Ca/Creat. agrupando los valores según rangos de ingesta de Ca para intervalos de 50 mg/kg/día. Los resultados se observan en la Figura 1b, en la cual de nuevo se manifestó la diferencia de comportamiento entre normales y desnutridos: en los desnutridos la relación Ca/Creat. no varió significativamente a lo largo de todo el rango de ingesta (60 a 260 mg/kg/día). Con una respuesta lineal ($Y = 0.158 - 0.005 X$; $r = 0.88$; $P < 0.0055$), mientras que en los normales el aumento de la relación Ca/Creat. no fue lineal al incrementar la ingesta. Una vez más, esta respuesta se puede descomponer en dos porciones lineales de las que no se establecieron las ecuaciones del caso, debido al pequeño número de puntos resultantes al agrupar los datos.

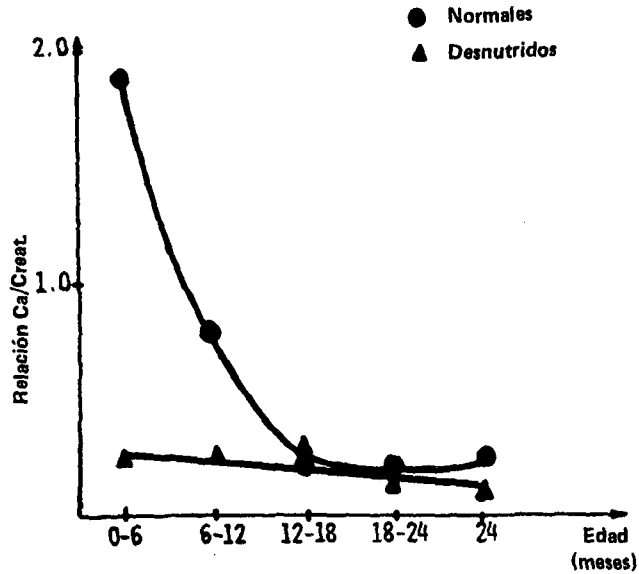


FIGURA 1a

Relación Ca/Creat. en función de la edad
(datos promedio)

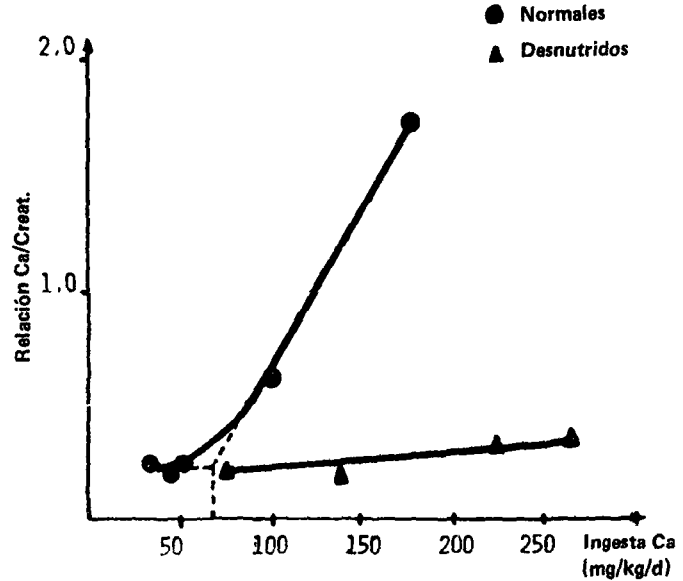


FIGURA 1b

Relación Ca/Creat. en función de la ingesta de Ca
(datos promedio)

DISCUSION

En un trabajo previo se postuló que la relación Ca/Creat. en orina basal representaría no sólo la eliminación de Ca urinario en respuesta a la ingesta habitual de Ca, sino también la dependencia con la velocidad de recambio óseo de acuerdo al grado de osificación. Los resultados del trabajo de que se da cuenta en este artículo tienden a confirmar dicha hipótesis: así, la relación Ca/Creat. en los niños normales disminuyó con el aumento de la edad como resultado de la disminución en la ingesta de Ca, tendiendo a un valor mínimo y constante de 0.2 cuando la ingesta administrada era la recomendada por los Organismos Internacionales (Figura 1b).

Por otra parte, el análisis de los datos individuales de la relación Ca/Creat. en función de la ingesta de Ca, correspondiente a los niños normales mostró que, coincidentemente con el cambio en la velocidad de recambio del tejido óseo que ocurre después del primer año de vida (8), existen dos rectas diferentes según se trate de mayores o menores de 12 meses (Figura 2) ($Y = -0.73 + 0.014 X$; $r = 0.96$; $P < 0.09$; $Y = -0.52 + 0.019 X$; $r = 0.79$; $P < 0.1$). Es probable que dichas rectas no sean más que segmentos de parábolas y, en ambos casos, si se consideran así, tienden al valor mínimo ya indicado de 0.2 cuando la ingesta oscila alrededor de la cifra recomendada por los Organismos Internacionales.

Estos resultados sugieren, pues, que la relación Ca/Creat. tendría el mismo valor y significado que otros indicadores determinados en orina basal, los cuales expresan la eliminación urinaria del nutriente (o algún metabolito) en función de la excreción de creatinina. Tal es el caso de ciertas vitaminas hidrosolubles (9). En estos casos, al representar el índice en función de la ingesta, se obtiene una curva que puede asimilarse a dos rectas con pendientes diferentes cuyo punto de inflexión —proyectado sobre la abscisa— indica la ingesta que cubre las necesidades. Por consiguiente, es una cifra que varía de acuerdo al estado nutricional del individuo respecto del nutriente en estudio.

En los niños normales el cambio de pendiente puede considerarse que corresponde a 50 ó 90 mg/kg/día, según sean mayores o menores de 12 meses, respectivamente. Estas cifras son cercanas a las recomendadas por la FAO para niños hasta de tres años (10). Según Mitchell (11), éstas cubren las necesidades que implican la formación de nuevo tejido óseo y su maduración.

En los desnutridos la relación Ca/Creat. permaneció constan-

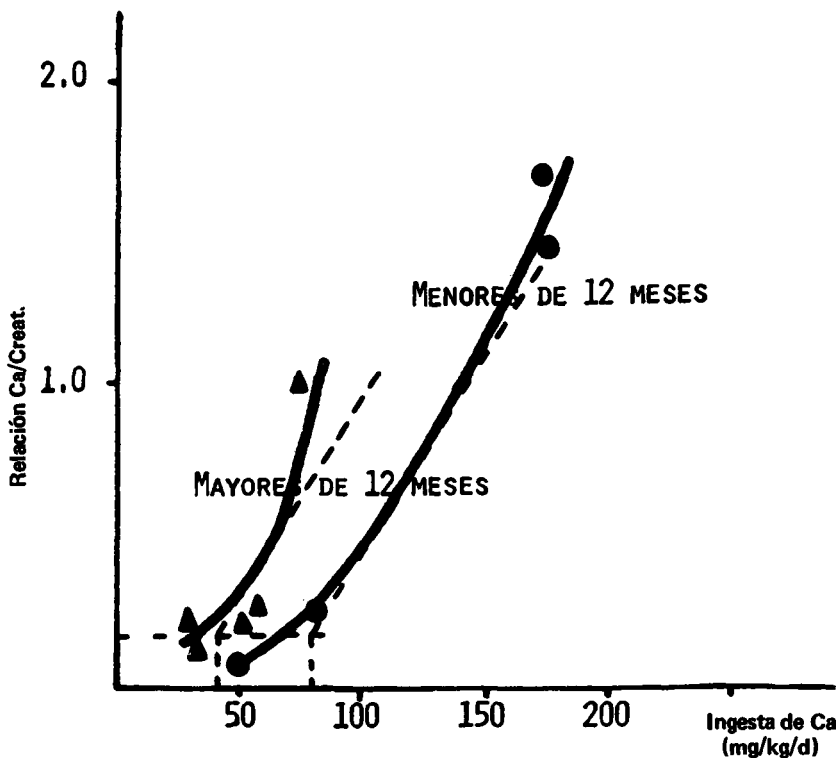


FIGURA 2

Relación Ca/Creat. en función de la ingesta de Ca
(Datos individuales — Niños normales)

te y alrededor de la cifra mínima indicada, independientemente de la edad o de la ingesta de Ca, pese a que ésta alcanzó cifras de hasta 260 mg/kg/día (Figuras 1a y 1b). El hecho de que no se aprecie el cambio en la pendiente, sugiere que no se cubrieron las necesidades a pesar de que las ingestas fueron hasta cinco veces superiores a las cifras recomendadas. Por dicho motivo, el punto de inflexión podría observarse a ingestas mayores a las alcanzadas por estos niños.

Para explicar estos hallazgos pueden utilizarse elementos de la teoría de los compartimentos, según la cual se supone que en los niños en crecimiento existen dos tipos de tejido óseo: el nuevo que para su formación extrae Ca del "pool", y el ya formado que

se encontraría en equilibrio con el mismo.

En este último tipo de tejido óseo, durante el proceso de maduración, el equilibrio se encontraría desplazado hacia el depósito implicando un aumento de la concentración de Ca en hueso. En los niños normales debe existir una relación constante entre la retención de Ca y el incremento de peso para que no se altere la composición corporal normal, lo que se lograría con la cifra de ingesta recomendada. Todo aumento en la ingesta por encima de esas cifras se traducirá en un incremento de la velocidad de recambio del tejido óseo y, consecuentemente, de la relación Ca/Creat.

En el desnutrido la formación de nuevo tejido es mínima o inexistente, por lo que la velocidad de recambio del tejido ya formado estaría reducida al mínimo. Durante la recuperación se retendrá Ca en grandes cantidades para alcanzar la composición corporal normal hasta compensar la deficiencia y lograr la repleción de los depósitos. La velocidad de recambio en ese lapso no se alterará en gran medida y, en consecuencia, la relación Ca/Creat. será baja y no sufrirá grandes cambios. Sólo a partir del momento de la repleción, la relación Ca/Creat. de nuevo comenzará a aumentar en forma proporcional a la ingesta, datos teóricos que concuerdan con lo expresado en la Figura 1b.

El análisis conjunto de los resultados obtenidos en los niños normales y desnutridos indica que el punto de inflexión correspondiente a un valor de 0.2 no se logra con una ingesta de Ca fija. Más bien éste se alcanza al cubrir el requerimiento, el cual variará con la edad (Figura 2) o el estado nutricional previo (Figura 1b).

En nuestro estudio, los niños desnutridos recibieron 1,000 UI de vitamina D (colecalfiferol) como suplemento vitamínico diario. No obstante, el diferente comportamiento de la relación Ca/Creat. con respecto al de los niños normales no puede atribuirse a ese hecho puesto que: a) se observó el mismo comportamiento en estudios previos realizados en escolares crónicamente malnutridos (1) que no recibieron vitamina D; b) en estudios de balance de Ca llevados a cabo en desnutridos durante la recuperación, se apreciaron retenciones hasta de 400 mg/kg/día, sin que hubiesen recibido suplemento de vitamina D (12); c) debido a las diferentes velocidades de crecimiento de los niños normales y desnutridos, la ingesta de vitamina D, expresada por g de aumento de peso, oscila dentro de los mismos rangos para ambos grupos; d) el compuesto activo es el 1-25-di-hidroxicolecalciferol; por consiguiente, y de acuerdo a los conocimientos actuales (13), puede suponerse que la biosíntesis de dicho compuesto activo es regulada por el organismo

de acuerdo a las necesidades de Ca, a pesar de ingestas elevadas del precursor.

El pequeño número de casos estudiados convierte estos resultados en tentativos y sujetos a posterior confirmación estudiando un mayor número de casos, o bien utilizando modelos experimentales. No obstante, su aplicación práctica ha sido de utilidad en la evaluación del estado nutricional respecto al Ca en poblaciones de escolares así como su seguimiento durante la implementación de programas de ayuda alimentaria (14).

Los resultados descritos refuerzan la hipótesis de que la relación Ca/Creat. refleja la velocidad de recambio del tejido óseo y, por lo tanto, se convierte en un indicador de gran sencillez y utilidad para evaluar el estado nutricional con respecto al Ca.

SUMMARY

CALCIUM/CREATININE RATIO, IN BASAL URINE, AND ITS INTERRELATIONSHIP WITH CALCIUM INTAKE AND CALCIUM NUTRITIONAL STATUS IN CHILDREN UNDER THREE YEARS OF AGE

The calcium/creatinine ratio (Ca/Creat.) as an indicator of calcium nutritional status was evaluated in "basal urine" from 24 children comprised within the ages of three to 36 months during a 60-day period. The children were divided in normal or undernourished, according to Waterlow's classification. Children under 12 months of age were fed *ad libitum* with one of two commercial milk formulas, assigned according exclusively to the pediatric criterium. Children older than 12 months received milk besides the habitual hospital diet. In all cases the food intake was controlled and the calcium intake calculated. At the end of the study, basal urine was collected and calcium and creatinine determined.

The results revealed that: a) In the normal children the Ca/Creat. ratio gradually decreased with age tending to a low value of 0.2 at the age of 36 months. The relationship between the Ca/Creat. ratio and the calcium intake showed a change in the slope when the requirements were met according to RNC (60 mg/kg/day); b) In undernourished children, the Ca/Creat. ratio was nearly constant whatever their age or calcium intake. The trend to approach the value of 0.2 for calcium intake (about 250 mg/kg/day), however, and the absence of the inflexion point, would suggest that the requirements of these children are far higher than the NRC recommendation, and that the change of the slope would be found for intakes over those obtained in our study.

According to these findings, we conclude that the Ca/Creat. ratio in basal urine does not reflect calcium intake, but would depend on the bone calcium turnover. Consequently, it would be a simple and useful indicator of calcium nutritional status.

BIBLIOGRAFIA

1. Portela, María Luz P. M. de, María Esther Ríó & Susana Zeni. Utilización de la relación calcio/creatinina urinaria como indicador del estado nutricional con respecto al calcio. *Arch Latinoamer. Nutr.*, **33**: 633-641, 1983.
2. Nordin, B. E. C. Assessment of calcium excretion from the urinary calcium/creatinine ratio. *Lancet*, **2**: 368-371, 1959.
3. Waterlow, J. C. Note on the assessment and classification of protein-energy malnutrition in children. *Lancet*, **1**: 87-89, 1973.
4. Association of Official Agricultural Chemists. *Official Methods of Analysis of the AOAC*. 12th ed. Washington, D.C., The Association, 1975, p. 2096.
5. Copp, C. H., E. A. Cheney & N. M. Stokoc. Simple and precise micro-method for EDTA titration of calcium. *J. Lab. Clin. Med.*, **61**: 1029, 1963.
6. Clark, L. C. Jr. & H. L. Thompson. Determination of creatine and creatinine in urine. *Anal. Chem.*, **21**: 1218-1221, 1949.
7. Scheffé, H. *The Analysis of Variance*. Chapter IV. The complete two-, three-, and higher layouts. Partitioning a sum of squares. New York, John Wiley & Sons Inc., 1959.
8. Mitchell, H. H. *Comparative Nutrition of Man and Domestic Animals*. Vol. I. New York and London, Academic Press, Inc., 1964, p. 390.
9. ICNND. *Manual for Nutrition Surveys*. 2nd ed. Washington, D. C., p. 244.
10. *Necesidades de Calcio*. Informe de un Grupo Mixto FAO/OMS de Expertos. Ginebra, Organización Mundial de la Salud, 1962 (Informe Técnico de la OMS No. 230; FAO, Reuniones sobre Nutrición, Informe No. 30).
11. Mitchell, H. H. *Comparative Nutrition of Man and Domestic Animals*. Vol. II. New York and London, Academic Press, Inc., 1964, p. 392.
12. Portela, M. L., S. Zeni, N. Piazza & K. E. Ríó. Calcium balance in infants recovering from undernutrition. *Nutr. Reps. Internat.*, **26**, No. 6, 1982.
13. Arnaud, C. D. Calcium homeostasis: regulatory elements and their integration. *Fed. Proc.*, **37**: 2557-2560, 1978.
14. Ríó, M. E., M. L. Portela & S. J. Closa. Resultados de una experiencia piloto con una galleta de elevada densidad energética. *La Alimentación Latinoamericana*, **128**, PNITA No. 4, p. 68-71, 1981.

**EFFECTO DE LA SUPLEMENTACION DE PROTEINA
ANIMAL Y ENERGIA EN LA CALIDAD PROTEINICA
DE DIETAS A BASE DE ARROZ Y FRIJOL
EN HOMBRES ADULTOS¹**

*Emilio Vargas,² Ricardo Bressani,³ Delia A. Navarrete,⁴
J. Edgar Brabam,³ y Luiz G. Elías⁴*

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

RESUMEN

Se llevaron a cabo cuatro estudios de índice de balance de nitrógeno corto en sujetos adultos, con el objeto de evaluar la calidad biológica de una

Manuscrito modificado recibido: 8-7-83.

- 1 Esta investigación se llevó a cabo con fondos de la Universidad de las Naciones Unidas (UNU), Tokio, Japón.
 - 2 Investigador Asociado del Programa de Entrenamiento Tutorial Avanzado del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá y la Universidad de las Naciones Unidas (INCAP/UNU), con sede en el INCAP. En la actualidad el Dr. Vargas es investigador del Instituto Costarricense de Investigación y Enseñanza en Nutrición y Salud (INCIENSA), Apartado 4, Tres Ríos, Costa Rica, y Profesor Asociado de la Escuela de Zootecnia, Universidad de Costa Rica.
 - 3 Jefe, y Jefe Adjunto de la División de Ciencias Agrícolas y de Alimentos del INCAP, respectivamente.
 - 4 Científico de la citada División.
- Publicación INCAP/UNU-28.

mezcla a base de arroz y frijol y medir el efecto de la suplementación con proteína animal y/o energía en el valor nutritivo de esa mezcla.

En el primero de ellos, el arroz aportó 60% y el frijol 40% de la proteína de la dieta, la cual fue suministrada a un nivel energético de 45.9 Kcal/kg/día de energía metabolizable. Entre el nitrógeno ingerido y el balance de nitrógeno se encontró un coeficiente de regresión de 0.76 ± 0.11 y un valor de nitrógeno para mantenimiento de 96.2 ± 13.7 mg/kg/día.

Al administrar esta misma dieta en el segundo estudio a un nivel de 51.2 Kcal/kg/día de energía metabolizable, el coeficiente de regresión fue de 0.80 ± 0.13 y el nitrógeno para mantenimiento, de 90.1 ± 8.7 mg/kg/día, no siendo las diferencias significativas ($P < 0.05$) para ninguna de las dos medidas.

En el tercer estudio, 10% de la proteína de la mezcla fue sustituida por proteína de leche, y se suministró a un nivel de 45.2 Kcal/kg/día de energía metabolizable. En este caso, el coeficiente de regresión encontrado fue de 0.96 ± 0.08 , y el nitrógeno para mantenimiento de 78.6 ± 10.2 mg/kg/día, valores que sí difieren significativamente ($P < 0.05$) de los encontrados en los dos estudios previos.

Cuando la dieta del tercer estudio se suministró en el cuarto ensayo a los mismos individuos, a un nivel de 48.9 Kcal/kg/día de energía metabolizable, el coeficiente de regresión de la ecuación fue de 0.86 ± 0.17 , y el nitrógeno para mantenimiento, de 82.4 ± 10.2 mg/kg/día. Estos valores son estadísticamente iguales a los encontrados en el tercer estudio y difieren significativamente de los de los estudios 1 y 2. La información indica que el efecto de la suplementación con proteína y leche ocurre principalmente a nivel digestivo.

Se concluyó, por lo tanto, que cuando el arroz y el frijol se consumen en forma conjunta, en las proporciones adecuadas, constituyen un alimento de excelente calidad para humanos adultos.

INTRODUCCION

Básicamente, las poblaciones de los países llamados en desarrollo, dependen para su alimentación de las leguminosas, cereales y tubérculos. La adecuación de esas dietas ha sido estudiada especialmente a través de encuestas de consumo de alimentos y, en algunos casos, de evaluaciones en animales y humanos (1, 2). Sin embargo, los estudios llevados a cabo en humanos nativos de esos países, con el propósito de evaluar la calidad nutritiva de las dietas de consumo habitual son escasos, por lo que todavía existe gran controversia entre los expertos en nutrición en cuanto a la importancia relativa de las diferencias en el contenido de proteína y

energía de esas dietas (1, 3). Se ha sugerido que el problema proteínico-calórico de tales países podría resolverse simplemente aumentando las cantidades de alimentos en las dietas basadas en cereales y leguminosas (4). Otros investigadores han señalado que dichas dietas son demasiado voluminosas, por lo que las cantidades requeridas para satisfacer las necesidades de nutrientes del ser humano, especialmente de niños (1), resultarían ser excesivamente grandes.

Un ejemplo típico de una dieta compuesta de un cereal y una leguminosa, la constituye el sistema alimentario a base de arroz (*Oriza sativa*) y frijol (*Phaseolus vulgaris*) que es la base de la alimentación en muchos países del Tercer Mundo. Estudios llevados a cabo en animales (5), indican que la proteína de mezclas de arroz y frijol se utiliza mejor cuando se mantiene una relación proteínica arroz:frijol en las proporciones comprendidas en un rango de 90:10 hasta 40:60, con un valor proteínico promedio relativo a la caseína de 75%. Dos Santos *et al.* (6), estudiaron en niños preescolares, el efecto de tres niveles de energía sobre la calidad biológica de la proteína de una mezcla de arroz y frijol, en una relación proteínica de 1:1 y que proporcionaba 1.2 g de proteína por kg de peso, por día. La información recabada al respecto indica que esta dieta es apropiada para niños, cuando se consume a un nivel de 128 Kcal/kg de peso/día.

El objetivo del presente estudio fue evaluar la calidad biológica de una mezcla a base de arroz y frijol y medir el efecto que el suplementarla con proteína animal y energía, ejerce sobre su valor nutritivo para humanos adultos, nativos de un país en desarrollo.

MATERIALES Y METODOS

Fuentes de Proteína

Se utilizó como fuente de proteína arroz (*Oriza sativa*), frijol negro (*Phaseolus vulgaris*) y leche de vaca descremada y deshidratada. Las características químicas de estos alimentos han sido notificadas previamente (5, 7). El arroz se preparó lavándolo inicialmente con dos litros de agua limpia por kg de arroz; luego se cocinó a presión ambiental por 30 minutos, utilizando 1.75 litros de agua y 35 g de sal común (NaCl) por kg de arroz. El frijol se preparó remojándolo durante 16 horas con agua en una proporción de agua:frijol de 3:1. Luego se eliminó el agua de remojo así como los

frijoles flotantes; se agregó agua fresca a los frijoles en la proporción de 3:1 y se sometieron a cocción en autoclave por 20 minutos a 15 psi y 121°C. Seguidamente se licuaron con el mismo caldo, y este material así como el arroz, se conservaron bajo congelación hasta el momento de su uso.

Los frijoles fueron servidos en las cantidades requeridas de acuerdo al diseño experimental, después de descongelarlos y calentarlos con 10 g de aceite vegetal y 10 g de cebolla por porción servida. El arroz fue igualmente descongelado y calentado al horno en vasijas de barro con 10 g de margarina por porción servida. Se tuvo especial cuidado en no sobrecalentar ninguno de los materiales utilizados. La leche se disolvió en 100 a 150 ml de agua fría, según la cantidad de leche requerida, y fue servida con 10 g de azúcar por porción. Las comidas se prepararon utilizando recetas estandarizadas en la cocina experimental de la División de Ciencias Agrícolas y de Alimentos del INCAP. La constitución y características de las dietas experimentales, así como los suplementos vitamínico y mineral han sido informadas previamente (7).

Diseño Experimental

Se llevaron a cabo cuatro estudios utilizando en cada uno de ellos, como preparación base, una mezcla en la que el arroz aportaba 60% y el frijol 40% de la proteína de la dieta. El diseño experimental fue de tipo factorial de 2 x 2, ya notificado (7). Las diferencias en las dietas sometidas a ensayo en cuanto a su contenido de energía y proteína se resumen en la forma siguiente:

- Estudio 1: Mezcla de arroz:frijol 60:40 con 46 Kcal/kg/día de energía metabolizable.
- Estudio 2: Mezcla de arroz:frijol 60:40 con 51 Kcal/kg/día de energía metabolizable.
- Estudio 3: Mezcla de arroz:frijol 60:40 con 10% de sustitución por proteína de leche y 45 Kcal/kg/día de energía metabolizable.
- Estudio 4: Mezcla de arroz:frijol 60:40 con 10% de sustitución por proteína de leche y 49 Kcal/kg/día de energía metabolizable.

Sujetos Experimentales

En cada estudio se incluyeron 10 personas adultas cuyas características físicas se detallan en otra comunicación (7). Ocho de

los 10 individuos participaron en los cuatro estudios y durante los mismos, desarrollaron sus actividades normales. Tres de ellos efectuaban trabajos de laboratorio, uno laboraba como electricista, dos eran mensajeros y/o recepcionistas, y los cinco restantes realizaban tareas de limpieza.

Metodología de Evaluación

La técnica seguida para evaluar la calidad de cada una de las dietas fue la del índice de balance de nitrógeno corto (IBN), propuesto por Bressani *et al.* (8) y descrito anteriormente (7). Los análisis de nitrógeno total en orina, heces y alimento se realizaron por el método de macro Kjeldahl (9). No se midió el gasto energético individual, y la ingesta calórica por kg de peso fue constante para cada sujeto en cada estudio.

Con los resultados así obtenidos se calcularon ecuaciones de regresión lineales, individuales y totales. Se aplicó análisis de varianza y, en los casos en que las diferencias eran significativas, los promedios fueron separados utilizando la prueba de Duncan (10).

RESULTADOS

Los datos recabados de las pruebas de balances de nitrógeno en los cuatro estudios se presentan en las Tablas 1 a 4. Al incrementar la ingesta de nitrógeno de valores de cerca de 16 mg/kg/día, el balance de nitrógeno se hace menos negativo hasta alcanzar valores positivos con ingestas de 102.6 mg/kg/día. Sobresale el hecho de que en los Estudios 1 y 2, en los que las fuentes proteínicas eran el arroz y el frijol, los individuos con ingestas de nitrógeno de 102.6 mg/kg/día mantuvieron, en promedio, balances muy cercanos a cero (-3.7 y +2.3). En los Estudios 3 y 4, en los que se suplementó con leche, con ingestas de 104.5 mg/kg/día, 17 de los 20 sujetos estudiados mostraron balances positivos, arrojando un promedio de 11.6 y 9.8 mg/kg/día, respectivamente. Los balances de los Estudios 1 y 2 fueron iguales entre sí y significativamente menores ($P < 0.05$) que los balances de los Estudios 3 y 4, los cuales también fueron iguales entre sí.

En cuanto al nitrógeno fecal, se observa que éste permanece constante o disminuye ligeramente hasta el nivel de 0.2 g de proteína por kg, por día; a partir de este nivel el nitrógeno fecal aumenta al elevar la ingesta de nitrógeno. El nitrógeno urinario

TABLA 1

BALANCE DE NITROGENO EN HOMBRES JOVENES ALIMENTADOS
CON UNA DIETA A BASE DE ARROZ Y FRIJOL CON DIFERENTES
NIVELES DE PROTEINA EN LA DIETA Y 46 Kcal/kg DE ENERGIA
METABOLIZABLE

(Estudio 1)

Proteína (g/kg/día)	Sujeto	Ingesta de energía meta- bolizable (Kcal/kg) ^a	Balance de nitrógeno (mg/kg)			
			Ingerido	Fecal	Urinario	Balance ^b
0.10	MR		16.1	26.9	81.7	-97.5
	RA		16.7	18.7	47.7	-54.7
	LJ		17.2	25.0	51.2	-64.0
	FM		17.5	30.1	62.9	-80.5
	AG		17.5	31.8	57.9	-77.5
	CE		15.0	13.8	42.5	-46.3
	JL		15.9	12.4	50.9	-52.4
	GP		16.5	36.1	47.2	-71.8
	OB		16.8	27.7	67.4	-83.3
	RC		19.4	31.7	63.7	-81.0
	Promedio		16.9	25.3	57.3	-70.9
DE		1.2	8.4	11.8	16.2	
0.28	MR		42.7	29.1	55.6	-47.0
	RA		43.0	27.3	55.6	-44.9
	LJ		43.4	25.7	43.4	-30.7
	FM		43.5	31.0	52.5	-45.0
	AG		43.5	19.1	54.3	-34.9
	CE		43.6	27.5	41.0	-29.9
	JL		44.3	28.9	45.7	-35.3
	GP		44.9	29.3	44.0	-33.4
	OB		45.1	19.8	45.8	-34.2
	RC		47.3	26.6	48.6	-32.9
	Promedio		44.1	26.4	48.6	-36.7
DE		1.4	4.0	5.5	6.4	

Sigue

TABLA 1 (cont.)

Proteína (g/kg/día)	Sujeto	Ingesta de energía meta- bolizable (Kcal/kg) ^a	Balance de nitrógeno (mg/kg)			
			Ingerido	Fecal	Urinario	Balance ^b
0.45	MR		70.7	58.1	52.5	-44.9
	RA		70.9	28.8	48.3	-11.2
	LJ		71.2	27.3	43.5	- 5.4
	FM		71.3	38.6	54.1	-26.4
	AG		71.3	42.5	47.3	-23.5
	CE		71.8	25.8	63.1	- 0.8
	JL		72.3	27.8	53.8	-14.3
	GP		72.7	34.4	53.8	-20.3
	OB		72.9	43.9	48.3	-24.3
	RC		74.3	40.5	67.9	-39.1
	Promedio		71.9	36.9	53.3	-20.8
DE		1.1	10.1	7.4	14.3	
0.64	MR	44.9	102.9	54.7	67.2	-24.0
	RA	44.8	103.9	36.3	66.9	- 4.3
	LJ	44.3	103.4	40.0	53.1	+ 5.3
	FM	43.5	103.5	50.0	60.2	-11.7
	AG	44.6	103.5	45.6	57.5	- 4.6
	CE	49.6	100.9	30.3	46.9	+18.7
	JL	47.7	101.2	42.0	61.3	- 7.1
	GP	45.2	101.4	48.6	58.2	-10.4
	OB	46.7	101.5	35.4	61.4	- 0.3
	RC	46.8	102.5	36.3	59.9	+ 1.3
	Promedio	45.9	102.5	41.9	59.3	- 3.7
DE	1.9	1.1	7.7	6.9	11.3	

^a El consumo de energía metabolizable se midió únicamente para el nivel de 0.64 g/kg/día de proteína (7).

^b Se asumen pérdidas insensibles de nitrógeno de 5 mg/kg/día.

TABLA 2

BALANCE DE NITROGENO EN HOMBRES JOVENES ALIMENTADOS
CON UNA DIETA A BASE DE ARROZ Y FRIJOL CON DIFERENTES
NIVELES DE PROTEINA Y 51 Kcal/kg DE ENERGIA
METABOLIZABLE

(Estudio 2)

Proteína (g/kg/día)	Sujeto	Ingesta de energía meta- bolizable (Kcal/kg) ^a	Balance de nitrógeno (mg/kg)			
			Ingerido	Fecal	Urinario	Balance ^b
11 ^a	MR ^b		16.1	35.0	67.3	-91.2
	RA		16.6	24.2	46.4	-59.0
	LJ		17.0	32.3	51.6	-72.8
	FM		17.3	21.9	59.1	-68.7
	AG		17.3	27.3	43.4	-58.4
	CE		15.6	29.6	52.7	-71.7
	JL ^c		—	—	—	—
	GP		17.1	29.1	59.1	-76.1
	OB		17.5	21.7	55.8	-65.0
	RC		20.1	24.2	62.5	-71.0
	Promedio		17.3	26.3	53.8	-67.8
	DE		1.3	3.9	5.6	6.5
<hr style="border-top: 1px dashed black;"/>						
0.28	MR ^b		44.5	35.1	71.9	-67.5
	RA		44.9	26.4	43.5	-30.0
	LJ		45.2	23.6	47.6	-23.0
	FM		45.4	21.5	49.1	-30.2
	AG		45.4	31.0	39.9	-30.5
	CE		42.2	20.5	44.3	-27.6
	JL ^c		—	—	—	—
	GP		43.2	32.6	47.5	-41.9
	OB		43.5	23.4	48.2	-33.1
	RC		45.3	28.6	44.6	-34.9
	Promedio		44.4	26.0	45.6	-31.4
	DE		1.2	4.4	3.1	5.5

Sigue

TABLA 2 (cont.)

Proteína (g/kg/día)	Sujeto	Ingesta de energía meta- bolizable (Kcal/kg) ^a	Balance de nitrógeno (mg/kg)			
			Ingerido	Fecal	Urinario	Balance ^b
0.45	MR ^b		72.5	68.7	73.3	-74.5
	RA		72.8	33.6	43.0	- 8.8
	LJ		73.0	32.5	49.2	-13.7
	FM		73.1	38.4	50.1	-20.4
	AG		73.1	34.1	47.6	-13.6
	CE		70.5	24.4	45.0	- 3.9
	JL ^c		—	—	—	—
	GP		71.1	36.2	48.5	-18.6
	OB		71.2	33.1	42.7	- 9.6
	RC		72.4	33.4	54.9	-20.9
	Promedio		72.2	33.2	47.6	-13.7
	DE		1.1	4.1	4.1	6.1
	<hr style="border-top: 1px dashed black;"/>					
0.64	MR ^b	52.5	101.3	45.7	76.3	-25.7
	RA	54.5	101.5	50.3	50.6	- 4.5
	LJ	51.2	101.6	33.9	59.0	3.7
	FM	50.7	101.7	46.1	65.5	-14.9
	AG	52.8	101.7	48.2	49.9	- 2.6
	CE	50.4	102.6	34.9	50.5	12.2
	JL ^c	—	—	—	—	—
	GP	50.0	103.3	37.7	52.1	8.5
	OB	50.1	103.4	38.6	52.5	7.3
	RC	50.0	104.6	36.7	54.3	8.6
	Promedio	51.2	102.6	40.8	54.3	2.3
	DE	1.6	1.1	6.4	5.4	9.0

a Véase nota al pie de página 51 (Tabla 1).

b Los datos del sujeto MR no se incluyeron en el análisis ni en los promedios, por considerar que tuvo un comportamiento anormal.

c Por razones personales, este sujeto salió del estudio.

TABLA 3

**BALANCE DE NITROGENO EN HOMBRES JOVENES ALIMENTADOS
CON UNA DIETA A BASE DE ARROZ, FRIJOLES Y LECHE CON
DIFERENTES NIVELES DE PROTEINA Y 45 Kcal/kg DE ENERGIA
METABOLIZABLE**

(Estudio 3)

Proteína (g/kg/día)	Sujeto	Ingesta de energía meta- bolizable (Kcal/kg) ^a	Balance de nitrógeno (mg/kg)			
			Ingerido	Fecal	Urinario	Balance ^a
0.09 ^a	GP		15.1	35.9	56.9	-82.7
	OB		15.2	23.3	60.1	-73.2
	FM		15.5	26.7	83.6	-99.8
	LJ		15.5	35.2	47.6	-72.3
	VR		16.9	21.6	54.9	-64.6
	CE		12.4	22.1	49.9	-64.6
	OV		13.9	24.0	67.0	-82.1
	RA		13.9	23.0	52.4	-66.6
	AG		13.9	19.8	53.1	-64.0
	RC		16.3	23.7	57.2	-69.6
	Promedio		14.9	25.5	58.3	-74.0
DE		1.3	5.6	10.4	11.4	
<hr style="border-top: 1px dashed black;"/>						
0.30	GP		52.5	28.0	41.6	-22.1
	OB		52.8	23.9	41.1	-17.2
	FM		53.1	20.5	60.4	-32.7
	LJ		53.2	27.1	36.8	-15.7
	VR		55.0	13.6	49.4	-13.0
	CE		40.8	14.8	44.8	-23.9
	OV		41.8	24.4	47.4	-34.9
	RA		41.9	23.3	39.9	-26.0
	AG		41.9	26.7	47.4	-37.2
	RC		43.6	21.6	47.6	-30.6
	Promedio		47.7	22.4	45.6	-25.3
DE		6.0	4.9	6.6	8.4	

Sigue

TABLA 3 (cont.)

Proteína (g/kg/día)	Sujeto	Ingesta de energía meta- bolizable (Kcal/kg) ^a	Balance de nitrógeno (mg/kg)			
			Ingerido	Fecal	Urinario	Balance ^a
0.45	GP		72.6	35.5	39.0	- 6.9
	OB		72.7	33.0	33.0	1.7
	FM		72.9	34.8	61.3	-28.2
	LJ		72.9	23.5	44.7	- 0.3
	VR		73.9	20.1	42.9	5.8
	CE		71.2	18.8	44.3	3.1
	OV		72.0	16.5	37.1	13.4
	RA		72.0	28.1	33.3	5.6
	AG		72.1	34.5	37.4	- 4.8
	RC		73.4	36.1	49.1	-16.8
	Promedio		72.6	28.1	42.2	- 2.7
DE		0.8	7.7	8.5	12.2	
<hr/>						
0.65	GP	43.4	106.8	49.0	37.5	15.3
	OB	45.7	106.9	33.0	52.2	16.7
	FM	44.8	107.1	39.3	75.5	-12.7
	LJ	45.4	107.1	36.1	43.2	22.8
	VR	46.2	108.1	24.2	53.5	25.1
	CE	46.0	101.1	29.1	47.3	19.3
	OV	44.7	101.7	47.6	60.1	-11.1
	RA	45.6	101.7	31.4	51.9	13.4
	AG	45.7	101.7	40.2	53.9	3.1
	RC	44.8	102.7	32.3	40.7	24.7
	Promedio	45.2	104.5	36.2	51.5	11.7
DE	0.8	2.9	7.9	10.8	14.0	

^a Véase Tabla 1.

TABLA 4

**BALANCE DE NITROGENO EN HOMBRES JOVENES ALIMENTADOS
CON UNA DIETA A BASE DE ARROZ, FRIJOL Y LECHE CON
DIFERENTES NIVELES DE PROTEINA Y 49 Kcal/kg DE ENERGIA
METABOLIZABLE**

(Estudio 4)

Proteína (g/kg/día)	Sujeto	Ingesta de energía meta- bolizable (Kcal/kg/día) ^a	Balance de nitrógeno (mg/kg)				
			Ingerido	Fecal	Urinario	Balance ^a	
0.09	GP		13.5	15.8	44.1	-51.4	
	OB		13.7	35.0	50.8	-77.1	
	FM		13.9	22.9	61.0	-75.0	
	LJ		13.9	23.3	57.0	-71.0	
	VR		15.2	23.8	42.2	-55.8	
	CE		13.8	15.9	51.0	-58.1	
	OV		15.5	22.1	62.0	-73.5	
	RA		15.5	20.9	78.4	-88.8	
	AG		15.6	21.3	53.1	-63.8	
	RC		18.1	23.1	68.4	-78.4	
	Promedio			14.9	22.4	56.8	-69.3
	DE			1.4	5.3	11.1	11.7
0.30	GP		41.6	31.0	43.1	-37.5	
	OB		41.7	33.3	38.5	-35.0	
	FM		41.9	30.0	40.3	-33.4	
	LJ		41.9	20.8	37.6	-21.6	
	VR		42.8	13.3	48.3	-23.8	
	CE		50.8	12.9	39.1	- 6.2	
	OV		53.1	20.0	33.7	- 5.6	
	RA		53.1	29.1	43.7	-24.7	
	AG		53.2	22.3	47.6	-21.7	
	RC		56.7	26.6	43.8	-18.7	
	Promedio			47.7	23.9	41.6	-22.8
	DE			6.2	7.2	4.6	10.9

Sigue

TABLA 4 (cont.)

Proteína (g/kg/día)	Sujeto	Ingesta de energía meta- bolizable (Kcal/kg/día) ^a	Balance de nitrógeno (mg/kg)			
			Ingerido	Fecal	Urinario	Balance ^a
0.45	GP		71.8	62.4	37.6	-33.2
	OB		71.9	27.9	38.9	- 0.1
	FM		72.0	36.3	48.5	-17.8
	LJ		72.1	29.3	42.7	- 4.9
	VR		72.8	43.1	38.7	-14.0
	CE		71.9	32.0	42.6	- 7.7
	OV		72.9	28.1	43.2	- 3.4
	RA		72.9	27.7	41.0	- 0.8
	AG		72.9	33.0	47.4	-12.5
	RC		74.4	30.3	43.6	- 4.5
	Promedio		72.0	35.0	42.4	- 9.9
	DE		0.8	10.7	3.6	10.0
0.65	GP	52.4	101.5	47.6	47.1	1.8
	OB	50.5	101.5	40.2	47.4	8.9
	FM	50.2	101.6	36.3	58.3	2.0
	LJ	51.6	101.6	29.8	54.2	12.6
	VR	50.2	102.1	46.9	45.7	4.5
	CE	48.4	105.9	14.3	42.5	44.1
	OV	45.0	107.1	50.3	59.2	- 7.4
	RA	46.4	107.1	35.8	63.0	3.3
	AG	47.0	107.1	34.0	53.8	14.3
	RC	47.2	109.0	33.6	56.0	14.4
	Promedio	48.9	104.4	36.9	52.7	9.8
	DE	2.4	3.0	10.5	6.7	13.8

^a Véase Tabla 1.

disminuyó al aumentar la ingesta de nitrógeno, del valor más bajo a los valores intermedios de ingesta, para luego alcanzar en el nivel de ingesta superior (102-104 mg/kg/día), valores de excreción de nitrógeno urinario semejantes a los encontrados en el grupo de menor ingesta (16 mg/kg/día).

Las ecuaciones individuales entre el balance de nitrógeno aparente (sin corregir por pérdidas insensibles) y la ingesta de nitrógeno se exponen en las Tablas 5 y 6. La información indica que tanto el coeficiente de regresión (pendiente) como el nitrógeno requerido para balance cero (mantenimiento) mejoran, mostrando que la mejor calidad proteínica se encuentra en las dietas en las que la mezcla de arroz y frijol se sirvió con una pequeña cantidad de leche (Estudios 3 y 4). Los coeficientes de regresión determinados, calculándolos como el promedio de cada ecuación individual, fueron de 0.76 ± 0.11 , 0.80 ± 0.13 , 0.96 ± 0.08 y 0.86 ± 0.17 . Por otra parte, el nitrógeno para mantenimiento, calculado de la misma manera, fue de 96.2 ± 13.7 , 90.1 ± 8.7 , 78.6 ± 10.2 y 82.4 ± 10.2 mg/kg/día para los Estudios 1, 2, 3 y 4, respectivamente.

En la Tabla 7 se muestran las ecuaciones totales entre el balance de nitrógeno aparente y el nitrógeno ingerido o absorbido. Tal como se indica, la calidad nutritiva de la proteína presente en las mezclas de arroz y frijol suplementadas con leche (Estudios 3 y 4), es significativamente superior a la de la proteína de las mezclas no suplementadas con leche. Asimismo, la información sugiere que cuando se hace la corrección por digestibilidad de la proteína en las mezclas suplementadas o no con leche, las cuatro mezclas incluidas en nuestro estudio son estadísticamente iguales entre sí, desde el punto de vista de calidad nutritiva de la proteína, medida en términos del coeficiente de regresión (b) y el nitrógeno necesario para mantenimiento. También se observa que la calidad biológica de la proteína presente en las mezclas de arroz y frijol suplementadas con leche, es semejante a la de la leche íntegra de vaca ($P < 0.05$). Los resultados muestran asimismo que, en este tipo de dietas, una densidad calórica mayor de 45 Kcal/kg/día, no tiene ningún efecto positivo sobre la utilización del nitrógeno.

DISCUSION

Los hallazgos sugieren que la adición de pequeñas cantidades de proteína de origen animal a una dieta estrictamente de origen vegetal, mejora la utilización del nitrógeno de la dieta total, tal

TABLA 5
RESUMEN DEL NITROGENO PARA MANTENIMIENTO Y ECUACIONES RELACIONANDO EL BALANCE
DE NITROGENO APARENTE CON LA INGESTA DE NITROGENO
 (Expresado en mg/kg/día)

Datos individuales para balance aparente							
Sujeto	Estudio 1			Sujeto	Estudio 2		
	Ecuación de regresión ^a	Mantenimiento ^b	r		Ecuación de regresión ^a	Mantenimiento ^b	r
MR	$Y = -92.7 + 0.76 X$	121.5	0.91	MR ^c	—	—	—
RA	$Y = -60.6 + 0.63 X$	96.9	0.95	RA	$Y = -59.1 + 0.65 X$	90.5	0.95
LJ	$Y = -65.9 + 0.81 X$	81.8	0.96	LJ	$Y = -71.6 + 0.85 X$	84.5	0.94
FM	$Y = -81.8 + 0.78 X$	105.1	0.97	FM	$Y = -64.7 + 0.61 X$	106.3	0.97
AG	$Y = -76.8 + 0.79 X$	96.9	0.95	AG	$Y = -60.7 + 0.67 X$	90.8	0.98
CE	$Y = -54.8 + 0.79 X$	69.5	0.99	CE	$Y = -72.1 + 0.94 X$	76.8	0.96
JL ^d	$Y = -54.5 + 0.55 X$	98.8	0.98	JL ^d	$Y = -73.2 + 0.79 X$	94.8	0.97
GP	$Y = -70.1 + 0.70 X$	100.4	0.95	GP	$Y = -83.5 + 0.96 X$	86.8	0.99
OB	$Y = -84.8 + 0.92 X$	92.3	0.96	OB	$Y = -69.3 + 0.83 X$	83.0	0.98
RC	$Y = -86.1 + 0.87 X$	98.6	0.92	RC	$Y = -78.4 + 0.90 X$	97.6	0.98
Promedio	$Y = -72.8 + 0.76 X$	96.2		Promedio	$Y = -70.3 + 0.80 X$	90.1	
DE	$9.0 + 0.11$	13.7		DE	$7.9 + 0.13$	8.7	

a Y = Balance de nitrógeno (mg/kg), X = Ingesta de nitrógeno (mg/kg).

b Mantenimiento: Ingesta de nitrógeno para balance de nitrógeno cero (mg/kg).

c Véase nota al pie de la Tabla 2.

d Valores estimados.

TABLA 6

RESUMEN DEL NITROGENO PARA MANTENIMIENTO Y ECUACIONES RELACIONANDO EL BALANCE DE NITROGENO APARENTE CON LA INGESTA DE NITROGENO (Expresado en mg/kg/día)

Datos individuales para balance aparente							
Sujeto	Estudio 3			Sujeto	Estudio 4		
	Ecuación de regresión ^a	Mantenimiento ^b	r		Ecuación de regresión ^a	Mantenimiento ^b	r
CP	Y = -84.6 + 1.06 X	79.8	0.97	GP	Y = -56.9 + 0.56 X	102.6	0.94
OB	Y = -74.0 + 0.99 X	75.1	0.96	OB	Y = -77.7 + 1.00 X	78.1	0.96
FM	Y = -96.0 + 0.93 X	103.5	0.92	FM	Y = -74.1 + 0.84 X	88.4	0.97
LJ	Y = -75.6 + 1.03 X	73.2	0.97	LJ	Y = -68.3 + 0.91 X	75.2	0.95
VR	Y = -69.5 + 0.99 X	70.2	0.97	VR	Y = -55.3 + 0.65 X	84.7	0.98
CE	Y = -64.5 + 0.94 X	68.5	0.98	CE	Y = -65.6 + 1.05 X	62.5	0.96
OV	Y = -74.4 + 0.88 X	84.1	0.82	OV	Y = -61.5 + 0.71 X	86.4	0.81
RA	Y = -66.3 + 0.92 X	71.9	0.96	RA	Y = -86.5 + 1.03 X	84.3	0.97
AG	Y = -66.4 + 0.80 X	83.5	0.97	AG	Y = -68.1 + 0.84 X	81.2	0.98
RC	Y = -78.5 + 1.02 X	76.6	0.98	RC	Y = -82.7 + 1.02 X	81.0	0.98
Promedio	Y = -75.0 + 0.96 X	78.6		Promedio	Y = -69.7 + 0.86 X	82.4	
DE	9.6 + 0.08	10.2		DE	10.5 + 0.17	10.2	

a Y = Balance de nitrógeno (mg/kg), X = Ingesta de nitrógeno (mg/kg).

b Mantenimiento: Ingesta de nitrógeno para balance de nitrógeno cero (mg/kg).

TABLA 7

RESUMEN DE LAS ECUACIONES DE REGRESION TOTAL
ENTRE EL BALANCE DE NITROGENO APARENTE
Y EL NITROGENO INGERIDO O ABSORBIDO
(Expresado en mg/kg/día)

Estudio	BN = a + b (Ni)		Mantenimiento	r
	a	b		
1	-71.57	0.75 ^x	95.57 ^y	0.87
2	-73.29	0.79 ^x	92.89 ^y	0.86
3	-74.59	0.95 ^y	78.36 ^x	0.92
4	-69.54	0.86 ^y	80.85 ^x	0.91
Leche íntegra*	-78.80	0.91 ^y	86.59 ^x	0.84

	BN = a + b (Na)			
1	-54.11	0.99	54.46	0.95
2	-53.25	1.02	52.14	0.95
3	-52.63	1.10	47.80	0.95
4	-49.60	1.04	47.66	0.95
Leche íntegra*	-54.59	0.91	60.00	0.93

* Bressani *et al.* (11).

x, y = Los promedios en una columna con distintas letras son significativamente diferentes para ecuaciones con nitrógeno ingerido ($P < 0.05$).

BN = Balance de nitrógeno.

a = Intercepto en balance de nitrógeno.

b = Pendiente.

Ni = Nitrógeno ingerido.

Na = Nitrógeno absorbido.

como lo han señalado otros investigadores, tanto en humanos (12) como en animales (13). Tal como se indicó anteriormente (7) y según parecen sugerir los resultados del presente estudio (Tabla 7), el efecto de la proteína animal es mayor a nivel digestivo. En el IBN, cuando la regresión se calcula con nitrógeno ingerido (Ni), la pendiente se interpreta como una medida del NPU de la dieta (nitrógeno ingerido que es retenido). Como se indica en la misma Tabla 7, la sustitución de 10% de la proteína del arroz y del frijol por proteína de leche, produjo un aumento significativo ($P < 0.05$) en la calidad biológica de la proteína de la mezcla a cualquier nivel de calorías. Sin embargo, al calcular el IBN con nitrógeno absorbido, que es una medida del valor biológico (nitrógeno absorbido, retenido) de la proteína de la dieta, se observó que no existe diferencia significativa entre las dietas sometidas a estudio ni entre éstas y una dieta cuya fuente de proteína es leche íntegra (11). Esto indica que al corregirse la ingesta de proteína por la digestibilidad, la calidad de la proteína absorbida de dietas a base de arroz y frijol suplementados o no con proteína animal (leche) o energía (aceite), permanece constante, lo cual confirma que el efecto positivo de la suplementación con leche ocurre fundamentalmente a nivel digestivo.

El efecto de la suplementación calórica en el ahorro de proteína y en la eficiencia de utilización de ésta en humanos es un tema controversial. Garza, Scrimshaw y Young (14), informan que en individuos adultos caucásicos alimentados con 0.57 g/Kcal de peso de proteína de huevo, y energía entre 43 y 53 Kcal/kg/día, el NPU de la dieta cambia de 2.0 a 4.5 unidades por cada Kcal/kg de aumento de consumo energético. Esto equivale a una mejora de 2 a 4 mg de nitrógeno retenido por cada Kcal/kg consumida. Inoue *et al.* (16) empleando dietas a base de huevo informan incrementos de 1 mg de nitrógeno retenido por cada caloría/kg en el rango de 40 a 50 Kcal/kg/día. Por su parte Torún y Viteri (17), en su estudio en niños preescolares alimentados con una dieta a base de frijol y maíz a un nivel de ingesta proteínica de 1.73 g/kg/día, encontraron retenciones de nitrógeno de 63.7, 58.0 y 64.9 mg/kg/día, con ingestas de energía bruta de 99, 91 y 81 Kcal/kg/día. Los valores no difieren significativamente ($P < 0.05$). Asimismo, Dos Santos *et al.* (6) tampoco encontraron efecto significativo en la retención de nitrógeno, en niños alimentados con una dieta a base de arroz y frijol a un nivel proteínico de 1.2 g/kg/día e ingestas de energía de 74.1, 128.3 y 156.0 Kcal/kg/día.

En el presente estudio se encontró que la suplementación

calórica no tiene efecto significativo sobre la utilización del nitrógeno por parte de los individuos incluidos en la investigación. Este hallazgo podría explicarse, en primer lugar, porque los sujetos satisficieron sus requerimientos calóricos con dietas de menor densidad energética (45.9 y 45.2 Kcal/kg/día), lo que significa que una mayor densidad energética tendría poco efecto en este sentido. En segundo lugar, se ha informado que cuando la ingesta de proteína es limitada, los cambios en la ingesta calórica tienen poca influencia en el balance de nitrógeno (18); sin embargo, no se han definido con claridad los valores críticos de ingesta de proteína cuando este fenómeno ocurre. Inoue, Fujita y Niiyama (19) citan como valor crítico, ingestas de proteína de 0.25 g/kg/día, en el caso de proteínas de buena calidad. Se considera conveniente emprender nuevos estudios al respecto, con el propósito de encontrar el nivel óptimo de energía y proteína que sería necesario ingerir cuando un individuo (adulto o niño) es alimentado con dietas a base de arroz y frijol.

En las Tablas 5 y 6 se dan a conocer los valores de nitrógeno para mantenimiento de los sujetos incluidos en cada uno de los ensayos, estimados mediante el método de respuesta individual propuesto por Rand, Scrimshaw y Young (20). Dichos valores equivalen a 0.60, 0.56, 0.49 y 0.52 g de proteína cruda por kg de peso corporal/día, para los Estudios 1, 2, 3 y 4, respectivamente. Si a estos valores se les suma 30% para cubrir la variación individual, tal como lo propuso FAO/OMS (21), las recomendaciones de ingesta proteínica para cada una de las dietas sometidas a estudio, en su orden, serían de 0.78, 0.73, 0.64 y 0.67 g de proteína/kg/día, lo que equivaldría a cantidades por arriba de 37, 28, 12 y 18%, respectivamente, a las recomendaciones de ingesta de proteína establecidas por FAO/OMS (21).

En estudios con dietas vegetales mixtas del área latinoamericana, se ha encontrado necesidades proteínicas superiores a las señaladas en el presente caso (2, 22). Fajardo *et al.* (2), por ejemplo, en su estudio de una dieta colombiana de origen vegetal, utilizando el índice de balance de nitrógeno convencional, informan 0.80 g de proteína/kg/día, como la cantidad requerida para el mantenimiento de hombres adultos. Bourges y López-Castro (22) al someter a investigación una dieta rural mexicana, utilizando la misma técnica que Fajardo *et al.* (2), señalan un valor de 0.70 g de proteína/kg/día, como las necesidades de mantenimiento para el mismo tipo de individuos. La aparente baja necesidad de proteína, informada en este trabajo en relación a estudios con dietas

similares, podría explicarse por la calidad biológica de la dieta o por el tipo de metodología utilizada. En el primer caso, tal como se indica en la Tabla 7 y según se señaló antes (5), la mezcla arroz y frijol en la proporción utilizada en nuestro estudio, tiene un valor proteínico equivalente a 80 a 90% con respecto a la leche, y mejora hasta un 100% cuando la dieta se suplementa con pequeñas cantidades de proteína animal. En relación a la metodología, Bressani *et al.* (23), en siete estudios llevados a cabo en adultos y niños aplicando las dos metodologías citadas, indican que, en forma consistente, el IBN corto arroja mayores valores tanto para el coeficiente de regresión (b) como para el valor del intercepto (a) para ingesta de nitrógeno cero, de manera que al calcular el nitrógeno para equilibrio ($\frac{a}{b}$), los valores en promedio son semejantes a los encontrados mediante el IBN convencional. Así pues, al parecer, la información sugiere que cuando el arroz y el frijol son consumidos en forma conjunta en las proporciones adecuadas, dicha mezcla constituye un alimento de excelente calidad para humanos adultos, especialmente si a él se acompañan pequeñas cantidades de proteína de origen animal.

SUMMARY

EFFECT OF ANIMAL PROTEIN AND ENERGY SUPPLEMENTATION ON THE PROTEIN QUALITY OF DIETS BASED ON RICE AND BEANS, IN ADULT SUBJECTS

Four short nitrogen balance index studies were carried out in adult subjects to evaluate the biological quality of a mixture based on rice and beans, and also to measure the effect of animal protein and/or energy supplementation on the nutritive value of the mixture.

In the first study, rice supplied 60% and beans, 40% of the protein's diet, which was administered at an energy level of 45.5 kcal/kg/day of metabolizable energy. A regression coefficient of 0.76 ± 0.11 was found between ingested nitrogen and nitrogen balance, and a value for nitrogen maintenance of 96.2 ± 13.7 mg/kg/day.

When this same diet was administered in the second study at a 51.2 kcal/kg/day of metabolizable energy, the regression coefficient was 0.80 ± 0.13 , and that of nitrogen for maintenance, 90.1 ± 8.7 mg/kg/day, without differences being significant ($P < 0.05$) for any of the two measures.

In the third study, 10% of the mixture's protein was substituted by milk protein, and given at a level of 45.2 kcal/kg/day of metabolizable

energy. In this case, the regression coefficient found was 0.96 ± 0.08 , and that of nitrogen for maintenance, 78.6 ± 10.2 mg/kg/day. These values do differ significantly ($P < 0.05$) from those found in the two previous studies.

When the diet of the third study was administered to the same subjects at a level of 48.9 kcal/kg/day of metabolizable energy, the regression coefficient of the equation was 0.86 ± 0.17 , and that for maintenance nitrogen, 82.4 ± 10.2 mg/kg/day. These values are statistically equal to those found in the third study and do differ significantly from those of the first two studies. Information indicates that the supplementary effect of protein and milk occurs mainly at the digestive level.

It is therefore concluded that when rice and beans are consumed jointly, in the adequate proportions, they constitute an excellent-quality food for adult humans.

BIBLIOGRAFIA

1. Murillo, B., M. T. Cabezas & R. Bressani. Influencia de la densidad calórica sobre la utilización de la proteína en dietas elaboradas a base de maíz y frijol. *Arch. Latinoamer. Nutr.*, **24**: 223-241, 1974.
2. Fajardo, L. F., O. Bolaños, G. Acciari, F. Victoria, J. Restrepo, A. B. Ramírez & L. M. Angel. Protein requirements for young Colombian adults consuming local diets containing primarily animal or vegetable protein. In: **Protein Energy Requirements of Developing Countries: Evaluation of New Data**. B. Torún, V. R. Young and W. M. Rand (Eds.). Tokyo, Japan, United Nations University Press, 1981, p. 54-62. (Food and Nutrition Bulletin Supplement 5. WHTR-4 UNUP-295).
3. Sukhatme, P. V. & S. Margen. Models for protein deficiency. *Am. J. Clin. Nutr.*, **31**: 1237-1256, 1978.
4. Martorell, R., V. Valverde, V. Mejía-Pivaral, R. E. Klein, L. G. Elías & R. Bressani. Protein-energy intakes in a malnourished population after increasing the supply of dietary staples. *Ecol. Food Nutr.*, **8**: 163-168, 1979.
5. Vargas, E., R. Bressani, L. G. Elías & J. E. Braham. Complementación y suplementación de mezclas vegetales a base de arroz y frijol. *Arch. Latinoamer. Nutr.*, **32**: 579-600, 1982.
6. Dos Santos, J. E., J. M. Howe, F. A. Moura & J. E. Dutra. Relationship between the nutritional efficacy of a rice and bean diet and energy intake in preschool children. *Am. J. Clin. Nutr.*, **32**: 1541-1544, 1979.
7. Vargas, E., R. Bressani, D. A. Navarrete, J. E. Braham & L. G. Elías. Digestibilidad de proteína y energía de dietas a base de arroz y frijol en humanos adultos. *Arch. Latinoamer. Nutr.*, **34**: 109-128, 1984.

8. 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 (Ed.). New York, N. Y., Academic Press, Inc., 1979, p. 313-323.
9. Association of Official Agricultural Chemists. **Official Methods of the AOAC**, 11th ed. Washington, D. C., The Association, 1970.
10. Snedecor, G. W., & W. G. Cochran. **Métodos Estadísticos**. México D. F., México, Compañía Editorial Continental, S. A., 1978, 703 p.
11. Bressani, R., D. A. Navarrete, V. A. L. de Daqui, L. G. Elías, J. Olivares & P. Lachance. Protein quality of spray-dried milk and of casein in young adult humans using a short-term nitrogen balance index assay. **J. Food Sci.**, 44: 1136-1149, 1979.
12. Carvalho, D., & J. E. Dutra. Balance nitrogenado em pessoas adultas e estudo experimental em ratos alimentados com arroz, feijão e farinha de mandioca suplementada com proteínas. **Arch. Latinoamer. Nutr.**, 27: 529-541, 1977.
13. de Angelis, R. C., L. G. Elías & R. Bressani. Mezclas de arroz y frijol (54:45 y 77:23). I. Valor nutricional de las proteínas de las mezclas. **Arch. Latinoamer. Nutr.**, 32: 47-63, 1982.
14. Garza, C., N.S. Scrimshaw & V.R. Young. Human protein requirements. The effects of variations in energy intake within the maintenance range. **Am. J. Clin. Nutr.**, 29: 280-287, 1976.
15. **Protein Energy Requirements under Conditions Prevailing in Developing Countries: Current Knowledge and Research Needs**. Tokyo, Japan, United Nations University Press, 1979, 73 p. (Food and Nutrition Bulletin Supplement. WHTR-1/UNUP-18).
16. Inoue, G., K. Kishi, Y. Fujita, Sh. Yamamoto & Y. Yoshimura. Interrelationships between effects of protein and energy intakes on nitrogen utilization in adult ment. In: **Protein-Energy Requirements of Developing Countries: Evaluation of New Data**. B. Torún, V.R. Young and W.M. Rand (Eds.), Tokyo, Japan, United Nations University Press, 1981, p. 247-258. (Food and Nutrition Bulletin Supplement 5. WHTR-4/UNUP-295).
17. Torún, B. & F. E. Viteri. Energy requirements of pre-school children and effects of varying energy intakes on protein metabolism. In: **Protein-Energy Requirements of Developing Countries: Evaluation of New Data**. B. Torún, V. R. Young and W. M. Rand (Eds.). Tokyo, Japan, United Nations University Press, 1981, p. 229-241 (Food and Nutrition Bulletin Supplement 5. WHTR-4/UNUP-295).
18. Munro, H. N. & D. S. Naismith. The influence of energy intake on protein metabolism. **Biochemistry**, 54: 191-197, 1953.
19. Inoue, G., Y. Fujita & Y. Niiyama. Studies on protein requirements of

- young men fed egg protein and rice protein with excess and maintenance energy intake. *J. Nutr.*, **103**: 1673-1687, 1973.
20. 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.
 21. Protein and energy requirements. A joint FAO/WHO memorandum. *Bull. Wld Health Org.*, **57**: 65, 1979.
 22. Bourges, H. R. & L. M. López-Castro. Protein requirements of young male adults with a rural Mexican diet. En: **Protein Energy Requirements of Developing Countries: Evaluation of New Data**. B. Torún, V. R. Young and W. M. Rand (Eds.). Tokyo, Japan, United Nations University Press, 1981, p. 71-76 (Food and Nutrition Bulletin Supplement 5 WHTR-4/UNUP-295).
 23. Bressani, R., B. Torún, L. G. Elías, D. A. Navarrete & E. Vargas. A short-term procedure to evaluate protein quality in young and adult human subjects. En: **Protein Quality in Humans: Assessment and *in vitro* Estimation**. Proceedings of a Conference held at Airlie House, Warrenton, VA., U.S.A. 1980. Westport, Conn., The Avi Publishing Company, 1981.

**BODY IRON RESERVES OF RURAL AND URBAN
GUATEMALAN WOMEN OF REPRODUCTIVE AGE^{1, 2}**

*Silvia Franzetti,³ Luis A. Mejía,^{4,5} Fernando E. Viteri⁵ and
Edmundo Alvarez⁵*

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

SUMMARY

Body iron reserves (using serum ferritin as an index), hematological status, and other indicators of iron nutrition were evaluated in three groups of non-pregnant nulliparous women with ages comprised between 14 and 29 years (\bar{x} = 19 years). The first group (n = 33) included residents of the rural

Manuscrito modificado recibido: 18-10-83.

- 1 Partially supported by the United Nations University, Tokyo, Japan.
- 2 Presented in part at the XII International Congress of Nutrition, San Diego, California, USA, 16-19 August, 1981.
- 3 Training fellow under the Post-Graduate Tutorial Program of the Institute of Nutrition of Central America and Panama and the United Nations University (INCAP/UNU), at INCAP.
- 4 Scientist of the Division of Human Nutrition and Biology of INCAP. Author responsible for correspondence and to whom reprint requests should be addressed as follows: Institute of Nutrition of Central America and Panama (INCAP), P. O. Box 1188, Guatemala City, Guatemala, C. A.
- 5 Academic advisors to Dr. S. Franzetti.

Publication INCAP/UNU-29.

coastal area (< 750 m above sea level) (group RCG); the second (n = 32) from the rural highlands (751-1,500 m) (group RHG); and the third group (n = 104) from urban Guatemala City (1,500 m) (group UG). The women in the UG group belonged to the middle or high socioeconomic stratum. Median values in serum ferritin levels (ng/ml) for each group were: RCG = 11.5 (undetectable 50.6); RHG = 17.2 (1.9-83.1) and UG = 20.2 (3.9-56.7). The difference between RCG and UG was statistically significant ($P < 0.05$). The percentage of women with serum ferritin levels ≤ 9 ng/ml (iron deficiency) was 45 in the RCG, 25 in the RHG and 12 in the UG group. In addition, the prevalence of subnormal hemoglobin levels (below $\bar{x} - 1$ SD) was 46% in the RCG, 12% in the RHG and 8% in the UG. There were no cases of subnormal blood folate levels. As results indicate, the women studied had low iron reserves, the rural coastal group being the most affected. They also evidenced the high prevalence of iron deficiency in the region and the need for public health actions to overcome this nutrition problem.

INTRODUCTION

Iron deficiency anemia continues to be an important nutrition problem throughout the world, particularly in the developing countries (1). One of the most vulnerable groups to this nutritional malady is that of women of reproductive age whose iron requirements are known to increase especially during pregnancy (2).

In addition to the well-recognized deleterious effect of anemia on physical work capacity (3, 4), it has been found that during pregnancy, anemia negatively affects the woman herself as well as the fetus (1, 5). They also experience a high incidence of abortion and premature delivery; and when anemia becomes severe, the likelihood of perinatal mortality is significantly increased (7). Human studies also suggest that maternal anemia negatively affects fetal growth rate and birth weight (8), hemoglobin mass (9), and the iron body reserves of the neonate (10).

In some developing regions of the world, the fulfillment of the woman's increased demand for iron is jeopardized by several factors such as a limited availability of dietary iron, poor environmental living conditions, and low socioeconomic level.

The purpose of the present study was to estimate the iron body reserves of nulliparous rural and urban Guatemalan women of reproductive age living under different geographic and socioeconomic conditions. It was borne in mind that at this stage of

life, stored iron represents the amount of iron reserves available for facing pregnancy and lactation.

METHODS

Three groups of Guatemalan women of reproductive age were studied, two from the rural and a third from the urban areas. One of the rural groups was comprised of 33 women resident of the so-called "coastal area" (communities of Masagua and El Milagro), located at an altitude of less than 750 m above sea level. The other was formed by 32 women resident of the so-called "Highland area" (communities of Santa Cruz Naranjo and Pueblo Nuevo Viñas), located between 751 and 1,500 m above sea level. The urban group was formed by 104 women resident of Guatemala City, at an altitude of 1,500 m above sea level. The women in this latter group belonged to a middle or high socioeconomic class, and were apparently well-nourished and in good health. All women were native Guatemalans and had lived in the communities studied for more than two years. Their ages were 14-29 years in the rural coastal group (mean, 18 years), 14-29 years in the rural highland group (mean, 19 years), and 16-25 years in the urban group (mean, 19 years). Furthermore, in order to eliminate factors that may positively or negatively influence iron nutriture, the women included in our study had to meet the following characteristics: a) be *nulligravidae*; b) never had spontaneous or induced abortion; c) be without present morbidity; d) no major surgery undergone during the previous 12 months; e) not taking iron supplements or consuming iron-fortified foods; f) had no hemorrhage, blood donations or blood transfusions in the 12 months prior to the investigation; g) not presently using intra-uterine devices or taking oral contraceptives; and h) never had amenorrhea but experiencing instead regular menstrual cycles in terms of duration and intensity.

A 10 ml blood sample was obtained from the antecubital vein of each woman under fasting conditions. In this sample, the following hematological and iron parameters were measured: a) hematocrit, hemoglobin and red cell count by standard methods using a cell counter; this information was used to calculate mean corpuscular volume (MCV), mean corpuscular hemoglobin (MCH) and mean corpuscular hemoglobin concentration (MCHC); b) free erythrocyte protoporphyrins by the micro-method of Piomelli

(11, 12); c) whole blood folates by the microbiologic method using *Lactobacillus casei* (13); d) serum ferritin, to be used as index of iron stores by the method of Addison *et al.* (14) as modified by Miles *et al.* (15); e) serum iron, total iron binding capacity (TIBC) and per cent saturation of transferrin (°/oST) according to Ramsay (16).

Data Analysis

The serum ferritin data were analyzed by both parametric and non-parametric statistics. Since the ferritin levels did not follow a normal distribution, in order to apply parametric analyses, they were treated logarithmically. Normality was attained by adding to each ferritin value the arbitrary number 50, and then obtaining their respective natural logarithm. Thus, means and standard deviations were obtained and comparisons between groups were made by paired "t" tests. The non-parametric analyses were performed by comparing the respective medians—first and fourth quartiles of the three groups—using paired Chi² tests. Furthermore, the percentage of women in each group with serum ferritin levels less than or equal to 9 ng/ml was also determined. This ferritin level corresponds approximately to 90 mg of iron reserves, and is the cut-off point below which women of this age are considered to be iron deficient (17, 18).

Since the communities studied were located at different altitudes, the hematological data were analyzed by comparing the results obtained with preestablished standards for the Central American region (19). For this purpose, the percentage of women in each group below the expected mean values minus one standard deviation was determined. According to Viteri, Tuna and Guzmán (19), this approach identifies individuals at risk, with a significant probability of having abnormally low values of hematological parameters and, thus, of belonging to an anemic population. We preferred to use this criterion instead of a given "normal" limit, because, as is widely known, the anemic and non-anemic populations overlap at the lower distribution level of hematological values in non-anemic populations. The prevalence of abnormal levels of iron biochemical parameters (other than ferritin) and blood folates was analyzed using the same procedure as for hematology, with the exception of protoporphyrins, which were compared with the mean value for free erythrocyte protoporphyrin observed in normal populations by Cook and Finch (20).

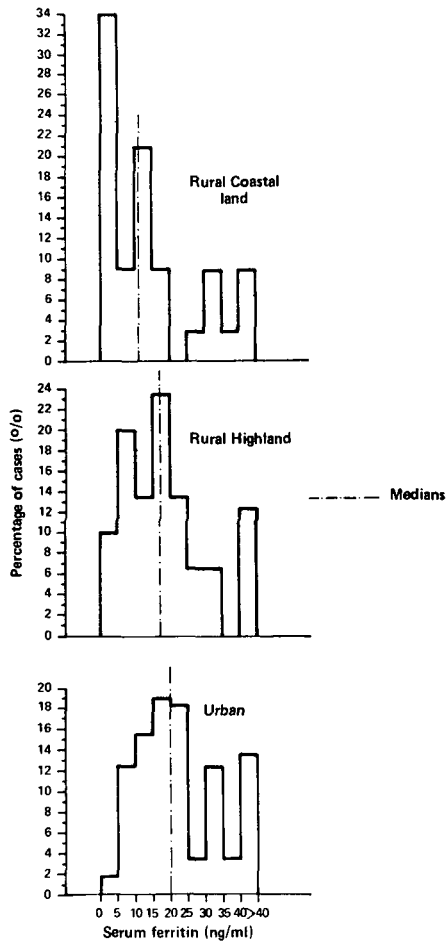
In the latter case, and also in regard to TIBC levels, the mean plus one standard deviation was used instead, as the cut-off point above which the percentages of abnormally high values of these parameters were determined.

RESULTS

Figure 1 shows the frequency distribution of serum ferritin levels. An important difference was the distribution of cases in the range of low serum ferritin levels. Values below 5 ng/ml of ferritin were: 20% in the urban group, 10% in the rural highland group and 34% in the rural coastal land group. High ferritin levels (> 40 ng/ml) were approximately equal in the urban and rural highland groups. The percentage of cases in this category of ferritin levels, however, was lower in the coastal area group. Notice in this Figure that there was a shifting of the median value toward the left in the rural groups when compared with the urban, indicating a detriment of the overall iron status, from high values for urban to low values in the rural areas, particularly in the coastal region.

The arithmetic mean and median ferritin values for each group of women are presented in Table 1. Based on the logarithmic treatment of the data, it was found that, on the average, the urban group of women had a significantly higher difference when compared with the rural highland group. Furthermore, the median value was higher for the urban women than were the respective medians of the other two groups. As a whole, these differences were significant only between the urban and rural coastal groups ($P < 0.05$). When comparing the frequency of distribution of ferritin levels among different quartiles, however, the rural coastal land group had a significantly higher frequency of cases in the first quartile than those found in the same category for the rural highland and urban groups. In the coastal area, the serum ferritin values ranged from undetectable levels to 50.6 ng/ml.

Figure 2 shows the percentage of women in each group with ferritin levels equal to or less than 9 ng/ml. Based on this criterion, the prevalence of iron deficiency or depleted iron reserves was 12.5% in the urban, 25% in the rural highland and 45% in the rural coastal land groups. In other words, the prevalence of iron deficiency in the coastal area was nearly twice that in the rural



Incap 81-479

FIGURE 1

Distribution of cases by categories of serum ferritin levels in the different groups of women

TABLE 1
SERUM FERRITIN LEVELS IN THE DIFFERENT GROUPS
OF WOMEN

Group	n	$\bar{x} \pm SD$	Median
Urban	104	$23.0 \pm 13.0^a*$	20.2 ^a (3.9 – 56.7)**
Rural highland	32	22.0 ± 19.0^a	17.2 ^a (1.9 – 83.1)
Rural coastal land	33	14.9 ± 14.3^b	11.5 ^b (0.0 – 50.6)

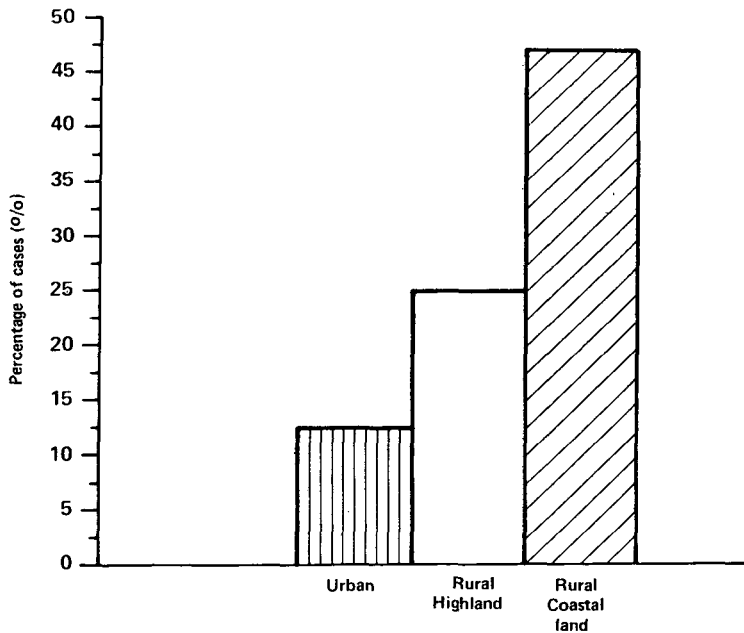
* Values with different superscript letters in vertical columns are significantly different ($P < 0.05$ or better).

** Range.

highland, and the prevalence in the latter group, in turn, was double that in the the urban group. These differences were all statistically significant ($P < 0.05$).

The average age for each one of the groups of women was very similar. Nevertheless, since there was a difference in the age range of the urban group (16-25 years) as compared to the rural groups (14-29 years), the effect of age on serum ferritin levels was investigated. For the age range between 14 and 29 years old, comprising all the women in this study ($n = 169$), no significant correlation ($r = -0.0557$) was found between age and serum ferritin.

The percentage of women below the expected preestablished "normal" values of hematocrit and hemoglobin, as defined in the present study, is shown for each group in Table 2. The prevalence of cases below these cut-off points for both hematological parameters followed the same trend as did ferritin values, equal or less than 9 ng/ml. The prevalence of subnormal hemoglobin levels was 7.6%, 12.5% and 45.4% for the urban, rural highland and rural coastal land groups, respectively. The prevalences of subnormal hematocrit values were lower than those of hemoglobin in



Incap 81-480

FIGURE 2

Percentage of women with serum ferritin levels ≤ 9 ng/ml.

each of the groups considered, but followed the same trend among the three groups. The prevalence of abnormal levels for the other hematological and iron parameters determined in this study is also presented in Table 2. None of the groups had subnormal blood folate levels. All the other hematologic indices and iron parameters however, revealed a clear indication of iron deficiency, especially in the rural groups.

TABLE 2

PREVALENCE OF "ABNORMAL" LEVELS OF HEMATOLOGICAL INDICES, IRON PARAMETERS AND BLOOD FOLATES ACCORDING TO PREESTABLISHED STANDARDS*

Parameters	Urban group (n: 104) %	Rural groups	
		Highland (n: 32) %	Coastal land (n: 33) %
Hemoglobin	7.6	12.5	45.4
Hematocrit	3.8	6.2	36.3
MCV	0.0	0.0	56.6
MCH	0.9	0.0	36.3
MCHC	2.9	3.1	21.2
RBC protoporphyrin	4.0	18.7	39.3
Serum iron	16.3	37.5	60.6
TIBC	0.0	6.2	12.1
% ST	25.9	40.6	66.6
Blood folates	0.0	0.0	0.0

* Viteri, Tuna and Guzmán (19), Cook and Pritchard (20) (protoporphyrin).
See text for criterion.

DISCUSSION

As the results indicate many of the women studied, whatever their place of residence or socioeconomic status, had low iron body reserves. The low reserves of this mineral in women with the characteristics described in the present study may be attributed in part to the fact that several of them had just finished a period of rapid growth, and to the iron losses caused by menstruation. The loss of iron through the menstrual period has been estimated to be approximately 200 mg per year, or even more (21). In addition to these physiological factors, in many parts of the world, especially in rural areas, the dietary iron intake is limited and of poor biological availability. The lack of a significant correlation between age and serum ferritin levels also suggests that the differences in iron stores observed in the three groups studied were not related to the women's age distribution.

There are no other studies of this nature performed in Central America, therefore, no comparison can be made between our ferritin values and those likely to be found in other Central American areas. However, when comparing our results with those found in women of reproductive age in developed countries, the average ferritin values in any of the groups are lower than those reported for the developed world. Studies conducted by Cook *et al.* (18) and Halliday *et al.* (22) have shown that the average serum ferritin value for normal North American women of reproductive age is 34 ng/ml. An average value of 29 ng/ml has been reported by Seiler *et al.* (23) for the same region. In our findings, the highest average for serum ferritin was 23 ng/ml, which corresponded to the urban women of middle or high socioeconomic class. Furthermore, our highest individual ferritin value was 82 ng/ml, while the highest values found by Cook *et al.* (18), Halliday *et al.* (22) and Seiler *et al.* (23) were 125, 143 and 233 ng/ml, respectively. The lower iron reserves in our population, particularly in the rural area, are undoubtedly related in part to the habitual dietary patterns. The Guatemalan rural diets are mainly of vegetable origin and thus contain little heme iron and high amounts of inhibitors of iron absorption such as oxalates, phytates, tannins and fiber. On the other hand, developed countries normally consume various iron-fortified foods such as cereals and flours and greater quantities of foods having more biologically available iron.

The results obtained in the study herein reported also show that even in the group of women belonging to the middle or high socioeconomic class, there was a 12% prevalence of iron deficiency as defined by serum ferritin levels. This finding points out the risk that women have of developing iron deficiency anemia during pregnancy. This is true particularly during the third trimester, as illustrated by the high prevalence of anemia (38.5%) found several years ago through a collaborative study of anemia which was carried out in Latin America (24). In this context, the present findings support the recommendation made by international agencies, such as WHO, in the sense that all pregnant women should receive iron supplementation as a public health measure in areas where anemia is highly prevalent (25).

The seriousness of the iron deficiency problem was greater in the coastal area group than in the rural highland and urban groups. There are no data in our study to explain specifically this marked difference. Nevertheless, evidence exists in the literature indicative that, although the overall iron intake in the coast is similar in

quantity to that in the highland, the diet in the coastal region contains less heme iron (26). In addition, it has been shown that in the coastal areas there is a higher prevalence of intestinal parasitic infestation, including hookworm (27).

The hematological data also indicate the existence of women at risk of being anemic in the three groups. The hematocrit and hemoglobin levels, however, were not as sensitive as ferritin for detecting iron deficiency, especially in the groups with lower prevalences. This illustrates the importance and high sensitivity of serum ferritin as a direct index of iron-nutritional status even before the development of anemia. Of the two classic hematologic parameters, however, hemoglobin was more sensitive than hematocrit. A similar observation has been reported in a recent publication (28).

As shown in Table 2, no deficiency of folates was found in any of the women indicating that the lack of this vitamin is not an etiological factor of anemia in the type of population studied, except as documented during pregnancy by others (24). In contrast, the hematological indices (MCV, MCH and MCHC) and all the other iron parameters measured, clearly indicate that the subnormal levels of hemoglobin and hematocrit observed are due primarily to a lack of iron. These observations are in agreement with the ferritin data, showing that iron deficiency is an important nutritional problem of the area. Public health actions should therefore be implemented to reduce its prevalence, particularly in coastal zones.

RESUMEN

RESERVAS CORPORALES DE HIERRO DE MUJERES GUATEMALTECAS DE EDAD REPRODUCTIVA, PERTENECIENTES A LAS AREAS RURAL Y URBANA

Las reservas corporales de hierro (usando ferritina como indicador), el estado hematológico y otros indicadores sanguíneos de la nutrición de hierro, fueron evaluados en tres grupos de mujeres nulíparas, no embarazadas, de 14 a 29 años de edad (\bar{x} = 19 años). El primer grupo (n = 33) estuvo constituido por residentes del área rural de la costa (> 750 m sobre el nivel del mar) (Grupo GRC); el segundo (n = 32), por residentes del área rural del altiplano (751-1,500 m) (Grupo GRA); y el tercero (n = 104), por residentes de la ciudad de Guatemala (1,500 m) (Grupo urbano, GU). Las mujeres del grupo GU

pertenecían a la clase socioeconómica media o alta. Las medianas encontradas para los niveles de ferritina sérica (ng/ml) en cada grupo fueron: GRC = 11.5 (imperceptible — 50.6); GRA = 17.2 (1.9 — 83.1); y GU = 20.2 (3.9 — 56.7). La diferencia entre el grupo GRC y el GU fue estadísticamente significativa ($P < 0.05$). Los porcentajes de mujeres con niveles de ferritina sérica ≤ 9 ng/ml (deficiencia de hierro) fueron de 45 en el GRC, de 25 en el GRA, y de 12 en el GU. La prevalencia de niveles subnormales de hemoglobina (por debajo de $\bar{x} - 1$ DE) fue de 46% en el GRC, de 12% en el GRA, y de 8% en el GU. No se observaron niveles subnormales de folatos sanguíneos. Los resultados indican que las mujeres incluidas en el estudio poseen bajas reservas de hierro, siendo el grupo GRC el más afectado. Es evidente también la alta prevalencia de deficiencia de hierro en la región y la necesidad imperante de acciones de salud pública orientadas a resolver este problema.

ACKNOWLEDGEMENTS

The collaboration of Dr. Guillermo Arroyave throughout the development of this research is greatly appreciated.

BIBLIOGRAPHY

1. Baker, S. J. & E. M. DeMaeyer. Nutritional anemia: its understanding and control with special reference to the work of the World Health Organization. *Am. J. Clin. Nutr.*, 32: 368-417, 1979.
2. 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 (WHO Technical Report Series No. 452).
3. Viteri, F. E. & B. Torún. Anaemia and physical work capacity. *Clin. Haematol.*, 3: 609-626, 1974.
4. Gardner, G. W., V. R. Edgerton, R. J. Barnard & E. M. Bernauer. Cardiorespiratory, hematological and physical performance responses of anemic subjects to iron treatment. *Am. J. Clin. Nutr.*, 28: 982-988, 1975.
5. Llewellyn-Jones, D. Severe anaemia in pregnancy. *Aust. N. Z. J. Obstet. Gynecol.*, 5: 191-197, 1965.
6. Ketay, D. & R. Horbart. Deficiencia de hierro y ácido fólico en la gestación. In: *Clínicas de Perinatología-Nutrición*. H. Vela Treviño (Ed.). México, Nueva Editorial Interamericana, 1975, p. 268-269.
7. Friedenber, V. & K. Schalagetter. Enfermedades hematológicas. En: *Ginecología y Obstetricia. Embarazo y Parto*. Tomo II. Barcelona,

- España, Editorial Salvat, S. A., 1976, p. 313-325.
8. Yusufji, D., V. I. Mathan & S. J. Baker. Iron, folate, and vitamin B₁₂ nutrition in pregnancy: a study of 1000 women from southern India. **Bull. Wld Hlth Org.**, **48**: 15-22, 1973.
 9. Sisson, T. R. C. & C. J. Lund. The influence of maternal iron deficiency on the newborn. **Am. J. Clin. Nutr.**, **6**: 376-385, 1958.
 10. Fenton, V., I. Cavill & J. Fisher. Iron stores in pregnancy. **Brit. J. Haematol.**, **37**: 145-149, 1977.
 11. Piomelli, S. with the technical assistance of P. Young & G. Gay. A micro-method for free erythrocyte porphyrins: the FEP test. **J. Lab. Clin. Med.**, **81**: 932-940, 1973.
 12. Piomelli, S., B. Davidow, V. F. Guinee, P. Young & G. Gay. The FEP (free erythrocyte porphyrins) test: a screening micromethod for lead poisoning. **Pediatrics**, **51**: 254-259, 1973.
 13. Baker, H., V. Herbert, O. Frank, I. Pasher, S. H. Hutner, L. R. Wasserman & H. Sobotka. A microbiological method for detecting folic acid deficiency in man. **Clin. Chem.**, **5**: 275-280, 1959.
 14. Addison, G. M., M. R. Beamish, C. N. Hales, M. Hodgkins, A. Jacobs & P. Llewelin. An immunoradiometric assay for ferritin in the serum of normal subjects and patients with iron deficiency and iron overload. **J. Clin. Pathol.**, **25**: 326-329, 1972.
 15. Miles, L. E. M., D. A. Lipschitz, C. P. Bieber & J. D. Cook. Measurement of serum ferritin by a 2-site immunoradiometric assay. **Anal. Biochem.**, **61**: 209-224, 1974.
 16. Ramsay, W. N. M. The determination of iron in blood plasma or serum. **Biochem. J.**, **53**: 227-231, 1953.
 17. Ríos, E., D. A. Lipschitz, J. D. Cook & N. J. Smith. Relationship of maternal and infant iron stores as assessed by determination of plasma ferritin. **Pediatrics**, **55**: 694-699, 1975.
 18. Cook, J. D., D. A. Lipschitz, L. E. M. Miles & C. A. Finch. Serum ferritin as a measure of iron stores in normal subjects. **Am. J. Clin. Nutr.**, **27**: 681-687, 1974.
 19. Viteri, F. E., V. de Tuna & M. A. Guzmán. Normal haematological values in the Central American population. **Brit. J. Haematol.**, **23**: 189-204, 1972.
 20. Cook, J. D. & C. A. Finch. Assessing iron status of a population. **Am. J. Clin. Nutr.**, **32**: 2115-2119, 1979.
 21. Scott, D. E. & J. A. Pritchard. Iron deficiency in healthy young college women. **JAMA**, **199**: 897-900, 1967.
 22. Halliday, J. W., K. L. Gera & L. W. Powell. Solid phase radioimmunoassay for serum ferritin. **Clin. Chem. Acta**, **58**: 207-214, 1975.
 23. Seiler, M. W., Jr., P. Alfrey & C. E. Whitley. Differentiation of iron

- deficiency from anemia of chronic disorders: use of serum ferritin assay. **Nuc. Compact.**, **9**: 160, 162-164, 1978.
24. Cook, J. D., J. Alvarado, A. Gutnisky, M. Jamra, J. Labardini, M. Layrisse, J. Linares, A. Loria, V. Maspes, A. Restrepo, C. Reynafarje, I. Sánchez-Medal, H. Vélez & F. Viteri. Nutritional deficiency and anemia in Latin América: a collaborative study. **Blood**, **38**: 591-603, 1971.
 25. World Health Organization. **Control of Nutritional Anaemia with Special Reference to Iron Deficiency. Report of an IAEA/USAID/WHO Joint Meeting.** Geneva, WHO, 1975 (WHO Technical Report Series No. 580).
 26. Institute of Nutrition of Central America and Panama and Nutrition Program, Center for Disease Control. **Nutritional Evaluation of the Population of Central America and Panama. Regional Summary (1965-1967).** Washington, D. C., U. S. Department of Health, Education and Welfare, 1972 (DHEW Publication No. (HSM) 72-8120).
 27. Viteri, F. E., M. A. Guzmán & L. J. Mata. Anemias nutricionales en Centro América; influencia de infección por uncinaria. **Arch. Latino-amer. Nutr.**, **23**: 33-53, 1973.
 28. Gravitcer, P. L., J. B. Goldsby & M. Z. Nichaman. Hemoglobins and hematocrits: are they equally sensitive in detecting anemias? **Am. J. Clin. Nutr.**, **34**: 61-64, 1981.

**USO DE ALIMENTOS TRATADOS MEDIANTE RADIACION
GAMMA EN LA ALIMENTACION DE LA TRUCHA
ARCO IRIS (*Salmo gairdnerii irideus*)**

*Jorge Grümberg N.*¹ y *Oswaldo González C.*²

**Facultad de Ciencias Agrarias, Veterinarias y Forestales,
Universidad de Chile, e Instituto de Ciencias Biológicas,
Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile**

RESUMEN

Se elaboró un alimento para trucha arco iris (*Salmo gairdnerii irideus*) en cuya fórmula se utilizaron subproductos agropecuarios —entre ellos, guano de ponedora— el cual fue sometido a radiación gamma en dosis de 25KGy. El propósito fue el de controlar la contaminación microbiana y determinar, a la vez, la influencia que ésta pudiera tener sobre el crecimiento, la conversión alimentaria y la mortalidad de dicha especie. Para el efecto se compararon dos grupos de truchas, uno que recibió alimento irradiado, y el otro, la misma fórmula pero sin tratar.

La experiencia se realizó durante 32 semanas en el período de crecimiento con un peso comprendido entre 2 g y 20 g.

Manuscrito modificado recibido 6-5-83.

- 1 Médico Veterinario, Escuela de Ciencias Veterinarias de la Facultad de Ciencias Agrarias, Veterinarias y Forestales, Universidad de Chile, Casilla 9206, Santiago, Chile.
- 2 Médico Veterinario, Instituto de Ciencias Biológicas, Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile.

La contaminación bacteriana del alimento descendió desde valores elevados ($>6 \times 10^5$ cols/g de alimento) hasta valores considerados aceptables ($\leq 3 \times 10^3$ cols/g de alimento). No obstante, los parámetros controlados en las truchas no mostraron diferencias significativas entre ambos grupos.

INTRODUCCION

En un trabajo anterior (1) se determinó la factibilidad de usar subproductos agropecuarios en la confección de un alimento para trucha arco iris (*Salmo gairdnerii irideus*) durante el período de alevinaje (0 a 15–20 g). La fórmula propuesta incluía en su composición, guano de ponedora, lo que condicionaba una contaminación bacteriana mucho más elevada de la que se encuentra en alimentos preparados con productos tradicionales (2, 3). Ello podría afectar de algún modo el crecimiento de la trucha, además de constituir una fuente de contaminación en el consumo humano del producto final.

Debido a lo expuesto, se consideró de interés estudiar la posibilidad de tratar dicho alimento mediante radiación gamma. Esta técnica ha sido aplicada previamente en varios países (4) incluyendo el nuestro (5), en alimento para animales, a fin de disminuir la carga bacteriana habitualmente presente.

MATERIAL Y METODOS

Durante un período de 32 semanas se alimentaron dos grupos de truchas arco iris con una dieta seca peletizada, en cuya confección se utilizaron subproductos agropecuarios (guano de ponedora en piso de cemento y harina de sangre de bovino). La composición porcentual de la dieta se detalla en la Tabla 1. A dicha fórmula se le adicionó BHT (butylated hydroxy toluene) en la proporción de 50 mg/100 g como antioxidante.

Uno de los grupos de truchas recibió la dieta peletizada, trata-da sometién-dola a irradiación en dosis de 25 KGy (6), utilizando para ello un irradiador de placa de Cs^{137} Brookhaven Portable Cesium Development Irradiator, del Centro Nuclear La Reina, Comisión Chilena de Energía Nuclear. Para los efectos de dosimetría se utilizó el sistema Frike ya empleado en un trabajo previo (5).

Cada grupo de truchas estuvo constituido por 500 animales de 18 semanas de edad, habiéndoseles seleccionado por tamaño.

TABLA 1

COMPOSICION DE LA DIETA EMPLEADA
(Expresada en términos de o/o)

Harina de pescado* (anchoveta)	45.0
Trigo precocido*	20.0
Aceite vegetal (Maravilla)	3.5
Guano de ave* (ponedora en piso de cemento)	15.0
Harina de sangre* (bovino)	15.0
Suplemento vitamínico**	0.5
Suplemento mineral**	1.0

* La composición química de estos ingredientes se encuentra en las tablas de Baez *et al.* (7) y en Fontenot y Jurubescu (8).

** El suplemento vitamínico y mineral fue preparado por el Laboratorio Veterinaria Ltda., Santiago, Chile, de acuerdo a la fórmula de Tiewes *et al.* (9).

El peso promedio inicial fue de 2.17 y 2.40 g para el grupo con alimento tratado, y para el control, respectivamente.

Los animales se mantuvieron en estanques de concreto de 3.0 x 0.6 x 0.6 m de largo, ancho y profundidad, en el mismo orden.

El trabajo se realizó en la piscicultura El Arrayán, situada en la localidad del mismo nombre, a 900 m de altura sobre el nivel del mar en la precordillera (Región Metropolitana, Santiago, Comuna de Las Condes).

La ración diaria para cada grupo de animales se calculó semanalmente en base al 40/o del peso corporal de acuerdo con los requerimientos determinados por Shaperclaus (10). El alimento se administró en forma manual, en tres dosificaciones diarias a las 8, 13 y 18 hr siguiendo el sistema recomendado por Phillips (11).

El promedio de peso se calculó semanalmente pesando de cada grupo la cantidad de 200 animales. Se llevó también un control diario de consumo de alimento, mortalidad de los peces y temperatura del agua. Esta última se tomó tres veces al día a la misma hora en que los animales eran alimentados.

Las muestras de alimento peletizado, tanto irradiado como no irradiado fueron sometidas a un análisis químico proximal

según los métodos descritos por la AOAC (12), y se evaluó la calidad biológica de la proteína mediante el índice de eficiencia proteínica (PER) utilizando el método de Osborne modificado por Chapman, Castillo y Campbell (13). Además, se realizó un examen bacteriológico del alimento mediante las técnicas descritas por Thatcher y Clark (14).

RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados del análisis químico proximal y del PER de las dietas se dan a conocer en la Tabla 2.

TABLA 2

ANALISIS QUIMICO PROXIMAL (o/o) E INDICE DE EFICIENCIA PROTEINICA (PER) DE LA DIETA EMPLEADA

Contenido	No irradiada	Irradiada
Materia seca	91.05	91.30
Proteína	39.17	39.23
Fibra cruda	2.94	2.99
Extracto etéreo	6.63	6.59
Extracto libre de nitrógeno	30.59	30.83
Cenizas	11.72	11.66
PER	2.71 ± 0.18	2.76 ± 0.15
	Diferencia NS (P > 0.20)	

Estos valores no revelaron diferencias significativas entre ambas dietas, lo que confirma los hallazgos de otros autores acerca de la inocuidad de la radiación gamma en relación al deterioro de las proteínas, que es lo que ocurre con otros métodos de esterilización de alimentos, por ejemplo, el calor (4, 5, 15).

Los valores del análisis químico proximal concuerdan con los calculados con base en las tablas de Baez *et al.* (7) y de Fontenot y Jurubescu (8). Además, cumplen con los requerimientos recomendados para la trucha por varios autores (9, 16, 17).

El examen microbiológico (Tabla 3), reveló una contamina-

TABLA 3
EXAMEN MICROBIOLÓGICO DE LA DIETA EMPLEADA

Número de muestras	No irradiada 2	Irradiada 2
Recuento total	$> 6 \times 10^5$ colonias por g de alimento	Desde 1.1×10^3 hasta 3×10^3 colonias por g de alimento
Coliformes	Desde 1.5×10^3 hasta 3.4×10^3 gérmenes por g de alimento	Desde 0 hasta 9 gérme- nes por g de alimento
<i>Escherichia coli</i>	Negativo	Negativo
<i>Staphylococcus aureus</i>	Negativo	Negativo
<i>Salmonella</i>	Negativo en 20 g	Negativo en 20 g

ción variable en lo que se refiere a recuento total y de coliformes, tanto en el alimento irradiado como en el no irradiado, lo que concuerda con otros autores (4). En esta oportunidad no se encontraron gérmenes patógenos, como *Escherichia coli*, detectada en trabajos anteriores (3).

En el presente caso, la dosis de radiación de 25 KGy, que es la recomendada por varios autores (5, 18, 19), no resultó ser 100% efectiva; es posible que se haya debido a la alta contaminación determinada en los subproductos utilizados en la confección del alimento. En todo caso, esta dosis fue suficiente para reducir el grado de contaminación, desde valores que sobrepasaron en gran medida los márgenes aceptables para alimento de animales de laboratorio (y que son de 10 coliformes por g de alimento y de 50×10^3 gérmenes totales por g de alimento (20), hasta valores que se encuentran dentro de los límites considerados como aceptables.

El crecimiento de las truchas durante la experiencia se representa gráficamente en la Figura 1. Este crecimiento es bajo respecto al encontrado para la misma especie por otros autores

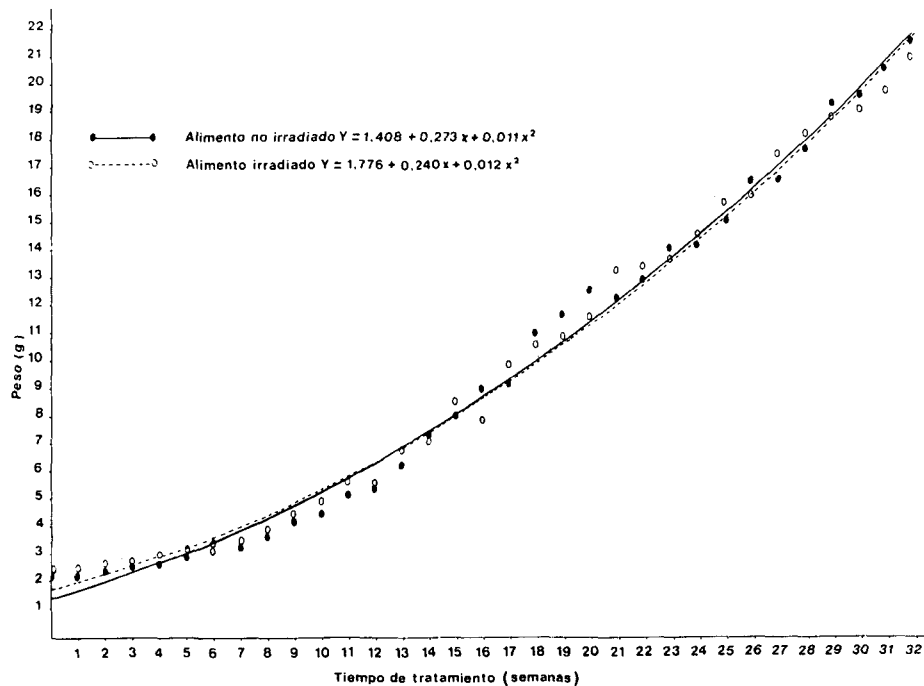


FIGURA 1

Crecimiento de los peces alimentados con dieta irradiada y no irradiada

(16, 21). La causa que podría explicar este hecho es la baja temperatura que tuvo el agua durante la experiencia, lo que afecta el consumo de alimento de esta especie (11). Los promedios semanales de temperatura fluctuaron entre 5.94 y 12.05°C, mientras que la temperatura recomendada es de 10 a 18°C (22).

El análisis estadístico de ambas curvas de crecimiento se realizó comparando los respectivos intervalos de confianza de los coeficientes de regresión de las curvas rectificadas, rectificación que se logró expresando la variable peso como logaritmo. Las curvas rectificadas y las correspondientes representaciones gráficas de los intervalos de confianza se expresan en las Figuras 2 y 3.

Según se aprecia, la comparación de ambas curvas no indica diferencias significativas en el crecimiento de las truchas.

Los valores promedio de conversión alimentaria tampoco mostraron diferencias apreciables, siendo 1:3.22 para las truchas que recibieron alimento sin irradiar, y de 1:3.38 para las que recibieron alimento irradiado.

Algo similar sucede con los índices de mortalidad, los que —no considerando aquellas muertes provocadas por la manipulación de los peces— fueron de 11.20/o para los peces que recibieron el alimento control, y de 8.80/o para los que consumieron alimento irradiado durante el período experimental. Ambos valores se encuentran por debajo del límite de 250/o considerado como normal (23).

Los resultados obtenidos permiten concluir que, aun cuando se confirma el hecho de que la radiación gamma constituye un método inocuo y adecuado para reducir la contaminación microbiana de alimento preparado con subproductos agropecuarios, su uso podría considerarse innecesario para la alimentación de la trucha arco iris en el período de alevinaje. La contaminación del alimento por sobre los límites considerados como permisibles, cabe señalar, al parecer no afecta el crecimiento ni la conversión y mortalidad de esta especie.

Sin embargo, de ser factible el uso de una dieta similar en períodos posteriores, cuando la trucha ha alcanzado ya el tamaño apto para el consumo humano, la contaminación microbiana podría ser un factor importante de considerar y controlar por razones higiénicas y bromatológicas.

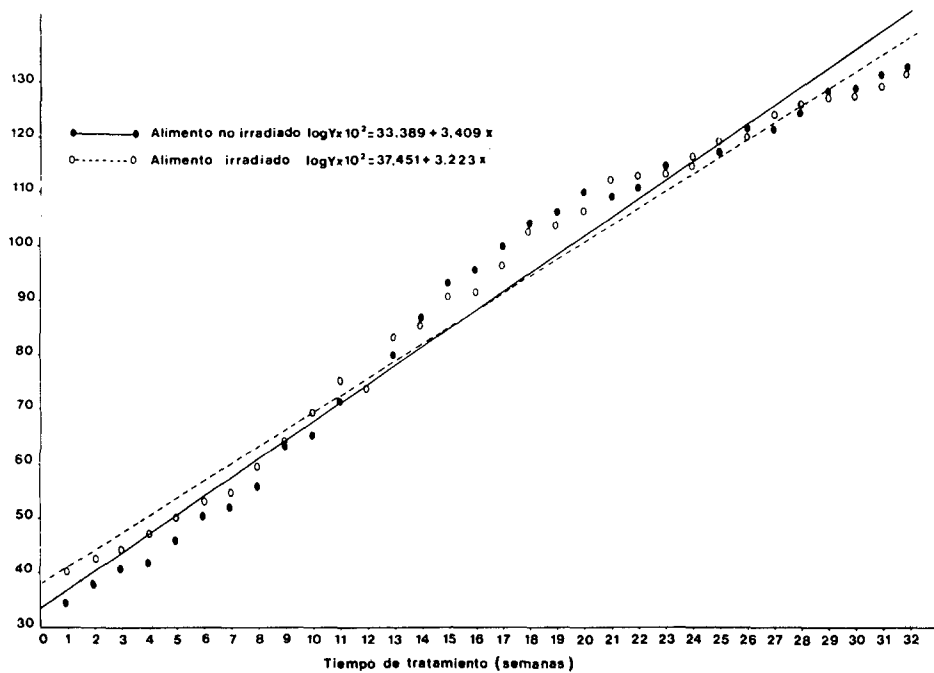


FIGURA 2

Curvas de crecimiento rectificadas de los peces alimentados con dieta irradiada y no irradiada

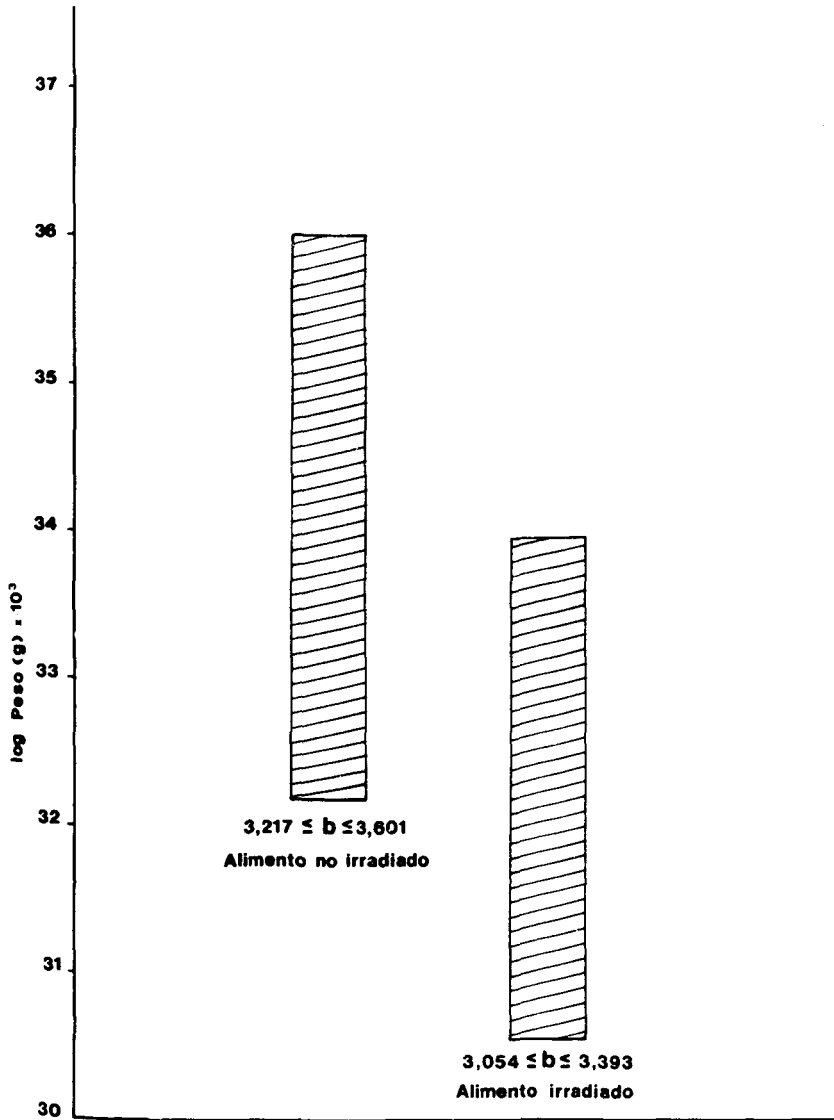


FIGURA 3

Intervalos de confianza de los coeficientes de regresión de las curvas de crecimiento rectificadas, de ambos grupos de peces ($\alpha \leq 0.05$)

SUMMARY

USE OF DIETS TREATED WITH GAMMA RADIATION IN FEEDING
RAINBOW TROUT (*Salmo gairdnerii irideus*)

A rainbow trout diet, partially prepared with agroindustrial by-products, including laying hen's dung, was treated with gamma radiation (25 KGy). The objective was to reduce the microbiological contamination and test its effect on weight gain, feed efficiency and mortality of trouts. For this purpose, two groups of trouts were compared: one received irradiated food, and the other the same diet, but without treatment.

The experience was carried out through a period of 32 weeks, during the free growth stage (from 2 to 20g).

Microbiological contamination decreased from high values ($> 6 \times 10^6$ germs/g of food) to acceptable levels ($\leq 3 \times 10$ germs/g of food), but the parameters measured in trouts, did not show any difference among both groups.

BIBLIOGRAFIA

1. Grumber, J., M. Burgos & O. González. Utilización de la proteína proveniente de subproductos agropecuarios en la alimentación de la trucha arco iris durante el período de alevinaje. *Arch. Latinoamer. Nutr.*, **30**: 223-235, 1980.
2. Adamiker, D. Irradiation of laboratory animal diets. A review. *Z. Versuchstierk Bd*, **18**: 191-201, 1976.
3. González, O. & M. Burgos. Estudio de algunos agentes contaminantes en ratas de laboratorio. *Rev. Soc. Med. Vet. Chil.*, **28**: 26-31, 1978.
4. Adamiker, D. A comparison of various methods for treating feedstuffs for laboratory animals. *Food Irr. Inf.*, **5**: 19-42, 1975.
5. González, O., M. Burgos & T. Rubio. Posibilidades de esterilización de alimento para animales de laboratorio mediante radiaciones en Chile. *Cs. Inv. Ag.*, **5**: 193-197, 1978.
6. Ley, J. F. The use of irradiation for the treatment of various animal feed products. *Food Irr. Inf.*, **1**: 8-22, 1972.
7. Baez, H., C. Visconti, R. Urbá, M. Vargas, B. Enero & P. Pardo. **Composición de Alimentos Chilenos de Uso en Ganadería y Avicultura**. Santiago, Chile, Ministerio de Agricultura, Servicio Agrícola y Ganadero, 1971.
8. Fontenot, J. P. & V. Jurubescu. Processing of animal waste by feeding to ruminants. In: **Digestive Physiology and Metabolism in Ruminants**.

- Ruckebusch and Thivend (Eds.). Westport, Connecticut, The Avi Publishing Company, Inc., 1980.
9. Thiews, K., J. Gropp & H. Koops. On the development of optimal rainbow trout pellet feeds. *Arch. Fish Wiss.*, **27**: 1-29, 1976.
 10. Shaperclaus, W. **Traité de Pisciculture en Etang**. Paris, France, Vigot Frères Editeurs, 1961.
 11. Phillips, A. M. **Trout Feeds and Feeding**. Manual of Fish Culture. Washington, D.C., Bureau of Sport Fisheries and Wildlife, 1970.
 12. Association of Official Analytical Chemists. **Official Methods of Analysis of the AOAC**. 13th. ed. Washington, D. C., The Association, 1980.
 13. Chapman, D., R. Castillo & J. A. Campbell. Evaluation of protein in foods. I. A method for the determination of protein efficiency ratios. *Canad. J. Biochem. Physiol.*, **37**: 678-686, 1959.
 14. Thatchcher, F. F. & D. F. Clark. **Análisis Microbiológico de los Alimentos**. Zaragoza, Editorial Acribia, 1973.
 15. Ford, D. J. The effect of methods of sterilization on the nutritive value of protein in a commercial rat diet. *Brit. J. Nutr.*, **35**: 267-275, 1976.
 16. Edwards, D. J., E. Austring, S. Risa & T. Gjedrem. Carbohydrate in rainbow trout diets. I. Growth of fish of different families fed diets containing differents proportions of carbohydrate. *Aquaculture*, **11**: 31-38, 1976.
 17. Dabrowska, H. & T. Wojno. Studies on the utilization by rainbow trout (*Salmo gairdnerii*, Rich.) of feed mixture containing soybean meal and addition of amino acids. *Aquaculture*, **10**: 297-310, 1977.
 18. Peterson, J. S. & R. Cook. Utilization of diets sterilized by gamma radiation for germ-free and specific-pathogen-free laboratory animals. In: **Defining the Laboratory Animals**. Washington, D. C., National Academy of Sciences, 1971.
 19. Ito, H., H. Iisuka & T. Sato. Sterilization of laboratory animal diets by gamma radiation. *Japan Atomic Res. Inst.*, **M-5458**: 132, 1973.
 20. Coates, M. E., P. N. O'Donaghue, P. R. Payne & R. J. Ward (Eds.). Dietary standards for laboratory rats and mice. En: **Laboratory Animals Handbook 2**. Woodmansterne Road, Carshalton, Laboratory Animals Centre, 1969.
 21. Cho, C. Y., S. J. Slinger & H. S. Bayley. Influence of level and type of dietary protein and of level of feeding on feed utilization by rainbow trout. *J. Nutr.*, **106**: 1547-1556, 1976.
 22. Patiño, R. A. **Cartilla de Piscicultura**. 2a. ed. Cali, Colombia, Imprenta de la Universidad del Valle, 1974.
 23. Rubin, R. **La Piscifactoría. Cría Industrial de los Peces de Agua Dulce**. México, D. F., México, Editorial Continental S. A., 1976.

OBTENCION DE HARINA Y CONCENTRADO PROTEINICO DE SEMILLAS DE *Melilotus albus*. ESTUDIO DE LA CALIDAD DE LA PROTEINA

*Sara I. L. de Mucciarelli,¹ Mirta L. de Arellano,² Manuela M. de
Pedernera,² José A. Cid³ y Carola E. Guardia³*

Facultad de Química, Bioquímica y Farmacia,
Universidad Nacional de San Luis, República Argentina

RESUMEN

El planteamiento del presente trabajo fue determinar la calidad nutritiva de harina y concentrado proteínico obtenidos a partir de semillas de *Melilotus albus* (trébol blanco).

En una primera etapa se estudió la harina, y el análisis de aminoácidos mostró a la metionina como primer limitante, con un cómputo químico (CQ)

Manuscrito modificado recibido: 27-10-83.

- 1 Profesora Titular Efectiva de Ensayo y Valoración de Medicamentos, Facultad de Química, Bioquímica y Farmacia de la Universidad Nacional de San Luis, Chacabuco y Pedernera (5700), San Luis, Argentina.
- 2 Jefes de Trabajos Prácticos de Ensayo y Valoración de Medicamentos, e integrante del Proyecto No. 8002 de Ciencia y Tecnología de la Universidad Nacional de San Luis, Argentina, respectivamente.
- 3 Jefes de Trabajos Prácticos de Bromatología, Facultad de Química, Bioquímica y Farmacia de la citada Universidad e integrante del Proyecto arriba mencionado.

de 25, la treonina fue el segundo limitante (CQ = 55), y el valor biológico (VB) fue de 27. Se hicieron estudios de suplementación a distintos niveles de metionina, encontrándose que el mejor aprovechamiento se logra mediante el agregado de 0.30/o. El nuevo VB obtenido en estas condiciones fue de 60.

Se determinó también el índice de eficiencia proteínica (PER) el cual, corregido con respecto a la caseína, fue de 1.4.

En experimentos sucesivos se aisló la proteína previo estudio de las mejores condiciones en lo que se refiere a pH, de solubilización y precipitación, consiguiéndose eliminar los compuestos cumarínicos presentes en la harina. Con el aislado proteínico suplementado se realizaron nuevas experiencias biológicas, obteniéndose en estas condiciones un mejor aprovechamiento, con un PER de 2.4, y un VB de 69.

El estudio se completó con ensayos de inocuidad realizados con ratas de ambos sexos, alimentadas con dietas experimentales y una dieta control durante 60 días.

Los parámetros determinados revelaron que el concentrado proteínico purificado, administrado en el tiempo y condiciones en que se llevó a cabo el ensayo, no ocasionaron signos evidentes de toxicidad.

INTRODUCCION

El propósito del estudio que aquí se describe fue evaluar la calidad de la proteína de las semillas de trébol blanco (*Melilotus albus*).

Esta leguminosa es una forrajera que se siembra juntamente con plantas propias del invierno, generalmente, centeno. Son plantas melíferas y de abono que mejoran la estructura del suelo por el tipo de raíz, pivotante y profunda, con buena adaptación en regiones semiáridas y resistentes a suelos arenosos y alcalinos. Se encuentra muy difundida en la Provincia de San Luis, en donde las condiciones para su cultivo son óptimas.

El trébol blanco ha sido poco estudiado, y ajeno a su descripción botánica (1), no hemos encontrado publicaciones que se refieran a la calidad de su proteína.

El estudio que seguidamente se describe comprendió la caracterización química y nutricional de la harina obtenida a partir de semillas, con y sin suplementación con DL-metionina, y del aislado proteínico suplementado con el aminoácido citado. Se completó con algunos ensayos de inocuidad.

MATERIALES Y METODOS

Preparación de las Muestras

1. La harina sometida a estudio, se obtuvo por molienda de semillas de *Melilotus albus* previamente secadas durante 24 horas a 50°C. Luego el producto se cernió en un tamiz No. 2; se obtuvo así una harina de color amarillo claro, aromática. Las semillas nos fueron generosamente proporcionadas por la Dirección de Agricultura de la Provincia de San Luis.
2. Los concentrados proteínicos fueron obtenidos por extracción en medio alcalino y precipitación en medio ácido (2, 3). Los mejores resultados se obtuvieron a un pH de extracción de 9 y a un pH de precipitación de 4, y la extracción se realizó en la relación de 1:20.

Métodos Analíticos

Se determinó el contenido de humedad, extracto etéreo, cenizas totales y fibra cruda de acuerdo a las técnicas descritas por la AOAC (4).

Además, se valoraron azúcares reductores y no reductores (5), almidón (6), proteínas por mineralización mediante el procedimiento de Kjeldahl, con posterior determinación de nitrógeno usando electrodo ión selectivo (7). Para convertir el dato de nitrógeno en proteína se usó el factor 6.25. Se evaluó también el nitrógeno no proteínico mediante el uso de solución de ácido tricloroacético al 100/o (8).

La determinación de hierro y cobre se hizo sometiendo la muestra de harina humectada con glicerina-álcohol 1:1 a una temperatura de 600°C durante una noche, y posteriormente fueron cuantificados por espectrofotometría de absorción atómica, usando el espectrofotómetro AROLAB S.A.I.Y.C. modelo M.K. 4 (9).

La cuantificación de fósforo se llevó a cabo por espectrofotometría en base a la formación de azul de molibdeno (10), con previa destrucción de materia orgánica nítrico-sulfúrico y el calcio, por el método del ácido cloránico (11). Ajeno a ello, se determinaron dos vitaminas: ácido ascórbico por el método de Roe y Kuether (12), y niacina por el método microbiológico (13).

El contenido de aminoácidos se estableció en muestras desengrasadas durante seis horas con éter de petróleo y en caliente. La

muestra fue hidrolizada con HCl 6.N en ampollas, evacuadas y selladas a 110°C durante 22 horas, y la cuantificación final se hizo en un analizador de aminoácidos Beckman modelo 112-CL. El triptofano se analizó utilizando la técnica descrita por Lombard y Lange (14).

Con los datos obtenidos se efectuó el cálculo de cómputo químico (CQ) para aminoácidos esenciales (15).

Evaluación de la Calidad de la Proteína Mediante Ensayos Biológicos

La utilización proteínica neta (NPU) y la digestibilidad se determinaron según las técnicas de Miller y Bender (16), usándose para el caso ratas cepa Wistar de 30 días de edad y pesos comprendidos entre 45 y 55 g. La experiencia se llevó a cabo en grupos de cuatro animales cada uno; dos grupos para las dietas estudiadas y uno para la dieta libre de proteína. Las dietas sometidas a investigación fueron preparadas de acuerdo a Sambucetti, Gallegos y Sanahuja (17). Los animales se mantuvieron en jaulas individuales y se les suministró agua y dieta *ad libitum*. El valor biológico se calculó como: $VB = NPU/digestibilidad$.

El índice de eficiencia proteínica (PER) se determinó siguiendo el método de Campbell (18).

Ensayos de Inocuidad

Aprovechando la experiencia para determinar el PER, a los dos grupos de 10 ratas cada uno (cinco machos y cinco hembras) se les siguió alimentando por 30 días más; uno, de referencia, cuyo aporte proteínico lo suministraba la caseína, y el otro, experimental, en cuyo caso el 100/o de proteína fue aportado por harina de *M. albus* o por el concentrado proteínico obtenido a partir de la misma.

Al término del ensayo los animales se sacrificaron por punción cardíaca, extrayéndoseles sangre y algunos órganos. En sangre total, usando un "pool" de ratas hembra y macho, correspondiente al lote experimental y control, se determinó el hematocrito (micro hematocrito). Seguidamente, se obtuvo el peso individual de algunos órganos: hígado, riñón, bazo, páncreas y suprarrenales y se estudió individualmente la composición porcentual del hígado: agua (método indirecto), grasa (extracción en Soxhlet con éter etílico), y proteína por el método de Kjeldahl con deter-

minación final de nitrógeno por potenciometría (7), usando 6.25 como factor de conversión. Se hizo también el estudio histológico de cortes de hígado y bazo, los que fueron fijados por líquido de Bouin débil, con un tiempo de fijación de 6 horas; se deshidrató y realizó inclusión en parafina, haciéndose cortes con un espesor de tres a cuatro micras; la coloración usada fue hematoxilina-eosina.

Investigación de Factores Tóxicos

Se investigó la presencia de cumarina común en el género *Melilotus* por cromatografía en capa delgada, usando como soporte MN-silica gel G/UV₂₅₄; solvente de corrida benceno-dioxano-acético (120:20:1). La investigación de compuestos cumarínicos con actividad anticoagulante fue realizada por método biológico, mediante la determinación de tiempo de protrombina (19).

La actividad antitriptica se investigó aplicando la técnica propuesta por Bouzas y Bertoni (20).

Por otra parte, la actividad hemaglutinante fue determinada por el procedimiento de Jaffé y Brucher (21), para lo cual se obtuvieron extractos, suspendiéndose la harina en NaCl al 10/o en la proporción de 1:5.

RESULTADOS Y DISCUSION

1. Estudio de la Harina Cruda de Melilotus albus

a) *Sin suplementación* — En la Tabla 1 se detallan los resultados obtenidos en la determinación química porcentual; es de destacar el alto contenido de proteína, del total de N (5.9 g/100 g), 180/o del cual era no proteínico. También cabe subrayar el contenido de fósforo y calcio.

La composición en aminoácidos de la harina estudiada se consigna en la Tabla 2. En ella se incluyen también los valores de CQ y el contenido de aminoácidos esenciales de la proteína de huevo.

El contenido de lisina fue muy bueno, con un CQ igual a 109, tomando como referencia la proteína del huevo, y también es de destacar el buen contenido de triptofano, cuyo CQ fue igual a 75. Según se encontró, la metionina es el primer aminoácido limitante presentando un CQ de 25. Como era de prever, la harina usada como fuente de proteína en las dietas sometidas a estudio

TABLA 1

COMPOSICION QUIMICA DE LA HARINA DE *Melilotus albus*

Humedad	9.57 g/100 g
Proteína	36.87 g/100 g
Extracto etéreo	8.35 g/100 g
Cenizas totales	3.70 g/100 g
Fibra cruda	7.46 g/100 g
Azúcares reductores, como maltosa	2.76 g/100 g
Azúcares no reductores, como sacarosa	0.83 g/100 g
Almidón	27.00 g/100 g
Acido ascórbico	47.00 mg/100 g
Niacina	3.20 mg/100 g
Fósforo	565.00 mg/100 g
Hierro	6.25 mg/100 g
Cobre	1.40 mg/100 g
Calcio	200.00 mg/100 g

arrojó valores bajos de utilización proteínica neta (NPU) y de valor biológico (VB), según datos consignados en la Tabla 3, en la que se presenta también la digestibilidad. La investigación de hemaglutininas fue negativa en las condiciones en que se llevó a cabo el ensayo. La concentración de factores antitripticos fue baja: 6 UTI/mg proteína (unidades de tripsina inhibidas por mg de proteína).

b) *Suplementada al 0.30/o con DL-metionina* – Se ensayó la suplementación de la harina con metionina a distintos niveles, obteniéndose el mejor valor nutritivo al nivel de 0.30/o.

Con la harina así suplementada se realizaron distintas experiencias *in vivo*. En la Tabla 3, por ejemplo, se dan los valores de NPU, digestibilidad, valor biológico y PER, observándose que en este último ensayo se obtuvo un valor de 1.61 en contraste a uno de caseína de 2.90, de modo que, corregido, fue igual a 1.40 (véase la Tabla). Es de mencionar el aumento del valor biológico conseguido con la suplementación.

La investigación de cumarina en la harina, usando un extracto clorofórmico, reveló su presencia en la semilla. Probamos si se habían formado compuestos cumarínicos con actividad anticoagu-

TABLA 2

CONTENIDO DE AMINOACIDOS DE HARINA Y CONCENTRADO
 PROTEINICO DE *Melilotus albus* Y VALORES DE COMPUTO QUIMICO

Aminoácido	Proteína de huevo g/16 g N	Harina de <i>M. albus</i> g/16 g N	Cómputo químico	Concentrado proteínico de <i>M. albus</i> g/16 g N	Cómputo químico
Isoleucina	6.29	3.75	59	3.88	62
Leucina	8.50	7.07	83	7.21	85
Lisina	6.40	6.96	109	6.50	101
Metionina	3.36	0.84	25	0.94	28
Cistina	2.40	1.70	71	1.52	63
Fenilalanina	5.73	4.23	74	4.20	73
Tirosina	4.20	2.93	70	2.10	50
Treonina	5.12	2.83	55	2.40	47
Triptofano	1.49	1.12	75	1.18	79
Valina	6.85	4.20	61	4.21	61
Arginina		10.89		11.20	
Alanina		3.71		3.20	
Ac. Aspártico		10.44		8.02	
Ac. Glutámico		17.21		14.42	
Glicina		4.69		3.51	
Prolina		3.25		4.50	
Serina		3.42		3.50	
Histidina		3.44		3.46	

lante, alimentando dos lotes de ratas cepa Wistar como sigue: uno, con dieta a base de caseína, y el otro, con la elaborada a base de la harina sometida a estudio; la experiencia consistió en determinar el tiempo de protrombina. El lote control acusó una media de 12.2 segundos con una desviación estándar de ± 0.009 ; para el lote problema, la media fue de 12.98, con una desviación estándar de ± 0.077 ; ($P < 0.05$). Al expresar los resultados en términos de porcentaje, los valores fluctuaron entre 78 y 85%, siendo los valores normales de 85 a 110% (22).

El ensayo de inocuidad con los dos grupos de ratas que reci-

TABLA 3

CALIDAD BIOLÓGICA DE LA HARINA DE *M. albus*, DE HARINA DE *M. albus* SUPLEMENTADA AL 0.30% CON METIONINA, Y DEL CONCENTRADO PROTEINICO SUPLEMENTADO

Fuente de proteína	PER* $\bar{x} \pm DE$	NPU $\bar{x} \pm DE$	Digestibilidad $\bar{x} \pm DE$	Valor biológico
Harina de <i>M. albus</i>	—	22.7 \pm 1.20	82.4 \pm 3.84	27
Harina de <i>M. albus</i> + 0.30% met.	1.4 \pm 0.48	50.4 \pm 2.10	83.7 \pm 1.70	60
Conc. proteínico + 0.30% met.	2.4 \pm 0.58	57.2 \pm 2.58	83.5 \pm 1.30	69

* PER corregido con respecto a la caseína, que se llevó a 2.50.

bieron la dieta control a base de caseína, y la dieta bajo investigación permitió detectar signos de toxicidad. El peso de los animales, el de algunos órganos y los valores del hematocrito se detallan en la Tabla 4. Se deduce que la alimentación con la dieta experimental iniciada al destete y mantenida durante 60 días, provocó hipertrofia del hígado, páncreas, riñón y suprarrenales, con diferencias significativas con respecto al lote testigo. Se aprecia también un sensible aumento del índice páncreas/bazo, anormalidad que Jaffé y Vega atribuyen a la presencia de inhibidores de la tripsina (23). En el caso de la harina investigada por nosotros, el fenómeno no sería atribuible a la presencia de este antinutriente, pues se encontró en baja concentración, sino más bien a la presencia de derivados cumarínicos tóxicos.

En cuanto a la composición química porcentual de hígado, los datos obtenidos no revelan diferencias significativas (Tabla 5).

En el estudio histológico de bazo e hígado se apreció que el primero presenta características normales, no observándose alteraciones en las células ni en los sinusoides distribuidos en toda la

TABLA 4

PESO DE HIGADO, BAZO, PANCREAS, SUPRARRENALES Y RIÑÓN DE RATAS MACHO Y HEMBRA ALIMENTADAS DURANTE 60 DIAS CON UNA DIETA A BASE DE HARINA DE *M. albus* SUPLEMENTADA AL 0.30/o CON METIONINA, Y CON LA DIETA CONTROL

	Sexo	Dietas	
		Experimental	Control
Peso de las ratas	Macho	170.400 ± 6.920 ^{a**}	229.400 ± 8.500
	Hembra	148.200 ± 6.000 ^{**}	192.000 ± 7.100
Hígado g/100 g rata	Macho	6.100 ± 0.180 ^{**}	4.020 ± 0.220
	Hembra	6.240 ± 0.160 ^{**}	4.000 ± 0.230
Bazo g/100 g rata	Macho	0.150 ± 0.050 ^{**}	0.280 ± 0.020
	Hembra	0.133 ± 0.004 [*]	0.200 ± 0.020
Páncreas g/100 g rata	Macho	0.120 ± 0.010 [*]	0.053 ± 0.040
	Hembra	0.110 ± 0.010 [*]	0.049 ± 0.020
Riñón g/100 g rata	Macho	0.520 ± 0.030 ^{**}	0.370 ± 0.020
	Hembra	0.460 ± 0.020 ^{**}	0.360 ± 0.030
Suprarrenales mg/100 g rata	Macho	15.000 ± 0.500 ^{**}	9.020 ± 0.040
	Hembra	13.120 ± 0.850 [*]	10.500 ± 0.450
<i>Valores del hematocrito</i>			
	Macho	540/o	470/o
	Hembra	510/o	450/o

^a Media ± desviación estándar.

^{*} Diferencia significativa respecto al lote control, $P < 0.01$ calculado por la prueba de "t" de Student.

^{**} Diferencia altamente significativa respecto al lote control, $P < 0.001$ calculado por la prueba de "t" de Student.

TABLA 5

COMPOSICION DEL HIGADO DE RATAS MACHO Y HEMBRA ALIMENTADAS CON DIETA A BASE DE HARINA Y CONCENTRADO PROTEINICO DE *M. albus*, SUPLEMENTADAS AL 0.3°/o CON METIONINA, Y CON LA DIETA CONTROL (g/100 g de hígado)

Dieta	Agua		Grasa		Proteína	
	M	H	M	H	M	H
Harina de <i>M. albus</i> + 0.3°/o Met.	69.50 ± 0.30*	71.90 ± 0.70	4.40 ± 0.21	4.30 ± 0.20	21.20 ± 1.50	20.80 ± 0.40
Concentrado proteínico de <i>M. albus</i> + 0.3°/o Met.	69.10 ± 0.30	70.00 ± 0.45	4.80 ± 0.18	4.50 ± 0.11	20.70 ± 0.23	21.40 ± 0.53
Dieta control	69.45 ± 0.30	71.00 ± 0.65	4.70 ± 0.26	4.50 ± 0.22	20.70 ± 0.50	20.50 ± 0.50

* Media ± desviación estándar.

pulpa roja. En cuanto al hígado, el tejido hepático acusó algunas alteraciones, tanto a nivel parenquimatoso, como estromático y vasculo sanguíneo. El núcleo de los hepatocitos tiene características normales, pero el citoplasma está ocupado por numerosos gránulos y vacuolas, signos evidentes de lisis o ruptura. Además, se observa hipertrofia celular. Distribuidos en todo el tejido existen depósitos con afinidad tintoreal acidófila formada por sangre extravasada. El aspecto de éstas formaciones sugiere que las hemorragias se produjeron antes del sacrificio, y no durante la extracción del material.

2. *Obtención y Estudio de Concentrados Proteínicos (CP), Obtenidos a Partir de Harina de Melilotus albus*

El método usado para la obtención de concentrados proteínicos permitió la extracción del 80% del nitrógeno presente en la harina; y del nitrógeno extraído, el 90% precipitó a un pH de 4. El rendimiento final en porcentaje de nitrógeno, como concentrado proteínico, respecto del original en la harina, fue de 70%. El contenido proteínico del concentrado obtenido es de 90.60 a 96.25 g/100 g. La experiencia, cabe aclarar, fue llevada a cabo a nivel de laboratorio. Como modificación al método propuesto por Bertoni y Cattaneo (2) y por Kaba y Sanahuja (3), fue necesario suspender el precipitado en una mezcla de cloroformo-alcohol (1:1.5) con agitación mecánica durante 15 min, centrifugarlo, y lavarlo con alcohol hasta llegar a una reacción negativa de compuestos cumarínicos en los líquidos de lavado (tres bastaron para ese propósito).

El concentrado proteínico convenientemente secado y molido es de color blanco grisáceo. Sobre el material así obtenido se practicó la determinación de aminoácidos. Los valores resultantes se incluyen en la Tabla 2, donde estos datos se comparan con los señalados en la misma Tabla para los que se obtuvo con la harina completa. Se deduce así que la concentración original no fue mayormente afectada por el procedimiento de extracción.

Con este CP se preparó la dieta (17) a la cual se le agregó 0.30% de metionina, y con ella se hicieron los ensayos biológicos.

En la Tabla 3 se consignan los valores de PER, NPU, digestibilidad y valor biológico. De los datos obtenidos se infiere que el CP es mejor aprovechado, siendo muy notable el aumento de PER, que de 1.40 para la harina suplementada, pasó a ser de 2.40; am-

TABLA 6

**PESO DE HIGADO, BAZO, PANCREAS, SUPRARRENALES Y RIÑON
DE RATAS MACHO Y HEMBRA ALIMENTADAS DURANTE 60 DIAS
CON UNA DIETA A BASE DE CONCENTRADO PROTEINICO
SUPLEMENTADA AL 0.3% CON METIONINA, Y CON
LA DIETA CONTROL**

	Sexo	Dietas	
		Experimental	Control
Peso de las ratas	Macho	176.160 ± 8.700*	159.900 ± 7.420
	Hembra	149.800 ± 6.600	159.000 ± 3.000
Hígado g/100 g rata	Macho	3.810 ± 0.240	3.860 ± 0.360
	Hembra	4.100 ± 0.180	4.020 ± 0.160
Bazo g/100 g rata	Macho	0.160 ± 0.011	0.170 ± 0.020
	Hembra	0.160 ± 0.030	0.160 ± 0.020
Páncreas g/100 g rata	Macho	0.063 ± 0.010	0.064 ± 0.060
	Hembra	0.064 ± 0.010	0.059 ± 0.003
Riñón g/100 g rata	Macho	0.410 ± 0.023	0.390 ± 0.020
	Hembra	0.410 ± 0.020	0.440 ± 0.120
Suprarrenales mg/100 g rata	Macho	7.550 ± 0.230	7.220 ± 0.380
	Hembra	8.320 ± 0.250	8.100 ± 0.180
<i>Valores del hematocrito</i>			
	Macho	50% <i>o</i>	51% <i>o</i>
	Hembra	50% <i>o</i>	49% <i>o</i>

* Media ± desviación estándar.

bos valores fueron corregidos con respecto a la caseína, que se llevó a 2.50

Los ensayos de inocuidad realizados de acuerdo al esquema ya citado, nos permitieron deducir —en base a algunos datos experimentales, por ejemplo, peso de órganos, valores de hematocrito (Tabla 6) y composición porcentual de hígado (Tabla 5)— que la dieta sometida a estudio, administrada durante 60 días a ratas de 21 días no provocó modificaciones significativas.

En cuanto al estudio histológico, pudimos apreciar lo siguiente. El *bazo*, por ejemplo era normal, apareciendo sangre sólo sobre el tejido linfático y en pequeña cantidad, encontrándose la mayor proporción sanguínea en la pulpa roja dentro de los senos esplénicos. *Hígado*. Este órgano mostró a la observación al microscopio, hepatocitos normales. Los vasos sanguíneos no acusaban alteraciones.

Estos resultados, por consiguiente, nos permitieron inferir que el proceso de extracción proteínica redujo la presencia de factores tóxicos.

En términos generales podemos, pues, concluir que el concentrado proteínico purificado y convenientemente suplementado con metionina, puede ser un buen recurso alimenticio.

SUMMARY

OBTENTION OF A FLOUR AND A PROTEIN CONCENTRATE FROM *Melilotus albus* SEEDS. STUDY ON PROTEIN QUALITY

The present research was carried out to determine the nutritive quality of the flour and protein concentrate from *Melilotus albus* (white clover) seeds.

The flour was studied first. The protein analysis showed methionine to be the first limiting amino acid with a chemical score of 25, with threonine as the second. The biological value obtained was 27. Supplementation studies were performed with different levels of methionine and it was found that the 0.30/o level resulted in the best net performance. The biological value obtained under these conditions was 60. The protein efficiency ratio (PER) was also determined, with a value of 1.40 after being corrected with respect to casein.

The protein was isolated after studying the pH optimum solubility and precipitation conditions until the flour coumarin compounds were eliminated. Further biological experiments were carried out with the supplemented isolated protein. Under these conditions, a PER value of 2.4 and a biological

value of 69 were obtained.

No toxicity was observed in rats of both sexes by administration of the protein concentrate during 60 days, at least in the parameters studied during this period.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Lic. Luis Scardapane, de la Cátedra de Histología de la Facultad de Química, Bioquímica y Farmacia de la Universidad Nacional de San Luis (República Argentina), la realización del estudio histológico.

El trabajo, en su totalidad, se llevó a cabo con el aporte financiero de la Subsecretaría de Ciencia y Tecnología (SUBCYT) y de la Secretaría de Ciencia y Tecnología de la Universidad Nacional de San Luis.

BIBLIOGRAFIA

1. Burkart, A. **Las Leguminosas Argentinas**. Buenos Aires, Acme Agency, 1952.
2. Bertoni, M. H. & P. Cattaneo. Aislamiento de proteínas de harina integral de semilla de lino. **Anales Asoc. Quim. Argentina**, **60**: 363, 1970.
3. Kaba, H. & J. C. Sanahuja. Evaluación nutricional de concentrados proteicos de porotos (*Phaseolus vulgaris*) y de lentejas (*Lens esculenta*). **Arch. Latinoamer. Nutr.**, **28**: 169, 1978.
4. Association of Official Analytical Chemists. **Official Methods of Analysis of the AOAC**. 12th. ed. Washington, D. C., The Association, 1975.
5. Hart, F. L. & H. J. Fisher. **Análisis Moderno de los Alimentos**. Zaragoza, España, Editorial Acribia, 1971, p. 88.
6. Montes, A. L. **Bromatología**. Tomo II. Buenos Aires, Editorial Universitaria de Buenos Aires, 1969, p. 90.
7. Bremner, J. M. & M. A. Tabatabai. Use of an ammonia electrode for determination of ammonium in Kjeldahl analysis of soils. **Comm. in Soil Sci. and Plant. Anal.**, **3**(2): 159, 1972.
8. Pérez, G., C. Martínez & E. Díaz. Evaluación de la calidad de la proteína de la *Erythrina edulis* (Balu). **Arch. Latinoamer. Nutr.**, **29**: 193-207, 1979.
9. Información Técnica ARO No. 4003. Buenos Aires.
10. Jacobs, M. B. **Chemical Analysis of Food and Food Products**. New York, N. Y., R. Kriger Publishing Co. Inc., 1973, p. 754.

11. Welcher, J. F. (Ed.) **Standard Methods of Chemical Analysis**. Vol. IIIB, 6th ed. New Jersey, N. J., D. Van Nostrand Company, Inc., 1966, p. 1110.
12. Strohecker, R. & H. M. Henning. **Análisis de Vitaminas. Métodos Comprobados**. Madrid, Editorial Montalvo, 1967, p. 296.
13. Carrera, P. A. & R. N. Basualdo. Estudios de métodos microbiológicos para la determinación de vitaminas hidrosolubles en oleaginosas. **Rev. Asoc. Bioquim. Arg. (ABA)**, **192-193**: 74-85, 1975.
14. Lombard, J. H. & D. J. de Lange. The chemical determination of tryptophan in food and mixed diets. **Anal. Biochem.**, **10**: 260-265, 1965.
15. Mitchell, H. H. & R. J. Block. Some relationship between the amino acid contents of proteins and their nutritive values for rats. **Biol. Chem.**, **163**: 599-620, 1949.
16. Miller, D. S. & A. E. Bender. The determination of the net utilization of proteins by a shortened method. **Brit. J. Nutr.**, **9**: 382-388, 1955.
17. Sambucetti, M. E., G. Gallegos & J. C. Sanahuja. Estudio de la proteína extraída de semilla de lino. Valor nutritivo e inocuidad. **Arch. Latinoamer. Nutr.**, **20**: 119-133, 1970.
18. Campbell, J. A. Biological assay methods for protein evaluation. (Chapter III, Appendix A: Method for Determination of PER and NPR). En: **Evaluation of Protein Quality**. Washington, D. C., National Academy of Sciences-National Research Council, 1963, p. 31 (NAS-NRC Publication 1.100).
19. Eichelberger, J. W. **Métodos de Laboratorio en Coagulación Sanguínea**. Madrid, Edit. ATIKA, S. A., 1966, p. 29.
20. Bouzas, J. D. & M. H. Bertoni. Evaluación de la actividad antitriptica de productos de soja. Ajuste del método con sustrato sintético. Presentado en: **I Congreso Latinoamericano de Ciencia y Tecnología de Alimentos, Buenos Aires, Argentina, noviembre de 1979** (Corresponde al Trabajo No. 117).
21. Jaffé, M. G. & O. Brucher. Toxicidad y especificidad de diferentes fitohemaglutininas de frijoles (*Phaseolus vulgaris*). **Arch. Latinoamer. Nutr.**, **22**: 267-281, 1972.
22. Balcells Gorina, A. **La Clínica y el Laboratorio**. Barcelona, Edit. Marín S. A., 1973, p. 195.
23. Jaffé, W. G. & C. L. Vega. Heat-labile growth-inhibiting factors in beans (*Phaseolus vulgaris*). **J. Nutrition**, **94**: 203-210, 1968.

DIGESTIBILIDAD DE LA PROTEINA Y ENERGIA DE DIETAS ELABORADAS A BASE DE ARROZ Y FRIJOLES EN HUMANOS ADULTOS¹

*Emilio Vargas,² Ricardo Bressani,³ Delia Navarrete,⁴
J. Edgar Brabam³ y Luiz G. Elías⁴*

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

RESUMEN

Se llevaron a cabo cuatro estudios con el objeto de medir la digestibilidad de dietas a base de arroz y frijol (*Phaseolus vulgaris*), y cuantificar el

Manuscrito modificado recibido: 8-7-83.

- 1 Esta investigación se llevó a cabo con fondos de la Universidad de las Naciones Unidas (UNU), Tokio, Japón.
- 2 Investigador Asociado del Programa de Entrenamiento Tutorial Avanzado del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá y la Universidad de las Naciones Unidas (INCAP/UNU), con sede en el INCAP. En la actualidad el Dr. Vargas es investigador del Instituto Costarricense de Investigación y Enseñanza en Nutrición y Salud (INCIENSA), Apartado 4, Tres Ríos, Costa Rica, y Profesor Asociado de la Escuela de Zootecnia, Universidad de Costa Rica.
- 3 Jefe, y Jefe Adjunto de la División de Ciencias Agrícolas y de Alimentos del INCAP, respectivamente.
- 4 Científicos de la citada División.

Publicación INCAP/UNU-30.

efecto de la suplementación con proteína animal (leche) y energía (aceite) sobre la digestibilidad de la energía y proteína de tales dietas en humanos adultos. Las dietas se ofrecieron a modo que aportaran 46, 72 y 103 mg N/kg día. Al suministrar la dieta basal en la que el arroz aportó 60% de la proteína y el frijol 40%, a un nivel de 102.5 mg de nitrógeno/kg/día y 49.5 Kcal/kg/día de energía bruta, se observó una digestibilidad aparente y verdadera del nitrógeno, y una digestibilidad de energía y energía metabolizable de 59.1, 70.8, 93.8 y 92.5%, respectivamente. Al sustituir en esta misma dieta 10% de la proteína vegetal por proteína de leche, los mismos indicadores señalados acusaron una digestibilidad de 65.3, 76.8, 93.5 y 92.1%, respectivamente. La información indica que la suplementación con proteína animal mejora la absorción del nitrógeno a cualquiera de los niveles de energía estudiados. En cambio, la suplementación calórica no tiene efecto positivo sobre la absorción de nitrógeno o energía. Se encontró, asimismo, que la digestibilidad aparente del nitrógeno aumenta en forma significativa al ascender el nivel en la dieta, y se estabiliza cuando la ingesta excede de 100 mg de nitrógeno/kg/día. Se propone, por consiguiente, que para estudios de digestibilidad en dietas en las que la proteína de origen vegetal se utilice a un nivel de nitrógeno de alrededor de 120 mg/kg/día, la digestibilidad verdadera permanece constante, cualquiera que sea el nivel de nitrógeno en la dieta.

INTRODUCCION

Los cereales constituyen una de las principales fuentes de proteína y energía para buena parte de la población mundial, sobre todo en el grupo de menores ingresos de los países en desarrollo. La evidencia experimental indica que las leguminosas de grano son la fuente de proteína complementaria natural para los cereales (1). En Centro América, los principales cereales consumidos son maíz y arroz, y la principal leguminosa la constituye el frijol común (*Phaseolus vulgaris*). La evidencia experimental también sugiere que cuando los cereales y las leguminosas se consumen en una proporción apropiada, la calidad proteínica de la mezcla es superior que la de los componentes individuales (2). En el caso de mezclas de arroz y frijol, la mejor proporción, por peso, es de 4:1 (3).

Uno de los problemas fundamentales de los frijoles como fuente de proteína suplementaria es su baja digestibilidad (4), la que entre otras causas, ha sido asociada a la presencia de factores antifisiológicos, taninos, y contenido de proteínas y carbohidratos resistentes a la hidrólisis, así como a problemas de su procesa-

miento y almacenamiento. Los resultados notificados sobre digestibilidad de la proteína del frijol son muy variables. En ratas, por ejemplo, Jaffé (5) informa valores de 68.7 a 74.20/o; en niños, se señalan valores de 64.3 a 65.60/o (4). En humanos adultos se han citado valores de 49.6 a 62.10/o (6).

En humanos adultos, Dutra de Oliveira, Vannucchi y Duarte (7) encontraron valores de digestibilidad de nitrógeno de 69.30/o en dietas en las que el arroz y el frijol aportan 660/o de la proteína y 680/o de la energía.

En otro estudio realizado en Brasil (8), también en humanos adultos alimentados con una dieta típica de ese país, con base en arroz y frijoles aportando 500/o de la proteína, se halló un valor de digestibilidad del nitrógeno de 64.70/o. Bressani, Navarrete y Vargas (9) por otra parte, encontraron valores de digestibilidad de sólo 52.50/o para dietas a base de frijol y plátano destinadas al consumo de personas adultas. En niños de 1 a 3 años de edad, alimentados con dietas donde el 950/o de la proteína proviene de frijoles y maíz, se encontró una digestibilidad de nitrógeno de 950/o y de energía, de 880/o (10). En lo referente a dietas a base de arroz y frijol, no se encontró en la literatura datos sobre la digestibilidad de energía.

El objetivo del estudio tema de este artículo, fue evaluar la digestibilidad de la proteína y energía, así como la energía metabolizable de dietas a base de arroz y frijol. Se persiguió, asimismo, medir el efecto que en este sentido tiene la suplementación con energía y con proteínas de origen animal. Además, se estudió el efecto del nivel de proteína de la dieta sobre su digestibilidad aparente y verdadera.

MATERIALES Y METODOS

Sujetos

Participaron voluntariamente en cada estudio, 10 individuos adultos, aparentemente sanos, de sexo masculino y que realizan labores de limpieza y de laboratorio en el INCAP. Ocho de ellos participaron en los cuatro estudios. Cabe señalar que antes de iniciar cada estudio, se practicó a todos los sujetos un examen físico y parasitológico. Durante los estudios todos los sujetos continuaron desarrollando sus actividades de rutina y viviendo en sus propias casas. Las características de edad y talla, así como los

pesos al inicio y final de los diferentes estudios, para cada uno de los individuos, se presentan en la Tabla 1.

Diseño Experimental

En base a hallazgos previos (3), se seleccionó la mezcla en la que el arroz aporta 60% de la proteína total de la dieta, y el frijol 40% de ésta, como preparación base para los estudios de digestibilidad en humanos. Esta mezcla fue evaluada a dos niveles de energía y dos niveles de calidad proteínica, constituyéndose el diseño en un factorial de 2 x 2, en donde los factores fueron:

- A. Para energía, 45 y 50 Kcal/kg/día como energía metabolizable.
- B. Para proteína, los dos niveles de calidad proteínica estuvieron constituidos por:
 - 1. la proteína de la mezcla base, a un nivel de 0.2, 0.4 y 0.6 g/kg/día, en las proporciones señaladas, y
 - 2. por la proteína de esta misma mezcla sustituida en un 100% por proteína de leche.

Así pues, resumiendo, se evaluaron cuatro dietas en cuatro estudios, a saber:

- 1. Mezcla de arroz/frijol 60/40, con 45 Kcal/kg/día.
- 2. Mezcla de arroz/frijol 60/40, con 50 Kcal/kg/día.
- 3. Mezcla de arroz/frijol 60/40, con 100% de sustitución por proteína de leche y 45 Kcal/kg/día.
- 4. Mezcla de arroz/frijol 60/40, con 100% de sustitución por proteína de leche y 50 Kcal/kg/día.

Alimentos e Ingredientes

Como fuentes de proteína para los cuatro estudios, se utilizó frijol negro (*Phaseolus vulgaris*) de la variedad S-19 N, arroz (*Oryza sativa*) blanco y pulido, y leche descremada en polvo. Algunas de las características químicas de estos productos se detallan en la Tabla 2. La preparación de los alimentos, así como un detalle más pormenorizado de sus características químicas, ya fueron incluidos en un trabajo previo (3).

TABLA 1

CARACTERISTICAS FISICAS DE LOS SUJETOS QUE PARTICIPARON EN LOS ESTUDIOS

Iniciales del sujeto	Edad (años)	Talla (cm)	Peso (kg) ^a							
			Estudio 1		Estudio 2		Estudio 3		Estudio 4	
			Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inical	Final
MR ^b	29	166	61.1	60.6	60.8	60.3	—	—	—	—
RA	30	169	59.1	56.8	56.4	56.4	57.5	56.8	57.5	56.4
LJ	31	158	57.3	57.5	57.2	57.3	57.3	56.4	57.3	56.7
FM	24	157	56.4	55.4	55.9	55.0	57.5	56.1	57.5	55.7
AG	30	169	56.4	56.6	56.5	56.4	57.3	57.3	57.3	57.4
CE	28	166	64.7	65.0	65.6	64.7	64.5	64.5	64.5	64.7
JL ^b	20	172	60.0	59.5	60.9	61.0	—	—	—	—
GP	23	167	58.9	58.6	58.5	59.2	59.1	58.6	59.1	59.0
OB	23	157	57.6	57.7	57.3	57.5	58.5	57.4	58.5	57.6
RC	32	157	49.1	48.4	49.1	48.9	49.1	47.7	49.1	48.6
VR ^c	20	164	—	—	—	—	52.7	52.7	52.7	53.0
OV ^c	25	158	—	—	—	—	57.5	56.7	57.5	57.5
Promedio	26	163	58.1	57.6	57.8	57.7	57.1	56.4	57.1	56.7
DE	4	6	4.0	4.2	4.3	4.2	4.0	4.2	4.0	4.1

^a Para todos los cálculos se utilizó el peso inicial de cada individuo.

^b Los sujetos MR y JL sólo participaron en los estudios 1 y 2.

^c Los sujetos VR y OV sólo participaron en los estudios 3 y 4.

Dietas Experimentales

En la Tabla 3 se expone un ejemplo de la composición de las dietas que recibieron los sujetos durante los cuatro estudios; el consumo de los componentes proteínicos de la dieta (arroz, frijol y leche) se calculó para cada individuo en particular de acuerdo a su peso. Para el ajuste calórico se utilizaron complementos como caramelos, galletas, refrescos de cola (Pepsi-Cola) y de naranja (Tang). Todos los sujetos recibieron diariamente un suplemento de vitaminas y minerales, como se muestra en la Tabla 3. Las características nutricionales de las dietas se detallan en la Tabla 4.

TABLA 2
COMPOSICION DEL ARROZ, FRIJOLES Y LECHE UTILIZADOS
EN LOS CUATRO ESTUDIOS

Alimento	Estudio			
	1	2	3	4
<i>Arroz cocido</i>				
Humedad, g/100 g	67.88	70.46	67.52	68.01
Proteína, g/100 g ^a	2.72	2.49	2.75	2.74
Energía, Kcal/100 g ^b	150.25	139.50	144.28	152.75
<i>Frijol cocido</i>				
Humedad, g/100 g	75.18	76.02	76.53	76.67
Proteína, g/100 g	7.71	7.39	7.21	7.20
Energía, Kcal/100 g	115.07	115.27	112.02	112.33
<i>Leche descremada</i>				
Humedad, g/100 g	3.10	3.10	3.10	3.10
Proteína, g/100 g	33.86	33.86	33.86	33.86
Energía, Kcal/100 g	421.90	421.90	421.90	421.90

^a Nitrógeno x 6.25.

^b Por determinación en bomba calorimétrica. Ballistic Bomb Calorimeter, Gallenkamp and Co. Ltd. London, England.

TABLA 3

CANTIDAD DE ALIMENTO CONSUMIDO POR UN INDIVIDUO (L.J.)
DIARIAMENTE EN CADA ESTUDIO
(Expresada en g)

Alimentos	Estudio			
	1	2	3	4
Leche descremada, deshidratada	—	—	10	10
Arroz cocido	758	828	675	678
Frijol cocido	178	186	172	172
Refresco con sabor a naranja (Tang)				
(ml) ^a	960	1,440	460	1,440
Café (ml) ^b	480	480	480	480
Pan ^c	100	50	50	50
Margarina	40	60	60	50
Aceite vegetal	20	20	20	20
Azúcar	25	25	30	30
Mermelada de piña	30	15	15	15
Manzana	200	200	200	200
Cebolla	10	10	10	10
Galleta ^d	17	17	—	35
Agua (ml)	600	—	240	120
Refresco de cola (Pepsi-Cola) (ml)	—	300	300	300
Caramelo ^e	—	5	10	22
Suplemento de minerales y vitaminas (grageas) ^f	2	2	2	2

a Producto comercial de sabor artificial a naranja y limón. Se preparó utilizando 10g de Tang y 12 de azúcar en 240 ml de agua. Cada 240 ml de fresco contenía 89 Kcal.

b Se utilizó 3g de café soluble en 480 ml de agua caliente.

c Preparado con almidón de trigo libre de proteína (Jolly Joan Ener-G Goods Inc., P.O. Box 24723, Seattle, Wa.).

d Preparado con almidón de trigo, margarina, aceite y azúcar. Cada galleta pesaba 17g y proporcionaba 104 Kcal.

e Caramelos sabor de naranja o limón con un peso promedio de 5g y proporcionaba 22 Kcal.

f La gragea UNICAP- T de Upjohn contenía: vitamina A, 5,000 U.I.; vitamina D, 500 U.I.; tiamina monohidrato, 10 mg; riboflavina, 10 mg; ascorbato de sodio, 300 mg; niacinamida, 20 mg; clorhidrato de pirodoxina, 2 mg; pantotenato de calcio, 20 mg; vitamina B₁₂, 4 mcg; sulfato ferroso, 31 mg; yoduro de potasio, 0.2 mg; carbonato de calcio 125 mg; sulfato de manganeso, 3 mg; sulfato de magnesio, 30 mg y sulfato de potasio, 11 mg. La gragea Ca-C1000 de Sandoz Ltda. contenía: vitamina C, 1,000 mg; gluconato de calcio, 578 mg; lactato de calcio, 422 mg, y carbonato de calcio, 327 mg.

TABLA 4
CARACTERISTICAS DE LAS DIETAS SUMINISTRADAS EN CADA ESTUDIO
(CASO L.J.)

	Estudio			
	1	2	3	4
Consumo de alimento y agua (g)	3,418	3,636	3,232	3,632
Consumo de alimento y agua (g/kg de peso)	59.7	63.6	56.4	63.2
Proteína total (g) ^a	37.0	36.3	38.4	36.4
Proteína de leche (g)	—	—	3.4	3.4
Proteína de arroz (g)	20.6	20.6	18.6	18.6
Proteína de frijol (g)	13.8	13.7	12.4	12.4
Otras fuentes de proteína (g)	2.6	2.0	4.0	2.0
Calorías totales (Kcal) ^b	2,769	3,187	2,786	3,148
Calorías de leche (Kcal)	—	—	45	45
Calorías de arroz (Kcal)	1,139	1,155	974	1,035
Calorías de frijol (Kcal)	205	215	192	193
Otras fuentes de calorías (Kcal)	1,425	1,817	1,577	1,875
Consumo de energía de proteína (pe o/o) (o/o)	5.7	4.8	5.5	4.6
Densidad calórica de la dieta total (Kcal/g)	0.76	0.84	0.86	0.87
Densidad calórica de la dieta sin el consumo de agua pura (Kcal/g)	0.93	0.84	0.93	0.90

^a Se usó proteína cruda total (N x 6.25) para todos los cálculos.

^b Se usó calorías totales mediante análisis con bomba calorimétrica para todos los cálculos.

Metodología de Evaluación

Cada estudio duró un total de 10 días; durante los primeros tres días, a cada sujeto se le suministró una dieta baja en nitrógeno (15-20 mg de N/kg/día) seguido de un aumento progresivo de la ingesta cada dos días, ascendiendo de 0.2, a 0.4 y a 0.6 g de proteína/kg/día. En el transcurso de cada período de dos días se recolectó heces y orina, usando carmín rojo o carbón animal como marcadores fecales. El nivel de energía se mantuvo constante durante cada estudio.

Análisis Químicos

Las heces y orina fueron homogenizadas y se analizaron alícuotas de este homogenizado para determinar el contenido de nitrógeno por la técnica de macro-Kjeldahl. Para los períodos de 0.6 g de proteína/kg/día, se secaron por liofilización alícuotas de homogenizados de heces y orina, hasta peso constante; el producto seco fue molido y homogenizado y luego se analizó su contenido de energía utilizando la bomba calorimétrica.

Cálculo de la Digestibilidad y Energía Metabolizable

La digestibilidad aparente del nitrógeno se calculó según la siguiente fórmula:

$$\text{Digestibilidad aparente } \% = \frac{\text{Nitrógeno ingerido} - \text{Nitrógeno fecal}}{\text{Nitrógeno ingerido}} \times 100$$

Para el cálculo de digestibilidad verdadera se asumió una pérdida obligatoria de nitrógeno de 12 mg/kg/día aceptada por el Comité FAO/OMS (11). La digestibilidad de energía se calculó utilizando el mismo criterio que el aplicado para la digestibilidad aparente de nitrógeno. La energía metabolizable se calculó como sigue:

$$\text{Energía metabolizable } \% = \frac{\text{Energía ingerida} - \text{Energía en heces} - \text{Energía en orina}}{\text{Energía ingerida}} \times 100$$

RESULTADOS

Los resultados individuales del consumo y digestibilidad de nitrógeno y energía, así como de energía metabolizable de los individuos cuya dieta contenía 0.6 g de proteína/kg/día se dan a conocer en las Tablas 5, 6, 7 y 8. En todos los casos, el consumo de nitrógeno fue ligeramente superior al previsto (96 mg/kg/día), debido al pequeño aporte de la dieta basal. Este aumento fluctuó entre 4 y 9 mg/kg/día. Cabe señalar que, en promedio, en tres de los cuatro estudios los sujetos permanecieron en balance positivo de nitrógeno; solamente en el Estudio 1 estuvieron en balance ligeramente negativo.⁵

En forma similar, el consumo de energía bruta superó al contemplado en cada uno de los estudios, en un rango de 5.4 a 10.0%. Sin embargo, al corregir por energía metabolizable, las ingestas resultaron ser de 45.9, 51.2, 45.2 y 48.9 Kcal/kg/día en los Estudios 1, 2, 3 y 4, respectivamente.

En relación a la digestibilidad del nitrógeno de las dietas a base de arroz y frijol, no se encontró ningún efecto significativo ($P < 0.05$) de la suplementación con proteína animal o energía. No obstante, en los casos en que se sustituyó 100% de la proteína del arroz y frijol por proteína de leche (Estudios 3 y 4), la digestibilidad de la proteína fue 9% más alta. Los hallazgos indican que la suplementación calórica no tuvo efecto alguno sobre la digestibilidad del nitrógeno. Al comparar los resultados de digestibilidad aparente y verdadera, se observa que, en todos los casos, ésta es alrededor de 12 unidades porcentuales superior.

La digestibilidad de la energía no se vio afectada en forma significativa por la suplementación proteínica o calórica ($P < 0.05$). Los valores promedio extremos fueron de 93.5 y 94.2% en los Estudios 3 y 4, respectivamente, con un promedio general de 93.9%. La energía metabolizable tampoco sufrió cambios por efecto de la suplementación proteínica o calórica de las dietas, encontrándose un promedio de 92.6% de energía metabolizable para el tipo de dietas investigadas en nuestro estudio.

En la Tabla 9 y en la Figura 1 se ilustran el efecto del nivel de nitrógeno en la dieta sobre la digestibilidad aparente y verdadera de nitrógeno. Tal como se observa en la Tabla, la digestibilidad aparente aumentó en todos los casos, al subir el nivel de nitrógeno

5 Vargas, E. *et al.* Inédito.

TABLA 5

CONSUMO DE NITROGENO Y ENERGIA Y DIGESTIBILIDAD DE NITROGENO, ENERGIA Y
ENERGIA METABOLIZABLE EN HOMBRES ADULTOS ALIMENTADOS CON UNA DIETA
DE ARROZ Y FRIJOL CON 45 Kcal/kg/día
(ESTUDIO 1)

Inicial del sujeto	Consumo de nitrógeno (mg/kg/día)	Consumo de energía (Kcal/kg/día)	Digestibilidad del nitrógeno, %		Digestibilidad de energía (%)	Energía metabolizable ^b (%)
			Aparente	Verdadera ^a		
MR	102.9	48.9	46.8	58.5	93.5	91.8
RA	103.9	48.3	65.1	76.6	94.0	92.8
LJ	103.4	48.3	61.3	72.9	93.6	91.7
FM	103.5	48.1	51.7	63.3	91.9	90.5
AG	103.5	48.3	55.9	67.5	93.7	92.3
CE	100.9	52.7	70.0	81.9	95.4	94.2
JL	101.2	51.0	58.5	70.4	95.2	93.6
GP	101.4	49.8	52.1	63.9	92.1	90.8
OB	101.5	49.7	65.1	77.0	94.7	93.9
RC	102.5	50.2	64.6	76.3	94.4	93.3
Promedio	102.5	49.5	59.1	70.8	93.8	92.5
DE	1.1	1.5	7.4	7.4	1.2	1.3

^a Digestibilidad verdadera asumiendo pérdidas obligatorias de nitrógeno de 12.0 mg/kg/día.

^b Energía metabolizable = $\frac{\text{Consumo de energía bruta total} - \text{Energía en heces} - \text{Energía en orina}}{\text{Consumo de energía bruta total}} \times 100$

TABLA 6
CONSUMO DE NITROGENO Y ENERGIA Y DIGESTIBILIDAD DE NITROGENO, ENERGIA Y ENERGIA
METABOLIZABLE EN HOMBRES ADULTOS ALIMENTADOS CON UNA DIETA A BASE
DE ARROZ Y FRIJOL CON 50 Kcal/kg/día
(ESTUDIO 2)

Inicial del sujeto	Consumo de nitrógeno (mg/kg/día)	Consumo de energía (Kcal/kg/día)	Digestibilidad del nitrógeno, o/o		Digestibilidad de energía (o/o)	Energía metabolizable ^b (o/o)
			Aparente	Verdadera ^a		
MR	101.3	56.1	54.9	66.7	95.0	93.5
RA	101.5	58.5	50.4	62.3	94.2	93.2
LJ	101.6	55.7	66.6	78.4	93.3	92.0
FM	101.7	56.2	54.7	66.5	91.0	90.3
AG	101.7	55.6	52.6	64.4	95.6	95.0
CE	102.6	53.7	66.0	77.7	94.8	93.9
JL ^a	102.4	54.0	59.6	71.3	93.2	93.2
GP	103.3	53.2	63.5	75.1	95.1	93.9
OB	103.4	53.8	62.7	74.3	94.4	93.2
RC	104.6	53.4	64.9	76.4	97.7	93.6
Promedio	102.4	55.0	59.6	71.3	94.2	93.2
DE	1.1	1.7	6.4	5.9	1.4	1.3

^a Datos estimados para este individuo.

^{b, c} Véase Tabla 5.

TABLA 7

CONSUMO DE NITROGENO Y ENERGIA Y DIGESTIBILIDAD DE NITROGENO, ENERGIA Y ENERGIA METABOLIZABLE EN HOMBRES ADULTOS ALIMENTADOS CON UNA DIETA A BASE DE ARROZ Y FRIJOL CON 45 Kcal/kg/día, MAS UN COMPLEMENTO DE PROTEINA DE LECHE (ESTUDIO 3)

Inicial del sujeto	Consumo de nitrógeno (mg/kg/día)	Consumo de energía (Kcal/kg/día) ¹	Digestibilidad del nitrógeno, 0/0		Digestibilidad de energía (0/0)	Energía metabolizable ^a (0/0)
			Aparente	Verdadera ^a		
GP	106.8	48.9	54.1	65.4	89.9	88.7
OB	106.9	48.8	69.1	80.4	94.6	93.6
FM	107.1	48.9	63.3	74.5	93.0	91.6
LJ	107.1	48.6	66.3	77.5	93.5	91.7
VR	108.1	48.5	77.4	88.5	96.7	95.3
CE	101.1	49.3	71.2	83.1	94.7	93.3
OV	101.7	49.3	53.2	65.0	91.8	90.6
RA	101.7	49.3	69.1	80.9	93.9	92.5
AG	101.7	49.4	60.5	72.3	94.0	92.5
RC	102.7	48.9	68.5	80.2	93.0	91.7
Promedio	104.5	49.0	65.3	76.8	93.5	92.1
DE	2.9	0.3	7.6	7.6	1.8	1.8

^a Véase Tabla 5.

TABLA 8

CONSUMO DE NITROGENO Y ENERGIA Y DIGESTIBILIDAD DE NITROGENO, ENERGIA Y ENERGIA METABOLIZABLE EN HOMBRES ADULTOS ALIMENTADOS CON UNA DIETA A BASE DE ARROZ Y FRIJOL CON 50 Kcal/kg/día, MAS UN COMPLEMENTO DE PROTEINA DE LECHE (ESTUDIO 4)

Inicial del sujeto	Consumo de nitrógeno (mg/kg/día)	Consumo de energía (Kcal/kg/día)	Digestibilidad del nitrógeno, o/o		Digestibilidad de energía (o/o)	Energía metabolizable ^a (o/o)
			Aparente	Verdadera ^a		
GP	101.5	54.6	53.1	64.9	97.4	95.9
OB	101.5	54.6	60.4	72.2	93.8	92.5
FM	101.6	54.8	64.3	76.1	92.9	91.6
LJ	101.6	54.9	70.7	82.5	95.2	94.0
VR	102.1	54.5	54.1	65.8	93.5	92.2
CE	105.9	50.4	86.5	97.8	97.6	96.1
OV	107.1	50.6	53.0	64.2	90.3	89.0
RA	107.1	50.6	66.5	77.8	93.1	91.7
AG	107.1	50.8	68.3	79.5	93.9	92.5
RC	109.0	50.7	69.2	81.6	94.4	93.0
Promedio	104.4	52.7	64.6	76.2	94.2	92.8
DE	3.0	2.1	10.3	10.2	2.2	2.1

^a Véase Tabla 5.

TABLA 8

CONSUMO DE NITROGENO Y ENERGIA Y DIGESTIBILIDAD DE NITROGENO, ENERGIA Y ENERGIA METABOLIZABLE EN HOMBRES ADULTOS ALIMENTADOS CON UNA DIETA A BASE DE ARROZ Y FRIJOL CON 50 Kcal/kg/día, MAS UN COMPLEMENTO DE PROTEINA DE LECHE (ESTUDIO 4)

Inicial del sujeto	Consumo de nitrógeno (mg/kg/día)	Consumo de energía (Kcal/kg/día)	Digestibilidad del nitrógeno, o/o		Digestibilidad de energía (o/o)	Energía metabolizable ^a (o/o)
			Aparente	Verdadera ^a		
GP	101.5	54.6	53.1	64.9	97.4	95.9
OB	101.5	54.6	60.4	72.2	93.8	92.5
FM	101.6	54.8	64.3	76.1	92.9	91.6
LJ	101.6	54.9	70.7	82.5	95.2	94.0
VR	102.1	54.5	54.1	65.8	93.5	92.2
CE	105.9	50.4	86.5	97.8	97.6	96.1
OV	107.1	50.6	53.0	64.2	90.3	89.0
RA	107.1	50.6	66.5	77.8	93.1	91.7
AG	107.1	50.8	68.3	79.5	93.9	92.5
RC	109.0	50.7	69.2	81.6	94.4	93.0
Promedio	104.4	52.7	64.6	76.2	94.2	92.8
DE	3.0	2.1	10.3	10.2	2.2	2.1

^a Véase Tabla 5.

TABLA 9
VALORES MEDIOS DE DIGESTIBILIDAD APARENTE Y VERDADERA DETERMINADA CON
DIFERENTES NIVELES DE NITROGENO EN DIETAS A BASE DE ARROZ Y FRIJOL
(Expresados en términos de porcentaje)

	Estudio			
	1	2	3	4
<i>Nitrógeno ingerido (mg/kg/día)</i>	44.3 ± 1.4	44.4 ± 1.2	47.7 ± 6.0	47.7 ± 6.2
Digestibilidad aparente	40.0 ± 9.4 ^a	39.3 ± 11.5 ^a	52.4 ± 11.7 ^a	48.7 ± 18.7 ^a
Digestibilidad verdadera	67.2 ± 9.2	66.3 ± 11.6	77.2 ± 11.3	74.2 ± 17.1
<i>Nitrógeno ingerido (mg/kg/día)</i>	71.9 ± 1.1	72.2 ± 1.0	72.6 ± 0.8	72.6 ± 0.8
Digestibilidad aparente	49.8 ± 12.2 ^{ab}	53.8 ± 5.0 ^a	61.3 ± 10.5 ^{ab}	51.7 ± 15.1 ^{ab}
Digestibilidad verdadera	65.6 ± 14.2	65.2 ± 17.1	77.9 ± 10.5	68.2 ± 15.0
<i>Nitrógeno ingerido (mg/kg/día)</i>	102.5 ± 1.2	102.4 ± 1.1	104.5 ± 2.9	104.5 ± 3.0
Digestibilidad aparente	59.1 ± 7.4 ^b	59.6 ± 6.4 ^b	65.3 ± 7.6 ^b	64.6 ± 10.3 ^b
Digestibilidad verdadera	70.8 ± 7.4	71.3 ± 6.3	76.8 ± 7.6	76.3 ± 10.2

a,b Los promedios en una columna, identificados con letras distintas, son significativamente diferentes ($P < 0.05$).

en la dieta, observándose en los cuatro estudios, que dicho valor fue significativamente mayor cuando el nivel de ingesta era de 0.6 g de proteína por kg/día en relación a la ingesta de 0.2 g/kg/día. En contraste, la digestibilidad verdadera permaneció constante en los cuatro estudios para los tres niveles de nitrógeno sometidos a prueba, con valores de 72.6, 72.5, y 74.30/o, en ese orden.

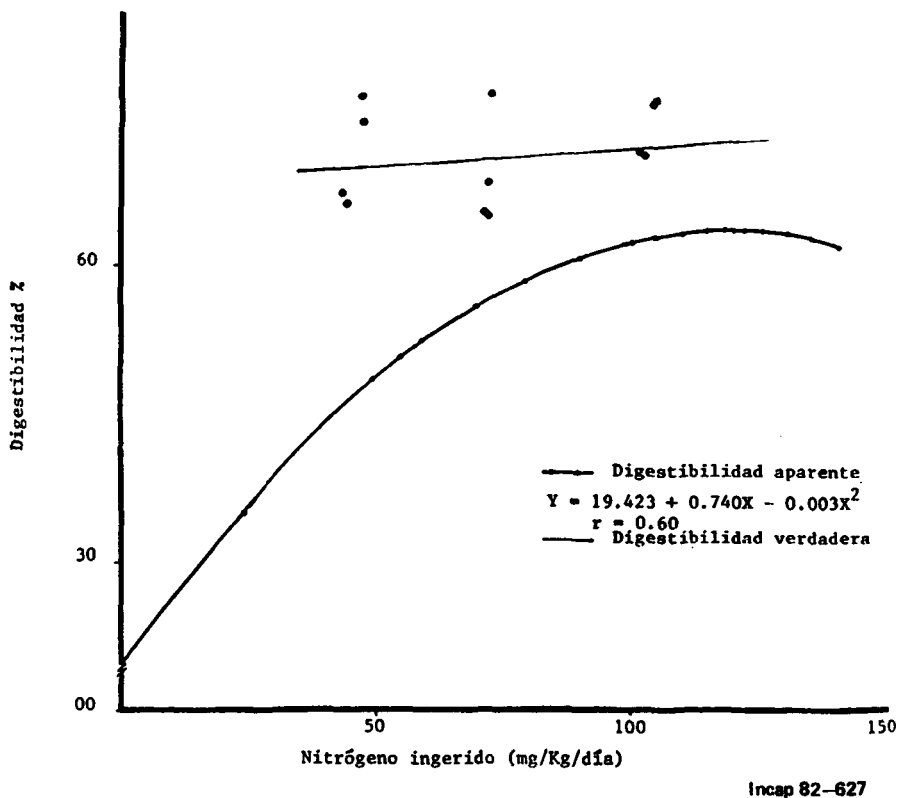


FIGURA 1

Digestibilidad del nitrógeno aparente y verdadera, determinada a diferentes niveles de ingesta de nitrógeno en dietas a base de arroz y frijol

DISCUSION

Los datos de los estudios de que aquí se da cuenta, confirman los hallazgos de otros investigadores (7-9, 12) en el sentido de que las dietas

de origen vegetal, en especial cuando contienen leguminosas, presentan una digestibilidad de nitrógeno muy baja, del orden de 50 a 70^o/o. Los datos indican que la digestibilidad del nitrógeno de la mezcla de arroz/frijol estudiada, sin suplementar, es de un 59.1^o/o, y que mejora hasta un 65.3^o/o cuando se sustituye 10^o/o de proteína vegetal por proteína de leche. El hecho de que una pequeña suplementación con proteína animal mejore la digestibilidad de toda la dieta es un aspecto muy importante, que merece más estudio. La mejor utilización del nitrógeno a nivel digestivo observada en el presente caso, no es causada solamente por una mejor absorción del nitrógeno proveniente de la proteína de leche, sino que ocurre un verdadero efecto sinérgico a nivel digestivo entre la proteína vegetal y la de origen animal, como lo demuestra el hecho de que —si se asume que la proteína de la leche es absorbida en un 100^o/o— la digestibilidad de la proteína total de la dieta en el Estudio 3 sería de solamente 63.0^o/o, cuando en realidad este valor fue de 65.3. Este efecto sinérgico probablemente explique los resultados obtenidos por Dutra de Oliveira, Vannucchi y Duarte (7) en humanos adultos, de 69.3^o/o de digestibilidad aparente de nitrógeno, para una dieta en la que el arroz y el frijol aportaban el 66^o/o de la proteína mientras que el 44^o/o provenía de carne, huevos y algunas legumbres. En el caso de dietas a base de frijol y plátano, la digestibilidad de nitrógeno fue de sólo 52.5^o/o (9).

Esta baja digestibilidad del nitrógeno constituye uno de los principales factores que limitan la utilización de la proteína de dietas de origen vegetal, en particular las que incluyen el componente leguminosa. No se conocen a fondo las causas de esta baja absorción de nitrógeno. Así, Bressani y Elías (4) sugieren que algunas de las causas podrían ser inherentes al alimento, la presencia de factores antinutricionales tales como inhibidores de tripsina y amilasa, saponinas y compuestos fenólicos, por ejemplo; señalan, además, la contribución de factores externos tales como procesamiento y almacenamiento, entre los que destaca el tipo y forma de tratamiento térmico aplicado, así como el tiempo y forma de almacenamiento. Otra posible explicación la constituye el alto contenido de fibra dietética en las dietas de origen vegetal, lo cual disminuye en forma significativa la absorción de nutrientes (12, 13).

Al evaluar el efecto de la suplementación calórica sobre la digestibilidad de nitrógeno, se encontró que, para los niveles de energía aquí estudiados, ésta no tiene ningún efecto positivo.

Torún y Viteri (10), en un estudio en niños preescolares, alimentados con una dieta a base de frijol y maíz a un nivel de ingesta proteínica de 1.73 g/kg/día, encontraron digestibilidades aparentes de nitrógeno de 56, 59 y 620/o, con ingestas de energía bruta de 99, 91 y 81 Kcal/kg/día. Los valores no difieren significativamente ($P < 0.05$). La digestibilidad verdadera fue 70/o superior a la digestibilidad aparente del nitrógeno.

En relación a la digestibilidad de la energía, se encontró que ésta no es afectada por la suplementación proteínica o calórica. El valor promedio encontrado en los cuatro estudios fue de 93.90/o. De manera similar, en el estudio de Torún y Viteri ya mencionado (10), se investigó la relación entre el nivel de energía y su digestibilidad, encontrando valores de 91, 80 y 850/o para ingestas de energía bruta de 99, 91 y 81 Kcal/kg/día. Las medias no difieren significativamente ($P < 0.05$).

Por otra parte, Calloway y Kretsch (12) en su estudio con hombres norteamericanos de una dieta típica de la clase de menor ingreso de Guatemala, constituida por frijol, maíz, arroz, pan y pequeñas cantidades de legumbres y productos de origen animal, encontraron una digestibilidad de energía de 890/o, en comparación con 970/o para la dieta control, a base de huevo.

La energía metabolizable tampoco fue afectada por la suplementación con proteína animal o energía, arrojando valores de 92.5, 93.2, 92.1 y 92.80/o en los cuatro estudios. Estos valores son, en promedio, 1.40/o inferiores a los valores correspondientes de energía digerible. Calloway y Kretsch (12) indican, asimismo, que en la estimación de la energía metabolizable de dietas de origen vegetal, utilizando los factores de Atwater (14), se sobrestima su valor calórico en forma significativa, en comparación al valor experimental.

La digestibilidad aparente de nitrógeno a diferentes niveles de ingesta, aumenta a medida que se incrementa el nivel de nitrógeno en la dieta, hasta alcanzar un valor a partir del cual se mantiene constante o aumenta muy lentamente. Este efecto ha sido notificado previamente en estudios en perros (4), y en el hombre (15). Al evaluar los resultados de los cuatro estudios que nos ocupan (Figura 1), se encontró que el rango de ingesta en el que la digestibilidad aparente se mantiene constante, con valores máximos que no difieren entre sí, oscila entre 100 y 140 mg de nitrógeno por kg de peso corporal por día; según la ecuación de predicción de la Figura 1, y que corresponde a digestibilidades, es de 62.5 a 62.30/o, respectivamente. Según la misma ecuación,

el valor máximo de digestibilidad correspondería a 63.70/o, cuando la ingesta de nitrógeno es de 119.5 mg/kg/día. Fajardo *et al.* (15) en un estudio con hombres adultos de una dieta colombiana de origen vegetal —utilizando niveles de ingesta de nitrógeno de 70.7, 90.8, 109.1, 125.3, 140.5 y 158.8 mg/kg/día— encontraron digestibilidades aparentes de nitrógeno de 62.0, 63.8, 68.5, 73.0, 69.8 y 73.10/o, respectivamente. Como lo revelan los datos, a partir del nivel de 109.1 mg/kg/día, la digestibilidad del nitrógeno permanece casi constante.

Aparentemente, la información aquí descrita indica que en el caso de dietas de origen vegetal, cuando la ingesta de nitrógeno excede 100 mg/kg/día, se estabiliza en digestibilidad “aparente”, por lo que se propone que en este tipo de estudios se utilice un nivel de ingesta de alrededor de 120 mg de nitrógeno por kg/día.

En relación a la digestibilidad “verdadera”, al igual que lo informado por otros investigadores (15), ésta permanece constante, sin importar el nivel de nitrógeno utilizado. Este hecho se debe fundamentalmente a un efecto aritmético de cálculo. Cuando la ingesta de nitrógeno es muy baja, el sumarle los 12 mg/kg de nitrógeno endógeno fecal —cifra que generalmente se utiliza para estos cálculos (11)— “pesa” mucho en el denominador, por lo que aumenta el resultado. Tal como se indica en la Figura 1, la digestibilidad “verdadera” siempre será mayor que la digestibilidad “aparente”, aun cuando esta última se haya estabilizado. En el presente caso, la digestibilidad “verdadera” fue superior en cerca de 11.7 unidades porcentuales, que equivalen a un 18.80/o, cuando la digestibilidad “aparente” es estable. La interrogante que permanece sin respuesta, es ¿cuál de las dos formas de calcular la digestibilidad del nitrógeno, estima mejor la “verdadera” digestibilidad del nitrógeno de una dieta?

SUMMARY

PROTEIN AND ENERGY DIGESTIBILITY OF DIETS BASED ON RICE AND BEANS IN HUMAN ADULTS

Four studies were carried out for the purpose of measuring the digestibility of diets based on rice and beans (*Phaseolus vulgaris*), and in order to quantify the effect of their supplementation with animal protein (milk) and energy (oil), on the energy and protein digestibility of such diets in human adults. Diets were offered so that they supplied 46, 72, and 103 mg N/kg/

day. When the basal diet —where rice provided 60% of the protein and beans 40%— was administered at a level of 102.5 mg of nitrogen/kg/day and 49.5 Kcal/kg/day of gross energy, an apparent and true nitrogen, energy and metabolizable energy digestibility of 59.1, 70.8, 93.8 and 92.5%, respectively, were observed. When substituting 10% of the vegetable protein by milk protein in the same diet, the same indicators revealed a digestibility of 65.3, 76.8, 93.5 and 92.1%, respectively. The information indicates that supplementation with animal protein improves nitrogen absorption at any of the energy levels studied. In contrast, caloric supplementation does not have any positive effect on nitrogen or energy absorption. It was also found that nitrogen apparent digestibility increases significantly when the N level in the diet is raised, and stabilizes when intake exceeds 100 mg nitrogen/kg/day. It is therefore proposed that for digestibility studies in diets where animal protein is utilized at a nitrogen level of around 120 mg/kg/day, true digestibility remains constant, no matter what nitrogen level is used in the diet.

BIBLIOGRAFIA

1. Bressani, R. & L. G. Elías. Legume foods. En: **New Protein Foods**. A. M. Altschul (Ed.). Vol. 1. **Technology**, Chapter 5. New York, N. Y., Academic Press, Inc., 1974, p. 230-297.
2. Bressani, R. El sistema alimentario cereal-leguminosa de grano. **Inter ciencia**, 4: 253-259, 1979.
3. Vargas, E., R. Bressani, L. G. Elías & J. E. Braham. Complementación y suplementación de mezclas vegetales a base de arroz y frijol. **Arch. Latinoamer. Nutr.**, 32: 579-600, 1982.
4. Bressani, R. & L. G. Elías. The problem of legume protein digestibility. En: **Nutritional Standards and Methods of Evaluation for Food Legume Breeders**. J. H. Hulse, K. O. Rochie and L. W. Billingsley (Eds.). Ottawa, Canada, International Development Research Centre, 1977, p. 61-72 (Publication No. IDRC-TS7e).
5. Jaffé, W. G. El valor biológico comparativo de algunas leguminosas de importancia en la alimentación venezolana. **Arch. Venezol. Nutr.**, 1: 107-120, 1950.
6. Hernández, E. M. Tesis *Magister Scientifical* en Ciencias y Tecnología de Alimentos. **Significado de la Presencia de Taninos y Polifenoles Asociados a la Digestibilidad de las Proteínas del Frijol (*Phaseolus vulgaris*) en Humanos**. Centro de Estudios Superiores en Nutrición y Ciencias de Alimentos (CESNA), Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia/INCAP. Guatemala, C. A., enero de 1980, 118 p.

7. Dutra de Oliveira, J. E., H. Vannucchi & R. M. F. Duarte. Evaluation of the nutritive value of a rice- and bean-based diet for agricultural migrant workers in Brazil. En: **Protein-Energy Requirements of Developing Countries: Evaluation of New Data**. B. Torún, V. R. Young and W. M. Rand (Eds.). Tokyo, Japan, United Nations University Press, 1981, p. 98-102 (Food and Nutrition Bulletin Supplement 5. WHTR-4/UNUP-295).
8. Humerez, D. Carvalho de & J. E. Dutra de Oliveira. Balanço nitrogenado en pessoas adultas e estudo experimental em ratos alimentados con arroz, feijão e farinha de mandioca suplementada com proteínas. **Arch. Latinoamer. Nutr.**, **27**: 529-541, 1977.
9. Bressani, R., D. A. Navarrete & E. Vargas. Protein needs of young adult men fed common beans (*Phaseolus vulgaris*) in combination with starch, plantain, maize or rice. En: **Protein-Energy Requirements of Developing Countries: Evaluation of New Data**. B. Torún, V. R. Young and W. M. Rand (Eds.). Tokyo, Japan, United Nations University Press, 1981, p. 108-114 (Food and Nutrition Bulletin Supplement 5. WHTR-4/UNUP-295).
10. Torún, B. & F. E. Viteri. Energy requirements of pre-school children and effects of varying energy intakes on protein metabolism. En: **Protein-Energy Requirements of Developing Countries: Evaluation of New Data**. B. Torún, V. R. Young and W. M. Rand (Eds.). Tokyo, Japan, United Nations University Press, 1981, p. 229-241 (Food and Nutrition Bulletin Supplement 5. WHTR-4/UNUP-295).
11. Protein and energy requirements. A Joint FAO/WHO Memorandum. **Bull. Wld Health Org.**, **57**: 65, 1979.
12. Calloway, D. H. & M. S. Kretsch. Protein and energy utilization in men given a rural Guatemalan diet and egg formulas with and without added oat bran. **Am. J. Clin. Nutr.**, **31**: 1118-1126, 1978.
13. Helsay, J. L., Behall, K. M. & E. S. Prather. Effect of fiber from fruits and vegetables on metabolic responses of human subjects. I. Bowel transit time, number of defecations, fecal weight, urinary excretions of energy and nitrogen and apparent digestibilities of energy, nitrogen and fat. **Am. J. Clin. Nutr.**, **31**: 1149-1153, 1978.
14. Merrill, A. L. & B. K. Watt. **Energy Value of Foods..... Basis and Derivation**. Washington, D. C., Agr. Handbook No. 74, ARS/USDA, 1955.
15. Fajardo, L., F. Bolaños, G. Acciarri, F. Victoria, J. Restrepo, A. B. Ramírez & L. M. Angel. Protein requirements for young Colombian adults consuming local diets containing primarily animal or vegetable protein. En: **Protein-Energy Requirements of Developing Countries: Evaluation of New Data**. B. Torún, V. R. Young and W. M. Rand (Eds.). Tokyo, Japan, United Nations University Press, 1981, p. 54-62 (Food and Nutrition Bulletin, Supplement 5. WHTR-4/UNUP-295).

ELABORACION, POR PROGRAMACION LINEAL, DE NUEVOS PRODUCTOS A PARTIR DE CEREALES Y LEGUMINOSAS¹

*Martha N. Ballesteros,² Gloria M. Yépez,³ María I. Grijalva,³
Enrique Ramos⁴ y Mauro E. Valencia⁵*

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

RESUMEN

Debido a las diferencias de aporte de aminoácidos esenciales entre los cereales y las leguminosas, su complementación trae consigo, consecuentemente, un aumento en la calidad de la proteína resultante. El presente trabajo, describe la formulación —mediante programación lineal— de una mezcla factible para elaborar productos a base de cereales y leguminosas. La mezcla

Manuscrito modificado recibido: 7-7-83.

- 1 Este trabajo se llevó a cabo bajo el patrocinio de la Dirección General de Investigación Científica y Superación Académica de la Secretaría de Educación Pública, y del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología de México. Fue presentado en: XIII Congreso Nacional de la Asociación de Tecnólogos en Alimentos de México, A. C., octubre de 1982.
- 2 Asistente de Investigación del CIAD, A. C. Tesis de Licenciatura, Universidad de Sonora, México.
- 3 Asistentes de Investigación del mismo CIAD, A. C.
- 4 Investigador Titular del citado Centro.
- 5 Investigador Titular del Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A. C. (CIAD, A. C.), Apartado Postal 1735, Hermosillo, Sonora, México.

se formuló de modo que su costo fuese mínimo, bajo dos tipos de restricciones: una desde el punto de vista nutricional (un patrón dado de aminoácidos esenciales), y otro de factibilidad tecnológica (características de la mezcla de acuerdo al tipo de producto a elaborar). Con la mezcla obtenida (trigo, garbanzo, sorgo y soya) se desarrollaron tres tipos de productos: tortillas, pan y galletas, de los que el pan fue escogido para evaluaciones posteriores. El producto se evaluó químicamente mediante análisis proximal y determinación de su contenido de aminoácidos (por cromatografía de líquidos de alta presión). La evaluación biológica se hizo valiéndose del PER y del RPV, obteniéndose 1.69 de PER para el producto, y 0.68 para el pan de trigo. Los resultados correspondientes al producto fueron 64.31% con respecto a lactalbúmina, y 23.00% para pan de trigo, lo que representa un incremento de 41%. Las pruebas de evaluación sensorial de sabor, textura, color y aceptación general, no acusaron ninguna diferencia significativa con respecto al pan de trigo convencional, el cual fue utilizado como testigo.

INTRODUCCION

El mejoramiento de la "calidad proteínica" vía la complementación de fuentes de cereales y leguminosas, es motivo de preocupación constante y evidente, según lo atestigua la literatura (1-3). Para ello se ha utilizado como base el conocimiento de la composición de aminoácidos esenciales de las diferentes fuentes, dado el avance que se ha logrado en términos de esta información. Conjuntamente, para efectos comparativos se ha utilizado el cómputo químico basado en la composición del huevo (4), y el cómputo proteínico que se funda en los criterios establecidos por el Comité Mixto de Expertos FAO/OMS (5).

En algunos estudios se ha propuesto el uso de formulaciones óptimas basadas en el cómputo químico (6, 7). Más recientemente, sin embargo, otras investigaciones (8) han propuesto el uso de un método computarizado-gráfico, para evaluar la calidad de proteína de mezclas en relación con el costo. El método anterior, sin embargo, tiene ciertas limitaciones en cuanto al número de ingredientes manejables a un mismo tiempo. Asimismo, se ha dado cuenta de la utilización del balance de aminoácidos en formulaciones de mezclas para humanos basadas en cereales, leguminosas y leche, por medio de programación lineal (9).

Por otro lado, la industria agropecuaria, sobre todo en lo referente a producción animal, ha venido utilizando técnicas de optimización de mayor flexibilidad y capacidad para la formula-

ción de alimentos balanceados a costo mínimo (10). A pesar de lo extenso de la aplicación de estas técnicas —que enfocan principalmente los aminoácidos, además de proteína y energía como los nutrientes más importantes en la formulación— no se ha aprovechado todo el potencial de la programación lineal en el desarrollo de nuevos productos para consumo humano.

El avance tecnológico en las computadoras ha logrado reducir el costo de las mismas y, por lo tanto, el del acceso a tan útil herramienta. Consecuentemente, la programación lineal viene a ser hoy en día una técnica accesible y de alta disponibilidad.

Este trabajo tuvo como objetivo establecer una metodología para impulsar el desarrollo de formulaciones de nuevos productos por medio de programación lineal. Esta técnica de investigación de operaciones permite optimizar una función objetivo, como es la minimización del costo del producto, imponiendo ciertas características o restricciones tales como nivel de aminoácidos esenciales y factibilidad de procesamiento de acuerdo al tipo de producto a elaborar.

El pan tipo casero o Virginia, como se le llama en Sonora, México, es una de las formas comunes de consumir el trigo. Por este motivo, se decidió elaborar un producto de panificación utilizando una mezcla de cereales y leguminosas de cultivo regional en Sonora.

MATERIALES Y METODOS

Formulación del Modelo de Programación Lineal

El propósito fundamental de la aplicación del método de programación lineal (PL), en este caso, fue el de elaborar una mezcla de costo mínimo a partir de cereales y leguminosas, que cumpliera con un nivel predeterminado de los aminoácidos esenciales lisina y metionina (que son los más limitantes en estas fuentes) y que, además, se pudiera utilizar en panificación.

La estructura de un modelo de PL consta de dos partes que expresan algebraicamente el problema a resolver. La primera consiste en una ecuación que, en este caso, representa la suma de los costos de los ingredientes de la mezcla, suma que se desea minimizar. A esta ecuación se le conoce como *función objetivo*. La segunda parte del modelo está integrada por una serie de ecuaciones que representan las condicionantes a que se sujetará la composición de

la mezcla resultante. A dicho conjunto de ecuaciones se les denomina *restricciones*.

El primer paso para la formación del modelo de PL fue seleccionar y definir las variables y coeficientes que conformarían la función objetivo:

$$\min Z = \sum_{i=1}^{i=n} C_i X_i$$

donde: Z es el costo por kilogramo de mezcla.

C_i es el costo del ingrediente i en pesos mexicanos (véase la Tabla 1), y

X_i es la proporción en que el ingrediente i se introduce en el producto de la mezcla, expresado en kg.

Para elaborar la harina se utilizaron los siguientes ingredientes: 1) harina comercial de trigo (*Triticum sativum*); 2) harina obtenida a partir de pasta de soya (*Glicine max*), desgrasada comercialmente, con 48% de proteína; 3) garbanzo (*Cicer arietinum*) molido en el laboratorio a un grosor de menos 20 mallas, y 4) sorgo (*Sorghum spp*) molido en laboratorio también a menos 20 mallas.

Las variables de decisión que intervienen en el modelo quedan establecidas de la manera siguiente: X_1 , X_2 , X_3 , y X_4 son las proporciones en las que se incorporan a la mezcla las harinas de trigo, soya, garbanzo y sorgo, respectivamente.

El siguiente paso consiste en definir las restricciones, las cuales se agruparon en dos conjuntos:

En primer lugar se describe el conjunto de restricciones asociadas a las características tecnológicas de la mezcla producto, y las cuales son:

1) El contenido de trigo de la mezcla debe ser elevado, para conservar las características de manejo de una harina de trigo tradicional.

2) La cantidad de harina de soya y garbanzo no debe sobrepasar el 10% cada una, respectivamente, por problemas de sabor y contenido de fibra de garbanzo que podrían afectar las propiedades reológicas del producto. Sin embargo, estos dos ingredientes proporcionan un aporte sustancial de lisina.

3) La cantidad de sorgo —al menos de un 3%— tratándose de introducir un grano de bajo costo y de uso no convencional en la alimentación humana de México.

TABLA 1
IDENTIFICACION Y DESCRIPCION DE LOS INGREDIENTES
Y SUS COSTOS

Ingrediente o variable de decisión	Costo \$/kg ^a	Cantidad aportada ^b	
		Lis (%)	Met (%)
Harina de trigo (X ₁)	4.60	0.40	0.19
Harina de soya (X ₂)	9.45	3.18	0.72
Harina de garbanzo (X ₃)	9.00	1.05	0.16
Harina de sorgo (X ₄)	2.99	0.22	0.12

^a Precios oficiales a julio de 1981 (Pesos Mexicanos).

^b Expresado como % del total.

Las ecuaciones representativas de este grupo de restricciones, son:

$$\begin{aligned} X_2 &\leq 0.1 \\ X_3 &\leq 0.1 \\ X_4 &\geq 0.03 \end{aligned}$$

El segundo grupo de restricciones se estableció a fin de cumplir con el requisito de que la mezcla tuviese un nivel determinado de lisina y metionina. Dichas restricciones fueron establecidas para que la concentración de estos dos aminoácidos en el producto fuese similar a los niveles que figuran en el patrón de FAO/OMS (5), y en las estimaciones de los requerimientos de aminoácidos para humanos del Food and Nutrition Board (FNB) (10). Estos valores se fijaron en 0.50% de metionina (equivalente a 2.84g/16gN a 17.6% de proteína) y en 1.2% de lisina (equivalente a 6.8g/16g de N a 17.6% de proteína). Las ecuaciones de estas restricciones quedan como sigue:

$$\begin{aligned} \sum a_i &\geq 0.5 \\ \sum b_i &\geq 1.2 \end{aligned}$$

donde: a_i y b_i son los porcentajes de metionina y lisina en el ingrediente i, respectivamente.

Además de las restricciones mencionadas, la mezcla debe cumplir el balance de materiales:

$$\sum X_i = 1$$

Si se tomaban en cuenta las cuatro variables de decisión (trigo, soya, garbanzo y sorgo), sujetas a las restricciones del primer grupo, el resultado obtenido no podría cumplir con el segundo grupo de restricciones (nivel de lisina y metionina) a menos que se utilizara soya únicamente.

Por esta razón, se acordó incluir, como ingredientes de la dieta, lisina pura (X_5) y metionina pura (X_6). A estos dos ingredientes se les asignaron costos ficticios sumamente elevados, de manera que se fuerza al modelo a obtener la mayor cantidad posible de dichos aminoácidos por medio de los ingredientes originales (trigo, soya, garbanzo y sorgo). En la Tabla 2 (complemento de la Tabla 1) se expone la descripción de estos nuevos ingredientes, así como el costo ficticio que se les asignó.

TABLA 2

IDENTIFICACION Y DESCRIPCION DE INGREDIENTES Y COSTOS
(COMPLEMENTARIA)

Ingrediente o variable de decisión	Costo \$/kg ^a	Cantidad aportada ^b	
		L-Lis	DL-Met
DL-Metionina (X_5)	10,000	0.0	95.00
L-Lisina (X_6)	10,000	99.0	0.00

^a Precios ficticios (Pesos Mexicanos).

^b Expresado como %o del total.

Sustituyendo en las ecuaciones de la *Función objetivo* y las *restricciones*, los valores numéricos de las Tablas 1 y 2, el modelo queda como sigue:

Función objetivo

$Z_{\min} = 4.60 X_1 + 9.45 X_2 + 9.00 X_3 + 2.99 X_4 + 1 \times 10^4 (X_5 + X_6)$ sujeta a las restricciones

- 1) $X_2 \leq 0.1$
- 2) $X_3 \leq 0.1$
- 3) $X_4 \geq 0.03$
- 4) $0.19 X_1 + 0.72 X_2 + 0.16 X_3 + 0.12 X_4 + 95.00 X_5 \geq 0.5$
- 5) $0.40 X_1 + 3.18 X_2 + 1.05 X_3 + 0.22 X_4 + 99.00 X_6 \geq 1.2$
- 6) $X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 + X_6 = 1.0$

A pesar de que el perfil FAO/OMS incluye metionina + cisteína, la ecuación número 4 del modelo sólo consideró metionina.

Elaboración del Producto

A la mezcla de harinas obtenida por el método anterior se le nombró Cali. Con esa harina se procedió a elaborar un pan tipo Virginia de acuerdo a las siguientes proporciones: harina, 54.25%; grasa vegetal, 5.43%; levadura, 1.81%; sal, 0.55%; azúcar, 10.84%; y agua, 27.12%. Luego se mezclaron los ingredientes, dándoseles un amasado en una mezcladora Hobart 200-T durante 10 minutos. La masa obtenida se dejó reposar durante 1 hora 30 minutos. Después del reposo se amasó ligeramente, moldeándola para el horneado, el cual se hizo en un horno de panadería a la temperatura de 225°C durante 30 minutos. Bajo estas mismas condiciones se elaboró pan de trigo convencional. Aunque se prepararon también galletas y tortillas a partir de la harina, en esta oportunidad sólo se discutirá el producto de panificación.

Evaluación Química

Se determinó el contenido de aminoácidos de las harinas de trigo y de Cali mediante cromatografía de líquidos de alta presión, con un Cromatógrafo Spectrophysics 8000-B, y utilizando 0-Ftalaldehído (12). Los análisis de proteína, grasa, humedad, fibra y cenizas se realizaron de acuerdo a los métodos estándar de la AOAC (13) y de la AACC (14).

Evaluación Biológica

El índice de eficiencia proteínica (PER) se determinó según el procedimiento establecido por la AOAC (13), pero modificado en cuanto a la utilización de animales hembras y machos. Se usaron ratas Sprague Dawley recién destetadas, las que se alojaron en jaulas individuales de acero inoxidable, con alimento y agua *ad libitum*, a una temperatura de $22^{\circ}\text{C} \pm 1$, y una humedad relativa que fluctuaba entre 55 y 65%, durante 28 días experimentales. La dieta testigo fue caseína ANRC y se suministró al 8% en todas las dietas, debido a que con pan de trigo no era posible formular al 10% de proteína.

El valor relativo de proteína (RPV) se determinó de acuerdo a Hegsted y Chang (15). Los niveles de proteína se fijaron en 3.5, 5.5 y 7.5% para pan de trigo, pan Cali y lactalbúmina como testigo. Se utilizaron cuatro ratas recién destetadas (dos hembras y dos machos), por cada nivel de proteína, siendo la duración del experimento de 21 días. Las condiciones restantes fueron iguales que las aplicadas en la determinación del PER.

Las dietas en los dos ensayos se prepararon secando el pan en una estufa de convección forzada por un período de 24 horas, a una temperatura de 40°C .

Las dietas se molieron utilizando un tamiz con malla #10, y para lograr una distribución uniforme se usó una mezcladora Hobart. La composición de la dieta basal se presenta en la Tabla 3. Las fuentes de proteína se agregaron a los niveles especificados, y se diluyó el 100% con almidón.

Evaluación Sensorial

La evaluación sensorial de los productos elaborados —pan Cali y pan de trigo— se llevó a cabo valiéndose de una prueba de aceptación-preferencia, utilizando escala hedónica facial según las recomendaciones de Larmond (16).

Diseño Experimental

Índice de eficiencia proteínica (PER) Este se diseñó como bloques al azar, utilizando como bloque la variable sexo, tres tratamientos (caseína, pan de trigo y pan Cali), y 10 repeticiones en cada tratamiento. Las unidades experimentales fueron asignadas al azar a los tratamientos, de acuerdo al modelo:

TABLA 3
COMPOSICION DE LA DIETA BASAL

Ingredientes	%
Aceite de maíz	9.5
Vitaminas ^a	1.0
Minerales ^b	5.0
Cloruro de colina	0.2
Cr ₂ O ₃ (como marcador)	0.2
Celulosa	1.0
Dextrosa	9.0

^a Las vitaminas suplen lo siguiente por kg de dieta: 10,000 UI de palmitato de retinol; 960 UI de colecalciferol; 8.8 UI de DL acetato de tocoferil; 0.005 de etoxiquinona; 0.00088 de HCl.tiamina; 0.0012 de riboflavina; 0.00152 de D-pantotenato de calcio; 0.0004 de HCl.piridoxina; 0.0020 de ácido p-aminobenzoico; 0.100 de inositol; 0.0088 de niacina; 0.2206 de cloruro de colina; 0.0038 de vitamina B₁₂; 0.00002 de biotina; 0.002 de ácido fólico, y 0.00066 de menadiona.

^b Minerales suplen lo siguiente, en mg/kg de dieta: 40.0 de hierro; 120.0 de zinc; 2.0 de molibdeno; 120.0 de manganeso; 336.0 de calcio; 8.0 de cobre; 3.0 de yodo, y 3.0 de cobalto.

$$Y_{ijk} = \mu + \tau_i + \beta_j + \epsilon_{ijk}$$

Para probar la hipótesis de igualdad de tratamientos, se utilizó análisis de varianza, Ho: $\tau_1 = \tau_2 = \tau_3$.

Valor Relativo de Proteína (RPV)

Los animales se asignaron al azar a los diferentes tratamientos, destinando cuatro ratas a cada nivel de proteína. Luego los resultados del RPV se evaluaron mediante un análisis de covarianza (17).

Evaluación Sensorial

Para analizar las diferencias en cuanto a sabor, textura, aceptación y color entre pan Cali y pan de trigo, se diseñó un experi-

mento en el que participaron 10 panelistas no entrenados, de ambos sexos y de diferentes edades, en el que cada panelista evaluó dos muestras de cada tipo de pan sin conocer de qué tipo era. Los datos se registraron en escala hedónica de uno a siete, y se analizaron por separado para cada atributo de interés, mediante un diseño de bloques al azar con dos repeticiones por tratamiento y considerando los panelistas como bloques.

El testigo (pan de trigo) y el pan de prueba, fueron duplicados como muestras independientes para todas las pruebas exceptuando la del calor, la cual se analizó valiéndose de una prueba de "t" (pareada) para diferencia de medias.

RESULTADOS Y DISCUSION

La harina Cali obtenida mediante PL, quedó en las siguientes proporciones: 76.25% de harina de trigo, 10% de harina de garbanzo, 10% de harina de soya, 3% de harina de sorgo, 0.47% de lisina y 0.28% de metionina. Los aminoácidos puros fueron substituidos por harina de trigo, ya que no eran ingredientes a añadir en la mezcla propiamente. Ello no era posible en vista de que se utilizaron con costos ficticios para forzar al modelo a obtener la mayor cantidad posible de estos aminoácidos a partir de los ingredientes originales.

Evaluación Química

Los resultados del análisis proximal, así como el contenido de aminoácidos esenciales de la harina Cali, se exponen en la Tabla 4. El contenido de proteína del pan elaborado con dicha harina se redujo a 12.60%, debido a la dilución con los demás ingredientes.

El costo de la mezcla Cali con los precios oficiales vigentes en México, al formular el producto, fue de \$5.43/kg en contraste con \$4.60/kg de harina de trigo, diferencia que representa sólo un 18% de aumento sobre el costo de la harina de trigo. La ventaja de la aplicación del método de programación lineal radica en su dinámica, pues permite realizar cambios en el tiempo debido a problemas de cambio de precios y disponibilidad de insumos. La harina Cali, aunque costosa cuando se sometió a prueba en el desarrollo del modelo, no resulta serlo realmente debido a los cambios registrados en los precios oficiales y las demandas del mercado internacional de garbanzo.

TABLA 4

COMPOSICION DE LA MEZCLA CALI (HARINAS DE TRIGO,
GARBANZO, SORGO Y SOYA)

Nutriente	Cantidad	
	g/16 g de N	g 100 g
Proteína	—	17.61
Extracto etéreo	—	2.03
Fibra cruda	—	3.24
Calcio	—	0.07
Fósforo total	—	0.35
<i>Aminoácidos indispensables</i>		
Lisina	4.14	0.73
Metionina	1.25	0.22
Metionina + cisteína	2.92	0.52
Triptofano	1.25	0.22
Fenilalanina	4.35	0.77
Tirosina	3.06	1.26
Leucina	6.48	1.14
Isoleucina	4.06	0.72
Treonina	2.73	0.48
Valina	4.36	0.77

Indice de Eficiencia Proteínica (PER)

El experimento, según se dijo, fue diseñado como bloques al azar, utilizando la variable sexo como bloque; ello permitió eliminar el efecto sexo de la suma de cuadrados del error. En vista de que se tenía más de una repetición para cada tratamiento, se hizo una prueba de determinación de interacciones entre bloques y tratamientos. Al no encontrarse interacción, la suma de cuadrados de interacciones se agrupó en un solo renglón, formando una nueva suma de cuadrados del error con 26 grados de libertad.

Aun cuando bajo este diseño no se pueden probar en términos estrictos diferencias significativas entre los niveles de la variable utilizada como bloque, la diferencia entre las medias observa-

das para ratas macho y ratas hembras fue muy pequeña.

Se rechazó la hipótesis de igualdad de tratamientos y se aplicó una prueba de Newman-Keuls (18, 19), como prueba de múltiple rango. Esta reveló diferencias significativas ($P < 0.01$) entre el pan Cali y caseína, así como entre el pan Cali y el pan de trigo convencional. Los datos de PER y porcentajes proteínicos se muestran en la Tabla 5.

TABLA 5

INDICE DE EFICIENCIA PROTEINICA AL 80% DE PROTEINA
EN LA DIETA (N x 6.25)

Fuente de proteína	Media incremento de peso (g) 28 días	Media de la proteína consumida (g) 28 días	Media ^a del PER
Caseína ANRC (82.12% de proteína)	56.20	19.34	2.87 ^a ± 0.51
Pan Cali (12.60% de proteína)	36.42	21.50	1.69 ^b ± 0.18
Pan de trigo (9.36% de proteína)	10.80	19.57	0.69 ^c ± 0.12

^a Las medias con diferentes superíndices son significativamente distintas ($P < 0.01$).
Las medias del PER fueron calculadas en base a las repeticiones individuales.

El valor del PER del pan de trigo convencional observado, 0.69, es similar a otros notificados en la literatura (20), donde se informa un PER de 0.70. Por otro lado, el PER del pan Cali, 1.69, es similar al valor de un pan enriquecido con 0.30% de lisina (1.79), según dan cuenta Wojick y Delorme (20).

Valor Relativo de Proteína (RPV)

Los valores de RPV obtenidos para el pan Cali, muestran un aumento de 400/o aproximadamente en contraste con el de pan de trigo convencional. Para el análisis global de las tres ecuaciones de regresión se utilizó un análisis de covarianza (17), que prueba k líneas de regresión para diferencia de pendientes. El análisis rechazó la hipótesis de igualdad de tratamientos y se optó por una prueba de Newman-Keuls (18, 19) (Véase Tabla 6).

TABLA 6

VALOR RELATIVO DE PROTEINA (RPV) PARA PAN CALI Y PAN DE TRIGO

Fuente de proteína	Pendiente	Constante	Coefficiente de correlación	Nivel de significancia (α)	RPV ^a
Lactoalbúmina	4.82	-14.3	0.95	< 0.001	100 ^a
Pan Cali	3.11	-12.6	0.91	< 0.001	64 ^b
Pan de trigo	1.11	- 5.6	0.95	< 0.001	23 ^c

^a Los RPV con diferentes superíndices son significativamente distintos ($P < 0.01$).

Evaluación Sensorial

No se encontraron diferencias significativas ($P < 0.01$) entre el pan Cali y el pan de trigo en cuanto a sabor, textura, aceptación y color, y en general, el producto ha tenido buena aceptación y ha despertado bastante interés entre el gremial de panaderos como un producto de venta potencial.

El producto contiene mayor cantidad de proteína que el pan de trigo; la calidad de la proteína mejoró en 400/o aproximadamente, y es el más barato posible, dentro del marco de restricciones impuestas en el desarrollo del modelo de optimización. Independientemente de ello, la metodología es versátil y permite la elaboración de diferentes productos, minimizando los costos y

controlando la uniformidad del producto terminado.

Debido al tipo de ingredientes utilizados, es necesario determinar factores potencialmente tóxicos y analizarlos más detenidamente, en función de las características del procesamiento. Queda también pendiente la ejecución de las pruebas reológicas básicas.

SUMMARY

ELABORATION OF NEW PRODUCTS BASED ON CEREALS AND LEGUMES BY LINEAR PROGRAMMING

The differing contents of essential amino acids in cereals and legumes bring about an overall increase in protein quality when these foods are consumed together. This study describes a least cost formulation method for preparing products based on cereals and legumes using linear programming. The mixture was formulated under different constraints; from a nutritional standpoint, a given amino acid pattern, and another one on a technological feasibility constraint, which depends on the type of product to be elaborated. From the formulation based on wheat, chick-pea, sorghum, and soybean flours, three products were developed: bread, tortillas and cookies; from these, bread was selected for further evaluation. The product was chemically evaluated by proximate analysis composition, and amino acids were determined by HPLC. Biological evaluation was performed by the PER and RPV methods, obtaining a PER of 1.69 for the developed bread product, and of 0.68 for the control bread. The RPV for the developed product was 64.31% of lactalbumin and 23% for the control bread, which represents an increase of 41%. The sensory evaluation results did not indicate significant differences in taste, texture, color or overall acceptability of the developed bread product as compared to the control.

AGRADECIMIENTOS

Los autores desean expresar su agradecimiento por su valiosa cooperación en el desarrollo de este trabajo a Fernando Juvera y José Manuel Guillén. Asimismo, a Martha O. Espinoza por la transcripción del manuscrito, y nuestro reconocimiento a Carlos Peña por sus acertados comentarios y discusiones.

BIBLIOGRAFIA

1. Valencia, M. E., M. G. Vavich, Ch. W. Weber & B. L. Reid. Protein quality evaluation of corn tortillas, wheat flour tortillas, pinto beans, soybeans and their combinations. *Nutr. Repts. Internat.*, **19**: 195-201, 1979.
2. Bressani, R., L. G. Elías & J. E. Braham. Improvement of the protein quality of corn with soybean protein. En: **Nutritional Improvement of Food and Food Proteins**. M. Friedman (Ed.). New York, N. Y., Plenum Press, 1978 (Advances in Experimental Medicine and Biology, vol. 105).
3. Yáñez, E. **Enriquecimiento de Alimentos Tradicionales con Proteínas Vegetales en América Latina. Análisis del Seminario**. Washington, D. C., OEA, 1977, p. 87-101.
4. Block, R. L. J. & H. H. Mitchell. The correlation of the amino acid-composition of proteins with their nutritive value. *Nutr. Abstr. Revs.*, **16**: 249-252, 1946.
5. **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).
6. Hayes, R. E., J. I. Wadsworth & J. J. Spadaro. Corn and wheat-based blended food formulations with cottonseed or peanut flour. *Cereal Foods World*, **23**: 548-550, 1978.
7. Wodsworth, J. I., R. E. Hayes & J. J. Spadaro. Optimum protein quality food blends. *Cereal Foods World*, **24**: 274-276, 1979.
8. Traver, L. E., G. N. Bookwalter & W. F. Kwolek. A computer based graphical method for evaluation of protein quality of food blends relative to cost. *Food Technol.*, **35**: 72-78, 1981.
9. Cavins, J. F., G. E. Inglett & J. S. Wall. Linear programming controls amino acid balance in food formulation. *Food Technol.*, **26**: 46-49, 1972.
10. Beneke, R. R. & R. Winterboer. Linear programming applications to agriculture. En: **Feeds & Nutrition-Complete**. M. E. Ensminger & C. G. Olentine (Eds.). The Ensminger Publishing Co., 1973, p. 571-576.
11. Food and Nutrition Board-National Research Council. **Improvement of Protein Nutrition**. Washington, D. C., National Academy of Sciences, 1975, p. 201.
12. Lindroth, P. & K. Hopper. High performance liquid of chromatographic determination of subpicomole amounts of amino acids by

- precolum fluorescence derivatization with O-phthaldialdehyde. *Anal. Chem.*, **51**: 1667-1674, 1979.
13. Association of Official Analytical Chemists. **Official Methods of Analysis of the AOAC**. 13th ed. Washington, D. C., The Association, 1980, p. 774.
 14. American Association of Cereal Chemists. **Approved Methods**. 14th ed. St. Paul, Minnesota, The Association, 1976, p. 1062-1962.
 15. Hegsted, D. M. & Y. Chang. Protein utilization in growing rats; relative growth index as a bioassay procedure. *J. Nutr.*, **85**: 157-167, 1965.
 16. Larmand, E. **Laboratory for Sensory Evaluation of Food**. Food Research Institute, Research Branch Canada Department of Agriculture Publication 1637, 1977.
 17. Zar, J. H. Comparing simple linear regression equations. En: **Biostatistical Analysis**. New Jersey, Engelwood Cliffs, 1974, p. 228-230.
 18. Newman, D. The distribution of range in sample from a normal population, expressed in terms of and independent estimate of standard deviation. *Biometrika*, **31**: 30-33, 1939.
 19. Keuls, J. The use of the "Sutentized range" in connection with analysis of variance. *Euphytica*, **1**: 112-122, 1952.
 20. Wojcik, J. & C. B. Delorme. The effect of dietary cellulose level on the utilization of amino acid-supplemented bread protein by weanling rats. *Nutr. Repts. Internat.*, **25**: 709-718, 1982.
 21. Hegsted, D. M. & Y. Chang. Protein utilization in growing rats at different levels of intake. *J. Nutr.*, **87**: 19-25, 1965.

**EVALUACION DE LA CALIDAD PROTEINICA DE LA
HARINA DE CARNE DE TIBURON TOLLO**
(Squalus acanthias)¹

*Armando Lacera Rúa,² Ricardo Bressani,³ Mario Roberto Molina⁴
y J. Edgar Brabam⁵*

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

RESUMEN

Se informa de la calidad proteínica de la harina de tiburón tollo evaluada según varios métodos biológicos, incluyendo digestibilidad. Se determinó que el producto contenía 91.52% de proteína cruda total y 69.86% de proteína verdadera, siendo la diferencia nitrógeno no proteico, principal-

Manuscrito modificado recibido: 23-9-83.

- 1 Este trabajo se realizó con fondos provenientes de la Comunidad Económica Europea.
- 2 Estudiante de postgrado en la División de Ciencias Agrícolas y de Alimentos del INCAP.
- 3 Jefe de la División de Ciencias Agrícolas y de Alimentos del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP), Apartado Postal 1188, Guatemala, C. A.
- 4 Científico de la citada División.
- 5 Jefe Asociado de la División ya mencionada.

Publicación INCAP E-1124.

mente urea. Por esta última razón, las evaluaciones biológicas con los métodos usados se realizaron con diferentes concentraciones de harina de tiburón, evaluadas en diferentes tiempos para cada procedimiento. Se prepararon dietas con 0, 3, 6, 9 y 12% de harina de tiburón, las que fueron evaluadas por el método de PER, NPR y NGI, utilizándose caseína como proteína de referencia.

La digestibilidad de la proteína fue de 91.2% sin corrección por el nitrógeno no proteico. Sobre estas mismas bases, el PER y NPR a un nivel proteínico de 9.97% en la dieta, fueron de 2.58 y 2.05, respectivamente. El control de caseína acusó un PER de 2.93 y un NPR de 4.52. El NGI fue calculado usando la dieta apteica o sin ella, con valores de 3.32 y 2.95, respectivamente. Como era de prever, todos los valores corregidos por el nitrógeno no proteico fueron mayores, excepto la digestibilidad de la proteína, siendo las diferencias significativas al 5%. Aparentemente, la urea no ejerció una influencia negativa sobre las evaluaciones biológicas. Se concluye, por consiguiente, que la carne de tiburón es de calidad relativamente buena.

INTRODUCCION

En años recientes se han realizado considerables esfuerzos para incrementar la utilización de los recursos marinos para la alimentación humana. Se ha hecho hincapié en la utilización total de los productos marinos como nuevas fuentes de proteína, tales como las especies de peces de uso no convencional (1).

El tiburón es una fuente potencial de proteína para el consumo interno en los países productores; sin embargo, se trata de un recurso que, con frecuencia, no se utiliza plenamente o incluso se desperdicia. En comparación con los otros peces, la carne de tiburón es magra y un poco ácida. El contenido porcentual de proteína difiere según las distintas especies, pero corresponde al de varias especies de teleosteos en lo tocante a la composición y distribución de aminoácidos esenciales. El contenido de lisina —que es de especial importancia en la harina de pescado— es el mismo en la carne de los tiburones que en la de los demás peces (2).

Kizevetter y Nasedkina (3) aseguran que la concentración de aminoácidos esenciales en la proteína del tiburón tiende a ser menor con respecto a la de la carne de res. Además, indican que las deficiencias relativas dependen de la especie, por lo que estos autores catalogan la carne de los elasmobranchios como de bajo valor alimenticio.

El trabajo tuvo los siguientes objetivos: a) evaluar la calidad de la proteína de la harina de carne del tiburón tollo (*Squalus acanthias*), de distribución comercial para consumo directo en Guatemala; b) revisar la información disponible en cuanto a la calidad proteínica de harinas de otras especies de pescado; y c) comparar estos datos con los obtenidos en el presente estudio, y tratar de explicar las razones por las que la harina del tiburón tollo no presenta las restricciones nutricionales mencionadas en la literatura, en contraste con otras harinas de peces teleósteos y demás carnes de pescado (3).

MATERIALES Y METODOS

Harina de Carne de Tiburón Desecada

El tiburón tollo fue adquirido en el mercado local. Los trozos de carne fresca se molieron en un molino eléctrico de discos, para luego colocarlos en bandejas de tela metálica en un deshidratador de aire caliente por un período de 16 horas, a una temperatura de aire entrante de 60°C. Una vez seca, la carne se trituro para preparar un material de granulometría uniforme.

El material así preparado se sometió a un análisis proximal de acuerdo con los métodos de la AOAC (4), el nitrógeno no proteico se determinó después de precipitar la proteína con ácido tricloroacético al 50/o (4). El extracto libre de nitrógeno se estimó por diferencia.

Dietas

Con el material seco se elaboraron cuatro dietas con 3, 6, 9 y 120/o de proteína de la harina de carne de tiburón. A todas las dietas se les adicionó, en gramos por cada 100 g: 5 de celulosa, 1 de aceite de hígado de bacalao, 5 de aceite vegetal refinado, 4 de mezcla mineral (5, 6) y 5 ml de una solución vitamínica del complejo B. Las dietas se llevaron a 1000/o con almidón de maíz (5) y fueron analizadas para determinar su contenido de nitrógeno por el método de Kjeldahl (4), calculándose las calorías usando los factores de Atwater (7). Como control se utilizó caseína al 90/o, así como una dieta libre de nitrógeno.

Ensayos Biológicos

Se utilizó un total de 48 ratas Wistar de 21 días de edad, distribuidas según su peso entre las dietas experimentales, ocho por grupo, cuatro hembras y cuatro machos. Luego, los animales se alojaron en jaulas individuales con fondos de tela metálica levadizos. Se les administró *ad libitum* la comida y el agua, anotando los cambios de peso y consumo semanalmente. La calidad proteínica de la harina de carne de tiburón fue evaluada por medio de tres parámetros biológicos: el PER (índice de eficiencia proteínica), la NPR (razón neta proteínica) y el NGI (índice de crecimiento nitrogenado). En el caso de los ensayos de NPR y NGI se usó una dieta aptoteica, de igual composición que la descrita, pero sustituyendo la cantidad de harina de pescado por un peso igual de almidón de maíz. Al finalizar los 28 días de la prueba del PER, se les administró a los animales 60 g de la dieta correspondiente, y durante tres días se les recolectó las materias fecales. Estas se secaron en horno de aire forzado a 60°C y durante 10 horas, previo a su análisis de nitrógeno para determinar la digestibilidad aparente.

RESULTADOS Y DISCUSION

Análisis Proximal

Los valores porcentuales de nitrógeno (total y no proteico), urea (referida al nitrógeno total), proteína cruda (N x 6.25, referida tanto al nitrógeno total como a la diferencia de éste con el no proteico), y extracto libre de nitrógeno (por diferencia) en la harina de carne de tiburón y en cada una de las dietas, se exponen en la Tabla 1.

Se nota, de acuerdo a los datos, que el nitrógeno no proteico (NNP) representa una cifra importante del contenido total de nitrógeno; el NNP representa un promedio de 23.70/o con respecto al nitrógeno total.

Los porcentajes de urea en las dietas abarcan un rango (de nitrógeno no proteico) que oscila entre 25.2 y 320/o del nitrógeno total. Debido a estos niveles relativamente altos de NNP, el producto bajo estudio se evaluó por diferentes métodos biológicos; se hizo así, uso de dietas con diferentes niveles de proteína y se realizaron pruebas de diferentes tiempos de duración.

TABLA 1

COMPOSICION PROXIMAL DE LAS DIETAS ELABORADAS CON HARINA DE TIBURON TOLLO (*Squalus acanthias*)

Harina de tiburón (nivel en la dieta)	Humedad %	Ceniza %	Grasa %	Nitrógeno total %	NNP %	Urea (referida a nitrógeno total) %	Proteína, %		ELN*	Cal/g**
							p ^a x 6.25	p ^b		
0	14.23	4.17	13.88	0	0	0	0	0	67.72	3.96
3	14.21	3.56	13.89	0.51	0.12	0.13	3.19	2.44	60.15	3.78
6	13.54	3.92	13.54	1.10	0.26	0.24	6.89	5.26	57.11	3.78
9	14.57	3.97	8.78	1.60	0.38	0.34	9.97	7.61	57.71	3.50
12	14.15	4.25	13.40	2.08	0.49	0.56	12.99	9.91	50.21	3.73
Harina integral de tiburón	3.98	2.1	2.4	14.64	3.47	3.55	91.52	69.86	—	3.88

* Por diferencia (extracto libre de nitrógeno).

** Según los factores de Atwater.

p^a = Nitrógeno total x 6.25.

p^b = (Nitrógeno total - NNP) x 6.25.

Todas las dietas contenían 5% de fibra de celulosa.

Es importante relacionar los valores de NNP y de urea con los encontrados por Kizevetter y Nasedkina (3), quienes informan que del contenido total de nitrógeno, solamente de 50 a 64% representa nitrógeno proteico, y de 50 a 36% es nitrógeno no proteico, cuya fracción porcentual principal es el nitrógeno ureico.

Calidad Proteínica

En la Tabla 2 se presentan resultados encontrados para los PER de las diferentes dietas. Cabe indicar que no hubo diferencias significativas entre las respuestas encontradas en ratas macho y en ratas hembras (al nivel del 5%), lo que bien puede deberse a que los grupos estuvieron integrados por el mismo número de animales de cada sexo.

El PER se calculó tanto en función del nitrógeno total como corrigiendo éste por el nitrógeno no proteico. Los valores más altos se encontraron al corregir el nitrógeno total por el NNP, aunque en los dos tipos de cálculo los resultados mostraron la misma tendencia.

TABLA 2

CALIDAD PROTEINICA DE LA HARINA DE TIBURON TOLLO^a

	1 ^b	2 ^c	Caseína ^d
PER	2.58 ± 0.16	3.37 ± 0.21	2.93 ± 0.12
NPR	2.05 ± 0.42	2.71 ± 0.57	4.50 ± 0.54
NGI ₀ ^e	3.32 ± 0.96	4.37 ± 0.88	4.51 ^f
NGI ₈	2.95 ± 0.92	3.77 ± 0.97	—
Digestibilidad aparente, %	91.2 ± 1.4	88.4 ± 1.9	—

^a 9.97% de proteína.

^b Calculado con el nitrógeno total de la dieta.

^c Calculado con el nitrógeno total de la dieta corregido por el nitrógeno no proteico.

^d 9.0% de proteína.

^e Tomando en consideración la dieta aprotéica (14 días); $Y = a + bX$.

^f Según Wolzak (2).

^g Excluyendo el valor de la dieta aprotéica (14 días); $Y = a + bX$.

El PER promedio de machos y hembras para la dieta con el nivel de 90/o (0/o de proteína, 9.97) fue de 2.58 ± 0.16 . El control de caseína en el presente ensayo fue de 2.93 ± 0.12 .

Séve, Aumaitre y Tord (8) en sus estudios en ratas han obtenido un PER de 2.83 para harina de pescado de músculo blanco, prensada y desgrasada parcialmente; la harina se obtuvo de los desechos de fileteados.

Bourges, Gaona y Haas (9) determinaron, en ratas, el PER de tortas de pescado almacenado durante 18 meses, usando un nivel de proteína cruda de 100/o; su valor fue de 2.8 ± 0.4 . Islam y Lear (10), por su parte, encontraron un PER de 4.23 ± 0.25 al nivel del 90/o en concentrado proteínico de Mummichog (*Fundulus heteroclitus*), y un valor de 3.36 para el control de caseína.

En otra investigación, también en ratas, Bonsembiante, Susmel y Cesselli (11) obtuvieron un PER de 2.53 para harina de arenque, determinando valores comparativos de PER para harina de soya y para el control de caseína de 2.20 y 2.72, respectivamente.

Otros investigadores, Fernández Otero *et al.* (12), alimentaron ratas Wistar recién destetadas con carne fresca de lamprea (*Petromyzon marinus*) al nivel del 120/o, utilizando caseína como control. Los PER determinados fueron: 2.38 para la carne de lamprea, y 2.73 para la caseína, respectivamente.

Pronczuk *et al.* (13), por otro lado, estudiaron el valor nutritivo de harinas y concentrados proteínicos de pescado, y observaron que a un nivel de 100/o de proteína, los PER eran de 2.64 y 2.46, en ese orden.

Morrison *et al.* (14) obtuvieron un PER de 2.59 en harina de arenque sin espina, utilizando un nivel proteínico de 100/o. El control de caseína acusó un PER igual a 2.5.

En el presente estudio, los resultados obtenidos con la dieta al nivel de 90/o son, pues, comparables con los expuestos, es decir que —en relación con el PER— la harina de tiburón siguió un comportamiento de respuesta similar al de los peces teleósteos.

Razón de eficiencia proteínica (PER) corrigiendo el nitrógeno total por nitrógeno no proteico. En cuanto a este rubro, en la Tabla 2 se resumen los resultados y se observa que los PER calculados en esta forma son mayores que los obtenidos sin corregir por nitrógeno no proteico. Ello era de prever en vista de que para el mismo aumento en el peso, hubo una menor ingestión de proteína verdadera.

Las diferencias se plantean en una base aclaratoria, dado que el tiburón, como elasmobranquio, contiene urea, y es posible que

su nitrógeno, así como el nitrógeno no proteico de otros compuestos nitrogenados, influyan en la respuesta del PER y demás determinaciones biológicas del trabajo que aquí se comenta. Es importante aclarar que parte del nitrógeno no proteico de la leche humana, se encuentra en forma de urea (15).

Se ha discriminado en lo referente a nitrógeno total y nitrógeno total corregido por nitrógeno no proteico, con el fin de observar la influencia de este último en los resultados. No es aconsejable diferenciar entre las dos categorías de nitrógeno anteriores, debido a que el nitrógeno de los aminoácidos libres puede ser del mismo valor nutricional que el de la proteína (5). Pero, por otro lado, no se ha esclarecido aún del todo la significancia nutricional de algunos nitrógenos no aminoacídicos y no peptídicos, y es así por lo que el análisis nitrogenado del alimento se considera usualmente como mucho más preciso que su significancia nutricional (5). Por esta razón, hay que considerar el cálculo de cada valor de PER, NPR, NGI y digestibilidad aparente del ensayo que nos ocupa, la influencia del nitrógeno ureico, y demás nitrógeno no proteico en cada dieta particular. No obstante, para propósitos prácticos de comparación, deben tenerse en cuenta sólo las respuestas obtenidas con "nitrógeno total no corregido por nitrógeno no proteico".

Razón proteínica neta (NPR). Los valores promedio de NPR también se resumen en la Tabla 2. Evidentemente, no hubo diferencias significativas entre machos y hembras al nivel de 0.05% al aplicar la prueba de "t" de Student.

En la misma Tabla 2 figuran los valores de NGI, estimados por regresión lineal a los 14 días de ensayo, usando, en un caso, el valor de la dieta apteica y, no usando, en el otro, dicho valor. De manera semejante al PER y a la NPR, los valores fueron calculados usando el nitrógeno total, y éste fue corregido por el nitrógeno no proteico. El coeficiente de regresión equivale al valor proteínico del producto. Así como en el caso del PER y de la NPR, y según lo previsto, los valores calculados con base en el nitrógeno total corregido por el NNP fueron más elevados.

Digestibilidad aparente. Los resultados calculados con la dieta de 90%, o sea considerando nitrógeno total y nitrógeno total corregido por nitrógeno no proteico, se muestran, asimismo, en la Tabla 2.

Se encontraron valores promedio de digestibilidades aparentes, idénticos en machos y hembras (91.18 ± 1.58 y 91.18 ± 1.51 , respectivamente), calculados por nitrógeno total; en el cálculo con nitrógeno corregido por NNP, los valores promedio de los

machos también fueron idénticos a los de las hembras (88.44 ± 2.07 y 88.44 ± 1.98 , en ese orden). Estos últimos valores de digestibilidades, como se observa, son menores que al considerar el nitrógeno total como proteico. El análisis mediante la prueba de "t" de Student demostró que no hubo ninguna diferencia significativa al nivel del 5% entre machos y hembras, como se expresa en una u otra forma.

Zombade y Sathe (16), por otro lado, hallaron valores de digestibilidad aparente en un rango de 52 a 71% en músculos de 10 especies de pescados, utilizando pepsina.

A su vez, Séve, Aumaitre y Tord (8), determinaron una digestibilidad aparente de 90% en harina preparada con desechos de fileteado y proteolizada enzimáticamente; la misma harina desgrasada por doble centrifugación dio un valor de digestibilidad aparente de 91.4%. En ambos casos, el nivel de proteína fue de 10%.

Pronczuk *et al.* (13), en sus estudios sobre el valor nutritivo de algunas harinas de pescado y concentrados de pescado, establecieron, en ratas, una digestibilidad aparente de 75.9 y 72.9%, respectivamente, al 10% de proteína.

Por otro lado, Tsuladze y Giazaryan (17) estudiaron la digestibilidad aparente de músculos de pescado, cercanos a la cabeza. Los músculos se sometieron a cocción en H₂O a 75°C, durante 30 minutos. Las digestibilidades se estimaron en solución de pepsina cristalina a 37°C por el término de tres horas, seguido de un tratamiento similar con solución de tripsina cristalina. Las soluciones de enzimas anteriores fueron preparadas en forma similar a las predominantes en el jugo gástrico o pancreático humanos.

Es interesante señalar cómo sólo los valores de digestibilidad aparente con la mezcla enzimática de pepsina + tripsina fueron un poco mayores que la digestibilidad de la carne de tiburón (93.3) ("White Amur") y 98.3% ("Cabezón").

Los valores de digestibilidad para los pescados, citados anteriormente en la literatura, son del mismo orden que los determinados en el presente trabajo, realizado en ratas, para la proteína de la harina de tiburón.

Análisis Gráfico

Variación de PER con respecto al nivel de proteína. La variación del PER versus el nivel de proteína —considerando nitrógeno total y nitrógeno corregido por no proteico, respectivamente— se

representan gráficamente en las Figuras 1 y 2.

En ambos casos se observa que los valores máximos corresponden al promedio de ratas hembras. Claro está que al incrementarse el nivel de proteína hubo una menor variabilidad (menor desviación estándar) en las respuestas del PER. Con excepción del nivel de 12^o%, en promedio, las ratas hembras mostraron cierta tendencia general a una menor desviación estándar con relación a las ratas macho.

Variación del PER con el tiempo. Los datos al respecto se presentan en la Figura 3. Puede verse que el comportamiento de las curvas es muy similar al determinado por Bressani *et al.* (18) en harinas de girasol, de soya, de maní y de semilla de algodón.

Las ratas hembras presentaron un descenso del PER un poco mayor con el tiempo, en comparación con el de las ratas macho. Aquí también sólo se tuvo en cuenta la dieta con 9.97^o% de proteína.

Es importante mencionar cómo en las variaciones del PER y de la NPR con el nivel de proteína, los valores máximos respectivos se alcanzaron con la dieta que contenía 6^o% de harina de tiburón, a la cual le correspondió 0.240^o% de urea. Surge el interrogante de si a este nivel de proteína las ratas utilizaron o no ese porcentaje de urea para su crecimiento. Estudios previos sugieren la utilización del nitrógeno de urea; Tylecek, Skalova y Zednik (19), por ejemplo, encontraron que ratas y cerdos alimentados con cereales de bajo nivel de nitrógeno y con dietas suplementadas con urea al 1^o%, tuvieron una ganancia ponderal positiva y que, además, el suplemento al 1^o% tuvo un efecto positivo mayor que el suplemento al 2.5^o% (19).

Por otro lado, hace cinco décadas, Erickson *et al.* (15) comentaron que los compuestos nitrogenados no proteicos de la leche podrían ejercer cierta influencia en la nutrición del infante.

Resalta, por consiguiente, la importancia de emprender otros ensayos con carne de tiburón tollo, en relación con otras especies de pescado, a fin de cuantificar el efecto nutricional —positivo o negativo— de la urea contenida en dicho elasmobranquio.

Variación de la NPR con el nivel de proteína. Estos dos aspectos se encuentran claramente relacionados en la Figura 4. Las NPR fueron calculadas a los 14 días, con nitrógeno total y en cada una de las dietas.

Los trazos de las curvas son similares a la correspondiente variación del PER versus el nivel de proteína de las dietas, que las ratas macho no siguieron en la curva la tendencia uniforme del trazo de “una curva sobre otra”.

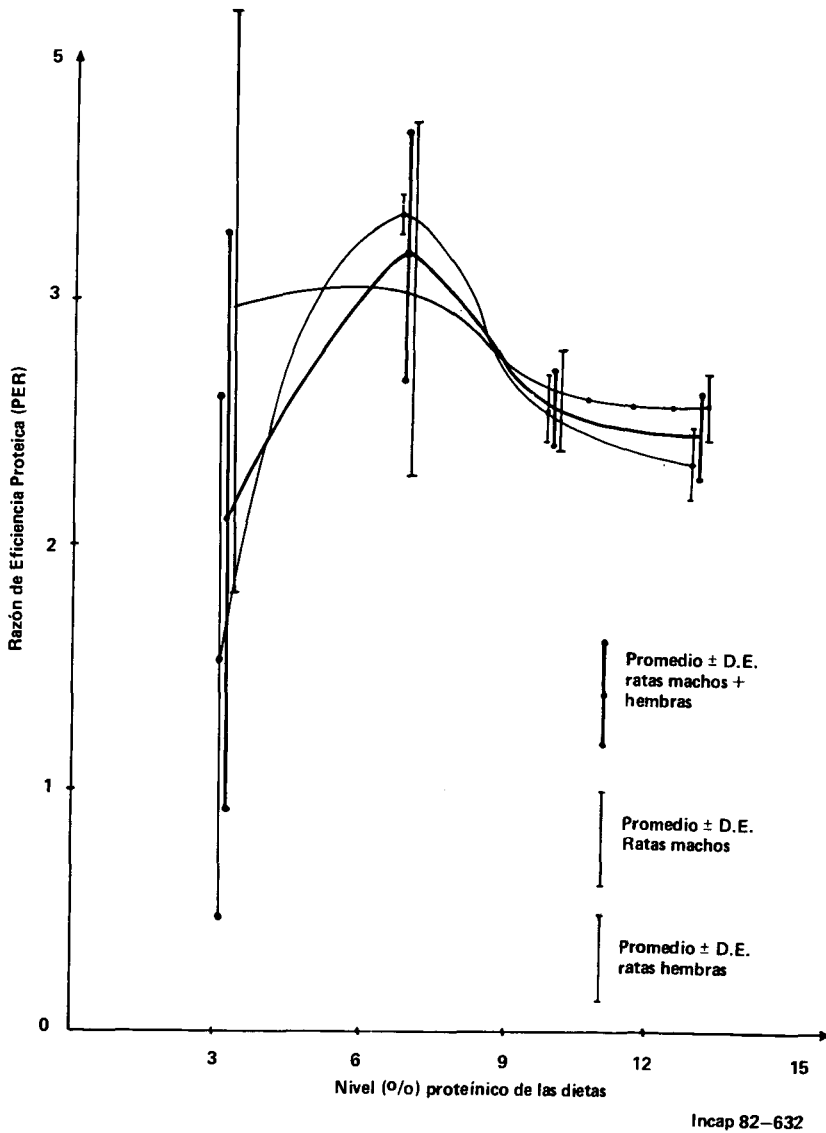


FIGURA 1

Variación del PER con el nivel de proteína (nitrógeno total considerado proteínico) derivada de harina de carne de tiburón tollo (*Squalus acanthias*)

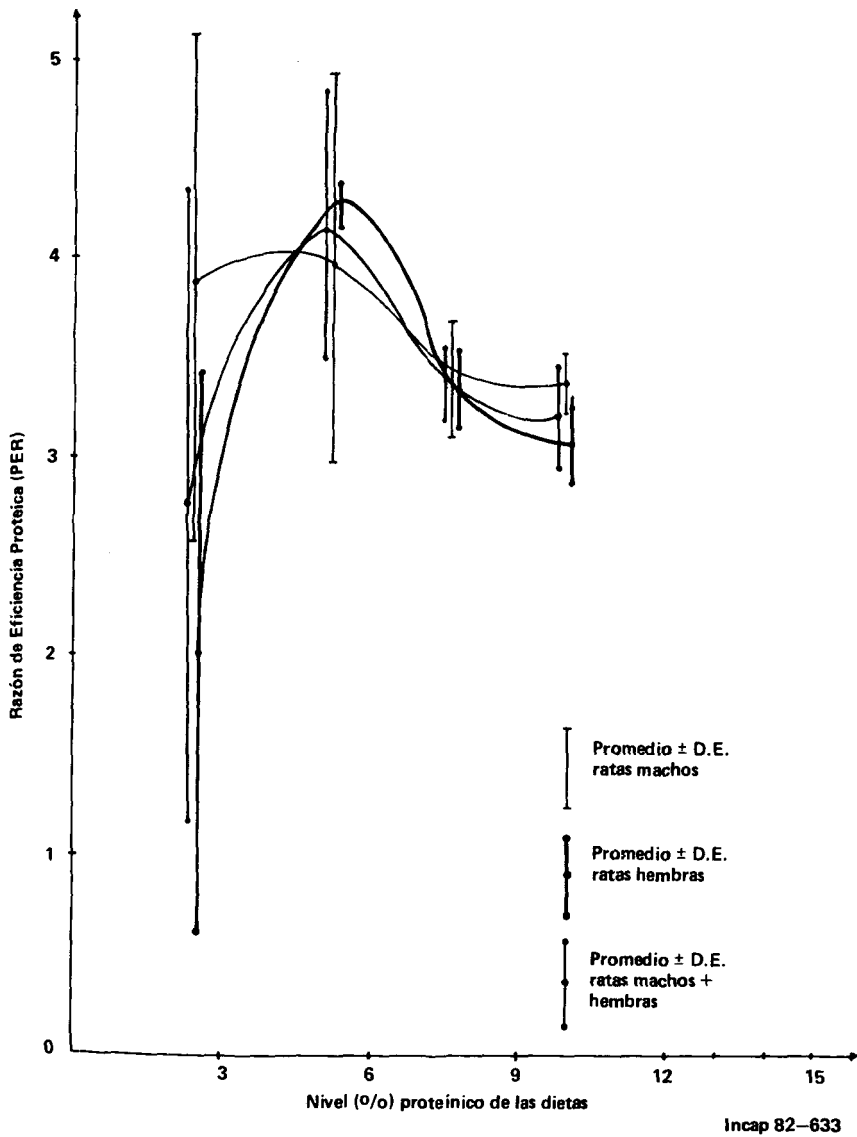


FIGURA 2

Variación del PER con el nivel de proteína (nitrógeno corregido por NNP) derivada de harina de tiburón tolo (*Squalus acanthias*)

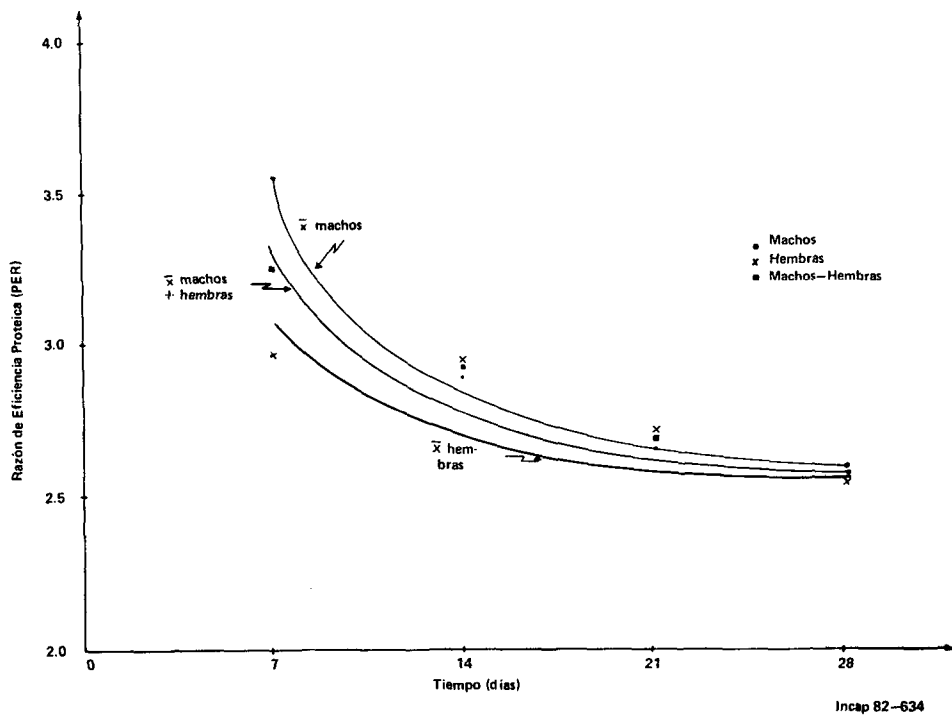


FIGURA 3

Variación del PER (9.97% de proteína de harina de tiburón), con el tiempo

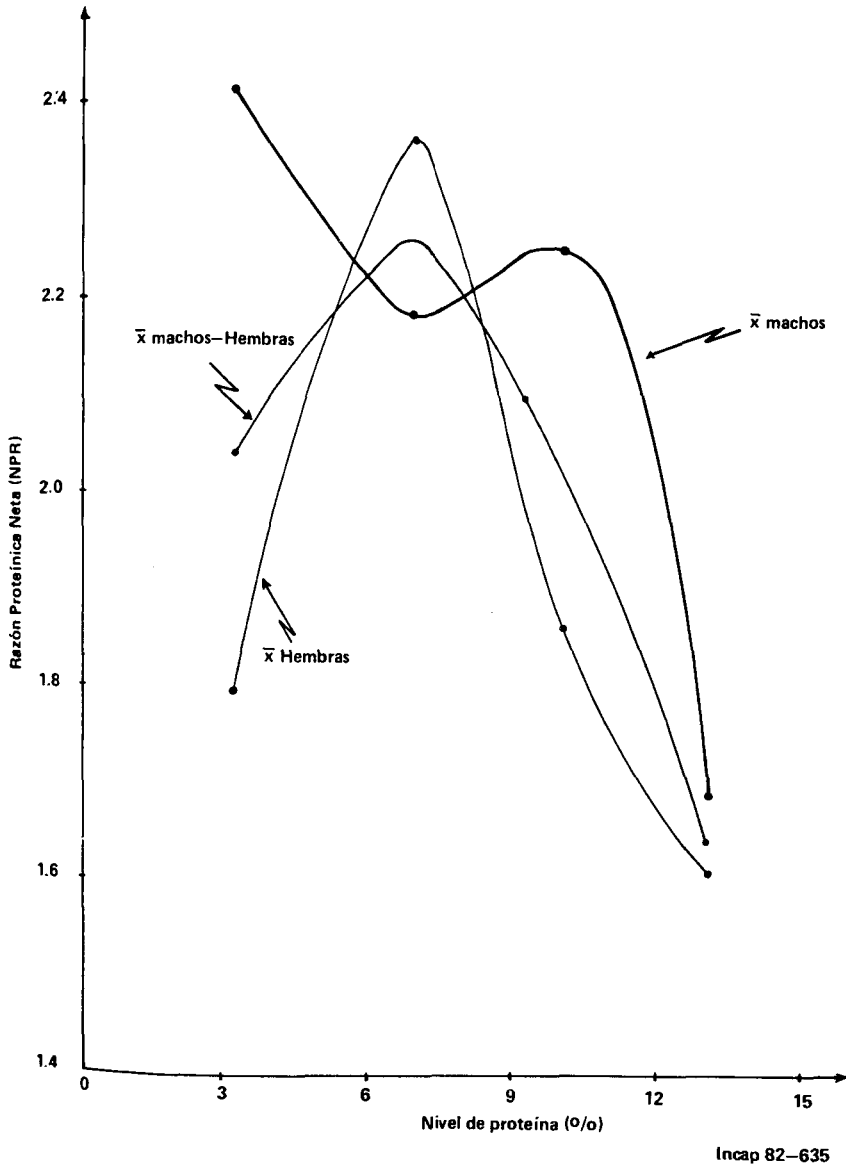


FIGURA 4

Variación de la NPR con el nivel de proteína (nitrogeno total, tiempo: 14 días) derivada de harina de carne de tiburón tolo (*Squalus acanthias*)

Variación del NPR con respecto al tiempo. La Figura 5 ilustra claramente la forma en que la NPR decreció al transcurrir el tiempo. Las ratas hembras acusaron la mayor desviación estándar en un intervalo de tiempo determinado.

Para propósitos comparativos, se utilizaron sólo las NPR calculadas con nitrógeno total, correspondientes a 9.97% de proteína; las mayores NPR promedio se alcanzaron en las ratas macho y en las hembras a los siete días.

Índice de crecimiento nitrogenado, NGI_0 . Las rectas de regresión calculadas al relacionar la variación de peso con el consumo de proteína se trazan en las Figuras 6 y 7, teniendo en cuenta los valores obtenidos a partir de la dieta libre de nitrógeno. La Figura 6 corresponde a valores calculados con nitrógeno total, y la Figura 7 a los del nitrógeno corregido por NNP.

La mayor pendiente (mayor NGI_0) según se observa en la Figura 6, se obtuvo a los 7 días (3.79); luego decreció a los 14 días (3.32), y aún más a los 21 días (2.96). Por otro lado, los coeficientes de correlación fueron altos, oscilando entre 0.96 y 0.97.

En la Figura 7 se aprecia también un decrecimiento del NGI_0 con relación al tiempo; no obstante, los coeficientes de correlación fueron ligeramente menores en comparación al ilustrado en la Figura 6.

De manera similar al PER y a la NPR, los NGI_0 (considerando NNP), son mayores que los NGI_0 (considerando nitrógeno total), en igual intervalo de tiempo. En ambos casos no hubo diferencias significativas entre las ratas macho y hembras al nivel del 5%.

Wolzak (20) encontró un NGI_0 igual a 3.98 con un intercepto de -1.02 para caseína; en harina de semilla de algodón + 0.3% L-isina, el NGI fue de 3.12 y el intercepto de -1.01; en el caso de harina de soya, el valor de NGI_0 determinado acusó un valor de 3.74 con un intercepto de -0.899. Los valores de NGI_0 que Wolzak determinó en cereales son, pues, menores que el NGI_0 en la carne de tiburón:maíz (2.37), trigo (2.42) y triticale (2.61), con excepción del arroz, cuyo valor fue mayor (4.18). Dichos ensayos fueron realizados al nivel proteínico de 10%, salvo en el caso del arroz (6%) y del maíz (8%).

Al utilizar el criterio de considerar el intercepto en X (g de proteína) cuando Y = 0 (variación de peso) —como indicación de de cantidad mínima de proteína evaluada necesaria para mantenimiento— se obtiene un valor de 0.413 g de proteína de tiburón,

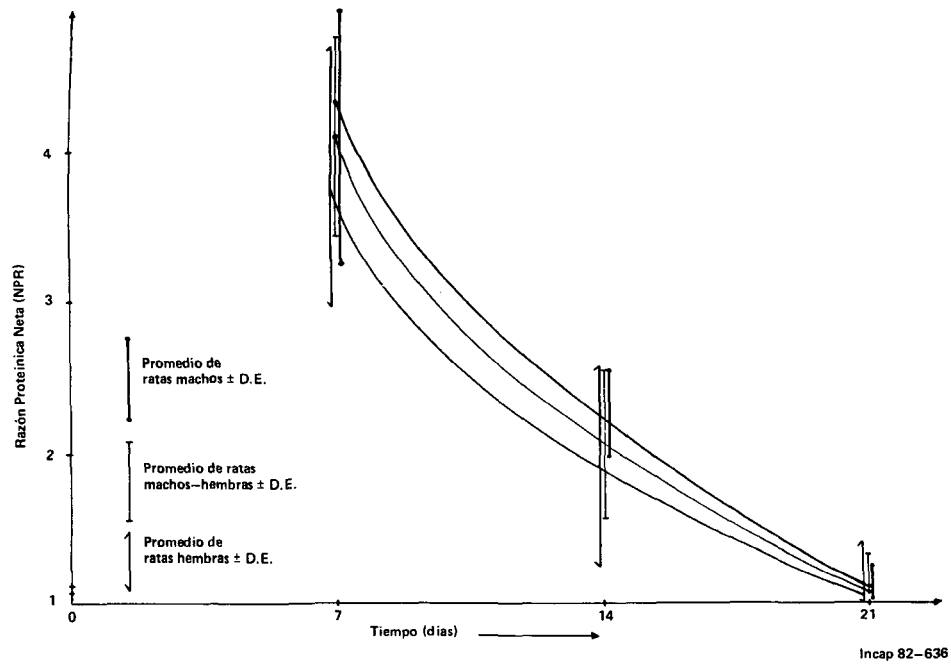


FIGURA 5
Variación de la NPR (nivel de proteína = 9.97%) con el tiempo

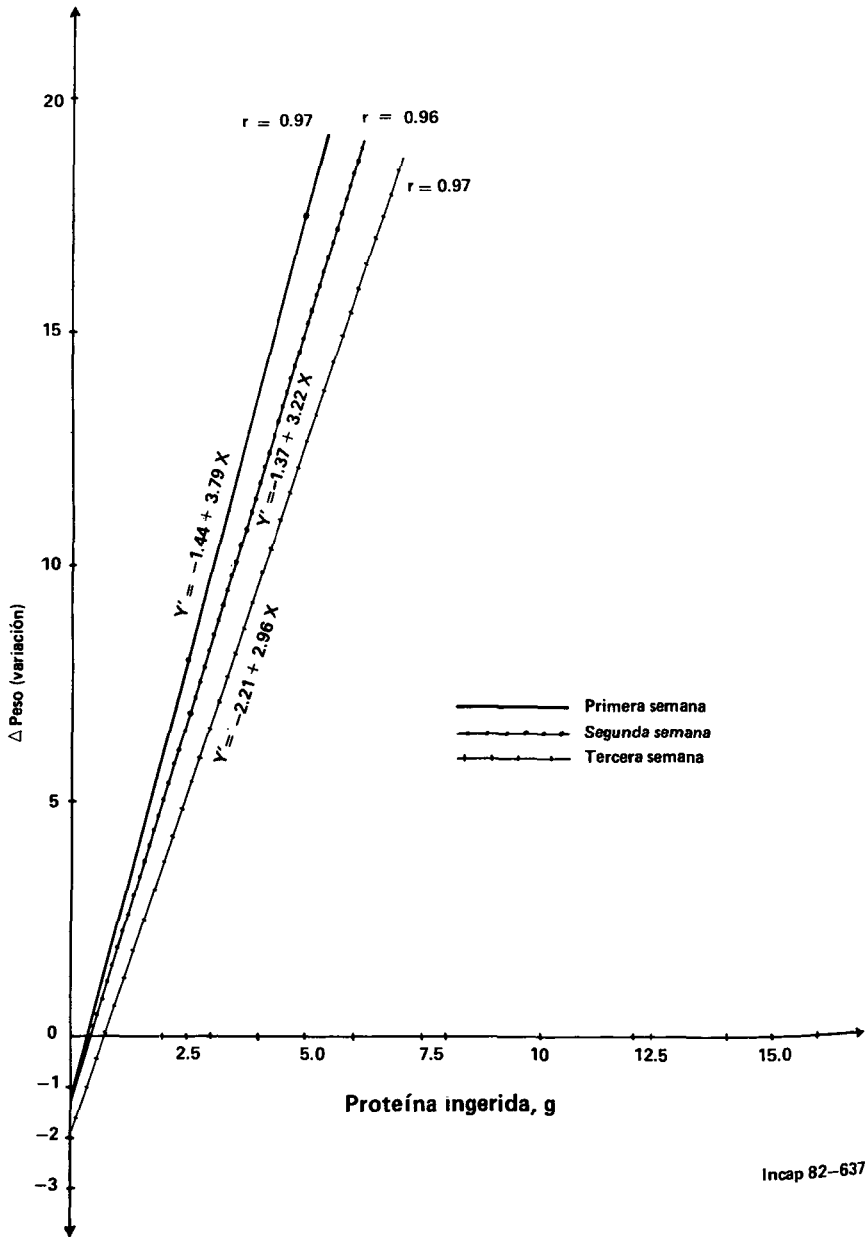


FIGURA 6

Indice de crecimiento nitrogenado (se considera el nitrógeno de la dieta como totalmente proteínico)

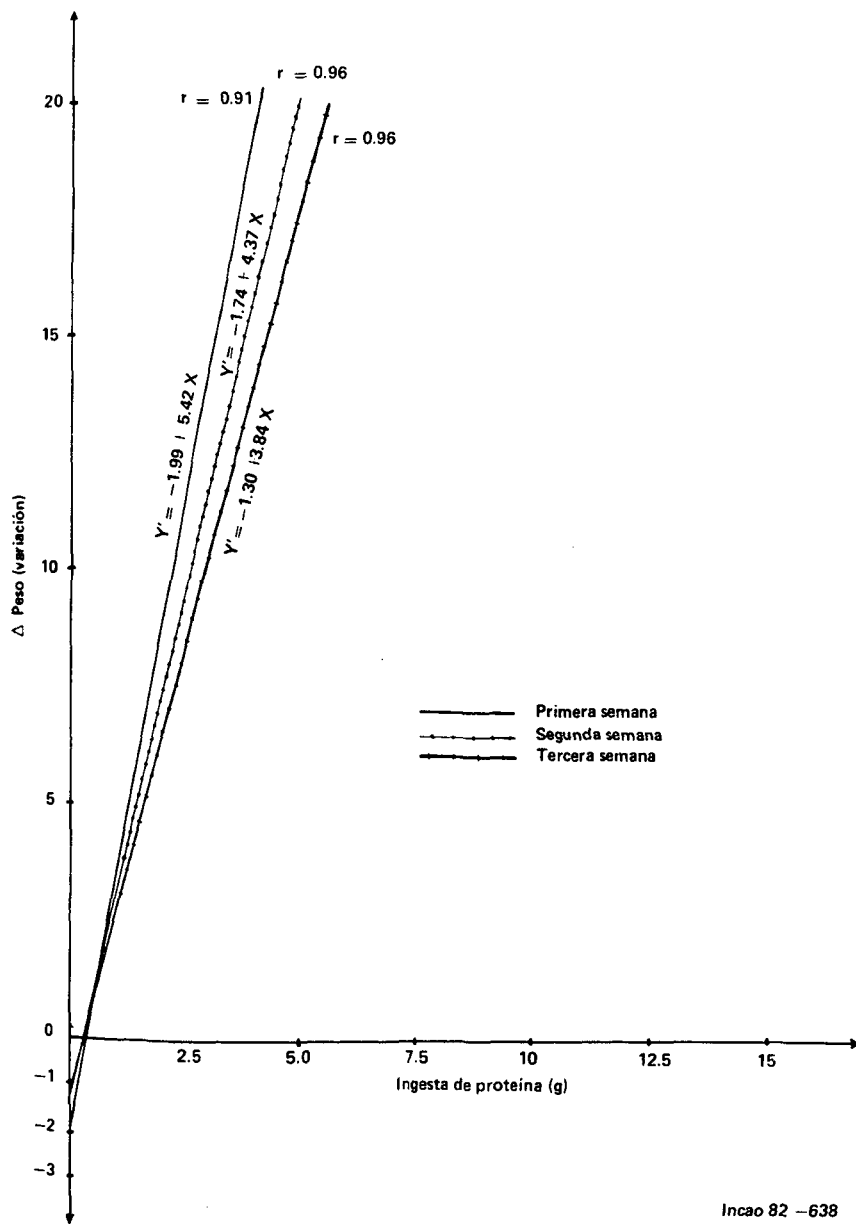


FIGURA 7

Indice de crecimiento nitrogenado (nitrógeno corregido por nitrogeno no proteico)

es decir, aproximadamente la mitad del calculado para caseína (0.850).

NGI (según Hegsted). En las Figuras 8 y 9 se exponen los trazos de las rectas de regresión obtenidas de igual forma que en el caso del NGI, pero en los cálculos no se incluyeron los valores de la dieta libre de nitrógeno (DLN).

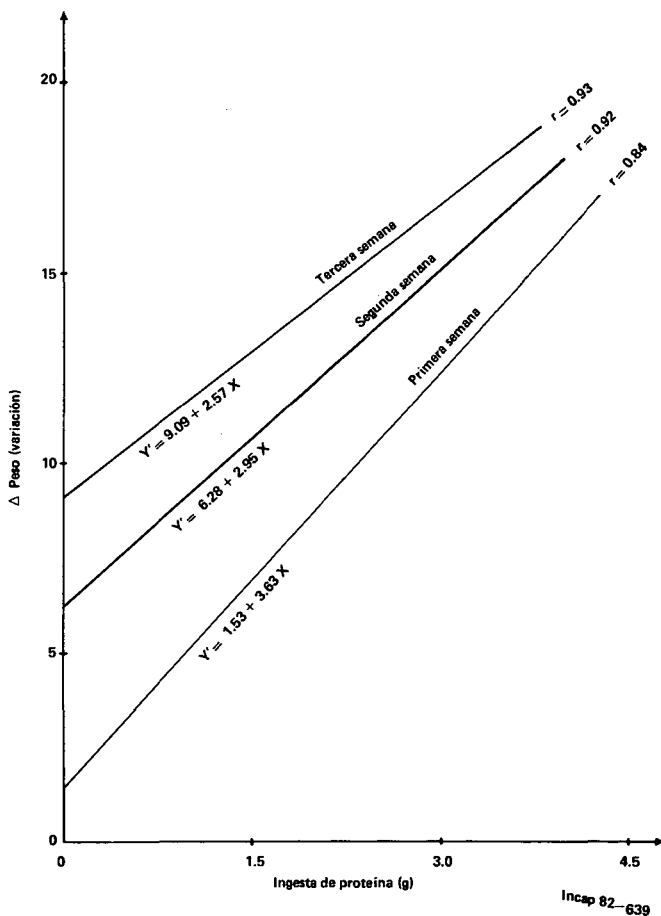


FIGURA 8

Indice de crecimiento nitrogenado (nitrógeno total), según Hegsted

Aquí, la variación de NGI fue similar a la del caso anterior: disminuyó con el transcurso del tiempo. Los coeficientes de correlación fueron menores en contraste con los del NGI_0 (0.84, 0.92, y 0.93, respectivamente).

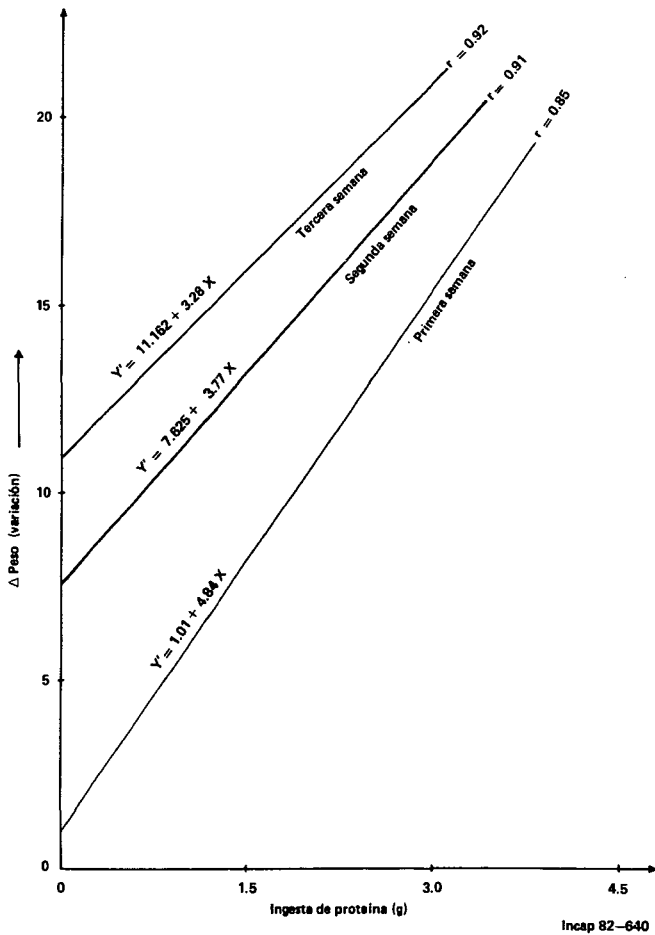


FIGURA 9

Indice de crecimiento nitrogenado (nitrógeno corregido por NNP), según Hegsted

Por otro lado, los NGI citados son menores si se relacionan, en igual intervalo de tiempo, con los NGI₀ (3.63 vs 3.79; 2.95 vs 3.32; y 2.57 vs 2.96).

Idéntico comportamiento se obtuvo en la Figura 9, donde se tuvo en cuenta el nitrógeno total corregido por NNP. De manera similar al caso del NGI₀, los NGI calculados con el nitrógeno corregido por NNP fueron mayores que los NGI obtenidos con nitrógeno total (Tabla 1).

SUMMARY

EVALUATION OF THE PROTEIN QUALITY OF TOLLO SHARK (*Squalus acanthias*) MEAT FLOUR

The protein quality of tollo flour evaluated by various biological methods, including digestibility, is reported. The product contained 91.52% crude protein and 69.86% true protein, the difference being non-protein nitrogen, mainly urea. Due to this reason the biological evaluations were carried out with different shark flour concentrations and evaluated at different lengths of time with each method. Diets containing 0, 3, 6, 9 and 12% shark flour were prepared and evaluated by the PER, NPR and NGI methods. Casein was used as reference protein. The protein digestibility was 91.2%, not corrected for non-protein nitrogen. On this same basis, PER and NPR—at a protein level of 9.97% in the diet—were 2.58 and 2.05, respectively. The casein control diet gave a PER of 2.93 and an NPR of 4.52. NGI was calculated by using the non-protein diet, or without it, with values of 3.32 and 2.95, respectively. As expected, all values corrected for non-protein nitrogen were higher for protein digestibility. The differences were significant at the 5% level. Apparently, urea influenced negatively the biological evaluations. It can be concluded, therefore, that the tollo shark meat is of excellent quality.

BIBLIOGRAFIA

1. Bello, R. A. & G. M. Pigott. Dried fish patties: storage stability and economic considerations. *J. Food Processing and Preservation*, 4: 247-260, 1980.
2. Gordievskya, V. S. *Shark Flesh in the Food Industry*. Israel Program for Scientific Transl. IPST Cat. No. 60080 2.1, 1971. (Traducido en 1973), 26 p.
3. Kizevetter, I. V. & E. A. Nasekina. Characteristic nitrogen compounds

- of the meat of sharks and rays as a food protein source. **Voprosy Pitaniya No. 1**: 36-40, 1975. (c.d. **Nutr. Abst. Rev.**, **46**: 1976, Abst. 2005).
4. Association of Official Analytical Chemists. **Official Methods of Analysis of the AOAC**. 12th ed. Washington, D. C., The Association, 1975, 1094 p.
 5. Pellet, P. & Young, V. R. (Eds.). **Nutritional Evaluation of Protein Foods**. Tokyo, Japan, The United Nations University, 1980, 154 p. (WHTR-3/UNUP-129).
 6. Henry, K. M. A. A comparison of biological methods with rats for determining the nutritive value of proteins. **Brit. J. Nutr.**, **19**: 125-135, 1965.
 7. Thorpe, W. V., H. G. Bray & S. P. James. **Bioquímica**. México, D. F., Compañía Editorial Continental, S. A., 1975, 553 p.
 8. Sève, B., A. Aumaitre & P. Tord. Feeding value of soluble white-fish meals prepared by different technical procedures: incorporation into artificial milk substitutes for piglets weaned at 12 days. **Annales de Zootechnie**, **24** (1): 21-42, 1975. (c.d. **Nutr. Abst. Rev.**, **46**: 499, 1976, Abst. 4738).
 9. Del Valle, F. R., H. Bourges, R. Haas & H. Gaona. Proximate analysis, protein quality and microbial counts of quick-salted, freshly made and stored fish cakes. **J. Food Sci.**, **41**: 975-976, 1976.
 10. Islam, M. N. & R. A. Lea. Development of a sardine-like product from mummichog (*Fundulus heteroclitus*). **J. Food Sci.**, **42**(3): 747-749, 1977.
 11. Bonsembiante, M., P. Susmel & P. Cesselli. Comparison between biological methods and some chemical indices for assessing protein quality. 1. Protein efficiency ratio (PER). **Rivista di Zootecnia e Veterinaria No. 1**: 36-46, 1980. (c.d. **Nutr. Abst. Rev.**, **51**, Serie "B": 69, 1981, Abst. 662).
 12. Fernández Otero, M. P., M. A. Aldegunde Villar, J. Espinosa & M. A. Parafita Mato. Biochemical composition and nutritive value of the lamprey (*Petromyzon marinus*, L.). **Anales Bromatol.**, **30**(3/4): 253-260, 1978. (c.d. **Nutr. Abst. Rev.**, **49**, Serie "A": 728, 1979, Abst. 7606).
 13. Pronczuk, A., S. Wronoswski, W. Roszkowski & A. Berger. The nutritive value of some fish meals and fish protein concentrates. **Przemsl Psozywczy**, **30**(3): 95-96, 1976. (c.d. **Nutr. Abst. Rev.**, **47**, Serie "B": 774, 1977, Abst. 5889).
 14. Morrison, A. B., E. J. Middleton, H. Fougère & J. A. Campbell. Studies on the nutritional value of fish flesh proteins. En: **Fish in Nutrition**. E. Heen y R. Keuzer (Eds.). London, Fishing News (Books) L¹.

- 1962, p. 263.
15. Erickson, B. N., M. Gulick, H. A. Hunscher & I. G. Macy. Human milk studies. XV. The non-protein nitrogen constituents. *J. Biol. Chem.*, **106**: 145-159, 1934.
 16. Zombade, S. S. & B. S. Sathe. Variation in nutrient content and protein quality of fish-meal and groundnut-cake. *Indian J. Animal Sci.*, **49**(2): 98-103, 1979. (c.d. *Nutr. Abst. Rev.*, **49**, Serie "B" 472, 1979, Abst. 4884).
 17. Tsuladze, E. A. Amino acids in the tissue of herbivorous fish. *Rybnoe Khozyaistvo* No. 9: 56-58, 1976. (c.d. *Nutr. Abst. Rev.*, **48**, Serie "A" 198, 1978, Abst. 1641).
 18. Bressani, R. Evaluación biológica de las proteínas. En: **Recursos Proteínicos en América Latina**. M. Béhar y R. Bressani (Eds.), Guatemala, Guatemala, Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá, 1971, p. 21-52.
 19. Tylecek, J., J. Skálová & M. Zedník. Urea in diets for rats and fattening pigs. *Biologizace a Chemizace Vyzivy Zvirat*, **7**(2): 143-145, 165-175, 1971. (c.d. *Nutr. Abst. Rev.*, **42**: 171, 1972, Abst. 885).
 20. Wolzak Marcucci, A. **Evaluación de Digestibilidad y Calidad Proteínica por Métodos Rápidos y su Correlación con Ensayos Convencionales en la Rata**. Tesis de Postgrado (M. S.). Centro de Estudios Superiores en Nutrición y Ciencias de Alimentos (CESNA), Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia/INCAP. Guatemala, C. A., agosto de 1980.

FACTIBILIDAD DE EMPLEO DE DIFERENTES AGENTES ADHESIVOS PARA EL DESARROLLO DE PRODUCTOS A BASE DE CARNE DESHUESADA DE PESCADO

Oswaldo Quezada L.¹ y Rafael A. Bello¹

Facultad de Ciencias, Universidad Central de Venezuela,
Caracas, Venezuela

RESUMEN

Se elaboraron bloques de carne deshuesada de pescado capaces de desarrollar propiedades cohesivas estables y apropiadas para el moldeo. Se investigaron sistemas preparados con carne de pescado y agentes adhesivos, haciendo énfasis en las propiedades reológicas y de hidratación. Como agentes adhesivos se utilizaron almidones y harinas precocidas de maíz y yuca. Las harinas presentaron una alta capacidad adhesiva, aun a bajas concentraciones (10⁰/o-15⁰/o); sin embargo, a concentraciones mayores esta propiedad tendió a ser antagonizada por la capacidad de absorción de agua. Por otro lado, se observó que el empleo de almidón crudo exige la aplicación de tratamientos térmicos gelatinizantes. En cuanto a color, los cambios observados dependieron tanto del tipo de adhesivo como de su concentración. Se encontró que la textura del sistema carne-adhesivo utilizado, depende de la viscosidad desarrollada por el producto amiláceo.

Manuscrito modificado recibido: 10-8-83.

¹ Miembros del Departamento de Tecnología de Alimentos, Facultad de Ciencias de la Universidad Central de Venezuela, Apartado Postal 47097, Caracas 1041A, Venezuela.

INTRODUCCION

El deshuesado mecánico es el proceso más rápido y eficiente empleado en la actualidad para obtener carne de pescado. La aplicación de esta operación no está limitada por la forma, el tamaño o la estructura interna del pescado entero, permitiendo inclusive, recuperar una cantidad importante de carne de los restos del fileteado. Además, con la aplicación del deshuesado mecánico pueden reducirse los costos de producción, ampliarse el universo de especies explotables, y elaborarse productos alimenticios con características totalmente distintas a las del pescado entero. La carne deshuesada de pescado se adapta con facilidad al procesamiento mecanizado continuo y ofrece múltiples y nuevas alternativas a la siempre creciente demanda de alimentos que priva en todas partes del mundo.

La elaboración de carne deshuesada de pescado de buena calidad exige un control adecuado de las características sensoriales, microbiológicas y de estabilidad durante el almacenamiento. Al elaborar productos con esta materia prima, se ha encontrado que la textura es una de las propiedades más complejas y más difíciles de controlar (1). El primer factor determinante lo constituye la estructura y composición del músculo de pescado, ya que a diferencia del ganado y de las aves, el pescado posee un colágeno muy inestable y por esa razón se hidroliza rápidamente. En consecuencia, el tejido conectivo no juega un papel importante en la textura de la carne de pescado (2). El pescado cocido se despedaza fácilmente al morderlo y puede ser totalmente desintegrado. La textura de su carne también puede variar desde muy blanda hasta dura pero nunca tan dura como la carne de res o de aves sometida al mismo régimen de cocción.

Ajeno a las causas biológicas, existen factores físicos que influyen decisivamente en la textura de la carne deshuesada de pescado. El proceso de deshuesado, por ejemplo, destruye la estructura muscular original, perdiéndose así la fuerza cohesiva presente en la carne sin procesar. Wong, Law y Yamamoto (3) informan que el tamaño de los orificios de la deshuesadora es uno de los factores clave de la textura que desarrolla la carne deshuesada de pescado.

Es un hecho más que conocido que la congelación, especialmente la congelación lenta seguida de un almacenamiento prolongado, es una de las principales causas de la denaturalización de las proteínas y del exudado de la carne (4, 5); a su vez ambos eventos

inciden negativamente en la calidad de la textura de la carne. Se ha observado que dos de las causas más importantes de la denaturalización de las proteínas son la lipólisis (6) por su participación en la formación de complejos ácido graso libre-proteína, y la lipoxidación (7) por el papel que desempeña en la producción de malonaldehído y radicales libres capaces de reaccionar con las proteínas. Por otro lado, Awad, Powrie y Fennema propusieron la hipótesis de la denaturalización por salado con muy buena evidencia experimental. Otros dos factores sumamente importantes por su rol en las propiedades funcionales de las proteínas del músculo de pescado, son el pH y el calentamiento.

En un esfuerzo por mejorar la textura de la carne deshuesada de pescado se han utilizado diversos compuestos, incluyendo materiales de tipo alginato, almidón, fibra texturizada de soya y otros (8-10). En todos los casos, el éxito que se obtuvo ha dependido grandemente tanto de las condiciones de procesamiento de los ingredientes, como del producto. El almidón, sobre todo el de yuca -por las propiedades visco-elásticas que desarrolla al gelatinizar- ha sido extensamente utilizado en la fabricación del producto tipo embutido como el "Kamaboko" (11) y otros tipo pasta (8). Sin embargo, son pocos los trabajos de investigación que se detienen a examinar sus efectos en la carne deshuesada o en el gel de pescado.

El trabajo objeto del presente estudio, estuvo orientado hacia el mejoramiento de las propiedades de retención de agua y reológicas de la carne deshuesada de pescado, empleando como agentes modificadores de la textura, harinas y almidones de maíz y de yuca.

MATERIALES Y METODOS

Las muestras de carne deshuesada de pescado fueron elaboradas con especies de la fauna de acompañamiento del camarón (*Penaeus sp*) capturado en la Zona Pesquera Nor-Oriental de Venezuela. Con este propósito se adquirieron dos lotes de pescado. Con el primer lote se preparó la muestra denominada "muestra 1". Con el segundo lote de pescado se prepararon la "muestra 2", igual que la "muestra 1" compuesta por varias especies y la "muestra 3", elaborada exclusivamente con tonquicha, especie perteneciente a la familia *Scianidae*.

El procedimiento seguido en la obtención de la carne deshue-

sada de pescado incluyó siete etapas: 1) lavado, 2) selección y clasificación, 3) eliminación de la cabeza y de las vísceras, 4) deshuesado mecánico, 5) empaque, 6) congelación rápida, y 7) almacenamiento en congelación a -100°C hasta su posterior utilización.

Para mejorar la capacidad de retención de agua y las propiedades cohesivas de la carne deshuesada se investigaron varios productos amiláceos con capacidad adhesiva potencial. Estos agentes adhesivos incluyeron almidón de maíz, almidón de yuca, y harina precocida de yuca. Todos ellos se usaron en el rango comprendido entre los niveles de 5 y 250/o.

Para preparar las muestras experimentales primero se dejaron descongelar los bloques de carne deshuesada. A continuación se mezclaron la carne y los agentes adhesivos en proporciones definidas hasta obtener una masa relativamente homogénea y, por último, de estas mezclas se tomaron muestras para practicar las determinaciones.

Métodos Analíticos

Análisis proximal – Se determinó aplicando los procedimientos enumerados. Humedad: por desecación en estufa a 100°C (12); ceniza: método de incineración (13); proteína: método de Kjeldahl (13); grasa: procedimiento de Goldfish (13); fibra cruda: método oficial de la AOAC (12); y carbohidratos, por diferencia.

Almidón – se determinó según el método de McCready *et al.* (14).

pH – Para determinarlo se usó un pH-metro "Corning", mezclando homogéneamente la muestra en agua destilada. Se utilizó una relación agua:muestra de 2:1 para la carne de pescado sola o mezclada, y de 5:1 para los almidones y las harinas.

Capacidad de absorción de agua – Esta se llevó a cabo por centrifugación a 5,000 rpm y temperatura ambiente de una suspensión de harina o almidón en agua destilada, utilizándose una centrífuga "Sorvall" modelo RC-2-B. La determinación se realizó variando la concentración de la suspensión y el tiempo de hidratación de cada agente adhesivo. En el primer caso se centrifugó a tiempo constante de 10 min, y en el segundo, se empleó una relación de agente adhesivo:agua destilada constante (7:1).

Capacidad de retención de agua – La determinación se hizo por centrifugación de la carne deshuesada sola o mezclada, centrifugando a 18,000 rpm por 10 min a una temperatura de 0°C .

Se utilizó una centrífuga "Sorvall" modelo RC2-B.

Color – Se determinó con un colorímetro "Hunter Lab" modelo D25-3, empleando la placa blanca de referencia No. C2-7396 ($L = 92.00$; $a = 1.0$; $b = 0.8$). La diferencia de color total (ΔE) y la diferencia en cromaticidad (ΔC) fueron estimadas en términos de coordenadas rectangulares (ejes cartesianos L , a y b) según las ecuaciones descritas por Hunter (15):

$$\Delta E = \sqrt{(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2}$$

$$\Delta C = \sqrt{(\Delta a)^2 + (\Delta b)^2} \quad \text{respectivamente.}$$

' L ' es la dimensión luminosidad y abarca valores comprendidos entre 0 (negro) y 100 (blanco); ' a ' es la dimensión de color que va del verde (–) al rojo (+), y ' b ' es la dimensión de color que va del azul (–) al amarillo (+).

Textura – Se midió con un texturómetro "Instron" modelo 1101. La textura se obtuvo tomando el valor máximo del registro de la fuerza de corte/compresión necesaria para que un dispositivo de penetración de 2.5 cm de diámetro atravesara la muestra 1.5 cm perpendicularmente al centro. Las muestras de 50 g se moldearon en forma cilíndrica de 5.0 cm de diámetro x 2.5 cm de altura. La calibración se realizó con una pesa de 5,000 g.

Viscosidad – Para su determinación se emplearon dos procedimientos: A) Usando el amilógrafo Brabender y B) usando el viscosímetro Brookfield. El primer procedimiento se realizó de acuerdo al método de la AACC (16), empleando suspensiones al 6.50/o de almidón o harina en solución buffer citrato-fosfato. Cada suspensión fue sometida a calentamiento desde 30°C hasta 90°C y enfriada inmediatamente hasta 30°C a una tasa de 1.50°C/min con el amilógrafo operando a 75 rpm. La determinación con el viscosímetro Brookfield modelo LV se llevó a cabo empleando suspensiones al 60/o en agua destilada. La suspensión de almidón fue gelatinizada mediante calentamiento a 90°C por 15 min, y luego dejando enfriar. Cada suspensión se vertió en un beaker de 600 ml, se homogeneizó, y se midió la viscosidad a 25°C.

RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados del análisis proximal de las muestras de carne

deshuesada de pescado usadas en este trabajo se exponen en la Tabla 1. En general, todas presentaron una composición química similar a pesar de ser diferentes en las proporciones de las especies componentes.

El alto contenido de proteína de la carne deshuesada —que sugiere su gran valor nutritivo— concuerda con los datos notificados por otros autores (17, 18).

TABLA 1

ANALISIS PROXIMAL DE LAS MUESTRAS DE CARNE DESHUESADA DE PESCADO

Determinación* (o/o)	Muestra 1 (mezcla 1)	Muestra 2 (mezcla 2)	Muestra 3 (tonquicha)
Humedad	79.3	79.8	78.0
Proteínas	17.3	16.9	17.9
Grasa	1.2	1.3	1.7
Cenizas	2.2	1.6	2.1

* Todas las determinaciones se hicieron en triplicado.

Teniendo en cuenta el contenido de humedad tan alto que presentaba este material y que durante su procesamiento y almacenamiento intervienen factores denaturalizantes de las proteínas (deshuesado mecánico, congelación, descongelación, etc.) que producen una reducción drástica de la capacidad de retención de agua, se aprecia la importancia que tiene el añadir a la carne, compuestos capaces de enlazar el agua libre. Ello se debe a que la pérdida de fluido tisular constituye al mismo tiempo una importante pérdida económica y nutricional, a causa de la reducción de peso, y la remoción de nutrientes hidrosolubles.

En relación al contenido de grasa, las determinaciones indican que la carne deshuesada obtenida proviene de especies magras. Esto es importante, por cuanto el contenido de grasa está estrechamente ligado a la estabilidad durante el almacenamiento.

La Tabla 2 detalla los valores del análisis proximal de las harinas y los almidones usados en este trabajo como agentes adhesivos.

TABLA 2

ANALISIS PROXIMAL DE LOS AGENTES ADHESIVOS

Determinación* (%/o)	Harina		Almidón	
	de maíz	de yuca	de maíz	de yuca
Humedad	11.0	13.0	13.3	10.6
Proteínas	6.6	2.2	0	0
Grasa	0.6	0.9	0	0
Cenizas	0.5	2.6	0	0
Fibra cruda	0.5	2.3	0	0
Carbohidratos**	80.8	79.0	86.7	89.4
Almidón	65.2	58.4	84.5	86.9

* Todas las determinaciones se hicieron en triplicado.

** Por diferencia.

Los resultados ponen de relieve el alto contenido de almidón y el bajo contenido de humedad de estos productos. En cuanto a los contenidos de proteína, cenizas, grasa y fibra cruda, presentes en las harinas pero no en los almidones, cabe señalar que aun cuando estos compuestos se encuentran en bajas cantidades, su influencia sobre las propiedades reológicas de los almidones es notable (19).

El efecto de los agentes adhesivos sobre el pH de la carne deshuesada de pescado se muestra en la Tabla 3. En general, se observó una ligera tendencia del pH a disminuir con el incremento del porcentaje del agente adhesivo en la muestra. Esto podría ser consecuencia del menor pH de los productos amiláceos en relación al de la carne de pescado y de la capacidad buffer disminuida de este último debido a denaturalización. Por su acción denaturalizante de las proteínas, los cambios de pH relativamente grandes podrían estar involucrados tanto en las pérdidas de fluido tisular como en los cambios de textura. En el caso estudiado, a pesar de que los cambios de pH observados caen en un rango relativamente pequeño, su medición es importante por cuanto no se ha establecido del todo el efecto que este parámetro ejerce sobre la textura. No obstante, aquí en realidad existe muy poco margen para pensar que tales cambios de pH puedan ser fuente importante de variación en los resultados de la textura.

TABLA 3

DETERMINACION DE pH *

	Porcentaje del agente adhesivo (g/100 g)	Carne deshuesada de pescado con:			
		Harina		Almidón	
		de maíz	de yuca	de maíz	de yuca
Muestra 1	0	7.2	7.2	7.2	7.2
	5	7.2	7.2	7.2	7.2
	10	7.1	7.1	7.1	7.2
	15	7.0	7.1	7.1	7.1
	20	6.9	7.0	7.0	7.0
	25	6.8	6.8	6.9	7.0
Muestra 2	0	7.0	7.0	7.0	7.0
	5	6.9	7.0	7.0	7.0
	10	7.0	6.9	6.9	6.9
	15	6.9	6.8	6.9	6.9
	20	6.8	6.8	6.8	6.8
	25	6.6	6.7	6.8	6.8
Muestra 3	0	6.9	6.9	6.9	6.9
	5	6.9	6.8	6.8	6.8
	10	6.8	6.8	6.8	6.8
	15	6.8	6.7	6.7	6.8
	20	6.7	6.6	6.7	6.8
	25	6.7	6.6	6.6	6.8
	100	6.0	6.0	5.2	6.5

* Todas las determinaciones se hicieron en triplicado.

En la Tabla 4 se detallan los cambios de color ocasionados por la adición de los agentes adhesivos a la carne deshuesada. Se aprecia que el mayor cambio lo produjeron los almidones, mientras que las harinas, y sobre todo la harina de yuca, causaron cambios de color notablemente menores.

Debido a que la diferencia de color total es una cantidad escalar que comprende el cambio de cromaticidad y luminosidad, su estimación da la magnitud del cambio total de color, pero no de la

TABLA 4
DIFERENCIA DE COLOR TOTAL (ΔE)*

Muestra 2						
Agente adhesivo	$\Delta E^{0-50\%}$	$\Delta E^{0-100\%}$	$\Delta E^{0-150\%}$	$\Delta E^{0-200\%}$	$\Delta E^{0-250\%}$	$\Delta E^{0-1000\%}$
Harina de maíz	1.18	4.27	5.11	6.06	6.49	41.64
Harina de yuca	1.00	1.80	1.92	2.89	4.57	41.06
Almidón de maíz	3.69	9.16	10.21	14.07	14.71	50.29
Almidón de yuca	2.22	6.19	10.58	11.34	13.48	44.68
Muestra 3						
Harina de maíz	2.62	3.13	4.94	6.14	7.31	36.46
Harina de yuca	1.42	1.39	2.23	2.90	4.30	35.82
Almidón de maíz	4.21	7.53	9.72	11.86	14.11	45.29
Almidón de yuca	4.12	5.78	8.37	11.06	11.75	39.77

* Cada valor mide la diferencia de color total entre las muestras del superíndice.

dirección del cambio. Con el objeto de establecer el peso de los componentes del espacio de color en el cambio de color total, se estimó la diferencia en cromaticidad, un escalar definido en términos de los parámetros "a" y "b" del sistema Hunter. Los resultados se indican en la Tabla 5, observándose que la harina de yuca es el agente adhesivo que ocasiona el efecto más marcado sobre la cromaticidad, mientras que los almidones y la harina de maíz afectaron en menor grado. Este hallazgo es contrario al que se obtuvo para determinar la diferencia de color, e indica que mientras los almidones y la harina de maíz producen un gran aclaramiento de la carne deshuesada de pescado —acompañado por un ligero cambio en la cromaticidad— la harina de yuca, en contraste, produce un cambio relativamente fuerte en cromaticidad y un aclaramiento moderado. Este resultado pone de relieve la necesidad de establecer controles reguladores del rango de variación del color, ya que éste es uno de los atributos más influyentes en la apariencia y, por lo tanto, en la calidad general de la carne deshuesada.

El empleo de productos que contienen almidón fue seleccionado entre las alternativas existentes, en vista de la gran capacidad de enlace de agua que presentan los almidones gelatinizados.

El efecto de la concentración de los agentes adhesivos en la capacidad de retención de agua de la carne deshuesada de pescado se ilustra en la Figura 1. El aumento en la concentración del agente adhesivo induce un descenso en la cantidad de fluido extraíble de la mezcla; en otras palabras, hay una notable reducción de exudado, especialmente en el caso de las harinas precocidas. Obviamente, la aplicación de blanqueado, pasteurización, u otro proceso térmico gelatinizante, podría conducir al mismo resultado en el caso de los almidones. Esto se aprecia en la Figura 2, en la que se graficó la capacidad de retención de agua en función de la concentración de los agentes adhesivos después de someter las mezclas a tratamiento térmico (90°C por 10 min).

Lee y Toledo (20) observaron que la cocción de la carne deshuesada de pescado por inmersión en agua a temperaturas mayores de 90°C evita que se produzcan pérdidas grandes en la capacidad de retención de agua. Además, así se obtienen registros máximos de textura medida por la aplicación de fuerzas de compresión. Por lo tanto, puede observarse que la aplicación de ciertos tratamientos térmicos podría ser conveniente para mejorar las propiedades de textura y de enlace de agua de la carne; para gelatinizar el almidón y, finalmente, para participar en la inacti-

TABLA 5
DIFERENCIA EN CROMATICIDAD (ΔC)*

Muestra 2						
Agente adhesivo	$\Delta C^{0-5\%}$	$\Delta C^{0-10\%}$	$\Delta C^{0-15\%}$	$\Delta C^{0-20\%}$	$\Delta C^{0-25\%}$	$\Delta C^{0-100\%}$
Harina de maíz	0.84	0.54	0.67	1.15	1.07	5.26
Harina de yuca	1.00	1.52	1.73	2.82	4.48	7.86
Almidón de maíz	1.46	2.07	1.92	2.48	2.51	2.48
Almidón de yuca	0.86	1.63	2.33	2.19	2.02	3.38
Muestra 3						
Harina de maíz	0.48	1.02	1.11	1.37	1.23	3.71
Harina de yuca	0.95	1.10	2.14	2.49	3.09	6.27
Almidón de maíz	0.79	1.36	1.58	1.51	1.68	2.85
Almidón de yuca	0.74	0.82	1.44	1.54	1.17	4.81

* Cada valor mide la diferencia en cromaticidad entre las muestras del superíndice.

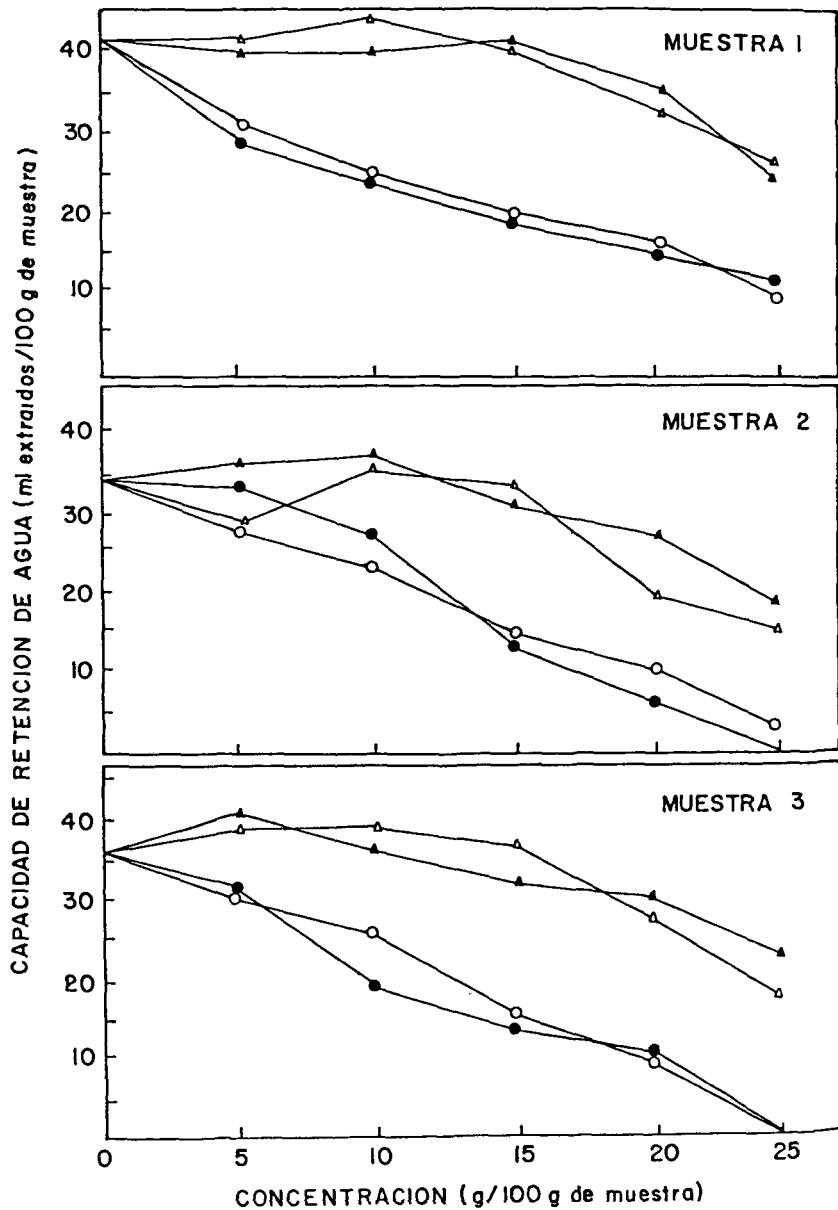


FIGURA 1

Efecto de la concentración de los agentes adhesivos sobre la capacidad de retención de agua: ● = harina de maíz, ○ = harina de yuca, ▲ = almidón de maíz, △ = almidón de yuca.

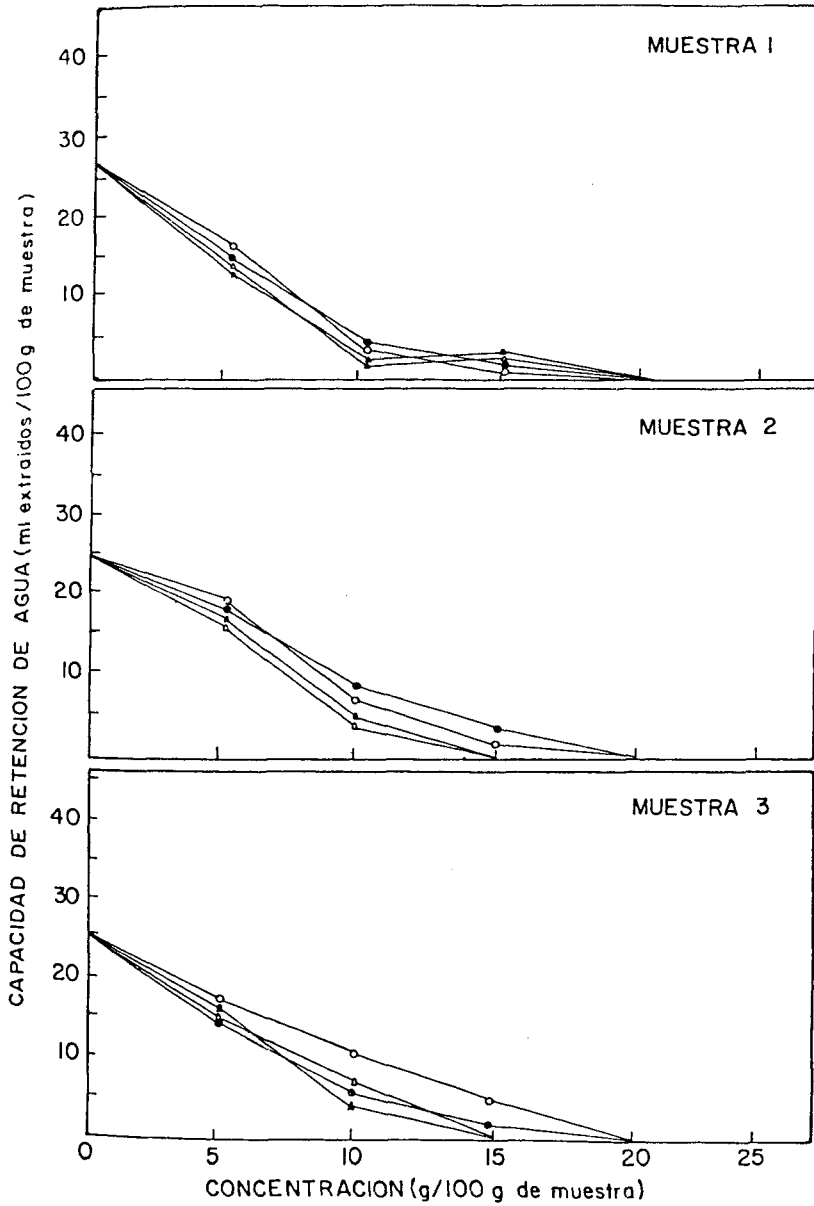


FIGURA 2

Efecto de la concentración de los agentes adhesivos sobre la capacidad de retención de agua después de cocción: ● = harina de maíz, ○ = harina de yuca, ▲ = almidón de maíz, △ = almidón de yuca.

vación enzimática y la destrucción de microorganismos. Ello significa que el uso de agentes crioprotectores podría sustituirse por el empleo de almidones y tratamientos térmicos adecuados.

Conviene considerar aquí otra cuestión relacionada con la capacidad de absorción de agua de los agentes adhesivos. Durante el mezclado de éstos con la carne deshuesada de pescado se observó que a altas concentraciones (aproximadamente 20^o/o), las harinas presentaban ciertos problemas, los cuales se expresaban en una masa de apariencia reseca y heterogénea y más frágil a la presión que a concentraciones de 5, 10 y 15^o/o. Este problema fue atribuido a las propiedades de hidratación de estos agentes. Según revelan las Figuras 3 y 4, las harinas precocidas pueden absorber varias veces su peso de agua con gran velocidad; de ahí que la mezcla de carne con altas proporciones de estos agentes resulte en una masa de apariencia reseca, grumosa, y de consistencia frágil. Este fenómeno limita la utilización de las harinas precocidas en altas proporciones para mejorar las propiedades texturales de la carne deshuesada, ya que además de que no se alcanza el objetivo que se persigue, se crean otros problemas.

La Figura 5 muestra gráficamente cómo la proporción y el tipo de agente adhesivo afecta la textura de la carne deshuesada de pescado. En las dos muestras empleadas para realizar esta determinación, los valores más altos de textura se observaron al añadir harina precocida de maíz. En el caso de la harina de yuca, los valores fueron más bajos. En cuanto a los almidones, éstos no sólo se tradujeron en los menores registros de textura, sino que al incluirse a niveles de 5 y 10^o/o presentaron valores de textura inferiores al valor de referencia. Por otro lado, aunque en líneas generales, el comportamiento reológico se parece en ambas muestras, los registros en la muestra 3 tienden a ser mayores que en los de la muestra 2.

La razón principal de la diferencia de resultados determinada entre harinas y almidones radica en los cambios de las propiedades reológicas y de hidratación que los almidones sufren a causa de la gelatinización. En efecto, mientras las harinas precocidas contienen un almidón ya pregelatinizado, los almidones se utilizaron en estado no gelatinizado. Por consiguiente, el incremento menor y más lento de la textura observado para los almidones se debe a la disminución y a la redistribución del contenido de humedad que ocurre al añadir estos agentes adhesivos.

En el gran aumento de textura que se observa con las harinas participan tanto la alta capacidad de hidratación como las propie-

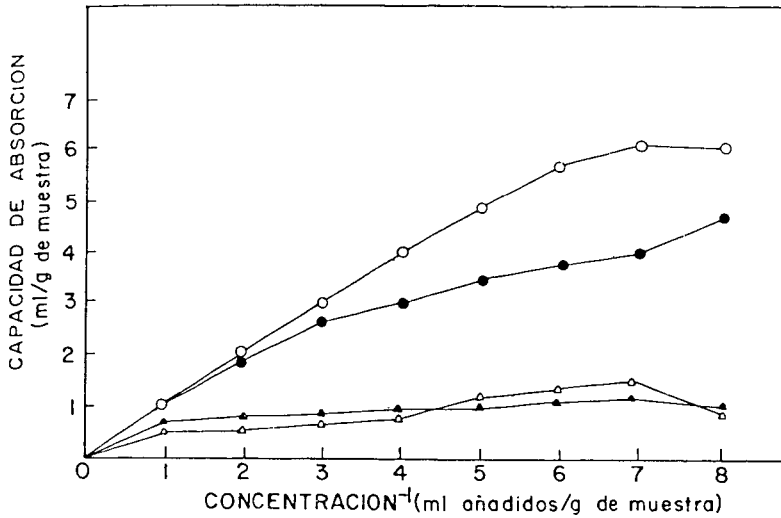


FIGURA 3

Valores de absorción de agua de los agentes adhesivos en suspensión acuosa de concentración variable: ● = harina de maíz, ○ = harina de yuca, ▲ = almidón de maíz, △ = almidón de yuca.

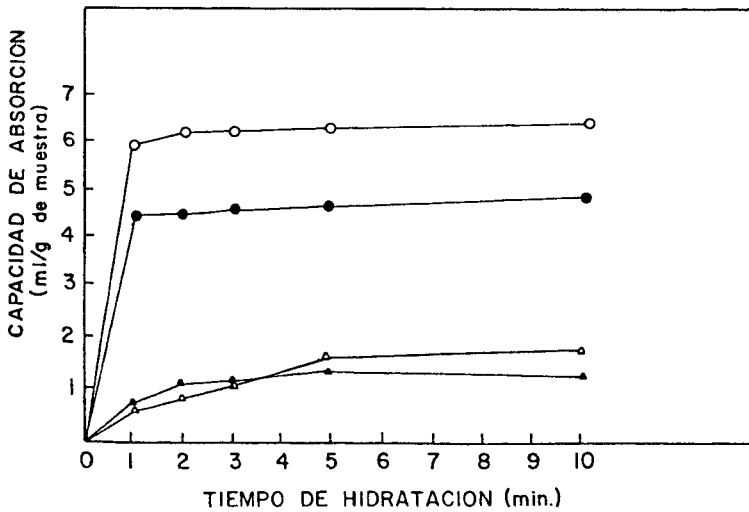


FIGURA 4

Valores de absorción de agua de los agentes adhesivos para tiempos de hidratación variables.

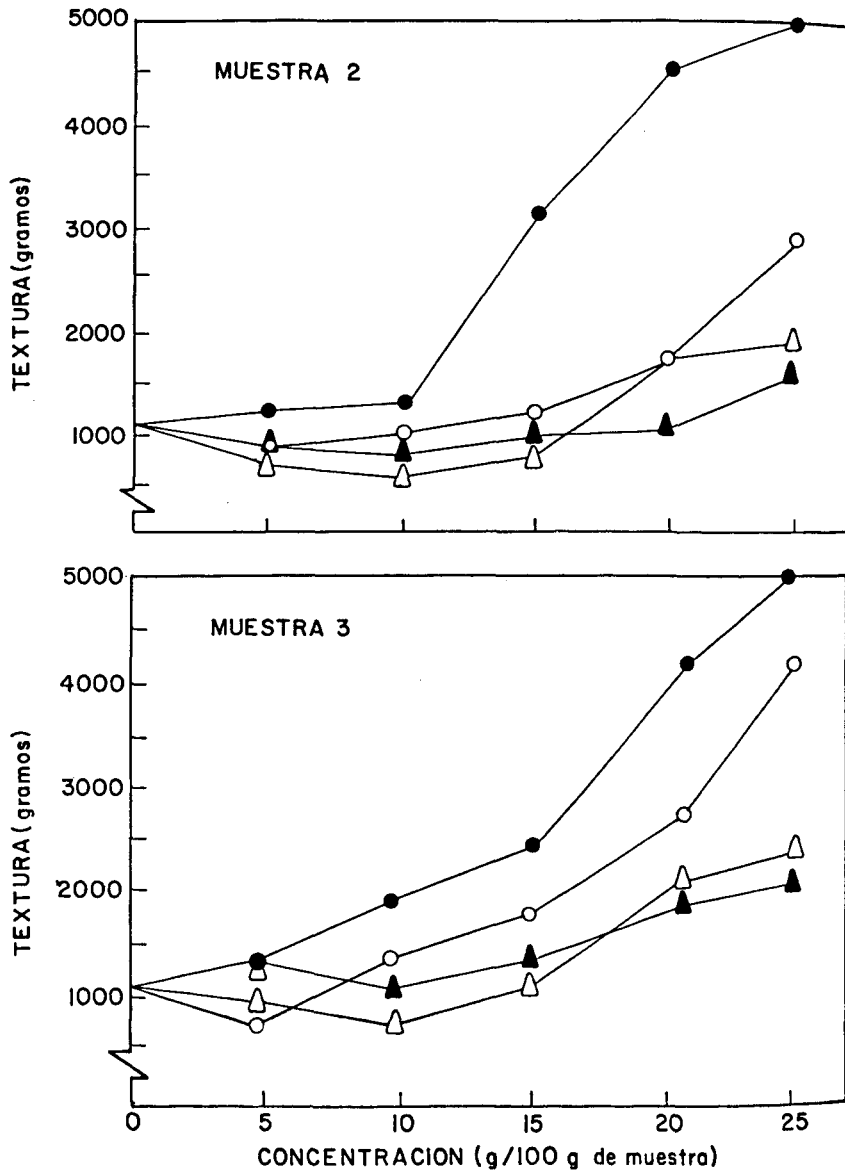


FIGURA 5

Efecto de la concentración de los agentes adhesivos sobre la textura de la carne deshuesada de pescado: ● = harina de maíz, ○ = harina de yuca, ▲ = almidón de maíz, △ = almidón de yuca.

dades visco-elásticas de los almidones gelatinizados. La harina precocida y el almidón gelatinizado de maíz se caracterizan por tener una gran resistencia de extensión y una elasticidad muy restringida. En cambio, la harina precocida y el almidón gelatinizado de yuca se caracterizan por su gran elasticidad y su baja resistencia (21). Por esa razón, las harinas y los almidones de maíz producen pastas de gran viscosidad al enfriar, mientras que las pastas gelatinizadas de almidón y harina de yuca son de menor viscosidad que sus equivalentes de maíz. Este comportamiento reológico parece ser de capital importancia en los registros de textura, como se aprecia en la Tabla 6, en la que se muestran los resultados de viscosidad (medidos en viscosímetro y en amilógrafo) y de textura de

TABLA 6

VALORES DE VISCOSIDAD DE LAS PASTAS GELATINIZADAS
DE LOS AGENTES ADHESIVOS Y TEXTURA DE LA CARNE
DESHUESADA DE PESCADO MEZCLADA

Parámetro reológico	Agente adhesivo			
	Harina		Almidón	
	de maíz	de yuca	de maíz	de yuca
Viscosidad después de enfriar a 30°C (Unidades Brabender)	80	80	660	470
Viscosidad de en frío* medida a 25°C (centipoises)	105	68	5,000	3,700
Textura** (gramos)	5,000	2,875	1,600	2,000
Textura*** (gramos)	5,000	4,400	2,175	2,675

* Medida a 60 r.p.m.

** Muestra 2, con 25% de adhesivo.

*** Muestra 3, con 25% de adhesivo.

las mezclas. Vale la pena aclarar que aun cuando las mezclas de mayor textura se consiguen con los productos de maíz, eso no significa que se obtengan los mejores resultados de textura, ya que la mayor fuerza adhesiva está asociada con la mayor elasticidad y no con la mayor viscosidad (19, 22). En consecuencia, con la harina de yuca se obtendrían mezclas más blandas (fuerza de compresión-corte) pero más elásticas y cohesivas (fuerza ténsil). Además de la gran dureza producida por la harina de maíz, ésta acusa una gran tendencia a la retrogradación (23), lo que agudiza el problema de endurecimiento.

De acuerdo con los resultados notificados en este estudio, la harina y el almidón de yuca presentan un conjunto de condiciones relacionadas con sus propiedades reológicas y de hidratación, que los señalan como mejoradores de la textura de la carne deshuesada de pescado.

SUMMARY

FEASIBILITY OF USING DIFFERENT BINDING AGENTS FOR THE DEVELOPMENT OF PRODUCTS BASED ON DEBONED FISH FLESH

Blocks of deboned fish flesh capable of developing binding, stable and adequate properties were prepared. Procedures with fish flesh and binding agents were investigated, with emphasis on the rheologic and hydration properties. Starches and precooked maize and cassava flours were used as binding agents. Flours presented a high binding capacity, even at low concentrations (10%o-15%o); however, at higher concentrations this property tended to be counterbalanced by the water absorption capacity. On the other hand, it was observed that application of thermal gelatinizing treatments was required when crude starch was used. As far as color is concerned, the observed changes depended both on the type of binder used and on its concentration. Findings revealed that the flesh-binding texture procedure depends on the viscosity developed by the starchy product.

BIBLIOGRAFIA

1. Regenstein, J. M. The Cornell experience with minced fish. En: *Advances in Fish Science and Technology*. J. J. Connell (Ed.). London, England, Fishing News (Books), Ltd., 1980, p. 192-199.

2. Olley, J. N. Structure and proteins of fish and shellfish. Part I, En: **Advances in Fish Science and Technology**. J. J. Connell (Ed.). London, England, Fishing News (Books), Ltd., 1980, p. 65-77.
3. Wong, J., Y. C. Law & M. Yamamoto. Mechanical fish deboners: influence of various perforation sizes on bone content and texture of minced fish flesh, **J. Food Sci.**, **43**: 807-809, 814, 1978.
4. Dyer, W. J. & J. R. Dingle. Fish proteins with special reference to freezing. En: **Fish as Food**. Vol. 1. G. Borgstrom (Ed.). New York, N. Y., Academic Press, Inc., 1961, p. 275-327.
5. Awad, A., W. D. Powrie & O. Fennema. Deterioration of fresh water whitefish muscle during frozen storage at -10°C . **J. Food Sci.**, **34**: 1-9, 1969.
6. Anderson, M. L. & M. A. Steinberg. Effect of lipid content on protein-sodium linolenate interaction in fish muscle homogenates. **J. Food Sci.**, **29**: 327-330, 1964.
7. Kwon, T. W. & D. B. Menzel. Reactivity of malonaldehyde with food contents. **J. Food Sci.**, **30**: 808-813, 1965.
8. Kreuzer, R. (Ed.). **Fishery Products**. FAO Technical Conference, Tokyo, Japan, December 1973. London, England, Fishing News (Books), Ltd., 1974.
9. Babasanta, E. A. & E. C. Sison. Utilization of starchy materials in meats preparations. IV. Binders in fish-meat loaf. **Philippine Agriculturist**, **61**(3/4): 95-103, 1977.
10. Bello, R. A. & G. M. Pigott. A new approach to utilizing fish flesh in dried products. **J. Food Sci.**, **44**: 255-362, 1979.
11. Takinawa, E. Fish sausage and ham industry in Japan. En: **Advances in Food Research**. Vol. 12. C. O. Chichester, E. M. Mark & G. F. Stewart (Eds.). New York, N. Y., Academic Press, Inc., 1963, p. 367-424.
12. Association of Official Agricultural Chemists. **Official Methods of Analysis**. W. Horwitz (Ed.). 11th ed. Washington, D. C., The Association, 1970.
13. Association of Official Agricultural Chemists. **Official Methods of Analysis**. W. Horwitz (Ed.). 13th ed. Washington, D. C., The Association, 1980.
14. McReady, R. M., J. Guggolz, V. Silveira & H. S. Owens. Determination of starch and amylose in vegetables. **Anal. Chem.**, **22** (9): 1156-1158, 1950.
15. Hunter, R. S. **The Measurement of Appearance**. New York, N. Y., John Wiley & Sons, Ltd., 1975.
16. American Association of Cereal Chemists. **AACC Approved Methods** (formerly Cereal Laboratory Methods, 7th ed.). St. Paul, Minn., The Association, 1971.

17. Webb, N. B., E. R. Hardy, G. G. Giddings & A. J. Howell. Influence of mechanical separation upon proximate composition, functional properties and textural characteristics of frozen Atlantic croaker muscle tissue. *J. Food Sci.*, 41: 1277-1281, 1976.
18. Tableros, M. A. & R. H. Young. Behavior of the mechanically separated flesh of some common fish species of the Mexican shrimp bycatch during storage at -20°C . *J. Food Technol.*, 16: 199-215, 1981.
19. De Man, J. M., P. W. Voisey, V. F. Rasper & D. W. Stanley. *Rheology and Texture in Food Quality*. Westport, Conn., The AVI Publishing Co., Inc., 1976.
20. Lee, C. M. & R. T. Toledo. Factors affecting textural characteristics of cooked comminuted fish muscle. *J. Food Sci.*, 41: 391-397, 1976.
21. Ayernor, G. S. & M. P. Steinberg. Hydration and rheology of soy-fortified pregelled corn flours. *J. Food Sci.*, 42: 65-69, 1977.
22. Pan, B. S., D. J. Lee & L. P. Lin. Studies on minced squid products. Effects of raw material and ingredients on the texture of the products. En: *Advances in Fish Science and Technology*. J. J. Connell (Ed.). London, England, Fishing News (Books) Ltd., 1980, p. 232-236.
23. Holm, F. Physical characteristics of an air classified potato starch. *J. Food Technol.*, 16: 101-113, 1981.

RELACION ENTRE LA DIGESTIBILIDAD Y EL VALOR PROTEINICO DEL FRIJOL COMUN (*Phaseolus vulgaris*)¹

*Ricardo Bressani*² y *Luiz G. Elías*³

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

RESUMEN

Entre las limitaciones nutricionales importantes del frijol se encuentra la baja digestibilidad de su proteína y su deficiencia en aminoácidos azufrados. El análisis de la información presentada indicó que en 57 muestras de diferente color (23 rojo, 21 negro, 10 blanco y 3 café), no existía ninguna relación entre la digestibilidad de la proteína y su calidad medida como NPR. Sin embargo, los frijoles blancos demostraron ser de mayor digestibilidad que los de color negro, rojo y café. La mayor digestibilidad del frijol blanco, empero, no se traduce en mejor calidad proteínica en mezclas con

Manuscrito modificado recibido: 18-11-83.

- 1 Esta investigación se llevó a cabo con fondos provenientes de la Subvención No. PN-311 del International Development Research Centre, Ottawa, Canadá.
- 2 Jefe de la División de Ciencias Agrícolas y de Alimentos del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP), Apartado Postal 1188, Guatemala, Guatemala, C. A.
- 3 Científico de la misma División.

Publicación INCAP E-1123.

cereales, en comparación con el rojo y el negro, debido a que la proteína que da una mayor digestibilidad en los frijoles blancos es bastante deficiente en aminoácidos azufrados.

INTRODUCCION

Es un hecho más que reconocido que la calidad de una proteína la determina el balance de aminoácidos esenciales que la proteína contiene. Sin embargo, una mejor aseveración es que la calidad de la proteína depende del patrón o del balance de aminoácidos esenciales absorbidos por el animal. Por esta razón, con bastante frecuencia se indica que el mejoramiento de la disponibilidad biológica de los aminoácidos esenciales, o de la digestibilidad de la proteína, se traduce en un incremento en la calidad de la misma. Es por ello por lo que en las evaluaciones químicas de calidad proteínica por medio del puntaje químico, se recomienda que el patrón de aminoácidos de la proteína sea corregido por la digestibilidad de la proteína. Esta medida asume que la disponibilidad biológica de los aminoácidos es la misma, lo cual no es correcto, y también asume que la digestibilidad de las diferentes proteínas en el alimento es igual para todas, lo que tampoco es correcto. Por consiguiente, el incremento en la digestibilidad de una proteína *per se* —sin que mejore el patrón de aminoácidos absorbidos— no se traduce en un incremento de la calidad; a veces hasta podría disminuir dicha calidad.

En el caso específico del frijol, varios investigadores han hecho evidente que la digestibilidad de su proteína es baja (1-5), y han indicado que, de incrementarse, aumentaría su calidad proteínica. Este es el aspecto que se presenta y comenta en esta publicación.

MATERIALES Y METODOS

Para la elaboración del presente informe se tomaron los datos de cinco estudios sobre frijol común (*Phaseolus vulgaris*) (6-9), con un total de 57 muestras, de las cuales 23 eran frijoles de color rojo, 21 eran de color negro, 10 de color blanco, y tres de color café. Todas las muestras provenían de programas agrícolas que lleva a cabo el Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola de Guatemala (ICTA), con excepción de 13 muestras de frijol rojo que se obtuvieron directamente en los mercados del área rural de Guatemala.

Todas las muestras fueron procesadas por el mismo método, que consistió en cocción bajo presión (15 lb) por 30 minutos, usando una proporción de agua a frijol de 3 a 1. Todas las muestras permanecieron en remojo durante ocho horas antes de la cocción, y las muestras finales usadas para los estudios incluyeron el agua de cocción. Tanto el frijol cocido como su agua de cocción fueron deshidratados a 60°C en un secador de bandejas.

Las muestras se molieron y analizaron para determinar su contenido de nitrógeno, incorporándose luego a una ración basal para llevarla a 100/o de proteína. Además de la harina cocida de frijol, la ración basal contenía 40/o de minerales, 50/o de aceite vegetal, 10/o de aceite de hígado de bacalao, y almidón de maíz para ajustar a 1000/o. Todas las dietas se suplementaron con una solución vitamínica completa del complejo B (10).

En los ensayos se emplearon ocho ratas por grupo en una prueba de NPR por el término de 14 días (11). Las ratas tenían libre acceso a las dietas y al agua, alojándose en jaulas individuales con fondo metálico levadizo, y cada siete días se llevó un registro de datos sobre los cambios de peso y sobre alimento consumido. Luego se determinó la digestibilidad aparente, recolectando heces por los últimos cinco días del ensayo y llevando datos sobre consumo para calcular la proteína digerible aparente.

Los datos de digestibilidad y de NPR se analizaron por regresión lineal, usando métodos estadísticos convencionales (12).

RESULTADOS Y DISCUSION

Los datos individuales de NPR y de digestibilidad por color de grano se presentan en la Tabla 1, y en la Tabla 2 se señalan los promedios. Estos datos indican que, en promedio, el frijol blanco tiene mejor NPR y mayor digestibilidad que el rojo, el negro o el café. El rango en digestibilidad para todas las muestras fue de 65.7 a 83.40/o, y en cuanto a NPR, de 1.16 a 2.62

La Tabla 3 resume las regresiones entre digestibilidad proteínica y NPR para los frijoles de diferente color y para todas las muestras. Ninguna de las correlaciones por color o en grupo fue estadísticamente significativa, y para los frijoles blancos y negros, éstas fueron negativas, aunque no estadísticamente significativas.

Estos datos se interpretan en el sentido de que de poco servirá aumentar la digestibilidad de la proteína del frijol, o sea el nitrógeno absorbido, cuando éste sea el único componente de la

TABLA 2

VALORES PROMEDIO DE DIGESTIBILIDAD PROTEINICA Y DE NPR EN FRIJOL COMUN POR COLOR Y TOTAL

Color	n	% DP	NPR
Negro	21	71.5 ± 3.3	1.79 ± 0.28
Rojo	23	72.4 ± 2.9	1.80 ± 0.29
Blanco	10	76.6 ± 3.5	2.31 ± 0.26
Café	3	70.7 ± 3.8	1.94 ± 0.18

Todos	57	72.7 ± 3.4	1.89 ± 0.25

Promedio ± DE.

dieta que aporte proteína, como ocurriría en el caso de dietas a base de alimentos ricos en almidón, como el plátano y la yuca. Para lograr un efecto del incremento en digestibilidad sería necesario incrementar también el contenido de metionina en la porción de nitrógeno absorbido. De hecho, esto es cierto, ya que en un estudio (7), el incremento en calidad proteínica debido a la suplementación con metionina fue de 64% para el frijol blanco; de 59% para el negro; y de 47% para el rojo. Esto corresponde a la mayor digestibilidad de la proteína del frijol blanco en comparación con la del rojo y del negro, según se reseña en la Tabla 4.

Por otro lado, se ha informado que la digestibilidad de una mezcla de maíz/frijol en una relación 70/30 es ligeramente superior a la del frijol (13), pero la calidad es 1.5 a 2.0 veces mejor (14). En esta situación, o sea en una mezcla con 70/30 de maíz/frijol blanco, la mayor digestibilidad de la proteína del frijol blanco —en comparación con la del negro y del rojo— no se traduce en una mejor calidad de la que se obtendría con frijol negro o rojo. Ello se debe a que la proteína del maíz no contiene suficiente metionina para suplementar la proteína del frijol blanco que es absorbida, mientras que los rojos y los negros, a causa de su menor digestibilidad, darían un mayor incremento en calidad que los blancos. En efecto, en un estudio (7) se encontró que el incremento en calidad para el frijol rojo, negro y blanco con maíz en la proporción de 3F/7M fue de 81, 70 y 45%, respectiva-

TABLA 3

REGRESION ENTRE LA DIGESTIBILIDAD PROTEINICA APARENTE
Y EL NPR EN MUESTRAS DE FRIJOL COMUN

Color	n	NPR= a +b (DP)	r
Negro	21	4.52 - 0.038	-0.460
Rojo	23	1.72 + 0.001	0.010
Blanco	10	5.13 - 0.037	0.501

Todos	57	1.30 - 0.0081	0.089

mente (Tabla 4). Sin embargo, si los frijoles negros y rojos tuviesen mayor digestibilidad de la de que se ha informado, o igual a la del blanco, el incremento en calidad sería del orden de la del blanco, ya que este incremento en digestibilidad o en nitrógeno absorbido sería de proteínas de bajo contenido de aminoácidos azufrados.

El análisis de la información aquí presentada y comentada, es de importancia, ya que se recalca y revalida la necesidad y la recomendación, ya bien establecida, de incrementar el contenido de aminoácidos azufrados juntamente con la digestibilidad de la proteína en los programas de mejoramiento nutricional de las leguminosas de grano. Por otro lado, se considera de interés recabar más conocimientos acerca del contenido de aminoácidos, principalmente de los azufrados, en la proteína digerida y no digerida, para propósitos de mejoramiento de la calidad proteínica del frijol.

TABLA 4

VALOR PROTEINICO DEL FRIJOL BLANCO, ROJO Y NEGRO, SOLO Y SUPLEMENTADO CON METIONINA, Y EN MEZCLAS DE 90 y 70^o/o CON MAIZ*

Color del grano	n	NPR							
		DP o/o	Solo	0.3 ^o /o DL-met	Incremento o/o	10 ^o /o frijol 90 ^o /o maíz	Incremento o/o	30 ^o /o frijol 70 ^o /o maíz	Incremento o/o
Negro	5	70.7	2.00	3.18	59	3.25	62	3.41	70
Rojo	2	68.5	1.96	2.88	47	2.86	46	3.55	81
Blanco	2	75.1	2.38	3.90	64	3.23	35	3.66	54

* (7).

SUMMARY

RELATIONSHIP BETWEEN DIGESTIBILITY AND PROTEIN VALUE
OF COMMON BEANS (*Phaseolus vulgaris*)

The main nutritional limitations of common beans are the low digestibility of their protein and the deficiency of the latter in sulfur amino acids. Analysis of the information presented indicates that with 57 samples of different color (23 red, 21 black, 10 white and 3 brown), no relationship was found between protein digestibility and its quality as measured by NPR. Nevertheless, white beans have a higher protein digestibility than black, red and brown. The greater digestibility of white beans, however, does not increase the protein quality when mixed with cereal grains above that observed with black and red, probably because the protein that gives the higher digestibility is highly deficient in its sulfur amino acids content. These aspects require further research for programs aimed at increasing the nutritive value of food grain legumes.

BIBLIOGRAFIA

1. Sgarbieri, V. C., P. L. Antunes & L. D. Almeida. Nutritional evaluation of four varieties of dry beans. *J. Food Sci.*, 44: 1306-1308, 1979.
2. Bressani, R. & L. G. Elías. Evaluación de la calidad proteínica de varias leguminosas de grano usando diversos métodos biológicos. *Arch. Latinoamer. Nutr.*, 26: 325-339, 1976.
3. Jaffé, W. G. & M. E. Flores. La cocción de frijoles (*Phaseolus vulgaris*). *Arch. Latinoamer. Nutr.*, 25: 79-90, 1975.
4. Jaffé, W. G. El valor biológico comparativo de algunas leguminosas de importancia en la alimentación venezolana. *Arch. Venezol. Nutr.*, 1: 107-126, 1950.
5. Bressani, R., L. G. Elías & M. Molina. Estudios sobre la digestibilidad de la proteína de varias especies de leguminosas. *Arch. Latinoamer. Nutr.*, 27: 215-231, 1977.
6. Fukuda, G. Significado de Algunos Indicadores Químicos y Biológicos en la Evaluación del Frijol (*Phaseolus spp.*). (*Magister Scientifcae* en Ciencia y Tecnología de Alimentos). Centro de Estudios Superiores en Nutrición y Ciencias de Alimentos (CESNA), Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia/INCAP. Guatemala, C. A., julio de 1978.
7. Bressani, R., L. G. Elías & M. E. de España. Posibles relaciones entre medidas físicas, químicas y nutricionales en frijol común (*Phaseolus vulgaris*). *Arch. Latinoamer. Nutr.*, 31: 550-570, 1981.

8. Wolzak, A., R. Bressani & R. Gómez-Brenes. A comparison of *in vivo* and *in vitro* estimates of protein digestibility of native and thermally processed vegetable proteins. *Qual. Plant. Foods Hum. Nutr.*, **31**: 31-43, 1981.
9. Bressani, R., L. G. Elfas, A. Wolzak, A. E. Hagerman & L. G. Butler. The tannin content of red colored common bean cultivars determined by various methods and its relation to their protein quality. (To be submitted for publication).
10. Manna, L. & S. M. Hauge. A possible relationship of vitamin B₁₃ to orotic acid. *J. Biol. Chem.*, **202**: 91-96, 1953.
11. Bender, A. E. & B. H. Doell. Biological evaluations of proteins: a new aspect. *Brit. J. Nutr.*, **11**: 140-148, 1957.
12. Snedecor, G. W. & W. G. Cochran. *Statistical Methods*. 6th ed. Ames, Iowa, The Iowa State University Press, 1967, 593 p.
13. 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. *Amer. J. Clin. Nutr.*, **34**: 1893-1898, 1981.
14. Bressani, R., A. T. Valiente & C. E. 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.

**INACTIVACION TERMICA DE LAS ENZIMAS
POLIFENOLOXIDASA Y PEROXIDASA
EN ACELGA (*Beta vulgaris*, cicla).**

*Raúl L. Garrote,¹ Ricardo A. Bertone,² Enrique R. Silva³
y Oscar A. Sbodio⁴*

**Instituto de Tecnología de Alimentos, Universidad Nacional
del Litoral, Santa Fe, República Argentina**

RESUMEN

La acelga (*Beta vulgaris*, cicla), es una verdura de hoja cuyo procesamiento por congelación se inició recientemente en Argentina. La etapa de escaldado es de especial importancia para evitar el deterioro de sus atributos sensoriales durante el almacenamiento. Si dicha operación no se realiza adecuadamente, puede producirse un oscurecimiento que devalora significativamente el producto.

Este trabajo tuvo por objeto estudiar la inactivación térmica en agua a 80°C, 90°C, y 96°C, de las enzimas polifenoloxidasas y peroxidasas, así como

Manuscrito modificado recibido: 7-7-83.

- 1 Ingeniero Químico y Profesor Adjunto en el Instituto de Tecnología de Alimentos, Universidad Nacional del Litoral, C.C. 428, 3000 Santa Fe, República Argentina.
- 2 Licenciado en Química y Profesor Adjunto en el mismo Instituto.
- 3 Ingeniero Químico y Jefe de Trabajos Prácticos del citado Instituto.
- 4 Bioquímico y Profesor Adjunto del Instituto de Tecnología de Alimentos, Universidad Nacional del Litoral.

las isoenzimas de la polifenoloxidasas en penca o tallo y hoja. Se investigó también la capacidad de retención de agua, después del tratamiento térmico y del enfriamiento correspondiente.

Se determinó que es necesario llevar a cabo el escaldado a una temperatura mayor de 90°C, a efecto de inactivar rápidamente la enzima polifenoloxidasas, y evitar así que los compuestos químicos formados en la reacción catalizada por dicha enzima, reaccionen a su vez y formen las sustancias coloreadas características.

INTRODUCCION

La acelga (*Beta vulgaris*, cicla), es una verdura de hoja rica en vitaminas y minerales, cuyo consumo en Argentina es importante, en un nivel similar al de la espinaca. Con relación a esta última, su contenido de agua, grasa, carbohidratos, y hierro es prácticamente igual, pero tiene una mayor concentración de sodio y potasio y de 60 a 95% de proteínas, calcio, fósforo, vitamina A, tiamina, riboflavina, niacina y ácido ascórbico (1). A diferencia de la espinaca —que se procesa empleando diferentes sistemas de preservación, tales como la deshidratación, el enlatado y la congelación— la acelga no había sido objeto, sino hasta recientemente, de interés industrial. En la actualidad, se le procesa por el sistema de congelación rápida, en bloque, en el estilo de hoja entera.

En general, la congelación de vegetales requiere inactivar el sistema enzimático con el objeto de lograr la estabilidad química del producto durante la fase de almacenamiento a baja temperatura.

Una de las enzimas más resistentes al tratamiento térmico es la peroxidasa y, por ello, normalmente se le utiliza como control de una etapa satisfactoria de escaldado.

Obviamente, la acelga requiere un tratamiento de inactivación enzimática, por cierto muy ajustado, ya que de lo contrario se produce un ennegrecimiento muy desagradable a nivel de la hoja y de la penca o tallo, respectivamente, haciéndola así inapta para el consumo, por rechazo sensorial.

En vista de que si el escaldado se lleva a cabo en forma correcta, se logra un producto irreprochable —con exaltación del color verde— es lógico pensar que el ennegrecimiento a que se hizo referencia tenga un origen enzimático. Por lo tanto, se acordó estudiar la inactivación térmica en agua caliente, tanto de la enzima polifenoloxidasas como de la peroxidasa, evaluar las relaciones exis-

tentes entre ambas en hoja, simulando condiciones industriales, y en el extracto en tubo de dimensiones fijas, así como las isoenzimas de la polifenoloxidasa, y determinar a la vez la capacidad de retención de agua en los diferentes tratamientos térmicos.

MATERIALES Y METODOS

Materia Prima

En todos los casos se empleó la variedad nacional de acelga (*Beta vulgaris*, cicla) provista por productores de la zona de Santa Rosa de Calchines (Provincia de Santa Fe), en cajones de 10 kg de hoja suelta recién cosechada. Luego de las etapas de cortado y retoque, según el estilo hoja entera, con sólo dos o tres cm de penca o tallo, las hojas se lavaron y seleccionaron de acuerdo al tamaño, a modo de integrar lotes homogéneos.

Inactivación Enzimática

a) *Por escaldado de las hojas de acelga* — Los ensayos de s de inactivación de las enzimas peroxidasa y polifenoloxidasa se llevaron a cabo en agua agitada a 80°C, 90°C y 96°C, mientras que el enfriamiento se hizo en agua helada agitada a 2°C. Se trabajó discontinuamente a escala de laboratorio, siendo la relación de agua a producto de 50 a 1 (2). Aprovechando la rigidez de los dos a tres cm de penca, las hojas eran acomodadas de tal forma en la cesta que las mismas tuviesen contacto homogéneo e individual con el medio de transferencia de calor; en el lecho de 10 cm de agua, la densidad de carga de producto obtenida fue de 3 kg/m². Los tiempos empleados a cada temperatura constante ($\pm 0.5^\circ\text{C}$), fueron de 0.25 min, 0.5 min, 1 min, 2 min y 4 min, respectivamente, medidos con cronómetro de precisión. Una vez enfriadas las hojas a 3°C durante dos a tres minutos se realizó la congelación de las muestras envasadas en bolsas de polietileno de alta densidad, en equipo de placas de doble contacto a -30°C , manteniéndolas almacenadas a -20°C . Parte de la muestra descongelada (90 g) de acuerdo a cada tratamiento térmico, se mezclaba entonces con 180 g de buffer (0°C) de concentración 0.067 M de K_2HPO_4 , pH 7 y se homogeneizaba durante tres minutos en un homogeneizador de alta velocidad, cuyo vaso había sido enfriado previamente a 0°C. El macerado se filtraba de inmediato a través de papel de

filtro para precipitados gelatinosos (marca Macherey, Nagel y Co., No. 640 W, de origen alemán), y el extracto se recogía en un Erlenmeyer colocado en hielo, utilizándose de inmediato para análisis de la actividad de la polifenoloxidasas.

b) *Por calentamiento en tubo de extractos de hoja de acelga* — En otro conjunto de experiencias se preparó un extracto a partir de las hojas de acelga. Se cortaron uniformemente las hojas frescas en pequeños trozos; 90 g fueron enfriados de inmediato en 180 g de buffer a 0°C de concentración 0.067 M de K_2HPO_4 de pH 7, homogeneizándose la muestra durante 3 min a alta velocidad en vaso pre-enfriado a 0°C. El macerado se filtró inmediatamente a través de papel de filtro, de acuerdo con a), y el extracto se recogió en un Erlenmeyer colocado en hielo, procediéndose seguidamente a su congelación y almacenamiento a -20°C. Para determinar la polifenoloxidasas, el extracto se descongeló y ultracentrifugó a 25,000 g a 0°C, durante 15 minutos. De dos a tres ml de este extracto se vertían en un tubo de vidrio de medidas iguales a un diámetro interno de 9.25 mm, diámetro externo de 11.40 mm y altura 95 mm. Se colocaba luego un set de seis tubos en el baño de agua caliente agitada; las temperaturas empleadas eran 80°C, 90°C y 99°C, y los tiempos de calentamiento, 0.25 min, 0.5 min, 1 min y 3 min. Una vez concluido el calentamiento, los tubitos se enfriaron rápidamente a 30°C en agua helada a 20°C durante dos minutos.

La evolución de la temperatura del extracto se seguía colocando una termocupla Cu-constantan en el centro del tubo, conectada a un potenciómetro (marca Leeds and Northrop, modelo portátil, de origen norteamericano).

En todos los casos, de inmediato se realizó la medición de la actividad de la enzima polifenoloxidasas.

Determinación de la Actividad de la Enzima Polifenoloxidasas

Se empleó, para el caso, el método colorimétrico, basado en el incremento de la absorción a 420 milimicras, de acuerdo a Ponting y Joslyn (3).

Las reacciones se llevaron a cabo en un Erlenmeyer de 50 ml, agregando 20 ml de solución buffer 0.01 M de K_2HPO_4 de pH 7; 2 ml de solución de catecol 0.5 M, y el volumen de 1 ml o menos de extracto enzimático. En el caso en que se utilizaba menos de 1 ml de extracto, dicho volumen se completaba con buffer 0.01 M de K_2HPO_4 , pH 7. Los componentes de la reacción se mezcla-

ban y transferían a una alcuota en 10 seg a una cubeta de 1 cm de paso, midiéndose la densidad óptica durante cinco minutos. La reacción se llevó a cabo a 23°C, y cada muestra se analizó por duplicado. Para la lectura colorimétrica se utilizó un espectrofotómetro Shimadzu (modelo QV50, de origen japonés); el instrumento fue estandarizado usando la misma solución sin el extracto enzimático.

La unidad de actividad de polifenoloxidasas se define como la cantidad de extracto enzimático (ml), que causa un cambio en la absorbancia de 0.001/minuto, en 20 ml de solución buffer con 2 ml de solución de sustrato agregada.

Electroforesis en Gel de Poliacrilamida

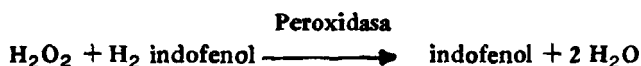
Para la extracción de la polifenoloxidasas de hoja y de penca fresca, se utilizó polivinilpirrolidona, de acuerdo a la técnica de Montgomery y Sgarbieri (4), adaptada a acelga. Se cortaban 60 g de acelga (hoja fresca) en pequeños pedazos y éstos eran homogeneizados con 120 ml de buffer acetato de 0.05 M (pH 5.6), que contenía 6 g de PVP, durante 1 min. Luego de la extracción, la mezcla se centrifugaba a 20,000 g durante 10 min a 4°C. El sobrenadante fue filtrado cuidadosamente a través de lana de vidrio y almacenado a -25°C hasta el momento de ser utilizado. Se empleó una técnica similar para los ensayos de penca escaldados a 80°C, durante 15 seg, 30 seg y 120 seg; a 90°C durante 30 seg y a 96°C durante 30 seg, habiéndose realizado el enfriamiento en agua helada a 2°C durante 2 min.

La electroforesis en gel de poliacrilamida se realizó de acuerdo a Davis (5) y Montgomery y Sgarbieri (4). Todas las corridas se efectuaron a 4°C, y al terminar las mismas, se extraían los geles de los tubos, enjuagándose en agua destilada, y sumergiéndolos en una solución de 10 mM de catecol que contenía 0.05% de fenilendiamina durante 30 min. Las bandas de las diferentes isoenzimas se mantuvieron estables en agua destilada por el término de una hora.

Determinación de la Actividad de la Enzima Peroxidasa

La actividad de la enzima peroxidasa se determinó en acelga fresca y escaldada a las diferentes temperaturas y tiempos, según metodología establecida en la parte a) de Inactivación Enzimática siguiendo el método establecido por la AOAC (6). La reacción

que opera y cuya constante específica de velocidad de reacción da una medida de la actividad enzimática es la siguiente:



La constante se expresa en unidades de min^{-1}/g de vegetal. La relación de la constante a un cierto tiempo-temperatura dividido por la constante del producto fresco, da la retención de actividad enzimática de la peroxidasa (7).

Determinación de la Capacidad de Retención de Agua en la Etapa de Escaldado

Las muestras de acelga se pesaron en una balanza de precisión (marca Mettler, modelo PI 1, procedente de Alemania Occidental), previo a someterse a tratamiento térmico a 90°C y 100°C durante 0.5 min, 1 min, 2 min y 4 min, respectivamente. Luego de escaldadas y enfriadas en agua helada a 2°C durante 2 min, y una vez realizado el escurrido estandarizado (10 seg de drenado con pesa de 2 kg), simulando condiciones industriales, se pesaban nuevamente, obteniendo así una medida del rendimiento de la operación y de la capacidad de retención de agua del tejido de acelga a cada condición de tiempo-temperatura.

RESULTADOS Y DISCUSION

La Figura 1 muestra una hoja de acelga fresca, congelada y descongelada, sin escaldado previo. Se nota especialmente a nivel del tallo o penca, en la hoja descongelada, un oscurecimiento cuya intensidad aumenta con el tiempo. En otras palabras, al no efectuarse la inactivación del sistema enzimático, y por efecto de la destrucción del tejido producido por la congelación, cuando los sustratos entran en contacto con el oxígeno, se producen reacciones de pardeamiento que devalorizan el producto. Dicho efecto no se aprecia en la muestra fresca y en la congelada, al menos en cortos períodos de almacenamiento.

Los valores de actividad de la enzima polifenoloxidasas determinados en penca y hoja fueron de 172 unidades de absorbancia/min ml y 490 unidades/min ml, respectivamente; sobre todo en la hoja, el valor es apreciablemente alto, ya que en un estudio realiza-

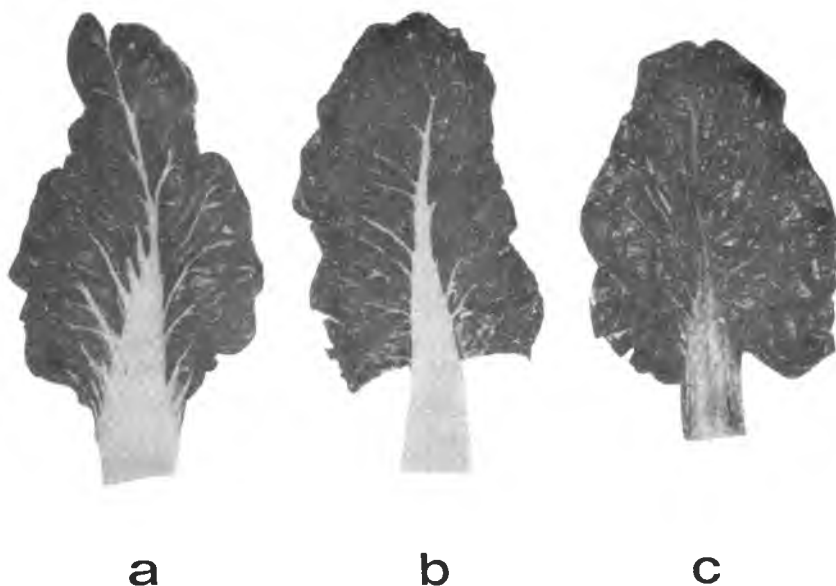


FIGURA 1

Hojas de acelga: a) fresca; b) congelada no escaldada; c) congelada-descongelada no escaldada

do en 40 variedades de remolacha, los valores extremos obtenidos fueron de 166 y 458 unidades/min ml, con un promedio de 340 unidades/min ml. En peras d'Anjou (9), el valor obtenido —siempre trabajando con catecol como sustrato— fue de 605 unidades/min ml. Por lo tanto, se nota que la actividad de polifenoloxidasa de la variedad nacional de acelga es significativa, lo que obliga a realizar la etapa de escaldado con especial cuidado. La actividad de la enzima peroxidasa en acelga fresca fue de $1.879 \text{ min}^{-1}/\text{g}$, habiéndose encontrado, en espinaca, por ejemplo, en investigaciones anteriores de nuestro grupo de trabajo, el valor de $2.554 \text{ min}^{-1}/\text{g}$.

Inactivación de la Enzima Polifenoloxidasa

La Figura 2 muestra los valores residuales de actividad enzimática de polifenoloxidasa en hoja a cada tiempo y temperatura. Según se aprecia, rápidamente se produce la inactivación de la enzima a las tres temperaturas. Así, después de 15 seg la actividad retenida fue de: 8.20% a 80°C , 3.73% a 90°C y 2.08% a

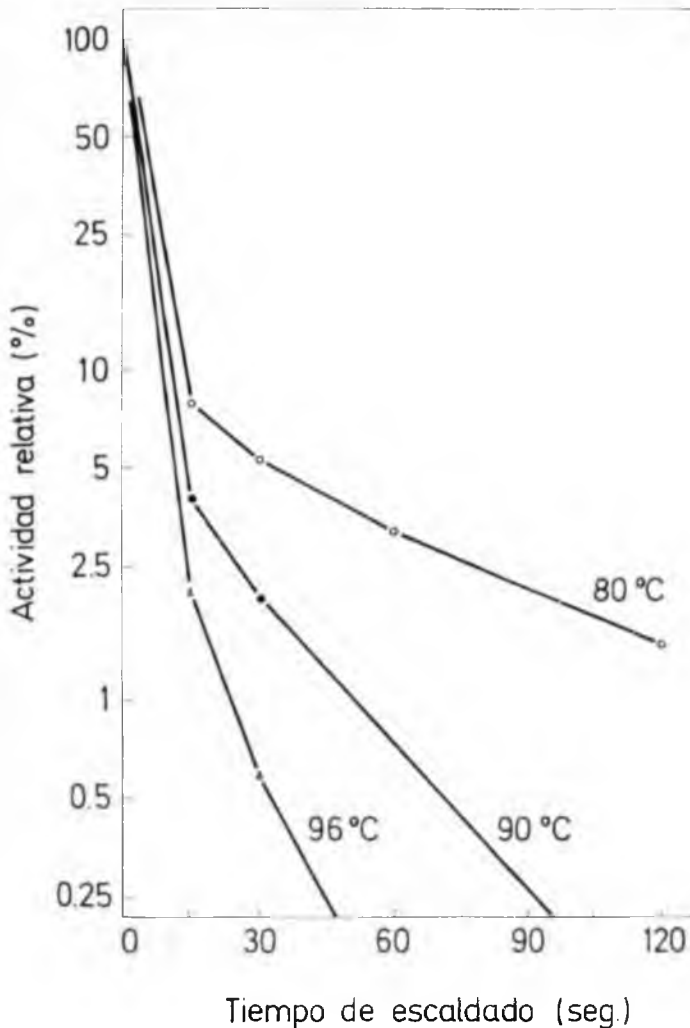


FIGURA 2

Inactivación térmica de la enzima polifenoloxidasasa en acelga (estilo hoja entera)

96°C. Es interesante subrayar el hecho de que a 80°C especialmente, y luego de 2 min de tratamiento térmico, la actividad residual fue de 1.17%, en tanto que a 90°C y 96°C y después de 90 seg y 45 seg, respectivamente, la actividad de la enzima fue prácticamente nula, lo que revelaría posiblemente la presencia de fracciones resistentes por debajo de 90°C.

Los valores D a 80°C, 90°C y 96°C, determinados una vez que la hoja alcanzaba la temperatura del baño termostático, luego de 15 seg, fueron 142 seg, 54 seg y 28 seg, respectivamente. El valor z fue de 22.50°C y la energía de activación $E_a = 26.45 \frac{\text{Kcal}}{\text{mol}}$ Ramaswamy y Rege (10) determinaron para la polifenoloxidasa de la fruta *Solanum melongana* una $E_a = 26.66 \frac{\text{Kcal}}{\text{mol}}$ en el rango 50-70°C. Para la peroxidasa del rábano picante ("horseradish"), Ling y Lund (11) determinaron en la fracción resistente, una $E_a = 21.10 \frac{\text{Kcal}}{\text{mol}}$, en tanto que Adams (12) obtuvo un valor de $E_a = 20.02 \frac{\text{Kcal}}{\text{mol}}$ para la peroxidasa de rábano picante en puré de arveja. Como era de esperar, la fracción resistente de polifenoloxidasa es más sensible a los cambios de temperatura que las fracciones resistentes de la peroxidasa, lo que indica que una forma apropiada de realizar una rápida inactivación de la misma es escaldar a temperaturas altas.

A efectos de analizar la inactivación de la polifenoloxidasa a cortos períodos de tiempo, evitando la falta de homogeneidad entre la hoja y la penca, también se determinó en tubo, la inactivación enzimática en extracto de acelga a tres temperaturas (Figura 3). En forma similar a lo acontecido en hoja de acelga, se produjo una rápida inactivación en el rango de temperatura desde la ambiental hasta la temperatura del medio de transferencia de calor, notándose que después de 1 min, tiempo en que se alcanza la temperatura del baño de agua caliente, ya se había producido la inactivación del 85% de la actividad enzimática a 80°C, el 90% a 90°C y el 95% a 99°C. En otros términos prácticamente hasta que se alcanza la temperatura de trabajo se produce la inactivación de gran proporción de la enzima, lo que hace impreciso el cálculo de parámetros cinéticos en ese rango. Parece deseable, por lo tanto, la estimación de dichos parámetros en las fracciones enzimáticas más resistentes, tal como se evaluaron en el caso de hoja de acelga.

Estas Figuras muestran que se puede lograr una adecuada inactivación de la enzima polifenoloxidasa en el estilo de hoja de acelga, a las diferentes temperaturas sometidas a ensayo, pero que sólo a altas temperaturas (mayores de 90°C) se consigue una rápida inactivación, lo que eventualmente evitaría las reacciones de decoloración; se ha constatado un efecto similar en jugos y pulpas de frutas (13, 14).

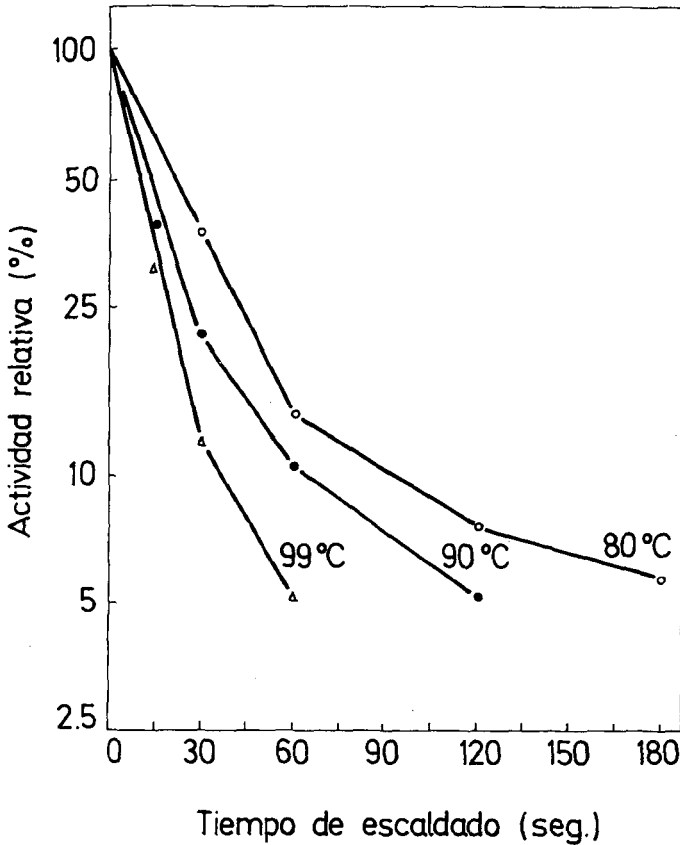


FIGURA 3

Inactivación térmica de la enzima polifenoloxidasasa en extracto de acelga

Inactivación de la Enzima Peroxidasasa

Las curvas de inactivación a tres temperaturas de la enzima peroxidasasa están trazadas en la Figura 4. Se aprecia también que ocurre una rápida inactivación a cortos tiempos; por ejemplo, después de 15 seg la actividad remanente a 80°C, 90°C y 96°C fue de 11.66/o, 4.54/o y 3.20/o, respectivamente, notándose mayor resistencia de la fracción lábil de peroxidasasa comparada con la de polifenoloxidasasa. No obstante, a diferencia de la polifenoloxidasasa, se ve que a las tres temperaturas experimentadas, la fracción resistente sigue una evolución similar, o sea que se necesitan tiempos

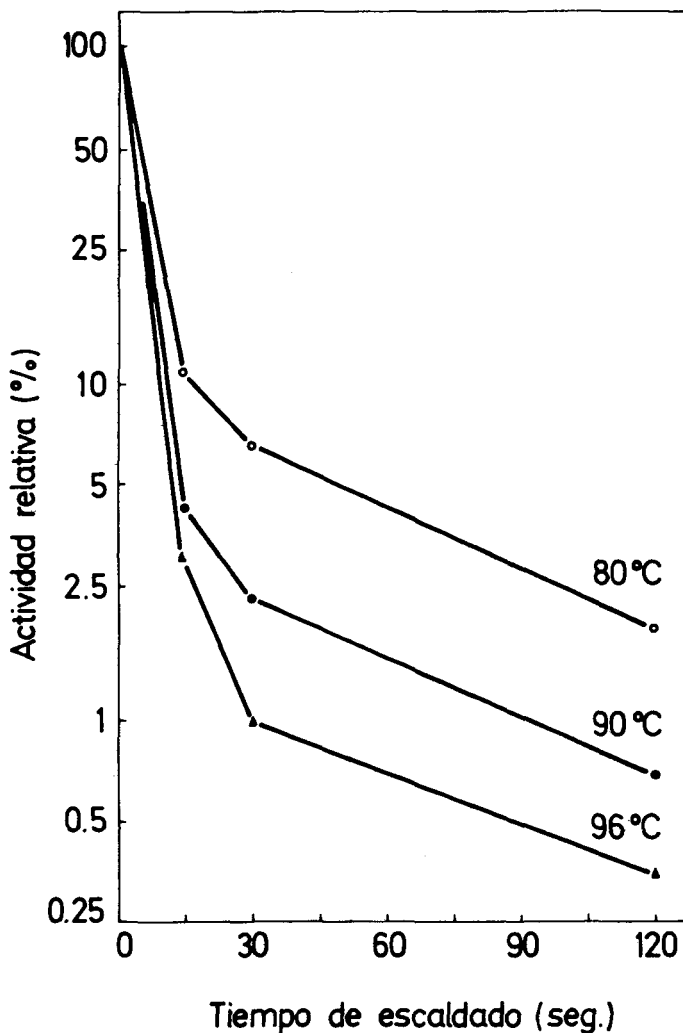


FIGURA 4

Inactivación térmica de la enzima peroxidasa en acelga (estilo hoja entera)

más largos para lograr una inactivación casi completa; es así que después de 2 min de tratamiento térmico, la actividad remanente de peroxidasa observada fue de 0.69% a 90°C y 0.35% a 96°C. El cambio de la pendiente en estas curvas de inactivación —que revelaría la existencia de fracciones enzimáticas de diferentes resistencias térmicas— fue descrito por otros autores en diferentes productos (7, 11, 12, 15, 16).

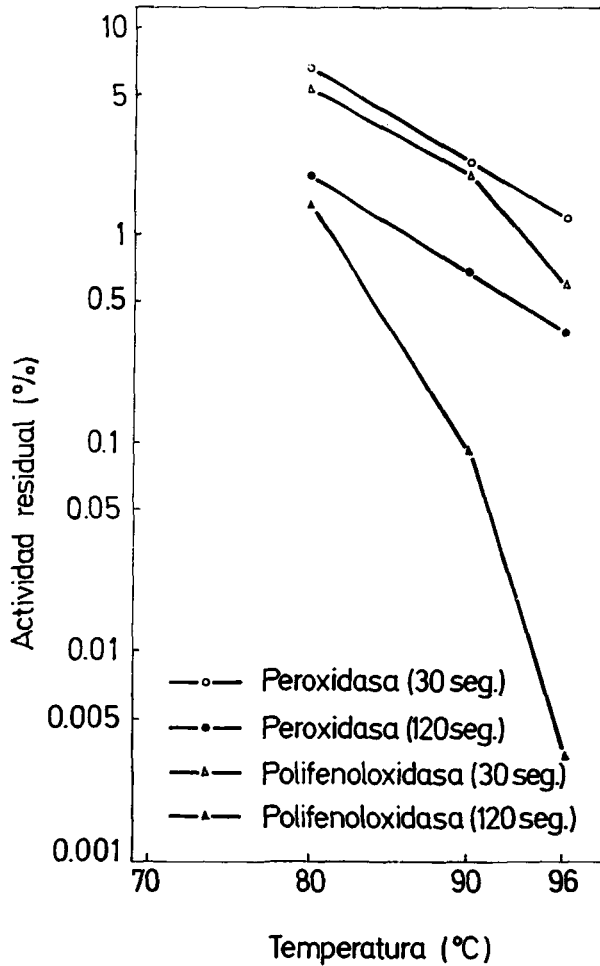


FIGURA 5

Efecto de la temperatura de escaldado a tiempo de calentamiento constante sobre la actividad residual de las enzimas polifenoloxidasas y peroxidasa en acelga (estilo hoja entera)

En vista que después de los 30 seg de tratamiento se había producido una inactivación significativa de las enzimas polifenoloxidasas y peroxidasa, se consideró interesante evaluar a tiempo constante (30 seg y 120 seg), la variación de la actividad residual de ambas enzimas en función de la temperatura.

Dicha variación la ilustra la Figura 5. Como era de esperar, no sólo se aprecia que la enzima peroxidasa es más resistente térmicamente, sino que también se ve que a 90°C se produce un cambio de la pendiente en la recta de destrucción o inactivación de la enzima polifenoloxidasas. Dicho en otros términos, a temperaturas superiores a 90°C se consigue un descenso significativo de la actividad de la enzima polifenoloxidasas. En este sentido, se observa que una actividad residual de peroxidasa del 10/o (nivel apto en términos comerciales) a 96°C, valor que se obtendría a los 40 segundos, permite disminuir la actividad residual de la enzima polifenoloxidasas a un valor de 0.250/o, con lo que se podría asegurar que el producto es susceptible de adquirir buena estabilidad, evitando los problemas de decoloración. Esto se aprecia en la Figura 6, que muestra hojas de acelga escaldadas a 80°C, 2 min; a 90°C, 30 seg y a 96°C, 30 seg. Sólo el tratamiento térmico de 96°C, 30 seg, entre los ensayos experimentalmente, permite evitar el oscurecimiento de la penca, mientras que con los otros dos se produce el pardeamiento. Estos resultados pudieron verificarse ampliamente en el procesamiento que una industria local de vegetales congelados realizó en escala comercial.

Isoenzimas de Polifenoloxidasas

Dada la importancia que en el fenómeno de oscurecimiento pueden tener las diferentes isoenzimas de polifenoloxidasas, se llevó a cabo un estudio de las mismas en hoja y penca.

La Figura 7 muestra que, tanto en la hoja como en la penca de acelga fresca, existen cinco isoenzimas que, corriendo en forma similar, no tienen la misma actividad ya que se encontraron diferencias en la intensidad de las bandas. A su vez, se aprecian las modificaciones sufridas por las diferentes isoenzimas de la penca a diferentes condiciones de tiempo-temperatura. Por ejemplo, a 80°C, 15 seg aparecen las cinco bandas; a la misma temperatura pero a 30 seg ya sólo corren dos isoenzimas, apareciendo dos bandas tenues, en tanto que a 120 seg no se determinó la aparición de ninguna banda. Un efecto similar fue constatado a 90°C y 96°C en 30 seg de tratamiento térmico.

Considerando que a 80°C, 120 seg y 90°C, 30 seg, no aparecen bandas correspondientes a isoenzimas de polifenoloxidasas, estos resultados demostrarían la posibilidad de que la enzima actúe muy rápidamente por debajo de 90°C en tiempos muy cortos, catalizando la reacción de oxidación de los compuestos fenólicos a

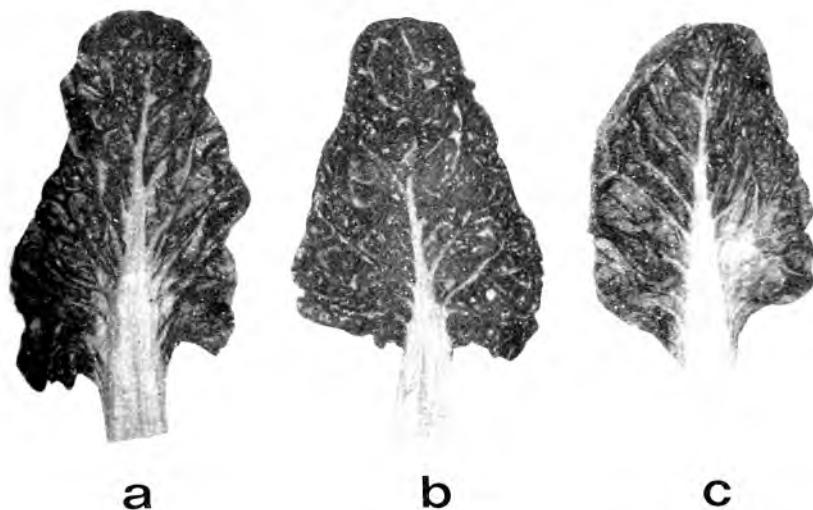


FIGURA 6

Hojas de acetga escaldadas que muestran diferente grado de pardeamiento:

a) 80°C — 2 min; b) 90°C — 30 seg; c) 96°C — 20 seg

o-benzoquinona. A su vez, ésta reacciona subsiguientemente a alta velocidad con otros compuestos fenólicos o aminados, produciendo el característico oscurecimiento de la penca (17).

La observación visual confirmaría esta posibilidad, ya que por ejemplo, las muestras escaldadas a 80°C durante 15 seg, salían del escaldador con menos pardeamiento que aquéllas que se escaldaron a 80°C, 120 seg. Esto significa que en el corto lapso en que la enzima no había sido inactivada todavía, se habrían producido los compuestos que más tarde, con el tiempo, y favorecidos por la temperatura desarrollarían las reacciones de formación del color. Por consiguiente, la clave está en inactivar rápidamente la enzima polifenoloxidasas, lo que se logra si la temperatura excede de 90°C.

Cambios en el Peso Drenado. Capacidad de Retención de Agua

Si bien el objetivo del escaldado es inactivar las enzimas capaces de producir deterioro a nivel organoléptico y nutricional du-

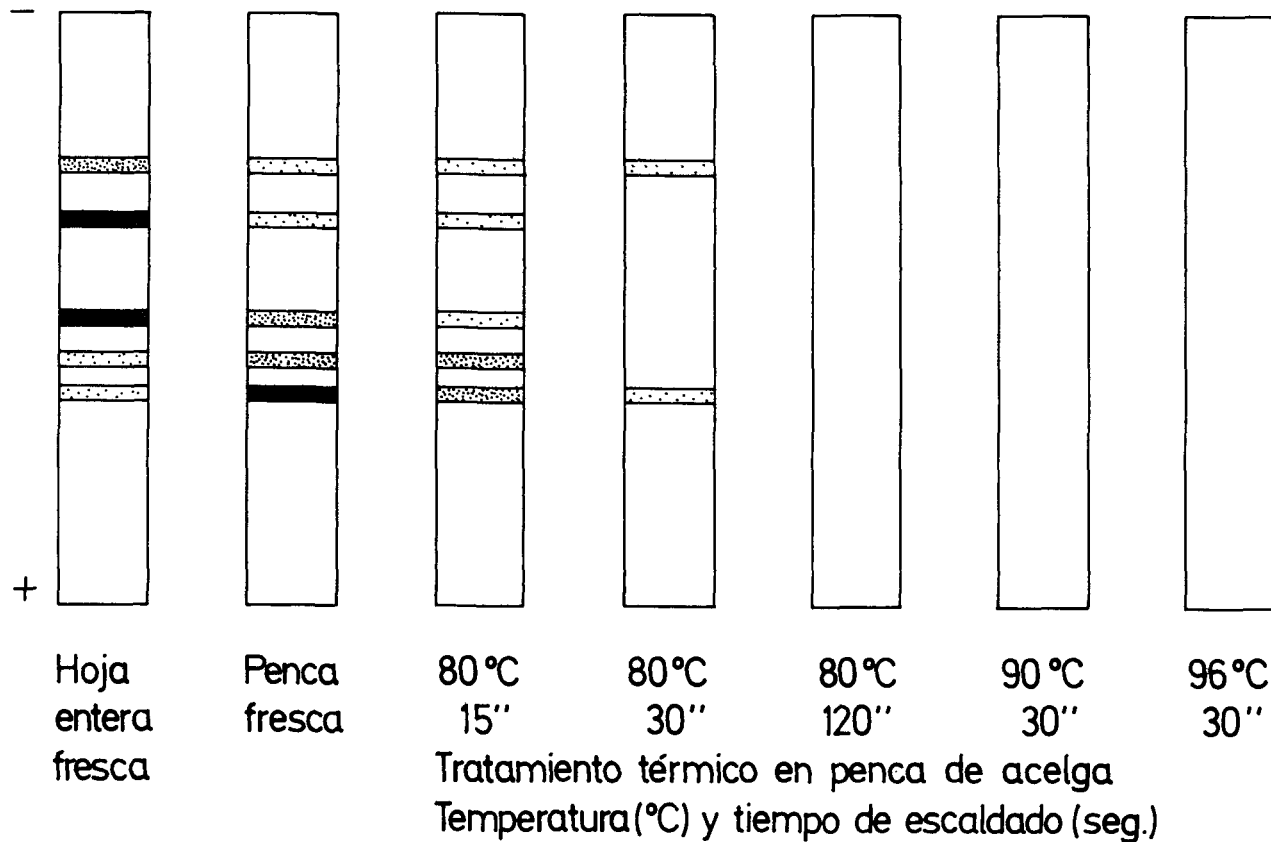


FIGURA 7

Isoenzimas de polifenoloxidasa en acelga

rante el almacenamiento, es necesario que la operación cumpla dicho requisito, afectando lo menos posible la pérdida de sólidos y de agua, a modo de maximizar los rendimientos. En general, el tratamiento térmico impone modificaciones en el tejido de las verduras de hoja, que, especialmente sufre cambios importantes en su capacidad de retención de agua. En este sentido, la Tabla 1 indica cómo las pérdidas de peso del tejido de acelga varían con la temperatura y los tiempos de escaldado. Según se nota, dichas pérdidas son importantes en ambos casos, y aumentan al incrementarse la temperatura y los tiempos de tratamiento térmico (18).

TABLA 1
PERDIDA DE PESO PORCENTUAL PROMEDIO DE ACELGA
ESCALDADA

Temperatura de escaldado (°C)	Tiempo de escaldado (min)			
	0.5	1	2	4
90	15.89	17.35	19.93	25.32
100	17.03	23.38	31.37	33.94

Salta a la vista que las pérdidas a 100°C son importantes, duplicándose prácticamente al pasar de 0.5 a 4 min. Este incremento, que representa un costo a tener en cuenta porque significa una merma en el rendimiento del proceso, subraya la importancia de realizar una inactivación enzimática estricta y ajustada, a fin de evitar el desagradable oscurecimiento pero, a la vez, es necesaria si se ha de lograr una optimización en el rendimiento final de la operación de escaldado.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en este trabajo permiten concluir que el tratamiento de inactivación enzimática por medios térmicos, como etapa previa a la congelación de acelga y a efectos de lograr un control adecuado de la reacción de oscurecimiento, debe llevar-

se a cabo a una temperatura mayor de 90°C. En esas condiciones se impide la acción de la enzima polifenoloxidasa, y el producto retiene totalmente el color original a nivel de la hoja y penca.

Con miras a lograr un rendimiento óptimo, el tratamiento térmico debe ajustarse estrictamente al logro del objetivo de inactivación enzimática, para lo cual se sugiere el uso de escaldadores de baja densidad de carga que permitan cortos tiempos de residencia. De este modo, y de acuerdo a los parámetros experimentales evaluados, la relación temperatura-tiempo de 96°C, 40 seg, sería satisfactoria.

SUMMARY

THERMAL INACTIVATION OF POLYPHENOLOXIDASE AND PEROXIDASE IN SWISS CHARD (*Beta vulgaris*, cicla)

The freezing of Swiss chard has just started in Argentina. The blanching stage is fundamentally important to avoid damage of sensorial and nutritional properties during storage. If the process is not properly carried out, darkening can seriously affect the product. In this research work the thermal inactivation of polyphenoloxidase and peroxidase enzymes has been studied, in water at 80, 90 and 96°C, as well as the polyphenoloxidase isoenzymes in the spear and leaf of the plant and the water-holding capacity after thermal treatment.

Blanching has to be performed at a temperature higher than 90°C in order to inactivate the enzyme polyphenoloxidase at a suitable rate which will avoid the formation of the characteristic colored substances.

AGRADECIMIENTO

Los autores desean expresar su agradecimiento al Programa Nacional de Investigaciones en Tecnología de Alimentos de la Subsecretaría de Ciencia y Tecnología de la República Argentina, por su aporte financiero para el desarrollo de esta investigación.

BIBLIOGRAFIA

1. United States Department of Agriculture. **Composition of Foods.** Agriculture Handbook No. 8, 1963, p. 22.

2. Garrote, R., R. Bertone & O. Rista. Efecto de las condiciones de blanqueo y congelación sobre las características estructurales y físico-químicas del tejido de zanahoria. *Revista del I.T.A.*, **2**: 89-101, 1977.
3. Ponting, J. D. & M. A. Joslyn. Ascorbic acid oxidation and browning in apple tissue extracts. *Arch. Biochem.*, **19**: 47-63, 1948.
4. Montgomery, M. W. & V. C. Sgarbieri. Isozymes of banana polyphenoloxidase. *Phytochemistry*, **14**: 1245-1249, 1975.
5. Davis, B. J. Disc electrophoresis. 2. Method and application to human serum proteins. *Annals of the New York Academy of Sciences*, **121**: 404-427, 1964.
6. Association of Official Agricultural Chemists. **Official Methods of Analysis of the AOAC**. 11th. ed. Washington, D. C., The Association, 1970, p. 564.
7. Garrote, R., R. Bertone & E. Silva. **Estudio del Procesamiento por Congelación de Papas en Bastones**. Informe final convenio Dirección General de Industrias (Pvcia. de Santa Fe, Argentina), Instituto de Tecnología de Alimentos (U.N.L.), Congelar S. A., 1980, p. 28.
8. Lee, C. Y. & N. L. Smith. Blanching effect on polyphenoloxidase activity in table beets. *J. Food Sci.*, **44**: 82-86, 1979.
9. Halim, D. H. & M. W. Montgomery. Polyphenoloxidase of d'Anjou pears (*Pyrus communis* L.). *J. Food Sci.*, **43**: 603-608, 1978.
10. Ramaswamy, S. & D. V. Rege. Polyphenoloxidase of *Solanum melongena* and its natural substrate. *Acta Alimentaria*, **4**: 355-365, 1975.
11. Ling, A. C. & D. B. Lund. Determining kinetic parameters for thermal inactivation of heat resistant and heat labile isozymes from thermal destruction curves. *J. Food Sci.*, **43**: 1307-1310, 1978.
12. Adams, J. B. The inactivation and regeneration of peroxidase in relation to the high temperature short time processing of vegetables. *J. Food Technol.*, **13**: 281-297, 1978.
13. Ponting, J. D. The control of enzymatic browning of fruits. En: **Food Enzymes**. H. W. Schultz (Ed.). Westport, Conn., The Avi Publishing Co., 1960, p. 105-124.
14. Aylward, F. & D. R. Haisman. Oxidation system in fruits and vegetables. Their relation to the quality of preserved products. *Advances in Food Research*, **17**: 2-76, 1969.
15. Yamamoto, A. 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.
16. Duden, R., A. Fricker, K. Heintze, K. Paulus & H. Zohm. Influence of heat treatments of spinach at temperatures up to 100°C on important constituents. IV. Peroxidase. *Lebensmittel-Wissen. Techn.*, **8**: 147-180, 1975.

17. Whitaker, J. R. **Principles of Enzymology for the Food Sciences.** New York, N. Y., Ed. Marcel Dekker, 1972, p. 572.
18. Paulus, K., A. Fricker, R. Duden, K. Heintze / H. Zohm. Influence of heat treatments of spinach at temperatures up to 100°C on important constituents. II. Changes of drained weight and contents of dry matter, vitamin C, vitamin B, and oxalic acid. **Lebensmittel-Wissen. Techn.**, 8: 11-16, 1975.

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

SISTEMA DE VIGILANCIA NUTRICIONAL EN COLOMBIA

El Sistema de Vigilancia Nutricional (SVN) surgió como un proyecto a cargo del Proyecto de Nutrición de la Universidad del Valle en el Departamento del Valle del Cauca, República de Colombia, con el propósito de desarrollar una metodología de trabajo para un SVN que pudiese ser aplicado en el Departamento y, posteriormente, ampliarse a todo el país. Se suscribió un acuerdo cooperativo con la Secretaría de Salud del Departamento del Valle del Cauca mediante el cual toda la información disponible recogida por los servicios oficiales de salud podría ser usada por el SVN. Este, a su vez, proporcionaría a la Secretaría de Salud del Departamento los resultados obtenidos gracias al uso de los datos oficiales. En el mismo sentido, se firmó otro acuerdo de cooperación con la Caja Agraria (Banco Agrario).

El Departamento del Valle del Cauca, localizado en el suroeste del país, está dividido en 41 municipios con un área total de 21,245 km² y una población que en 1980 era de 3.200,000, de los cuales 1.200,000 viven en Cali, ciudad capital del Departamento. El Departamento del Valle del Cauca es uno de los más desarrollados y con mejor infraestructura del país; cuenta con un desarrollo agrícola tecnificado, siendo la caña de azúcar, la soya, el sorgo, el maíz y el café sus principales productos. Existen también zonas de agricultura tradicional y estilos de vida de subsistencia.

En 1977 se desarrolló el marco teórico del SVN, estableciéndose un inventario de los datos disponibles y sus características, incluyendo confiabilidad, periodicidad, etc. Asimismo, se estudia-

ron los sistemas de información de los diferentes sectores gubernamentales con muy alta posibilidad de ser incluidos en el sistema de vigilancia nutricional, y se consideró la factibilidad de desarrollar un sistema para un Departamento de Colombia. El resultado de esta fase inicial fue que el sistema de información del Gobierno de Colombia proporcionaba suficientes datos de calidad para ser usados en un SVN.

En una segunda fase se implementó el sistema en un estado del país (Departamento del Valle del Cauca) y se estudió el comportamiento de los indicadores seleccionados. En base a la experiencia así obtenida, se colaborará a fin de extender el SVN a todo el país.

En una tercera fase el SVN está implementándose en otro Departamento del país (Departamento del Cauca), y las autoridades nacionales han expresado su interés y decisión de extender el sistema a otros tres Departamentos de la República.

Descripción del Sistema

El sistema pretende detectar cambios en el tiempo y en el espacio de ciertos indicadores de salud, del estado nutricional y de la disponibilidad de alimentos. Dichos cambios deben poder identificarse a nivel de comunidad. El sistema debe ser capaz, por ejemplo, de indicar la prevalencia de la desnutrición a nivel de municipio; la tendencia de los indicadores antropométricos; el riesgo nutricional como consecuencia de una gran incidencia o un incremento significativo de ciertas enfermedades infecciosas que afectan adversamente el estado nutricional; el riesgo nutricional inmediato debido a que la producción de alimentos ha sido afectada, etc.

El SVN utiliza los datos recolectados regularmente por los sistemas de información existentes en cada uno de los sectores oficiales. A nivel de municipio los datos los recaba el personal de salud o agricultura. Luego se transmiten por los canales propios del sector correspondiente y se centralizan en la capital del Departamento, donde se procesan y ya analizados se devuelven en forma de gráficas y tablas a todos los niveles de cada sector. Las oficinas regionales del Instituto Colombiano de Bienestar Familiar y del Plan Nacional de Alimentación y Nutrición —dos organismos con servicios integrados y poder de decisión dentro del Gobierno en los

campos de salud y nutrición— estudian la información proporcionada por el SVN para tomar las acciones correspondientes.

Operacionalmente, el SVN cumple con los siguientes requisitos: 1) los datos se originan en el nivel más básico de acción oficial; 2) los datos fluyen del nivel periférico al central; 3) el flujo de datos se hace en forma desagregada con el fin de permitir su análisis tanto a nivel de la comunidad como a los niveles regional y nacional; 4) el sistema incluye, como mínimo, los datos necesarios para conocer las condiciones de salud, la adecuación del crecimiento de los niños preescolares en relación a la población colombiana de referencia, y la adecuación de la producción de alimentos en la región en relación a los requerimientos nutricionales de la población y el poder adquisitivo de la misma; 5) el análisis de las variables mencionadas (punto 4), en el tiempo y en el espacio; 6) los datos obtenidos por el sistema deben presentarse en forma tal que los administradores de los diferentes sectores (salud, agricultura, nutrición, planificación) sean capaces de interpretar y obtener las mismas conclusiones con respecto a la evaluación del estado nutricional de la comunidad y sus factores condicionantes (salud y alimentos); 7) los datos proporcionados por el sistema y distribuidos entre los sectores involucrados incluyen no sólo datos intrasectoriales sino también datos correspondientes a otros sectores; 8) la retroalimentación de los datos ya analizados al nivel en que se originaron debe hacerse lo más rápidamente posible; 9) la información proporcionada por el sistema deberá promover algunas acciones; 10) la fuente de datos es el sistema de información oficial del Gobierno de Colombia y sus diversas agencias, complementada con algunos datos de instituciones privadas cuando su uso esté permitido.

Organización y Funcionamiento del Sistema

En la Figura adjunta se resumen el flujo de datos y las actividades más importantes del SVN. El grosor de las líneas indica la relevancia de la actividad.

La recolección de datos y su análisis a nivel local, así como la construcción de indicadores con datos correspondientes a los diferentes sectores así como el análisis sectorial, están bajo la responsabilidad del personal del sector, y sólo el análisis intersectorial a nivel regional está a cargo de personal externo.

Básicamente, el SVN descansa en el análisis, interpretación y uso intersectorial de los datos relevantes a un modelo causal teórico adoptado, y trata de hacer un análisis integrado de los factores conocidos que influyen en el estado nutricional. Operacionalmente el proceso puede ser visualizado como una suma algebraica de los diferentes riesgos expresados por los indicadores.

En cuanto a la frecuencia de transmisión de la información a los usuarios, la decisión debe hacerse de acuerdo con la utilización potencial de la misma versus el costo de producir la información y, por supuesto, con la frecuencia en que la misma es generada. En este sentido, el SVN ha establecido algunas pautas tales como: cierta información es devuelta cada mes, otra en forma trimestral, semestral o anualmente. En general, los indicadores de las enfermedades infecciosas se transmiten trimestralmente. La mortalidad, el por ciento de niños con bajo peso al nacer, y los del área agrícola-económica, semestralmente.

La presentación gráfica es el mejor medio para exponer los datos y el resultado de los análisis a los usuarios, por ejemplo, la posición relativa de un municipio con respecto a otro; series en el tiempo para mostrar el comportamiento de ciertos indicadores en los municipios seleccionados, etc.

Desde el punto de vista operativo, el SVN se fundamenta en los tres subsistemas o componentes siguientes:

1. *El componente salud* o primer subsistema de vigilancia en el sector salud, incluye tres tipos de indicadores:

a) Incidencia de enfermedades infecciosas que afectan el estado nutricional (tuberculosis, diarrea, sarampión, tos ferina, difteria, tétanos, fiebre tifoidea, hepatitis, malaria y dengue). La metodología es la usada en la vigilancia epidemiológica de las enfermedades infecciosas.

b) Mortalidad por enfermedades infecciosas (las indicadas en el párrafo anterior) más prematuridad y mortalidad materna.

c) Cobertura de inmunización para poliomielitis, DPT, sarampión y BCG.

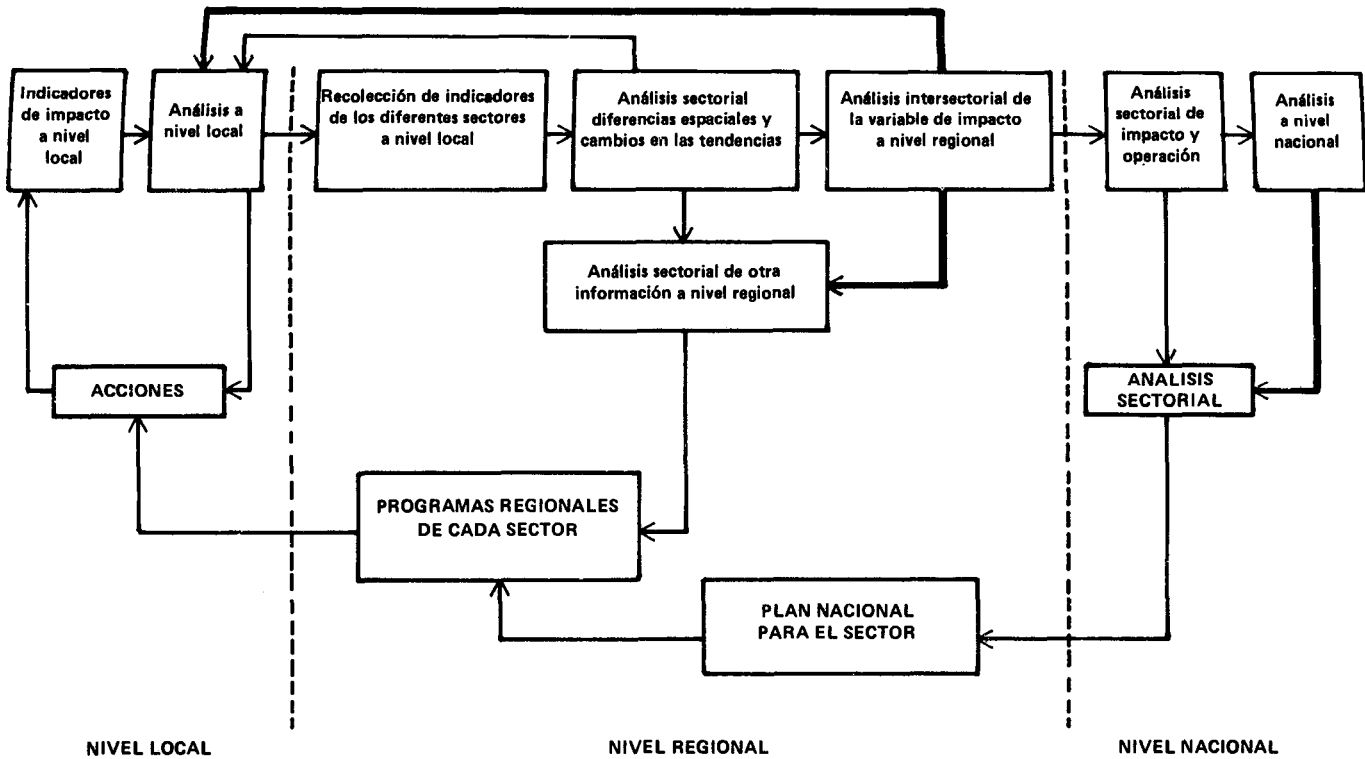


FIGURA 1

1.1 *Datos de morbilidad*

Estos son recolectados por los médicos en el Servicio Nacional de la Salud y anotados en el "Registro diario de consulta externa" (formulario SIS-1). Las enfermedades de notificación obligatoria en el país se transcriben posteriormente al formulario "Enfermedades transmisibles de notificación obligatoria" (SIS-12) que cubre un período de cuatro semanas. El sistema de información actual incluye 27 enfermedades infecciosas, pero para el SVN, sólo las enfermedades prevenibles por vacunación y la diarrea, malaria y tuberculosis tienen relevancia. La morbilidad en las instituciones de seguridad social y en la medicina privada no es recogida.

Los datos se transmiten a la Secretaría de Salud del Departamento en su ciudad capital, donde son revisados, procesados y editados. Se sometieron a ensayo diferentes alternativas para el registro computarizado y el flujo continuo de los datos de morbilidad, considerándose ventajas, desventajas, y costo. En cuanto al procesamiento computarizado de los datos de morbilidad, se confeccionó un archivo-maestro con los datos individualizados de 41 municipios desde 1974. El método empleado de superposición de un acetato sobre la representación gráfica de símbolos (tasas) que entrega la computadora permite evaluar la severidad relativa de la posición de un municipio en contraste a los otros. Para aquellos municipios que acusan alta incidencia de una enfermedad se ha diseñado un método que permite determinar si esa alta incidencia es el resultado de un brote reciente, si es un largo proceso ya establecido, o si existe la tendencia a aumentar o disminuir su incidencia.

Una vez que la distribución geográfica de cada una de las enfermedades seleccionadas ha quedado gráficamente representada en el mapa entregado por la computadora, se hacen 150 copias offset, y la Secretaría de Salud del Departamento envía esta información a la institución de salud donde se originó el dato. También se envían copias a otras agencias, instituciones, universidades, etc. interesadas. En cuanto a la distribución en el tiempo de las enfermedades infecciosas consideradas —gráficas de series— las copias se remiten a los servicios de salud del nivel central y al centro de salud que presenta el problema detectado. El lapso entre la obtención del dato en el centro de salud y el regreso a su punto de partida, es decir al mismo lugar donde se originó, es de un mes.

Con los datos de morbilidad recogidos es posible analizar el comportamiento de los indicadores seleccionados en el tiempo y en el espacio. La experiencia obtenida en el SVN reafirma que la morbilidad de enfermedades infecciosas seleccionadas puede ser vigilada en forma tal que es posible conocer qué municipios dan prueba de una mayor incidencia de ciertas enfermedades infecciosas; que existen determinadas acciones para controlar la enfermedad; que estas acciones parecen ser efectivas, etc. De la misma forma, los indicadores de morbilidad han demostrado su capacidad para detectar cambios en el tiempo. Ahora bien, aunque se han encontrado errores en circunstancias determinadas, la mayoría de los resultados son consistentes con las relaciones ya conocidas entre enfermedades, y su validez ha sido aceptada por el personal del sector salud.

La experiencia obtenida confirma que la vigilancia epidemiológica es un medio de evaluación de situaciones donde intervienen diferentes variables. Por consiguiente, el sistema es capaz de discriminar entre comunidades, y de detectar las diferencias en el tiempo para una misma comunidad, y cómo pueden usarse esos cambios observados. Además, la vigilancia es también un medio útil para el proceso de planificación, usada en asociación con otros elementos.

1.2 *Datos de mortalidad*

Constituyen parte integral del sistema de información oficial, y la agencia responsable es el Departamento Nacional de Estadística. Se obtienen del "Certificado individual de defunción" llenado por el médico y cuando éste no existe por la autoridad civil. Se tabulan y envían mensualmente a la ciudad capital donde comienza el proceso a través de computadora en el Departamento Nacional de Estadística, lugar en el que son procesados trimestralmente. Las tasas de mortalidad para 10 causas relacionadas con la desnutrición es presentada también a los usuarios del SVN por medio de un mapa salido de la computadora, y se hace la misma distribución que la señalada anteriormente para los datos de morbilidad.

En cuanto al comportamiento de los indicadores construidos con los datos de mortalidad seleccionados, la experiencia del SVN permite indicar que la morbilidad es tal vez un indicador más importante para acciones a corto plazo y las tasas de letalidad y de

mortalidad para planificación a largo plazo; que la morbilidad puede ser seguida y vigilada mensualmente, y la letalidad y la mortalidad semestralmente; que el flujo de datos de morbilidad y la letalidad y la mortalidad de la periferia al nivel central de decisión debería hacerse en la forma más desagregada posible; y que el rápido retorno al nivel local de los datos analizados es un beneficio evidente que proporciona el sistema.

1.3 *Inmunizaciones*

Los datos sobre inmunizaciones los recoge el Ministerio de Salud en los formularios correspondientes (SIS-152 y SIS-151), y mensualmente se tabulan para cada municipio. La computadora entrega unos mapas que muestran para cada municipio del Departamento el número de dosis de determinada vacuna por 10,000 habitantes. Las copias offset se distribuyen de la misma forma que los datos pertinentes a morbilidad, ya citada.

Al analizar los indicadores basados en las inmunizaciones aplicadas se ha llegado a la conclusión que los datos del sistema tradicional de información oficial se pueden usar para evaluar y predecir el comportamiento de ciertos indicadores del estado de salud en la población atendida. En otros términos, los resultados son los mismos que los obtenidos con estudios costosos; por consiguiente, la factibilidad del uso de datos oficiales en el SVN, queda así reforzada.

En conclusión, los componentes principales que integran esta parte del SVN son: i) sistema de detección temprana de los brotes epidémicos; ii) monitoreo de las diferencias en las tasas de incidencia de las enfermedades infecciosas entre los municipios; iii) análisis de las tendencias y cambios en el tiempo de las tasas de incidencia de las enfermedades infecciosas a nivel departamental o estatal, regional, y de comunidad; iv) monitoreo de los niveles de inmunización obtenidos para las enfermedades prevenibles por vacunación; v) análisis de las tasas de mortalidad en el tiempo y en el espacio, especialmente de aquellas que interaccionan con el estado nutricional; vi) análisis de las tasas de letalidad; y vii) los datos utilizados son los que genera el sistema de información oficial del sector salud.

2. *El componente antropometría, o segundo subsistema de vigilancia del estado nutricional como tal, incluye los siguientes*

indicadores: peso del niño al nacer y déficit en el crecimiento del niño evaluado por la deficiencia en el peso, la deficiencia en la talla, y la deficiencia del peso para la talla actual.

El peso del niño al nacer procede de todos los partos ocurridos en las instituciones del Servicio de Salud (70% a 90% de todos los partos). Esos datos se registran en un formulario (SIS-116) en el que se incluye también los niños nacidos con un peso menor y mayor de 2,500 g. No se cuenta con datos de clínicas u hospitales privados. El flujo que siguen los datos es el usual para las estadísticas en salud, y a nivel de la capital del Departamento son procesados por computadora. El SVN produce un mapa que muestra la posición relativa en sextiles de los diferentes municipios según el porcentaje de niños con bajo peso al nacer. La experiencia indica que dos informes por año son suficientes. La distribución de esa información es la misma que para la ya comentada previamente.

La experiencia obtenida por el SVN muestra que el por ciento de niños con bajo peso al nacer parece ser un indicador útil del estado nutricional de la comunidad, haciéndose necesario emprender estudios longitudinales para conocer después de cuánto tiempo se produce la respuesta ante un aumento del porcentaje de niños con bajo peso al nacer, con respecto a cambios en la situación económica y estado de salud de la comunidad. No obstante, al interpretar los datos recabados sobre el peso del niño al nacer se puede afirmar que si el por ciento de niños con bajo peso al nacer aumenta, el estado de salud y/o nutrición de la madre en la comunidad está empeorando.

Otros indicadores antropométricos tales como la edad, el peso y la talla, han presentado más dificultades para su manejo. Estos se recogen cada vez que el niño es visto en el Servicio de Salud, independientemente de su estado de salud. Los datos en cuestión son anotados en la historia médica y no son transmitidos a otro nivel.

Los datos antropométricos se transmiten trimestralmente a la oficina del SVN. A través de la computadora se obtiene un histograma de la relación $\frac{\text{peso actual}}{\text{peso ideal}} \times 100$; $\frac{\text{talla actual}}{\text{talla ideal}} \times 100$; $\frac{\text{peso actual}}{\text{peso (talla) ideal}} \times 100$. Estos resultados se comparan con la distribución ideal obtenida de los estándares colombianos. En los histogra-

mas de las relaciones peso/edad, talla/edad y peso/talla, se detalla también el valor de dichas relaciones, el número de niños correspondientes a cada valor, el porcentaje, y el porcentaje acumulativo así como el valor del promedio y la desviación estándar de la distribución. Cada histograma da también el por ciento de niños con desnutrición grave.

Una vez procesados los datos, siguen los mismos canales de transmisión que los indicados para los datos de morbilidad.

El interés del SVN es evaluar el comportamiento de los indicadores antropométricos recogidos por el sistema de salud, y no en un estudio o investigación especial. En general, los datos procedentes de las clínicas de los servicios nacionales de salud no necesariamente representan a toda la comunidad, ya que la demanda varía debido a diferentes factores. Por consiguiente, estos datos no reflejan la magnitud real de la desnutrición en la comunidad, pero los de orden longitudinal constituyen un indicador útil, sobre todo en lo que se refiere al indicador talla para la edad. La tendencia de este indicador observada es de gran importancia para la planificación de acciones a largo plazo.

En conclusión, los indicadores antropométricos son útiles en la vigilancia del estado nutricional y es preferible expresar el valor del promedio y las desviaciones estándar por medio de histogramas en vez de conformarse con el por ciento por debajo de un punto crítico ("cut-off-point") dado. Si se adiciona el por ciento de desnutrición grave (Gómez III), las conclusiones generales obtenidas con otros datos se refuerzan. El análisis de los datos que recaba el sistema ha dejado claramente establecido que, ante la imposibilidad de obtener otros datos adicionales, los indicadores de desnutrición global (peso/edad), y de desnutrición aguda (peso/talla) y crónica (talla/edad), son útiles como orientación inicial para pensar en posibles soluciones.

En resumen, los componentes esenciales que conforman este segundo subsistema de vigilancia del estado nutricional son: i) monitoreo de las diferencias en los patrones de crecimiento entre los municipios (promedio y desviaciones estándar); ii) monitoreo del por ciento de niños nacidos con menos de 2,500 g (diferencias entre municipios y cambios en el tiempo); iii) monitoreo de las tendencias y cambios en el tiempo del promedio de las distribuciones

de las relaciones peso/edad, talla/edad y peso/talla; iv) los datos utilizados son los generados por el sistema de salud.

3. *El componente suministro de alimentos* o tercer subsistema de vigilancia en el sector agrícola, constituye el tercer grupo de indicadores propuestos para el SVN.

El Departamento del Valle del Cauca presenta ciertas restricciones para seleccionar la producción de alimentos como un buen indicador del suministro de alimentos, debido a una serie de características propias. Por ejemplo, en el Departamento no existen límites de importación de alimentos provenientes de otros departamentos o regiones; exporta mucha producción (caña de azúcar, soya, etc.); la dieta difiere de la dieta general colombiana; menos del 50/o de los alimentos que integran la dieta es producido y consumido por la propia unidad familiar, etc. Sin embargo, la vigilancia de la producción de alimentos a nivel nacional o de grandes regiones es un indicador muy importante del suministro de alimentos. El censo agrario representa la mejor fuente de datos disponibles para conocer la producción agrícola del Departamento.

La segunda fuente de datos está constituida por la Caja (Banco) Agraria, el Instituto Colombiano de Agricultura (ICA), y el Banco de la República.

En cuanto al Banco Agrario, se están usando los datos que regularmente recoge en relación a los cultivos más importantes en todos los municipios. Cada seis meses se recogen ciertos datos que permiten evaluar los cultivos del último semestre, lo que constituye un buen indicador. Para cada municipio se recolecta el número de hectáreas plantadas con cada cultivo, si son permanentes o nuevas y el número de hectáreas cosechadas cada semestre. Además, también se cuenta con el rendimiento por hectárea y el precio pagado al agricultor, así como los salarios y jornales.

Aunque los datos mencionados presentan cierta inconsistencia y problemas en su recolección, constituyen la mejor fuente de información a corto plazo. Son enviados desde las agencias periféricas al nivel central del Banco en Bogotá, capital del país, lo que implica que el propio SVN está obligado a recuperar estos datos a nivel de municipio.

Con los datos disponibles, el SVN ha confeccionado un archivo para cada municipio clasificado por cultivo. Esto ha facilitado el cálculo de la producción en términos de toneladas métricas totales de alimentos, cambios en la producción en términos de la diferencia de los porcentajes en relación al semestre anterior; la tendencia en los salarios y jornales; el promedio de productividad por hectárea en términos de \$ por hectárea, y la disponibilidad, por persona, de calorías y proteínas. Así, por ejemplo, los datos recogidos permiten observar para cada uno de los cultivos el número de hectáreas de uso permanente o ya establecidas; hectáreas nuevas plantadas; hectáreas cosechadas en la actualidad; rendimiento en kg por hectárea; precio pagado al productor e ingreso por hectárea y, finalmente, el ingreso promedio por hectárea cosechada para cada municipio y el valor promedio del jornal de los trabajadores rurales en la comunidad.

En relación al tradicional indicador de producción *per capita* de calorías y proteínas, el sistema ha llegado a la conclusión que para comunidades con economía de mercado, prácticamente no tiene utilidad a nivel comunitario. No ocurre así cuando se vigila una gran región donde no existen ciertas restricciones en el movimiento de los alimentos y, por consiguiente, este indicador adquiere gran importancia y de hecho es el usado más frecuentemente.

Como la producción actual es de poco uso a nivel de comunidad, se adoptó una segunda alternativa que consistió en encontrar indicadores que expresaran el poder de compra de la comunidad. Tres de estos indicadores han sido estudiados por el SVN: a) el ingreso promedio producido por hectárea de tierra cultivada a nivel de comunidad, que expresa en alguna medida el bienestar económico general de la región; existen otros indicadores muy útiles al respecto publicados regularmente por el Gobierno tales como el precio de los alimentos y el índice de precio a nivel del consumidor que el SVN aún no los ha incorporado; b) el por ciento de familias propietarias de tierra que produce un ingreso menor que el necesario para comprar la dieta mínima; c) el valor promedio del jornal agrícola, y el coeficiente de *gini* que es un indicador de tenencia de la tierra. Estos indicadores —que reflejan el poder adquisitivo— son bastante útiles para un monitoreo a nivel de comunidad, puesto que no se ha podido identificar una buena fuente de datos que pueda utilizarse para conocer la disponibilidad de alimentos a nivel de la comunidad y, dada la estructura de mercado

de las comunidades colombianas, se llegó a la conclusión de que este indicador puede no ser útil.

Como se vigilan grandes regiones, la producción de alimentos es un buen indicador, teniendo presente que para definir una gran región hay que tener en cuenta básicamente las restricciones que existen para el ingreso o salida de los alimentos en la región.

No existe un sistema oficial establecido en Colombia para vigilar la producción de alimentos, aunque los datos recogidos por el Instituto Colombiano de Agricultura y el Banco Agrario representan un gran potencial para este propósito.

En el monitoreo de la producción de alimentos a nivel regional, los factores que la influyen adquieren gran importancia. La vigilancia meteorológica está a cargo de los sistemas oficiales, y se espera poder contar en un futuro próximo con mapas apropiados, pues la infraestructura existe. Ahora bien, el monitoreo para predecir los cambios meteorológicos a nivel local no es factible.

En resumen, este subsistema está integrado por los siguientes componentes: i) monitoreo del ingreso monetario producido por hectárea de tierra cultivada, en el tiempo y en el espacio; ii) monitoreo del por ciento de familias propietarias de la tierra pero que no genera suficiente ingreso para comprar los alimentos necesarios para satisfacer los requerimientos nutricionales, a nivel de municipio; iii) monitoreo de la producción de alimentos; iv) monitoreo de la tierra sembrada por producto, a nivel regional.

Apreciación y Futuro del SVN en Colombia

Desde que el SVN fue establecido en el Departamento del Valle del Cauca algunos hechos positivos ocurridos permiten formarse una idea de la utilidad del sistema: las autoridades de salud han dado total apoyo al SVN y han demostrado gran interés en la vigilancia, organizando reuniones para discutir el sistema y su potencialidad; otros Departamentos de la República han expresado gran interés en aplicar el SVN; a nivel local se han formado grupos de vigilancia con el apoyo total de las autoridades departamentales; ha habido creciente interés por recibir información sobre el SVN, y se ha ejercido creciente presión para mejorar los datos, tanto en términos de tiempo como de la cantidad de los mismos.

La experiencia lograda en la implementación del SVN indica que el sistema es posible, práctico y reproducible no sólo en otros departamentos y regiones del país, sino en países con un proceso de desarrollo como el de Colombia.

La extensión y consiguiente aplicación del SVN en un nuevo Departamento (Departamento del Cauca situado al sur del Departamento del Valle del Cauca) ha seguido una serie de pasos lógicos, facilitados por la experiencia acumulada. En un período inicial se hizo una apreciación evaluativa preliminar de la situación alimentaria-nutricional del Departamento del Cauca en base a toda la información disponible. Este análisis de la situación sirvió para formular la hipótesis de trabajo sobre las interrelaciones e importancia relativa de los factores que, se pensaba, eran los responsables de la desnutrición en el Departamento. Como se hizo en el caso del Departamento del Valle del Cauca, aquí se procedió también a identificar los sistemas de información existentes que pudiesen proporcionar datos de interés para el SVN. Posteriormente se procedió a estructurar el sistema operativamente, se estableció el flujo de datos, la selección y verificación de los indicadores seleccionados, el método de análisis e interpretación y finalmente, la interrelación entre los mismos en un sistema causal coherente. Ello se hizo con las dificultades y problemas metodológicos inherentes que era de esperar debido a las complejidades y restricciones propias de la vida real, comparadas con las simplificaciones utilizadas al diseñar los modelos teóricos y planes de acción. Desde el punto de vista operativo, el SVN en el Departamento del Cauca se basa también en los mismos tres subsistemas o componentes: salud, antropometría y agrícola-económica. Este último es el que ha presentado más dificultades, particularmente en cuanto al desarrollo y validación de los indicadores. Una vez comprobado el funcionamiento del SVN se procederá a su evaluación y, con las modificaciones y mejoras correspondientes, se espera ir ampliando progresivamente su cobertura a nivel nacional.

(Preparado con la información proporcionada por el Dr. Luis F. Fajardo, Proyecto de Nutrición, Departamento de Pediatría, División de Salud, Universidad del Valle, Cali, Colombia).

RESEÑAS Y ACTUALIDADES

Taller de Trabajo sobre Evaluación y Monitoreo Nutricional celebrado en Nueva Delhi, India, del 17 al 21 de febrero de 1981.

Organizado por la Oficina Regional para el Sur-Este Asiático de la OMS, se realizó este Taller de Trabajo que contó con la participación de representantes de ocho países de la Región (Bangladesh, India, Indonesia, Mongolia, Maldivas, Nepal, Sri Lanka y Tailandia) y de Filipinas, Etiopía y Colombia, así como de organismos internacionales (FAO y UNICEF) y de CARE. El Taller tuvo como propósito revisar los conceptos de vigilancia y evaluación y los tipos de datos usados para la vigilancia alimentaria-nutricional, y la evaluación de intervenciones. Se discutieron las experiencias de los países participantes, y el papel que las unidades nacionales de nutrición desempeñan en cuanto a vigilancia y evaluación.

Taller de Trabajo sobre Vigilancia Nutricional y Social, en Africa Meridional y Oriental, celebrado en Nairobi, Kenya, del 17 al 19 de mayo de 1982.

Patrocinado por la Oficina Regional para el Africa Oriental de UNICEF y la Universidad de Cornell de los EUA, este Taller de Trabajo se llevó a cabo con los propósitos siguientes: apoyar el desarrollo de sistemas de información que incluyan indicadores sociales y nutricionales, y lograr una cooperación regional más amplia. Se dio especial importancia al intercambio de experiencias entre los responsables de estos sistemas a nivel de campo, dándose énfasis a la discusión de los aspectos operacionales y a la solución de problemas. Participaron representantes de siete países (Botswana, Kenya, Malawi, Tanzania, Uganda, Zambia y Zimbabwe), de las Universidades de Cornell y Tufts de EUA, UNICEF, OMS y USAID. Los trabajos presentados y el Informe final (en inglés) del Taller de Trabajo pueden obtenerse dirigiéndose a: UNICEF Eastern Africa Regional Office, P.O. Box 44145, Nairobi, Kenya, y a Cornell Nutritional Surveillance Program, Division of Nutritional Sciences, Savage Hall Annex, Ithaca, New York, 14853, EUA.

Taller Regional de Trabajo sobre Vigilancia Nutricional para los Países de Asia, celebrado en Bangkok, Tailandia, del 7 al 9 de noviembre de 1983.

El Taller fue patrocinado por UNICEF, la Universidad de Cornell de EUA, la Oficina Regional para el Sur-Este Asiático de la OMS, y el Instituto de Nutrición de la Universidad de Mahidol de Tailandia. Los propósitos del Taller fueron: revisar el progreso alcanzado por los sistemas de vigilancia nutricional en los países de la Región teniendo presente las recomendaciones de talleres de trabajo previos; identificar los mayores obstáculos y sus soluciones y sugerir medidas para el progreso de la vigilancia nutricional en la Región. Se expusieron las experiencias de seis países (Papua Nueva-Guinea, Filipinas, Bangladesh, Sri Lanka, India e Indonesia), y se contó con la participación de representantes de los países de las Regiones del Sur-Este Asiático, del Pacífico Occidental y del Mediterráneo Oriental, de la Universidad de Cornell, y del Centro de Control de Enfermedades, Atlanta, de EUA, de USAID, UNICEF, FAO y OMS.

FICHERO BIBLIOGRAFICO

- Anthropometric assessment of young children's nutritional status as an indicator of subsequent risk of dying. *J. Trop. Pediat.*, 29(2): 69-75, 1983.
- Beuscart, R., M. Romon-Rousseaux, M. C. Beuscart-Zephir, P. Fontaine & P. Fossati. Enquête alimentaire assistée par ordinateur. *Ann. Endocrinol.*, 43(5): 337-350, 1982.
- Cornoni-Huntley, J., H. E. Barbano, J. A. Brody, B. Cohen, J. J. Feldman, J. C. Kleinman & J. Madams. National health and nutrition examination I – epidemiologic follow-up survey. *Public Health Rep.*, 98(3): 245-251, 1983.
- Dugdale, A. E. Monograms for monitoring nutritional status. *Ecol. Food Nutr.*, 14(1): 59-62, 1984.
- Fernández, M. & G. H. Peltó. Anthropological studies of nutrition in marginal communities. En: *Nutrition in Health and Disease and International Development*. A. E. Harpen & G. K. Davies (Eds). Symposia from the XII International Congress of Nutrition held in San Diego, California, 16-21 August 1981, New York, Alan R. Liss, Inc., 1981, p 491-499.

- García, M., J. B. Mason, J. T. Mitchell, C. Henderson, H. Tabatabai & L. López. Nutritional effects of rural development: An assessment as part of the planning of a large-scale development project in Palawan, Philippines. Ithaca, New York, Cornell University*, 1983. (*Working Paper Series No. 12*).
- Habicht, J.-P. & J. B. Mason. Nutritional surveillance. Principles and practice. En: *Nutrition in the Community*. D. S. McLaren (Ed.), 2nd ed., Chichester, John Wiley & Sons, 1983, p. 217-244.
- Habicht, J.-P., J. B. Mason & R. Martorell. Growth and socio-economic change. Presentado en: *World Health Organization Meeting on Purpose, Use and Interpretation of Anthropometric Indicators of Nutritional Status*, held in Geneva, 10-14 October 1983. Mimeo, Ithaca, New York, Cornell University*, 1983.
- Harries, A. D., L. A. Jones, R. V. Heatley & J. Rhones. Assessment of nutritional status by anthropometry: A comparison of different standards of reference. *Hum. Nutr. Clin. Nutr.*, 37c(3): 227-231, 1983.
- Keller, W. Choice of indicators of nutritional status. En: *Evaluation of Nutrition Education in Third World Communities*. B. Schürch (Ed.). Bern, Hans Huber Publishers, 1983, p. 101-114. (Nestlé Foundation Publications Series).
- Mason, J. B. & J.-P. Habicht. Nutritional surveillance. En: *Nutrition in Health and Disease and International Development*. A. E. Harpen & G. K. Davies (Eds.). Symposia from the XII International Congress of Nutrition held in San Diego, California, 16-21 August 1981. New York, Alan R. Liss, Inc., 1981, p. 539-547.
- Mason, J. B., J.-P. Habicht & H. Tabatabai. Principles for evaluation of on-going programs. Ithaca, New York, Cornell University*, 1982. (*Working Paper Series No. 5*).

* Cornell Nutritional Surveillance Programme, Division of Nutritional Sciences, Savage Hall Annex, Ithaca, N. Y., 14853, EUA.

- Mason, J. B., H. Tabatabai, C. Henderson & I. J. Shorr. Assessing likely effects of rural development during project planning: A test of planning methods in Northern Haiti. Ithaca, New York, Cornell University*, 1983. (*Working Paper Series No. 10*).
- Mason, J. B. & J. T. Mitchell. Nutritional surveillance. *Bull. Wld Hlth Org.*, 61(5): 745-755, 1983.
- Manley, M., M. C. Steinhoff, V. Svilatha, R. Abel & D. Mukarji. The wasting-stunting classifying scale: A new device for the rapid assessment of nutritional status of young children. *J. Trop. Pediat.*, 29(1): 35-39, 1983.
- Mitchell, J. T. & J. B. Mason. National health information systems and their use in nutritional surveillance. Ithaca, New York, Cornell University*, 1983. (*Working Paper Series No. 14*).
- Sarnoff, R. *Growth Surveillance as an Instrument for Better Programming*. Catholic Relief Services, Sub-Sahara Regional Office, Nairobi – Kenya, 1980.
- Scheer, J. C. & L. S. Sims. Status of nutrition surveillance activities in 24 state and metropolitan health departments. *Public Health Rep.*, 98(4): 349-355, 1983.
- Tabatabai, H. Analytical methods for nutritional socio-economic data. Ithaca, New York, Cornell University*, 1983. (*Working Paper Series No. 4*).
- Velzeboer, M. I., B. J. Selwyn, F. Sargent, E. Pollit & H. Delgado. Evaluation of arm circumference as a Public Health Index of protein energy malnutrition. *J. Trop. Pediat.*, 29(3): 135-144, 1983.
- Zelzeboer, M. I., B. J. Selwyn, F. Sargent, E. Pollit & H. Delgado. The use of arm circumference in simplified screening for acute malnutrition by minimally trained health workers. *J. Trop. Pediat.*, 29(3): 159-166, 1983.
- * Cornell Nutritional Surveillance Programme, Division of Nutritional Sciences, Savage Hall Annex, Ithaca, N.Y., 14853, EUA.

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**

NUEVOS LIBROS

Protein-Energy Requirement Studies in Developing Countries: Results of International Research. William Rand, Ricardo Uauy and Nevin S. Scrimshaw (Eds.). Tokyo, Japan, The United Nations University Food and Nutrition Bulletin Supplement 10, 1984, 369 p., with Figs. and Tables (WHTR-8/UNUP-481) (ISBN 92-041-2) Precio: US\$25.00.

Este libro representa las Memorias de una semana de trabajo del Taller celebrado en el campus de la Universidad de California en Berkeley, California, EUA, del 10 al 14 de agosto de 1981. Su organización estuvo a cargo del Comité de la Unión Internacional de Ciencias Nutricionales 1/11, y del Comité de Requerimientos Proteínico-Energéticos, bajo la presidencia del Dr. Benjamín Torún. Fue financiado por la Universidad de las Naciones Unidas (UNU) en cooperación con la Organización para la Agricultura y la Alimentación (FAO) y la Organización Mundial de la Salud (OMS). En síntesis, el objetivo primordial de la Reunión fue recolectar datos y examinar las investigaciones realizadas en materia de requerimientos de proteína y energía, como paso preparatorio a la reunión del Grupo de Consulta FAO/UNU/OMS sobre Requerimientos de Energía y Proteína que tuvo lugar en Roma en octubre de 1981.

El Taller tuvo como principal enfoque las investigaciones llevadas a término desde que en mayo de 1980 se celebrara la Reunión sobre Proteína y Energía en el Instituto Tecnológico de Massachusetts, EUA, aun cuando también se dieron a conocer investigaciones adicionales al respecto. Estos esfuerzos investigativos emanaron principalmente de dos programas separados, el de FAO/OMS y el de la UNU. La planificación de la investigación de FAO/OMS, que contó con fondos adjudicados para ese propósito por la Agencia Danesa de Desarrollo Internacional (DANIDA), se inició con una consulta en Roma, en 1977, y luego se hizo una revisión interina del progreso de las investigaciones, también en Roma, en enero de 1980. Por su parte, la investigación de la UNU surgió de una reunión que tuvo lugar en Costa Rica, en 1977, a la que

siguió el Taller de Trabajo en Cambridge, Mass., EUA, celebrado, como se dijo, en mayo de 1980, y en el cual se examinaron los resultados iniciales de los estudios en este campo. Asimismo, se comentaron algunos aspectos de la investigación cumplida por FAO/OMS.

Las comunicaciones que resumen dicha investigación fueron presentadas por los respectivos investigadores, y se incluyen en este volumen. En el transcurso de la semana se discutieron los hallazgos, y los resúmenes de las discusiones —preparados en ese lapso por los participantes— forman la base del capítulo “Comentarios” de este libro. Desafortunadamente, limitaciones de tiempo no permitieron que el Taller de Trabajo formulase ninguna resolución al respecto, ya que ni siquiera hubo un consenso sobre muchas de las interrogantes planteadas.

La guía de este documento, así como para el Taller en sí, fue la relevancia de los resultados de esta investigación en cuanto a resolver el problema general que se enfrenta en la estimación de los requerimientos de proteína y energía bajo las condiciones prevalentes. No se hizo ningún intento de proponer recomendaciones, puesto que esta tarea correspondería al Grupo de Consulta Mixto FAO/OMS/UNU que se reuniría en Roma tres meses más tarde.

En términos generales, el volumen que nos ocupa incluye, después de un Prólogo y Comentarios, los siguientes ocho capítulos: 1. Metodología. 2. Requerimientos Proteínicos de Adultos -- Protocolo Estándar. 3. Requerimientos Proteínicos de Adultos -- Estudios de Largo Plazo. 4. Requerimientos Proteínicos de Adultos -- Muestras Amplias. 5. Gastos Energéticos. 6. Interacciones de Proteína-Energía. 7. Estudios de Balance de Nitrógeno en Niños, y 8. Otros Datos. A este sigue un Postscript, y dos Apéndices. Se incluye también la nómina de los participantes.

El Control de las Enfermedades Transmisibles en el Hombre.
Abram S. Benenson, Editor. Decimotercera edición, 1980.
Informe Oficial de la Asociación Americana de Salud Pública.
Washington, D. C., Organización Panamericana de la Salud,
1983, 486 p. (Publicación Científica No. 442). (ISBN 92
75 31442 X.) Precio: US\$10.00.

La primera edición de este libro fue publicada en 1917 por la Asociación Americana de Salud Pública de los EUA con el fin de presentar los he-

chos esenciales que se requieren para combatir esas enfermedades. Las revisiones periódicas —la presente es la 13a— garantizan la actualización de las prácticas recomendadas, habida cuenta de los progresos en los conocimientos de las enfermedades y los cambios en las condiciones socioeconómicas.

El propósito de este volumen es servir de fuente de información sobre la manera de identificar una enfermedad determinada y de tratar al enfermo para que la afección no se propague, así como ofrecer orientación para el tratamiento. El manual no pretende sustituir a los libros de texto sino ofrecer datos básicos en los que puedan fundarse las primeras medidas.

El manual considera las enfermedades transmisibles en escala mundial. Si bien la Asociación Americana de Salud Pública se ha hecho cargo de esta publicación, la presentación aspira a ser internacional. Con ese objeto, se han utilizado los números asignados a cada enfermedad por la Clasificación Internacional de Enfermedades de la Organización Mundial de la Salud, 9a revisión (CIE-9), publicada en español por la OPS, y los títulos de las enfermedades. Este volumen es un modelo de cooperación internacional con la participación activa de la OMS, la OPS, y de las autoridades de salud de los principales países de habla inglesa, pero aun cuando el punto de vista es fundamentalmente norteamericano, el interés primordial ha sido los problemas que se han planteado a los organismos oficiales y no oficiales de los Estados Unidos que se preocupan del control de enfermedades; las prácticas recomendadas deben ser aplicables a cualquier lugar.

Si bien se ha mantenido el formato y con frecuencia incluso las palabras originales de los editores anteriores, Haven Emerson y John E. Gordon, todos los capítulos han sido actualizados, y se han agregado otros nuevos de mucho interés.

Brevemente, la finalidad principal del manual consiste en proporcionar un texto informativo a los trabajadores de salud pública de los organismos oficiales y privados de salud: médicos, dentistas, veterinarios, ingenieros sanitarios, enfermeras de salud pública, trabajadores sociales, educadores para la salud y sanitaristas, e igualmente a quienes se dedican al ejercicio privado de la profesión y se interesan en el control de las enfermedades transmisibles. A cada enfermedad se ha añadido un párrafo sobre sus repercusiones en caso de desastre, a fin de contribuir a la preparación de planes en previsión de los riesgos para la salud que entrañan las catástrofes naturales o provocadas por el hombre. El material que contiene es igualmente útil para los administradores de escuelas y estudiantes de medicina y de salud pública.

El texto se presenta en forma uniforme. Cada enfermedad se describe suscintamente, teniendo en cuenta su naturaleza clínica, diferenciación de otras enfermedades afines o relacionadas y procedimientos de diagnóstico de laboratorio. Después se da información sobre el agente infeccioso, la distribución, el reservorio, el modo de transmisión, el período de incubación y el de transmisibilidad y la susceptibilidad y resistencia. Los métodos de control se describen bajo los cuatro títulos siguientes: A. Medidas preventivas. B. Control del paciente, de los contactos y del medio ambiente inmediato. C. Medidas en caso de epidemia. D. Repercusiones en caso de desastre, y E. Medidas Internacionales.

En cuanto a la notificación de enfermedades transmisibles, mencionadas en el manual se distribuyen en las cinco clases siguientes de acuerdo con el beneficio práctico que pueda obtenerse de su notificación: Clase 1: Enfermedades en las que la notificación de casos es universalmente requerida por el Reglamento Sanitario Internacional o que son objeto de vigilancia por la OMS. Clase 2: Enfermedades en que la notificación de casos es exigida dondequiera que ocurran. Clase 3: Enfermedades de las que se hace notificación especial en áreas consideradas endémicas. Clase 4: Notificación obligatoria de epidemias. No se exige la notificación de casos individuales, y Clase 5: Enfermedades cuya notificación oficial por lo general no se considera justificada.

Las personas interesadas pueden obtener el Manual dirigiendo su solicitud a la Organización Panamericana de la Salud, 525 - 23rd Street, Washington D. C., 20037, USA, al precio ya citado de US\$10.00, adjuntando su cheque por dicha suma.

OTRAS PUBLICACIONES

Con procedencia de Lima, Perú, hemos recibido, con el consiguiente beneplácito, el primer número del *Boletín de Cultivos Andinos* (No. 1 — octubre-diciembre, 1983, y el No. 2, correspondiente al trimestre enero-marzo, 1984), respectivamente.

El Boletín, como bien lo dice en los párrafos de presentación, “trata de llenar el vacío de información existente y ser un nexo de relación entre los investigadores y productores andinos, aportando tanto al desarrollo agrícola como a la producción e industrialización de estos alimentos”.

Estimamos que la publicación es de importancia, ya que en dicho Boletín se dan a conocer importantes eventos relacionados con los cultivos andinos. Está auspiciado por el Proyecto Investigación de los Sistemas Agrícolas Andinos (IICA/CIID), el Instituto Indigenista Interamericano, y la Universidad Nacional Agraria — Dirección de Proyección Social, Lima, Perú. Cuenta con un Consejo Editorial, y un cuerpo de corresponsales y colaboradores, así como con un diseñador gráfico. La portada es, por cierto, muy atractiva. Su dirección está a cargo del Dr. Mario E. Tapia, de quien puede solicitarse a la siguiente dirección: Dr. Mario Tapia, IICA, Apartado Aéreo 11185, Lima, Perú.

DISPONIBILIDAD DE UN NUMERO AMPLIADO DEL JOURNAL OF NUTRITION EDUCATION SOBRE USO DE COMPUTADORAS EN EDUCACION NUTRICIONAL

El número de junio de 1984 del *Journal of Nutrition Education* promete ser de mucho interés y actualidad, ya que estará dedicado a los usos pasados, presentes y futuros de computadoras y “computer software”, elementos inmateriales de computación en educación nutricional.

El tema especial de este número tiene por objetivo aportar información práctica a nutricionistas, dietistas, educadores en salud, maestros, administradores de servicios de alimentos, e investigadores, con niveles varios de conocimientos sobre computación.

El contenido incluirá guías para la selección de elementos inmateriales (software); criterios para evaluar programas computarizados de análisis de nutrientes y datos básicos; ideas para el diseño de programas individuales de software. Asimismo, se revisan más de 50 programas de software, incluyendo análisis y ejercicios de nutrientes, juegos, simulaciones y pronósticos y control de inventario.

Otras características serán la inclusión de ocho páginas con ideas y recursos de enseñanza; artículos e informes sobre enseñanza con asistencia del computador, uso del computador en la extensión de la nutrición y planificación computarizada de menús para servicios de alimentos en escuelas, así como ideas sobre lo que el futuro espera de las computadoras en educación nutricional.

El precio de pre-publicación es de US\$9.00, más 0.75 para el manejo de cada orden u órdenes recibidas antes del primero de mayo. Después de esa fecha, el precio regular será de US\$12.00 más 75 centavos de dólar para el envío de cada orden.

Los interesados pueden dirigirse al: *Journal of Nutrition Education*, 1736 Franklin Street, Suite 900, Oakland, CA 94612. Todas las órdenes deben pagarse con antelación.

NOTAS

CREACION Y OBJETIVOS DE LA FUNDACION CAVENDES EN VENEZUELA

Con verdadero beneplácito nos enteramos de la creación, el seis de octubre de 1983, de la Fundación CAVENDES, cuya finalidad, en términos generales, es promover la nutrición en Venezuela.

En la citada fecha se registró en el Distrito Sucre del Estado Miranda el protocolo de su creación, estando constituida por C. A. CAVENDES, Sociedad Financiera; Seguros Venezuela, C. A.; C. A. de Seguros American International, y el Banco Hipotecario del Lago, C. A.

Su meta, como dijimos, es contribuir al mejoramiento de la nutrición de la población venezolana, mediante la promoción de estudios y programas, y la colaboración de instituciones oficiales y privadas del país que operan en este campo.

La Fundación está dirigida por un Consejo Directivo cuya nómina se da a conocer más adelante en esta misma reseña, y sus funciones son el establecimiento de las normas de política. Responde ante la Asamblea General, y lo integran los miembros fundadores y no fundadores. Cuenta también con un Director Ejecutivo para llevar a cabo las normas establecidas por el Consejo Directivo. Entre las funciones que hasta la fecha se han identificado como prioritarias se pueden destacar las siguientes:

Cooperar en las acciones oficiales y privadas en el diseño de políticas coherentes de alimentación y nutrición y favorecer la coordinación de las mismas.

Propiciar y contribuir a la incorporación de la nutrición en proyectos de índole social, a fin de potenciar la eficacia de medidas preventivas de nutrición a través de un enfoque integral de desarrollo social.

Apoyar investigaciones en las áreas de desarrollo humano agrícola y tecnológico. Se contempla apoyar preferentemente proyectos interdisciplinarios de evidente impacto social, positiva relación costo-beneficio, y que sirvan de apoyo a la docencia y a los servicios.

Promover la diseminación de información actualizada, nacional e internacional, que contribuya a un mejor desarrollo de las actividades profesionales en la materia, propicie el interés de la población sobre los temas de nutrición, y sirva de apoyo también a los programas de educación nutricional.

Finalmente, estimular la elaboración y presentación de trabajos en simposios, cursos y otras reuniones, y su publicación en forma de una serie de monografías que atiendan problemas prioritarios en el área de nutrición y que sirvan, asimismo, para la docencia y los servicios.

La Fundación CAVENDES, que comienza con el aporte de cuatro miembros fundadores, recibe también contribuciones de empresas que colaboran en esta forma al desarrollo de las actividades de la Fundación.

Cabe señalar que sus labores fueron iniciadas con el desarrollo de un simposio titulado "El Desafío de la Alimentación y Nutrición en la Promoción de la Salud y el Desarrollo Nacional", cuya organización estuvo a cargo del Consejo Directivo. Este está integrado como sigue: *Presidente*: Luis Vallenilla, *Vice-Presidente*, Luis Ugueto; *Directores Principales*: Alejandro Osorio; Mercedes López de Blanco; María Eugenia Brunicardi de Alvarez; Eleazar Lara Lantín; y Werner G. Jaffe; *Directores Suplentes*: Luis Marcano Coello; Henry Holmes; Luis Rodolfo Machado Silva; María de Burelli; Oscar Arnal; Anita de Vallenilla; y Roberto Blanco Uribe, y *Director Ejecutivo*: Dr. José María Bengoa.

Este significativo evento se celebró del 24 al 27 del mismo mes de octubre, en la ciudad capital de Caracas, con participación de connotados expertos internacionales, como son los Dres. Abraham Horwitz, *Director Emeritus* de la Organización Panamericana de la Salud; May Jarrat, *Secretario Asistente para la Alimentación* del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América; de Artemis Simopoulos, *Presidente del Comité de Coordinación en Nutrición* del Instituto Nacional de Salud Norteamericano; de expertos latinoamericanos como Fernando Mönckeberg, de Chile; Leonardo Mata, de Costa Rica; Adolfo y Miriam Chávez, de México, y de Richard Manoff, conocido comunicador social norteamericano.

La participación de los expertos nacionales en nutrición, alimentación,

planificación y comunicación social, y de destacados representantes del sector privado, fue realizada por la intervención de los candidatos a la Presidencia de la República, Jaime Lusinchi y Rafael Caldera, de los Ministros, Mercedes Pulido de Briceño, Maritza Izaguirre, Luis Alberto Machado y Luis José González Herrera, de los presidentes del IVIC, FUNDACREDESA, INN y FUSAGRI, Miguel Layrisse, Hernán Méndez Castellano, Luis Bermúdez Chaurio y Luis Marcano Coello, respectivamente, del Vice-Ministro de Agricultura, César Guevara, de dos ex-Ministros de Agricultura, Alejandro Osorio y Gustavo Pinto Cohen, así como el ex-Presidente del IAN, Raúl Alegrett. Participaron también los Dres: Eleázar Lara Pantin; Mercedes López de Blanco; Werner G. Jaffé, primer *Editor de Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, y actual Presidente de la Comisión Coordinadora de Investigaciones en Alimentos y Nutrición de Venezuela; Guillermo Tovar; Fermín Vélez, María Margarita de Bellard; Carmen Cecilia de Mayz; Pablo Pulido; Adolfo Starosta y José María Bengoa.

El Simposio abordó ocho temas de importancia, a saber: Tema I. "El Problema Nutricional de Venezuela". II. "Consecuencias Funcionales y Socioeconómicas de la Desnutrición". III. "Experiencias en Programas Nutricionales de Salud". IV. "Factores que Condicionan la Situación Alimentaria Nacional". V. "Prioridades en el Desarrollo de una Política Alimentaria Nacional en el País". VI. "Investigación y Recursos Humanos en Alimentación y Nutrición". VII. "Técnicas Modernas de Comunicación en la Educación Nutricional del Público", y tema VIII. "Mesa Redonda sobre la Participación del Sector Privado en los Programas de Nutrición".

Dada la calidad de las presentaciones y discusiones que suscitaron, el Consejo Directivo de la Fundación decidió publicarlo, y ALAN se complacerá en dar a conocer en estas páginas la publicación en referencia, tan pronto como se encuentre disponible.

En estos momentos, el Consejo Directivo también estudia la estrategia, prioridades y actividades a desarrollar en 1984.

El Dr. José María Bengoa, quien con mucho acierto fue nombrado Director Ejecutivo de la Fundación, fue quien gentilmente nos proporcionó los detalles referentes a la creación de esta entidad, que se perfila ya como un hecho muy prometedor para el futuro bienestar de la población venezolana.

La sede de la Fundación es: Edif. CAVENDES, Ave. Fco de Miranda, Apartado de Correos 62191, Chacao 1060, Caracas Venezuela. Los interesados también pueden comunicarse con la entidad a los teléfonos 2844308 y 2848343, respectivamente.

75th ANNUAL MEETING OF THE AMERICAN CHEMISTS' SOCIETY
Fairmont Hotel, Dallas, Texas, April 29 to May 3, 1984

Este evento representa el 75o aniversario de fundación de la AOCS, por lo que cobrará especial relevancia. Se espera que asistan aproximadamente 1,400 personas, y el programa incluye más de 300 presentaciones técnicas relacionadas con la química de grasas y aceites de origen vegetal y animal, respectivamente, así como sobre sus derivados.

La Sociedad, como sabemos, fue fundada en 1909 con el título de "Society of Cotton Product Analysts" siendo los fundadores nueve especialistas de laboratorios de empresas afiliadas con el "Interstate Cottonseed Crusher Association". Hoy día, la Sociedad cuenta con más de 4,000 miembros de 60 naciones. Publica dos revistas bimensuales (*JAOCS* y *Lipids*), un libro de referencia y consulta que goza de reconocimiento internacional y que versa sobre métodos analíticos, y también una serie de monografías. Ajeno a su reunión anual, la AOCS auspicia breves cursos y conferencias de índole internacional.

Como un aspecto de importancia en la celebración de sus bodas de diamante, el Premio de Investigación Supelco AOCS será entregado al Dr. Morris Kates, Profesor de Bioquímica de la Universidad de Ottawa, Canadá. Este trofeo es acompañado por un estipendio de \$3,000 en reconocimiento a su original investigación en química de lípidos.

Los asistentes podrán admirar una interesante exposición, la que estará a cargo de los provisosores de servicios y equipo a las industrias de grasas y aceites.

Los detalles referentes al registro, requisitos de asistencia, y reservaciones de hotel, así como el contenido del programa, pueden obtenerse del Coordinador de Reuniones AOCS, 508 S. Sixth St., Champaign, IL 61820, EUA.

VII CONGRESO LATINOAMERICANO DE NUTRICION
Brasilia, Brasil, 26 a 30 de noviembre de 1984

Se aproxima ya la fecha de celebración de este importante aconteci-

miento, cuya organización estará este año, a cargo del Consejo Directivo de la Sociedad Latinoamericana de Nutrición, el cual preside el Dr. Alfredo Lam-Sánchez, y los miembros de la Junta, con sede en Brasil. Para su realización se cuenta con la valiosa colaboración del Capítulo Brasileño de la SLAN y del Instituto Nacional de Alimentación y Nutrición del Brasil (INAN).

Aun cuando ya se ha enviado la primera circular a estos efectos a todos los miembros de la Sociedad, seguidamente se incluyen algunos detalles con el propósito de enterar a todos los suscriptores de *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, órgano oficial de divulgación de la Sociedad, de los pormenores de tan significativo evento.

El Comité Organizador ha quedado integrado por el Dr. Lam-Sánchez, Presidente; Dr. Alvaro Oscar Campana, Secretario Ejecutivo, y Dres. Roberto Carlos Burini y José Fernando Durigan, como Tesoreros. Forman parte del Comité los siguientes miembros: Dra. Rebeca Carlota de Angelis, Dr. Franco Maria Lajolo, Dr. Marco Aurelio de Carvalho Anselmo, Dr. Helio Vannucchi y Dr. Luiz Eduardo Carvalho.

Se ha nombrado también un Comité Científico, constituido por los siguientes: Dres. Campana, de Angelis, Lajolo y Vannucchi, ya nombrados arriba, así como Dres. Eduardo Queiroz, Roger Shrimpton, Hugo Amigo y Nelson de Souza.

La tónica principal del Congreso encuadra dentro de los objetivos de la Sociedad, que son: fortalecer los contactos entre los profesionales de la Región, y divulgar los avances logrados en el desarrollo de los programas de nutrición que se realizan en el Continente.

El temario del Congreso incluye actividades científicas como Simposios, Conferencias, Grupos y Talleres de Trabajo, presentación de Temas Libres y Cursos de Actualización.

Los interesados en participar en la Reunión pueden presentar sus resúmenes dentro de las áreas de trabajo que a continuación se citan: Ciencia y Tecnología de Alimentos; Nutrición Experimental; Nutrición y Salud Pública; Nutrición Clínica; Bioquímica de la Nutrición; Nutrición Animal y Nutrición y Mejoramiento Genético Animal y Vegetal.

Los resúmenes de sus trabajos de investigación deben ser enviados al Secretario Ejecutivo del Congreso, Dr. Alvaro Oscar Campana, a la siguiente dirección: Departamento de Clínica Médica, Facultad de Medicina de Botu-

catu/UNESP, 18,600 Botucatu, São Paulo, Brasil, o bien a la Dirección de la Presidencia de SLAN. Estos tienen como fecha límite de recibo el 31 de julio del año en curso.

Los nacionales podrán pagar la cuota de inscripción en moneda nacional, y los extranjeros en US dólares, como sigue: Socios de SLAN, hasta el 31 de julio, \$20.00 y después de dicha fecha, \$30.00. Los no socios, \$40.00, y \$50.00 si se envía después de la fecha límite. Los estudiantes (con la debida comprobación), US\$10.00 al 31 de julio y con posterioridad, \$15.00. El valor de los Cursos asciende a US\$20.00 para los no socios, y a \$5.00 para los estudiantes.

Cabe señalar que el día de clausura, 30 de noviembre, se conmemora el aniversario del Instituto Nacional de Alimentación y Nutrición del Brasil (INAN), y en el acto de clausura se hará entrega del premio "NELSON CHAVES" instituido en honor al científico brasileño emérito en el campo de la nutrición, cuyas valiosas contribuciones son de todos más que conocidas.

Ajeno al programa del Congreso, habrá, por supuesto, las atracciones turísticas y eventos sociales del caso, que permitirán a los asistentes conocer algo del Brasil y de todo lo que ofrece al visitante.

Desde ya auguramos mucho éxito al VII Congreso de Nutrición y a sus Comités Organizador y Científico.



TURRIALBA

REVISTA INTERAMERICANA DE CIENCIAS AGRICOLAS

VOLUMEN 33

TRIMESTRE ABRIL - JUNIO 1983

NUMERO 2

Editor: ALFREDO ALVARADO H.
Asistente Editorial: FLOR ARAYA S.

CONTENIDO

	Página
<i>Propagación vegetativa in vitro de pejibaye (Bactris gasipaes H. B. K.) (en español)</i> Oscar Arias M., Fernando Huete V.	103
<i>Efectos de diferentes poblaciones de maíz (Zea mays) en la producción de raíces de yuca (Manihot esculenta) al cultivarlos en asocio. I. Aspectos agronómicos (en español)</i> Roger Meneses, Raúl A. Moreno	109
<i>Rendimiento de pasto llorón, Eragrostis curvula (Nees) cv. Ermelo, en función de algunas propiedades edáficas (en español)</i> C. A. Merino, R. A. Rosell, A. O. Gargano	117
<i>Una metodología para la estimación de probabilidades de lluvia por procedimientos cuantitativos, en puntos carentes de registros, sin el análisis espacial tradicional. Estudio de un caso: Estado Falcón, Venezuela (en español)</i> Javier García Benavides	129
<i>Rendimiento y aprovechamiento de dos intensidades de raleos selectivos en Eucalyptus deglupta Bl. en Turrialba, Costa Rica (en español)</i> Luis A. Ugalde	143
<i>Zonificación agroecológica para el cultivo de caña de azúcar (Saccharum spp.) en Costa Rica (en español)</i> Oscar E. Rojas, Michel Eldin	151
<i>Intercambio P-OH en Andosoles (en español)</i> Norman Peinemann	161
<i>Relación entre densidad poblacional de la babosa Vaginulus plebeius y el daño en frijol común, Phaseolus vulgaris (en español)</i> Keith L. Andrews, Areli Huezo de Mira	165
<i>Influencia de algunos factores meteorológicos en el consumo de agua por transpiración de Nothofagus obliqua (Mirb) Oerst. y Nothofagus dombeyi (Mirb) Oerst (en español)</i> A. Huber, C. Oyarzun, M. Ramirez, H. Figueroa	169
<i>Adaptación de una técnica de inmunosorbencia (ELISA) a la detección del virus del rayado fino del maíz en su insecto vector (en español)</i> Carmen Rivera, Rodrigo Gámez	177
<i>Influencia de la premaduración de la leche en la elaboración del queso tipo Minas (en portugués)</i> I. A. Bonassi ..	185
<i>Susceptibilidad de Solanum elaeagnifolium Cav. a la acción de dos herbicidas (en español)</i> M. R. Vigna, O. A. Fernández, R. E. Brevedan	189
<i>Organización del capítulo fructífero y heterocarpia en Bidens pilosa L. (en portugués)</i> Giorgio de Marinis	197
<i>Evaluación al sacrificio en cabritos provenientes de los sistemas de crianza intensivo y extensivo (en español)</i> M. Samame, E. Lozano, S. Bernal	203
<i>Comunicaciones</i>	209
<i>Trampa para determinar la densidad poblacional de la babosa, Vaginulus plebeius, plaga de frijol común (en español)</i> Keith L. Andrews	209
<i>Relevancia del control de Phytophthora en las mazorcas inferiores del árbol de cacao (en inglés).</i> A. A. Adebayo	211
<i>Métodos de multiplicación del babaco (Carica pentagona L.) (en español)</i> Modesto Soria V.	215
<i>Reseña de libros</i>	108-142-160-196

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. Hoffman – La Roche & Co. (Basilea, Suiza) (PRODUCTOS
ROCHE)**

**Instituto Costarricense de Investigación y Enseñanza en Nutri-
ción y Salud (INCIENSA) (Tres Ríos, Costa Rica)**

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 en papel brillante, no montadas, y llevar el nombre del autor y el número correspondiente en el dorso. Cuando sea necesario deberá señalarse la parte superior e inferior de la gráfica.

b) En caso de dibujos o esquemas, éstos serán realizados en tinta negra en papel de buena calidad. La ubicación de cada gráfica deberá indicarse, a lápiz, al margen del texto original. Los símbolos deberán especificarse en la propia gráfica.

c) Los ejes (coordenadas) de las ilustraciones deben tener una indicación clave del fenómeno que representan, así como de las unidades de medida.

d) Cada gráfica o ilustración deberá identificarse con la leyenda respectiva y contar con los datos imprescindibles para su interpretación.

e) Las tablas deben numerarse según su orden de presentación en el texto y se entregarán en hojas aparte.

f) Cada tabla debe contener un breve título que indique claramente su contenido. Las aclaraciones a las tablas deben hacerse mediante notas al pie, y se identificarán con letras minúsculas consecutivas colocadas como post-fijo superior en la cifra o valor correspondiente. Los encabezamientos de las columnas deben ser cortos o abreviados, incluyéndose, en nota al pie, una aclaración en caso necesario. Las líneas horizontales deben reducirse al mínimo y nunca usar las verticales.

g) En cada columna se indicará claramente la medida usada, por ej., mg/g, etc. Para concentraciones no se debe usar la expresión % sino, por ej. g/100 g ó mg/100 ml. Se deben indicar con claridad todas las pruebas estadísticas usadas. Las tablas deben tener toda la información necesaria para su interpretación.

h) No debe presentarse simultáneamente el mismo material experimental en forma de tablas y gráficas.

6. *Discusión*

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

7. *Resumen en inglés*

Todo trabajo deberá acompañarse de un resumen en inglés, si el trabajo original fuese en español, francés o portugués. Si el trabajo es en inglés, este resumen debe presentarse en español. El título del trabajo también debe redactarse en inglés.

8. *Agradecimiento (si lo hubiere)*

9. *Citas bibliográficas y Bibliografía*

Las citas bibliográficas se indican con números arábigos en el texto, entre paréntesis y por orden de aparición, no por orden alfabético de autores.

Para la Sección *Bibliografía*, al final del trabajo, aplican las mismas normas y serán presentadas de acuerdo a los siguientes ejemplos:

a) De revistas:

Liendo Coll, P. & J.M. Bengoa. Necesidades calóricas de la población venezolana. *Arch. Venez. Nutr.*, 5:39-50, 1954.

b) De libros:

Gómez, P., F. Silvio & R. Gámora. *Los Aminoácidos en Alimentos*. Caracas, Ed. Futura, 1972, p. 30.

c) De libros sin autor individual:

Association of Official Agricultural Chemists. *Official Methods of Analysis of the AOAC*. 12th ed. Washington, D.C., The Association, 1975, p. 30.

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

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

e) De citas de compendios:

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

10. *Notas al pie de la página*

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

11. *Abreviaturas y siglas*

Se deben usar las abreviaturas aceptadas internacionalmente (American Chemical Society, Journal of Nutrition, British Journal of Nutrition). En caso de utilizarse siglas poco comunes, que se repitan frecuentemente en el manuscrito, deberán indicarse completas la primera vez que se citan, seguidas de la sigla entre paréntesis. De preferencia, deberán usarse las siglas internacionales en vez de las del idioma original del artículo, por ej., DNA, RNA, PER, etc. Todas las abreviaciones y siglas se usan sin punto, g, b, m, etc.

12. *Nomenclaturas*

Deberá usarse la nomenclatura de la Unión Internacional de Ciencias de la Nutrición (IUNS) para vitaminas y otros nutrientes. En las unidades de medición se empleará el Sistema Métrico Decimal. Para las unidades de energía se usarán caloría (Cal) o Joules (J) indiscriminadamente.

13. *Resultados numéricos*

Al consignar números se usará el punto (.) para indicar decimales, p. ej. 35.7; 389.9, y la coma (,) para indicar miles, millones, etc.

D. SEPARATAS

El costo de las separatas o sobretiros de los trabajos es de US\$3.00 por página de 50 separatas. El autor (es) deberá notificar a la Oficina Editorial el número de separatas deseado tan pronto se le informe que su trabajo ha sido aceptado.

E. CARGO POR PAGINA

La revista es un órgano de divulgación científica sin fines de lucro y es mantenida fundamentalmente con donaciones. Sin embargo, a los efectos de contribuir con los gastos de publicación, la Asamblea General de la SLAN ha creado un cargo de US\$10.00 por página de trabajo publicado. La Oficina Editorial puede considerar una reducción por concepto de cargo por página previa solicitud expresa dirigida en ese sentido por el autor (es).

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 Agrarias e Veterinarias
Universidade Estadual Paulista (UNESP)
14. 870 — Jacoticabal — São Paulo, Brasil

DIRECTORIO DE ARCHIVOS LATINOAMERICANOS DE NUTRICION

Integrado por miembros de la Sociedad Latinoamericana de Nutrición
Editor General: Dr. Ricardo Bressani
Editor Asistente: Dr. J. Edgar Braham
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