

ARCHIVOS
LATINOAMERICANOS
DE
NUTRICION



CONTINUACION DE
ARCHIVOS VENEZOLANOS DE NUTRICION



ORGANO OFICIAL DE LA SOCIEDAD
LATINOAMERICANA DE NUTRICION

VOL. XXXI

SEPTIEMBRE 1981

No. 3

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. XXXI

SEPTIEMBRE, 1981

No. 3

CONTENIDO

	Pag.
EDITORIAL	433
ARTICULOS GENERALES	
Evaluación operacional de un proyecto de vigilancia alimentaria-nutricional. — <i>J. Aranda-Pastor, M. T. Menchú y J. P. Kevany</i>	439
TRABAJOS DE INVESTIGACION	
Resistencia térmica de <i>Candida tropicalis</i> y <i>Rhodotorula rubra</i> en jugo de naranja. — <i>J. A. Barreiro, J. L. Vidaurreta, L. A. Boscán, S. Mendoza y E. Saíz</i>	461
DNA y proteínas en el hígado de ratas alimentadas con maíz: importancia de expresar la concentración de proteínas hepáticas en función del DNA. — <i>Percy Noriega Ponce, María Bernal Osorio y Fredy Zegarra Aragón</i>	471
Digestibilidad y calidad proteínica de la quinua: estudio comparativo, en niños, entre semilla y harina de quinua. — <i>Guillermo López de Romaña, George G. Graham, Milagros Rojas y William C. MacLean, Jr.</i>	485
Animal wastes. I. Effect of processing on the chemical and protein nutritional value of calf stomach. — <i>Sabino A. Caldas and Tasso Moraes-Santos</i>	498
Animal wastes. II. Chemical and nutritional evaluation of by-products from rennet and proteases production. — <i>Tasso Moraes-Santos and Marcelo Eustáquio Silva</i>	509
Optimización de procesos de congelación por cargas. — <i>José A. Barreiro-Méndez, Sergio A. Antunes, Emilio Saíz U. y Carmen Irazábal de Guariguata</i>	518

Efecto de la posición del envase en la retención de nutrientes en modelos alimentarios calentados por convección natural. — José A. Barreiro Méndez, George R. Salas, Emilio Saíz U. y Carmen Irazábal de Guariguita.	531
Posibles relaciones entre medidas físicas, químicas y nutricionales en frijol común (<i>Phaseolus vulgaris</i>). — Ricardo Bressani, Luiz G. Elías y Miriam E. de España. .	550
Protein requirements of preschool children: obligatory nitrogen losses and nitrogen balance measurements using cow's milk. — Benjamín Torún, María Isabel Cabrera-Santiago and Fernando E. Viteri	571
Características agronómicas nutricionales e de procesamiento de germoplasma de soja con tegumentos coloridos. — Alfredo Lam-Sánchez, José Fernando Durigan, Ernesto dos Santos, Maria José Paro e José Eduardo Dutra de Oliveira.	586
BIBLIOGRAFIA LATINOAMERICANA	605
NUEVOS LIBROS	611
NOTAS	613
CONTENIDO DE LA REVISTA TURRIALBA: Volumen 31, No. 2, 1981	619
CONTENIDO DE LA REVISTA INTERCIENCIA: Volumen 6, No. 4, 1981	621
INFORMACION PARA LOS AUTORES	631

ARCHIVOS LATINOAMERICANOS DE NUTRICION

ORGANO OFICIAL DE LA
SOCIEDAD LATINOAMERICANA DE NUTRICION

VOL. XXXI

SEPTEMBER, 1981

No. 3

CONTENTS

	Page
EDITORIAL.....	433
GENERAL ARTICLES	
Operational evaluation of a food and nutrition surveillance project. — <i>J. Aranda-Pastor, M. T. Menchú and J. P. Kevany</i>	439
RESEARCH PAPERS	
Thermal resistance of <i>Candida tropicalis</i> and <i>Rhodotorula rubra</i> in orange juice. — <i>J. A. Barreiro, J. L. Vidaurrета, L. A. Boscán, S. Mendoza and E. Saiz</i>	461
DNA and proteins in the liver of rats fed on corn. The importance of expressing liver protein concentrations as a function of DNA. — <i>Percy Noriega Ponce, María Bernal O. and Fredy Zegarra Aragón</i>	471
Digestibility and protein quality of quinoa: comparative study, in children, between quinoa seeds and flour. — <i>Guillermo López de Romaña, George G. Graham, Milagros Rojas and William C. MacLean, Jr.</i>	485
Animal wastes: I. Effect of processing on the chemical and protein nutritional value of calf stomach. — <i>Sabino A. Caldas and Tasso Moraes-Santos</i>	498
Animal wastes. II. Chemical and nutritional evaluation of by-products from rennet and proteases production. — <i>Tasso Moraes-Santos and Marcelo Eustáquio Silva</i>	509
Optimization of the freezing process by loads. — <i>José A. Barreiro Méndez, Sergio A. Antunes, Emilio Saiz and Carmen Irazábal de Guariguata</i>	518

Effect of the container's position on the retention of nutrients in food processing models using natural heat convection. — <i>José A. Barreiro Méndez, George R. Salas, Emilio Saíz U. and Carmen Irazábal de Guari-guata</i>	531
Possible interrelationship among physical, chemical and nutritional characteristics in common beans (<i>Phaseolus vulgaris</i>). — <i>Ricardo Bressani, Luiz G. Elías and Miriam E. de España</i>	550
Protein requirements of preschool children: obligatory nitrogen losses and nitrogen balance measurements using cow's milk. — <i>Benjamín Torin, María Isabel Cabrera-Santiago and Fernando E. Viteri</i>	571
Agronomic, nutritional, and processing characteristics of soybean germplasm with colored seed coats. — <i>Alfredo Lam-Sánchez, José Fernando Durigan, Ernesto dos Santos, María José Paro and José Eduardo Dutra de Oliveira</i>	586
LATIN AMERICAN BIBLIOGRAPHY	605
NEW BOOKS	611
NOTES	613
CONTENTS OF THE JOURNAL TURRIALBA: Volume 31, No. 2, 1981	619
CONTENTS OF THE JOURNAL INTERCIENCIA: Volume 6, No. 4, 1981	621
INSTRUCTIONS TO AUTHORS	631

EDITORIAL

LA IMPORTANCIA DEL FACTOR HUMANO

En estos momentos ya es del conocimiento de los interesados que el VI Congreso de la Sociedad Latinoamericana de Nutrición (SLAN), se celebrará en la ciudad de Buenos Aires, Argentina, del 18 al 21 de agosto de 1982. Queda, pues, tiempo suficiente para prepararnos, y para compartir con nuestros lectores algunas reflexiones e inquietudes en torno a tan significativo evento. En verdad, el momento es oportuno para enfocar a grandes rasgos este tema.

Como recordarán los miembros de la Sociedad Latinoamericana de Nutrición, durante el último Congreso, el V de la serie que tuvo lugar en Puebla, México, en agosto de 1980, se eligió el nuevo Consejo Directivo bajo la Presidencia del Dr. Juan Claudio Sanahuja, de Argentina, y se eligió como próximo Presidente al Dr. Alfredo Lam-Sánchez, del Brasil.

Tanto el Presidente actual, Dr. Sanahuja, como su sucesor, Dr. Lam-Sánchez, quien ahora funge como Vicepresidente de la SLAN, tomaron a su cargo esta Sociedad que lamentablemente presenta señales de estar perdiendo el vigor y el entusiasmo que la caracterizaran en sus inicios y, para no ir muy lejos, todavía percibidos en el V Congreso de Puebla. En efecto, en esa última oportunidad pudimos palpar no sólo el entusiasmo de los asistentes sino comprobar también con el consiguiente orgullo, la clara madurez científica que caracterizó su desarrollo.

Decir que la Sociedad está perdiendo ese vigor y entusiasmo tan suyos tal vez sean términos un tanto exagerados, pero la verdad es que hoy más que nunca a todas luces necesitamos revitalizar la Sociedad e inyectarle nueva y fructífera vida, tanto desde el punto de vista organizacional, como desde el ángulo administrativo. Tampoco puede soslayarse la necesidad de promover entre los miembros de la Sociedad ese orgullo de pertenecer a la SLAN que debe ser tan nuestro, y de tratar de reforzar sus cimientos a través del cumplimiento de las responsabilidades que al ingresar como miembros activos de la misma adquirimos irremisiblemente.

Es nuestra opinión que el hecho de clasificar como miembro activo implica múltiples facetas y responsabilidades. Estas oscilan desde el simple cumplimiento de lo básico y fundamental, como es nuestra ayuda al sostenimiento financiero de la Sociedad a través del pago oportuno de nuestras cuotas, hasta la participación unánime en aquellas actividades que ésta tenga a bien desarrollar. Ello incluye, desde luego, la contribución oral y escrita que a cada uno de nosotros corresponde a fin de dar cabal cuenta de los resultados de las investigaciones en que estamos empeñados.

Dentro de esa amplia esfera de acción, ocupa lugar preponderante el estímulo que cada miembro está obligado a dar a esas nuevas generaciones de profesionales que día a día surgen y que pueden y deben ingresar a la Sociedad. El tiempo, amigos, no se detiene, y los que iniciaron la Sociedad van retirándose poco a poco sin que ese vacío que dejan lo ocupe sangre nueva que, con sus aportes, inyecte nueva vida a la Sociedad y enriquezca la Ciencia de la Nutrición así como todos aquellos aspectos afines a la problemática nutricional tan intrincada que es ese reto que enfrenta Latinoamérica.

En síntesis, aun teniendo un Consejo Directivo interesado y dinámico, la Sociedad no es sino la suma global de sus propios componentes. Si éstos no se interesan, no promueven, no publican, no participan en forma alguna, la SLAN no tendrá el prestigio que le corresponde. No menos importante, el propio campo de la Ciencia de la Nutrición perderá el significado de que ahora goza y que tanto esfuerzo ha requerido el adquirirlo.

Fundados en este cúmulo de reflexiones, el Consejo Directivo actual y futuro están más que conscientes de la responsabilidad

que adquirieron al aceptar tan honrosa designación. Por ello, compenetrados del estado en que se encuentra hoy día la SLAN y, por ende, la Ciencia de la Nutrición y disciplinas conexas en la Región Latinoamericana, están haciendo enormes esfuerzos por revitalizar la Sociedad y mantener el prestigio y la importancia que la Ciencia de la Nutrición debe tener con toda justicia en nuestro medio. Es deber nuestro, de cada uno de sus miembros, ayudar en esta ardua tarea.

Entre las acciones que ello involucra se encuentra precisamente la programación del VI Congreso de la SLAN que, como se indicó, se ha resuelto celebrar en la bella ciudad de Buenos Aires, en las fechas señaladas. Este curso de acción ha sido anunciado con buen margen de tiempo por medio de circulares enviadas por el Consejo Directivo de la entidad a todos sus miembros. Secundando esos esfuerzos, en estos breves párrafos nos hemos permitido abordar el tema, por estimar que en cualquier sociedad o empresa, el factor humano es realmente el eje decisivo a cuyo alrededor giran todas las acciones y, por ende, su núcleo viviente; su trayectoria, reconozcámoslo, no es sino el resultado de tales esfuerzos.

Propongámonos contribuir en esa meritoria labor y no pongamos ya la obligación de hacer de nuestra Sociedad Latinoamericana de Nutrición, una entidad vigorosa, activa y merecedora de todo el respeto a que se ha hecho acreedora en las esferas internacionales.

*Ricardo Bressani
Editor General*

ARTICULOS GENERALES

EVALUACION OPERACIONAL DE UN PROYECTO DE VIGILANCIA ALIMENTARIA-NUTRICIONAL ¹

J. Aranda-Pastor,² M. T. Menchú³ y J. P. Kevany⁴

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

RESUMEN

El Proyecto Sistema de Vigilancia Alimentaria-Nutricional (SVAN) de Honduras funciona en un área de ensayo del departamento de El Paraíso, Honduras, con participación de diversas instituciones nacionales involucradas en la problemática alimentaria-nutricional. De acuerdo con el plan establecido en el Proyecto, se llevó a cabo una evaluación del SVAN con el fin de: a) determinar la eficacia del Sistema en relación a los objetivos y metas establecidas; b) determinar los obstáculos y problemas surgidos y los métodos y recursos necesarios para resolverlos, y c) formular conclusiones en cuanto a la marcha del Proyecto hasta el momento de la evaluación, y emitir recomenda-

Manuscrito modificado recibido: 5-5-81.

- 1 Basado en un trabajo que se dio a conocer en el V Congreso Latinoamericano de Nutrición, el cual se celebró en Cholula, Puebla, México, los días 4 a 8 de agosto de 1980.
- 2 Jefe, División de Nutrición Aplicada del INCAP, Apartado Postal 1188, Guatemala, Guatemala, C. A.
- 3 Profesional de la División de Nutrición Aplicada del INCAP, con sede en Tegucigalpa, Honduras, C. A.
- 4 Director de la Unidad de Nutrición Humana, Universidad de Dublin, Irlanda.

Publicación INCAP E-1048.

ciones para su futuro desarrollo y extensión. Los aspectos formales evaluados fueron: objetivos, metas, estrategias, organización y funcionamiento del SVAN, asesoría y supervisión, capacitación de personal, equipo y materiales, indicadores, acciones generadas por el SVAN y recursos utilizados. Para fijar el valor efectivo del Proyecto, se incluyeron también aspectos informales tales como la integración de grupos multisectoriales de vigilancia y la comunicación entre los sectores participantes en el Sistema, como resultado del funcionamiento del SVAN.

Por último, se presentan las conclusiones emanadas del proceso de evaluación en cuanto a la eficacia del SVAN, los costos en términos de los recursos invertidos, y la factibilidad del Sistema en lo que a su futura extensión se refiere, tanto en términos de tiempo como de cobertura geográfica.

INTRODUCCION

De acuerdo a lo establecido en el plan de ejecución del Proyecto Sistema de Vigilancia Alimentaria-Nutricional (SVAN) de Honduras (1), se llevó a cabo su evaluación al final de los tres años de vigencia del Proyecto, y antes de ampliar su cobertura a otras áreas geográficas del país. El SVAN viene funcionando en un área de ensayo (Tabla 1) en el departamento de El Paraíso (oriente de Honduras), con participación de diversas instituciones nacionales involucradas en la problemática alimentaria-nutricional. El proceso de evaluación se realizó en octubre-noviembre de 1979 y, en esta oportunidad, se enfoca la *evaluación operacional* del proyecto de vigilancia puesto en marcha en ese país centroamericano.

Los *objetivos* fijados para la evaluación fueron:

- a) Determinar la eficacia del SVAN en relación a los objetivos y metas establecidas en el plan del Proyecto y, hasta donde fuese posible, considerar su eficiencia en relación a los recursos utilizados.
- b) Determinar los obstáculos y problemas surgidos en el proceso de implementación del plan del Proyecto, y los métodos y recursos necesarios para resolverlos.
- c) Formular conclusiones en cuanto a la marcha del Proyecto hasta el momento de la presente evaluación, y emitir recomendaciones para su futuro desarrollo y extensión.

TABLA 1

DESCRIPCION DEL AREA DE ENSAYO DEL SVAN

Departamento: El Paraíso, Honduras
Población: 87,511 habitantes (Rural 88 ^o /o)
Tasa de crecimiento: 2.1 ^o /o anual
Analfabetismo: 49.5 ^o /o
Cobertura educativa: 53.5 ^o /o del grupo de edad escolar
Cobertura de salud: deficiente
Morbilidad: gastrointestinales y respiratorias
Mortalidad general: 12.4 por mil
Mortalidad infantil: 131 por mil nacidos vivos
Población activa: 77.5 ^o /o en agricultura
Tierra cultivada: 43.2 ^o /o en fincas menores de 5 manzanas
Técnicas agrícolas: tradicionales
Economía: explotación agrícola (maíz, frijol, café, algodón y forestal)

METODOLOGIA

La evaluación se realizó dentro de un marco de referencia que incluyó una serie de aspectos formales señalados en el plan de ejecución del Proyecto (1), así como *aspectos informales* que, aun cuando no constaban explícitamente en el plan, fueron considerados importantes para fijar el valor efectivo del Sistema. Estos últimos incluyeron procesos tales como la *integración de los grupos de vigilancia y la comunicación informal entre las instituciones* participantes —como resultado del funcionamiento del SVAN— al igual que la *iniciación de proyectos “colaterales”* en el campo de la nutrición y alimentación (2, 3).

Entre los *aspectos formales* del Proyecto evaluados, merecen destacarse los siguientes:

1) Objetivos y metas; 2) estrategias; 3) organización del Sistema; 4) funcionamiento del Sistema; 5) asesoría y supervisión; 6) capacitación de personal; 7) equipo y materiales; 8) indicadores utilizados por el Sistema; 9) acciones generadas por el Sistema; y 10) recursos utilizados.

El proceso de evaluación abarcó la revisión de diversos documentos oficiales y operacionales, y entrevistas con funcionarios a

diferentes niveles de decisión y de ejecución. Para las visitas de campo a nivel local, se seleccionaron cinco comunidades rurales donde los grupos locales del Sistema se encuentran en varias etapas de desarrollo. Esta muestra representa más del 50% de la totalidad de las ocho unidades locales existentes integradas al SVAN, para esa época.

RESULTADOS Y DISCUSION

1. *Objetivos y Metas*

En base en la evidencia obtenida durante la evaluación, puede afirmarse que el Proyecto ha cumplido con el *objetivo general* establecido en el mismo: "desarrollar un sistema sencillo de recolección, transmisión y análisis de datos para mantener en forma continua y permanente un cuadro de la situación alimentaria y nutricional y de sus causas, con énfasis en los grupos a riesgo" (1). Ahora bien, el Sistema en sí, todavía no ha alcanzado el nivel de capacidad suficiente para determinar la importancia relativa de las diversas causas del problema nutricional. Se espera que esto ocurra cuando se cuente con una base de datos más amplia y sólida.

Por otra parte, el Proyecto ha permitido desarrollar la capacidad potencial para cumplir con los *propósitos específicos* señalados en el plan: a) diseñar un método predictivo de valoración de los factores que influyen en la situación alimentaria y nutricional; b) desarrollar un mecanismo que permita dar la voz de alarma anticipadamente; y c) tener la capacidad de recomendar medidas oportunas de acción y evaluar la efectividad de las medidas tomadas. Es prematuro exigir al SVAN el cumplimiento preciso de todos estos objetivos específicos; sin embargo, se puede decir que, con base en la evidencia disponible y la forma en que ha funcionado el Sistema, existe la capacidad técnica y administrativa para cumplir con ellos.

En cuanto a las *metas* fijadas por el Proyecto (Tabla 2), ya se ha cumplido con todas ellas con la sola excepción de la última, que se refiere a la ampliación de la cobertura del Sistema a otra área, la cual está fijada para alcanzarse después de la presente evaluación (1).

2. *Estrategias*

La primera estrategia del Proyecto requiere que se dé a cono-

TABLA 2
EVALUACION DEL SVAN

Metas fijadas	Grado de cumplimiento
– Diseño y funcionamiento del SVAN en área de normalización (18 meses)	100°/o
– Formulación y transmisión de recomendaciones en base al SVAN (24 meses)	100°/o
– Evaluación completa del SVAN (24 meses)	100°/o
– Incorporación de medidas en planes operativos como consecuencia del SVAN (36 meses)	–
– Ampliación de la cobertura del SVAN a otra área (36 meses)	–

cer a las autoridades centrales de las instituciones participantes los objetivos, recursos y alcances del Sistema, y establecer con ellos la naturaleza y extensión de su participación (1). Este proceso se efectuó en forma satisfactoria, siendo el resultado la firma de un Convenio Interinstitucional entre las autoridades de la Junta Nacional de Bienestar Social (JNBS), el Ministerio de Recursos Naturales (RRNN), el Instituto Nacional Agrario (INA), el Ministerio de Educación Pública (MEP), el Ministerio de Salud Pública (MSP) y el Consejo Superior de Planificación Económica (CONSUPLANE).

Las subsiguientes estrategias consideraron la definición de los niveles de comunicación y de coordinación; la definición y organización de los recursos necesarios; el establecimiento de mecanismos adecuados y, en base a la interpretación de los datos, recomendar la adopción de acciones sectoriales correspondientes en forma coordinada; y la organización y el apoyo técnico a los grupos interinstitucionales de vigilancia (1). La aplicación de estas estrategias se logró a través de las actividades respectivas incorporadas en el plan del Proyecto y, es en este sentido que se consideran los diferentes ítems de esta presentación.

3. *Organización del Sistema*

El Sistema se organizó en tres niveles operativos: central, regional y local que, a su vez, se basaron en la comunidad tanto como fuente de datos y de información como objeto de intervención (4).

La estructura del SVAN se expone en la Figura 1. Al respecto, en la presente evaluación se llegó a la conclusión de que la organización horizontal, multisectorial y descentralizada fue lógica, sencilla y adecuada para lograr los objetivos del Proyecto y que no hubo razón para cambiarla o modificarla significativamente (5, 6).

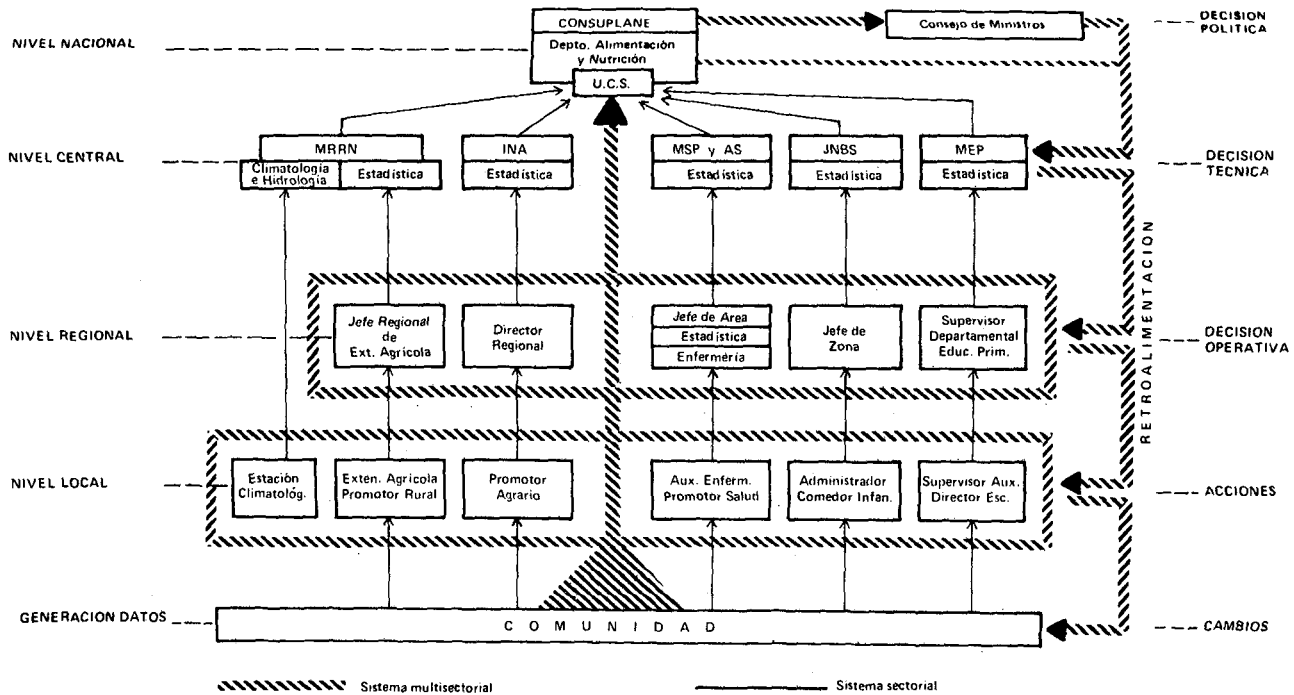
Los *grupos locales* fueron constituidos en forma satisfactoria con participación de todas las instituciones involucradas. En ciertos casos surgieron modificaciones cuando las áreas programáticas de una institución no coincidían con las de las otras.

El *Grupo Regional* fue integrado multisectorialmente según el plan del Proyecto (1) sin complicaciones en cuanto a las áreas programáticas, ya que en el área de ensayo del SVAN (departamento de El Paraíso) coinciden las unidades regionales de todos los servicios de las instituciones participantes en el Sistema. Como se expresa más adelante, sin embargo, el Grupo Regional no ha participado realmente en el Sistema como se planteó originalmente en el plan del Proyecto.

La *Unidad Central* del Sistema fue establecida también según el plan del Proyecto y consiste de una secretaría técnica, constituida por una economista y una nutricionista, y un grupo de interpretación y consulta formado por técnicos de las instituciones involucradas en el SVAN. La Unidad Central está ubicada en el Departamento de Alimentación y Nutrición de CONSUPLANE y, por consiguiente, está vinculada directamente con la Secretaría de CONSUPLANE, mecanismo de acceso al Consejo de Ministros para obtener las decisiones políticas correspondientes a las recomendaciones técnicas propuestas por el SVAN.

4. *Funcionamiento del Sistema*

El nivel local del SVAN ha estado funcionando bien, y los grupos visitados se reúnen regularmente y cumplen con las normas establecidas por el Sistema. Los datos los lleva a las reuniones el personal de cada institución, y la hoja que resume los datos de cada una de esas instituciones se llena debidamente. En la mayor parte de las unidades locales visitadas sus integrantes indicaron que



Fuente (6)

Incap 79-3

FIGURA 1
Organización del Sistema de Vigilancia Alimentaria-Nutricional de Honduras

en las reuniones periódicas hay discusión activa sobre los datos recolectados y un efectivo cambio de información entre los sectores, llegándose a la toma de decisiones para acciones de intervención, algunas de las cuales se analizan con más detalle en la Sección 9 de este artículo, titulada "Acciones Generadas por el Sistema". Ninguno de los grupos locales, sin embargo, ha transmitido sus datos directamente al Grupo Regional, sino que los recoge la Unidad Central del Sistema, quien a su vez los ha presentado en la reunión siguiente del Grupo Regional.

En realidad, hasta el momento de la evaluación la Unidad Regional no había recibido en forma directa los datos procedentes de las unidades locales; por este motivo, no ha participado en los análisis preliminares ni ha ejercido supervisión ni asesoría a los grupos locales, como estaba previsto en el plan inicial. Ello se debe, por una parte, a la proximidad de la sede del Grupo Regional (Danlí, cabecera del departamento de El Paraíso) a la capital del país Tegucigalpa (y por consiguiente a la Unidad Central) y, por la otra, al interés de la Unidad Central del Sistema en promover y controlar de cerca el Proyecto en su fase inicial.

La Unidad Central ha funcionado en forma eficiente según las normas establecidas y ha proporcionado apoyo y asesoría directa efectivos a los grupos locales y regional. Con los datos procedentes de los grupos locales, ha podido realizar periódicamente diversos análisis e interpretación de resultados y ha distribuido varias tablas y gráficas de los mismos, en forma satisfactoria para los grupos locales.

La Unidad Central ha reunido regularmente su grupo consultivo para hacer la interpretación de los resultados y para formular recomendaciones dirigidas al nivel central de los sectores (Figura 1). En ellas ha participado también personal de los Departamentos de Estadística y Planificación de las instituciones que integran el Sistema.

Por otra parte, hasta ahora, la Unidad Central ha sido la responsable de convocar todas las reuniones de los grupos, tanto locales como regionales, y ha participado directamente en las mismas. Esta estrategia se consideró conveniente para asegurar la puesta en marcha del Sistema de Vigilancia y para formar, integrar y motivar a los grupos. Sin embargo, no es realista suponer que la Unidad Central puede o debe continuar estas funciones después de la extensión de la cobertura del SVAN. Por esta razón, sería deseable proceder a una mayor descentralización del Sistema, particularmente a nivel regional, de manera que se pueda observar con

atención el funcionamiento de los grupos, en forma independiente, durante el período experimental en el área de ensayo, antes de proceder a la extensión del SVAN a otras áreas del país.

Lo anterior implica que los grupos locales deben tomar la iniciativa de programar por sí mismos sus reuniones trimestrales, sin esperar a ser convocados por la Unidad Central del Sistema; examinar en forma conjunta los datos notificados por cada institución; preparar el resumen de datos y transmitirlo al Grupo Regional. Una vez recibidos los datos locales, el Grupo Regional debe reunirse regularmente también por propia iniciativa, para analizar los datos en forma preliminar, llegar a tomar las decisiones necesarias, y transmitir éstos, ya analizados, al nivel central. Al mismo tiempo, dicho Grupo debe asumir la responsabilidad de retroalimentar a los grupos locales y ejercer cualquier supervisión y asesoría que estime necesarias. En cuanto al análisis preliminar de datos a nivel regional, se considera técnicamente factible llevar a cabo la conversión de datos en indicadores, a través de cálculos matemáticos sencillos. Además, también se puede agrupar los datos para la región en términos de tiempo y espacio. En esta forma los datos serían preparados tanto para su presentación al Grupo Regional como para su transmisión a la Unidad Central del Sistema.

La extensión futura de cobertura del SVAN exige la organización y participación activa de los grupos regionales, tanto para el manejo de la información como para el proceso de promoción y movilización de los recursos necesarios para implementar las medidas de intervención indicadas.

5. *Asesoría y Supervisión*

La asesoría y supervisión se han desarrollado en forma satisfactoria y según las normas planificadas, con algunas excepciones específicas. Como ya se indicó bajo el rubro 4 "Funcionamiento del SVAN", los servicios de asesoría a los grupos locales llegan directamente de la Unidad Central del Sistema, y la evidencia es que éstos han sido efectivos. La Unidad Central también ha prestado asesoría y supervisión efectiva al Grupo Regional. Lo que no se ha desarrollado es la asesoría y supervisión del Grupo Regional, como grupo de vigilancia, a los grupos locales; ni por parte de los integrantes del grupo separadamente, a través de sus propios servicios sectoriales. Asimismo, aunque la asesoría y supervisión prestada por la Unidad Central son efectivas, el costo administrativo es alto y no utiliza en forma eficiente los recursos del Sistema a nivel

regional. Además con la extensión geográfica de cobertura del Sistema, será imposible mantener estos servicios desde el nivel central.

6. Capacitación de Personal

Al evaluar el efecto de las actividades de capacitación del personal local y regional, directa o indirectamente relacionado con el Proyecto, se demuestra, por una parte, que el personal local ha tenido una reacción favorable y ha entendido adecuadamente los principios en los que se basa el Sistema y lo que se espera de ellos en cuanto a la recolección de los datos a su cargo, el registro y la tabulación de los mismos. La capacidad de los integrantes de los grupos locales para cumplir con las normas del Sistema fue evidente, lo que demuestra que el adiestramiento del personal en servicio y la asesoría técnica han sido efectivos. Sin embargo, a nivel regional, y debido a las razones mencionadas, no se ha podido mostrar todavía en forma objetiva la efectividad de los talleres de orientación.

El único problema que ha surgido es la alta tasa de cambio de personal en los servicios de casi todos los sectores. Este frecuente movimiento obligará a repetir los talleres de adiestramiento en el futuro para orientar al personal nuevo. En este mismo sentido, pueden aprovecharse los talleres de capacitación en otras áreas, que regularmente realizan las instituciones participantes en el SVAN, cuando se amplíe la cobertura del Sistema.

7. Equipo y Materiales

La entrega de equipo a los servicios de salud por cuenta del SVAN ha contribuido en forma muy positiva al proceso de vigilancia y a mejorar considerablemente la calidad de los datos del sector salud, tanto para uso del servicio en sí, como para el propio Sistema de Vigilancia. El equipo utilizado en los centros estaba correctamente calibrado y en buenas condiciones, y a través de las entrevistas sostenidas fue notorio que la utilización del mismo se hace en forma correcta. Asimismo, las parteras empíricas adiestradas utilizan en forma efectiva las balanzas (romanas) para establecer el peso del niño al nacer. En cuanto a los pluviómetros distribuidos por el Sistema a través del Servicio de Climatología e Hidrología del Ministerio de Recursos Naturales, pudo comprobarse que están siendo utilizados efectivamente y, en la mayoría de los casos se

informan datos con regularidad.

Para la recolección de datos sólo se ha introducido un formulario especial del SVAN: la *Hoja de Resumen Local*. Esta se usa para reunir los distintos datos sectoriales con el fin de hacer un análisis primario conjunto. Dicho formulario está usándose en forma satisfactoria y no se constató evidencia de haberse presentado problemas al llenarlo en forma adecuada. Al inicio surgieron algunas dificultades con ciertas cifras, pero éstas se resolvieron fácilmente. El mismo formulario sirve también para la transmisión de datos a nivel central, y por medio de él, al nivel regional. Debido a la centralización inicial del Proyecto —empleada hasta la fecha por las razones ya expuestas— no se han utilizado otros formularios que se tenía diseñados tanto para la transmisión de datos de un nivel a otro como para la agregación de datos a los niveles regional y local (6). Sin embargo, en el futuro, al extender la cobertura del SVAN, será necesario utilizarlos en la forma prevista. De necesidad inmediata es un formulario, parecido al ya existente, que incluya líneas adicionales para el registro de los valores de los indicadores, calculados en base a los datos colectados. Este tipo de formulario, junto con el instructivo respectivo sobre cómo hacer los cálculos correspondientes, será esencial para el desarrollo activo de la labor del Grupo Regional.

8. *Indicadores Utilizados por el Sistema*

El SVAN sólo usa datos colectados rutinariamente por los servicios de los sectores participantes en el mismo. Ahora bien, hasta el momento no hay una base suficiente de datos para hacer un análisis avanzado, a fin de determinar la validez, confiabilidad y utilidad operacional de los datos y de los indicadores usados en este Proyecto (Tabla 3). Cabe aclarar que no existe obstáculo técnico alguno para realizar dicho análisis, siempre que se cuente con series más grandes de datos. En este sentido, es oportuno señalar que los indicadores utilizados en la vigilancia alimentaria-nutricional continúan bajo discusión e investigación activas en todas partes del mundo.

Por otra parte, aún no ha habido necesidad de organizar recursos técnicos para la computación electrónica de datos debido a la cantidad limitada de los mismos, puesto que proceden de un área de ensayo reducida. En el futuro, sin embargo, al ampliar la cobertura del SVAN y extender la duración del Proyecto, la cantidad de datos exigirá la identificación y el uso de este tipo de facilidad.

TABLA 3

INDICADORES UTILIZADOS EN EL AREA DE ENSAYO DEL SVAN,
HONDURAS

Disponibilidad de alimentos	Consumo de alimentos	Utilización biológica de alimentos
Tendencia en el régimen de lluvias	Precio de granos básicos al consumidor	Mortalidad infantil
Area cultivada de granos básicos	Jornal por tarea agrícola en relación al costo de dieta básica	Mortalidad en niños de 1 a 4 años
Pronóstico de rendimiento de cosecha de granos básicos	Raciones de alimentos distribuidos	Casos nuevos de desnutrición en menores de 5 años (peso/edad)
Cosecha obtenida de granos básicos		Bajo peso al nacer
		Atenciones por diarrea en menores de 5 años
		Ausentismo escolar por enfermedad

En aquellas comunidades que cuentan con personal voluntario adiestrado (guardianes de salud) y/o parteras empíricas adiestradas, integrados al sistema nacional de salud, éstos proporcionan los datos vitales básicos al SVAN. La recolección y transmisión de dichos datos (por ejemplo, mortalidad en menores de 1 año, niños con bajo peso al nacer) están sujetas a normas existentes en los servicios de salud, por lo que el SVAN no elaboró normas específicas para este propósito. En algunos casos, la ausencia de una guardiana o partera resultó en una falta de datos.

En cuanto al rango de indicadores, el área más débil del SVAN es la de consumo de alimentos, situación que es común en todos los sistemas de vigilancia basados en una recolección continua de datos rutinarios. Este hecho fue reconocido al inicio del Proyecto y se incluyeron en el plan algunas sugerencias para la

recolección de datos muy sencillos sobre el consumo de alimentos básicos para madres y niños que asistían a los servicios de salud. Se reconoció, no obstante, que cualquier esfuerzo de este orden sería muy difícil de llevar a la práctica, más que todo en la fase inicial del Proyecto, pues representa la introducción de un dato nuevo a recolectar a nivel local y ello requiere tiempo y capacidad adicional. La decisión, entonces, es utilizar otros indicadores indirectos de consumo, tales como precio de alimentos y disponibilidad (en términos de cosechas locales). Fue patente, desde el principio, que estos indicadores indirectos de consumo serían débiles desde el punto de vista de la validez y confiabilidad estadísticas. Sin embargo, representaban los únicos disponibles en base a los datos colectados rutinariamente.

Por otra parte, el tipo de comercialización interna de productos básicos en el área de ensayo del SVAN no permite contar con un cuadro real de la disponibilidad de dichos productos para consumo humano a nivel local. Por esta razón, se llegó a la conclusión que el indicador sobre cosechas es menos útil que, por ejemplo, el precio de los alimentos, como medida de consumo. El precio de los alimentos básicos sí varía estrechamente en forma relativa con su disponibilidad en una área definida. Además, el precio de los alimentos tiene efecto muy directo sobre los patrones de consumo, más que todo en los niveles socioeconómicos bajos de la comunidad. Por tales motivos, sería aconsejable hacer mayores esfuerzos para coleccionar datos de buena calidad sobre precios de los alimentos básicos, sin dejar de lado la información pertinente a cosechas. En este sentido, se espera que los nuevos promotores de desarrollo de la comunidad de los servicios locales de extensión agrícola, recolecten datos sobre precios de alimentos para el Sistema. Aún más, se consideró que ellos colaboren en la recolección de datos directos sobre consumo de alimentos a nivel del hogar.

Ahora bien, surgen ciertos problemas para convertir los datos sobre precio de alimentos en un indicador útil, expresado como porcentaje del jornal diario del trabajador rural. El jornal diario varía mucho según el tipo de trabajo (trabajar en tabaco y algodón compensa mucho más que trabajar en granos básicos) y la época del año (etapa del ciclo agrícola). En consecuencia, es muy difícil llegar a una estimación confiable y continua del jornal agrícola. No obstante, los datos sobre precios de alimentos básicos por sí solos tienen un propósito importante, porque pueden representar un alza en el costo de la dieta no siempre compensado por un aumento en el ingreso (por lo menos en corto plazo) y, como conse-

cuencia, ello tiene impacto en la calidad de la dieta, principalmente en los estratos socioeconómicos bajos de la población donde existen más familias a riesgo.

En salud, el número de indicadores es más grande y por medir el daño en sí, son más válidos. Todavía existe falta de datos para los denominadores de los indicadores de salud, pero éste es un problema común en los sistemas de información y difícil de resolver. Además, aun contándose con datos adecuados el numerador tampoco es confiable o válido porque sólo representa los individuos que recurren a los servicios de salud (7, 8). Por estas razones, la mayor parte de los indicadores usados han sido proporciones y razones. Es evidente que el peso del niño al nacer y el peso para la edad representan datos bastante precisos en los que se basan los indicadores que miden el daño, tanto a nivel de la madre embarazada como a nivel del niño preescolar.

Un indicador del daño, recolectado por el sector educación es el de la inasistencia escolar por enfermedad, el cual es recogido por el maestro sólo para el primer grado de la escuela. Aunque todavía tiene que comprobarse el valor estadístico de este indicador, a primera vista puede tener cierto valor en términos de vigilancia pero, lo más importante, es que involucra en forma activa al sector de educación pública.

Datos relacionados con el número de raciones distribuidas por los comedores infantiles de la Junta Nacional de Bienestar Social se recolectan con regularidad y contribuyen a una apreciación general de las condiciones nutricionales; esto también tiene valor, ya que involucra activamente al personal de este servicio al Sistema de Vigilancia. Esto representa una de las estrategias básicas del Proyecto (y del Sistema): involucrar a todas las instituciones participantes desde el inicio del proceso de planificación de acciones e intervenciones, obligándolas a aportar datos al Sistema y así, tratar de explicar sus cambios y posibles implicaciones resultantes.

9. Acciones Generadas por el Sistema

Al analizar las acciones generadas por el Sistema es conveniente considerar el proceso por el cual fueron promovidas. En teoría, cada acción, basada en una decisión técnico-administrativa, debe resultar de un análisis objetivo de la información generada por el Sistema. Las intervenciones pueden, además, ser fijadas con anticipación y ser aplicadas una vez se hayan sobrepasado los *niveles críticos* de cada indicador. Por otro lado, y en la práctica,

muchas acciones estimuladas por el Sistema tienen su origen en decisiones relativamente arbitrarias y fundadas en el sentido común, y se deben más a una mejor comunicación entre los sectores y a la motivación del propio grupo multisectorial. Durante las primeras fases del Proyecto no se contó con suficientes datos para establecer los *niveles críticos* ni las normas de acción basadas en ellos. Además, era evidente que, iniciando un proyecto o sistema que tiene como principio básico la importancia de la información como instrumento para generar acciones, era imprescindible contar con la evidencia necesaria en la forma más obvia posible. En otras palabras, para motivar a los grupos de vigilancia de los niveles locales y regionales en las primeras etapas de la marcha del Sistema era muy importante demostrar la efectividad —aun un poco artificial— del proceso de fomentar iniciativas tanto “colaterales” como originadas directamente por el propio Sistema.

Al analizar las acciones generadas por el Sistema hasta la fecha es conveniente dividir las en dos categorías: logros operacionales y logros programáticos. En términos de *logros operacionales* en los servicios participantes en el Sistema, a modo de ejemplo podemos mencionar en el sector salud: la introducción de la medición del peso del niño al nacer por la partera empírica adiestrada al nivel de la comunidad; un mejor registro de datos (por lo menos de aquéllos usados por el Sistema) a nivel de los servicios locales de salud en el área de ensayo, etc. En el sector de educación, se ha introducido en el área de ensayo del SVAN una categorización de las razones de la inasistencia escolar; ésta tiene la ventaja de poder determinar en forma preliminar el peso relativo de la enfermedad en el proceso de aprendizaje, lo que puede ser de gran utilidad para dicho sector. En cuanto al Servicio de Climatología e Hidrología, el Sistema ha logrado una extensión efectiva de la red de pluviómetros en el área de ensayo del SVAN, lo que permite una mejor interpretación de los patrones de precipitación pluvial.

Al considerar los *logros programáticos* se puede señalar, también con fines ilustrativos, una serie de proyectos o actividades que se atribuyen directamente a las acciones de los grupos de vigilancia a los tres niveles de acción: reorganización del programa de alimentación complementaria en los centros de salud rural; reiniciación del programa de merienda escolar; establecimiento de huertos escolares con el apoyo de la Sección de Extensión Agrícola del Ministerio de Recursos Naturales, etc.

Es claro que, aún con las reservas expresadas en la introducción de este ítem, el Sistema ha promovido y apoyado una serie de

acciones sectoriales que influyen en forma directa e indirecta en las condiciones nutricionales del área. Es importante recordar que este es el propósito final del proceso de vigilancia. Ahora bien, es de esperar que el mismo Sistema pueda, en el futuro, medir el efecto de estas intervenciones en términos objetivos y así completar el ciclo de vigilancia.

10. Recursos Utilizados

Los recursos económicos gastados por el Proyecto se presentan en la Tabla 4. Sin embargo, antes de analizar este cuadro es conveniente señalar ciertos puntos básicos en cuanto al costo del Proyecto hasta la fecha.

El Proyecto es, en cierto sentido, *experimental*, puesto que en el momento de iniciarlo no existía sistema parecido en otra parte, y actualmente hay pocos de esta envergadura; es por ello que los costos parecieran ser relativamente elevados para un país en vías de desarrollo. Además, el Proyecto *opera en un área de ensayo* que, de nuevo, tiende a ser una fase más costosa que las fases subsiguientes y requiere *capacitar al personal* y proporcionar cierto *equipo mínimo y materiales*. Finalmente, como ya se mencionó (Ítem 9, "Acciones Generadas"), en la fase inicial, antes que los datos sean suficientes para su uso óptimo, es necesario promover y apoyar actividades "colaterales" para asegurar la buena marcha del Sistema. Por esta última razón, los costos del Proyecto han sido divididos en dos categorías: directos e indirectos. Los costos directos representan los recursos utilizados específicamente para el diseño, planeamiento y funcionamiento del proceso de vigilancia (recolección, procesamiento e interpretación de datos, adiestramiento de personal, etc.), mientras que los costos indirectos representan los recursos utilizados en actividades promovidas por el SVAN (logros programáticos en Ítem 9).

En la Tabla 4 se puede ver que los costos directos del Proyecto atribuidos al proceso de vigilancia en sí son alrededor de 50% del total. Esto no quiere decir que los costos indirectos no sean importantes, sino que se trata de dar una idea de la distribución relativa entre las dos categorías. Además, como era de esperar, la mayor parte de estos gastos se deben a salarios y viáticos. La distribución de equipo, balanzas, etc., al sector salud también representa un costo sustancial, pero sólo se incurre en él por una vez. Por otra parte, al estimar el costo exclusivo del Sistema en términos de la población cubierta, se observa un gasto directo

TABLA 4

**DETALLE FINANCIERO DEL GASTO (US DOLARES) DEL
PROYECTO SVAN, POR PARTIDA Y POR AÑO,
HONDURAS, 1977-79**

Partida	Directos*	Totales	
		Indirectos**	Totales
Sueldos	8,357.00	4,388.00	12,745.00
Viáticos	2,253.75	3,997.50	6,251.25
Becas	687.50	135.00	822.50
Equipo	5,275.00	8,757.00	14,032.00
Materiales y suministros	948.40	850.86	1,799.26
Combustible	2,130.00	—	2,130.00
Totales	19,651.65	18,128.36	37,780.02

* Diseño del SVAN (julio-diciembre 1977) y funcionamiento en el área de ensayo (enero 1978-diciembre 1979).

** Gastos en actividades "colaterales" al Sistema, promovidas por el SVAN.

anual promedio (1978 y 1979) de US\$ 8,197.00 en relación a una población de 87,500 habitantes en el área de ensayo, lo que representa unas 14,563 familias, estimadas en base de seis personas por familia. Por consiguiente, el costo estimado es de 9.3 centavos de dólar por individuo ó 56 centavos de dólar por familia, por año, para mantener el proceso de vigilancia en el área de ensayo. Por supuesto, esto es sólo una estimación muy simple y no incluye el tiempo del personal de las instituciones participantes en el Sistema que se dedica al mismo. No obstante, ello no representa un alto costo porque, como ya se ha comentado, el SVAN usa los mismos datos que recolecta rutinariamente cada institución y, por consiguiente, este costo se puede asignar al sector correspondiente. Además, el proceso de vigilancia está dirigido principalmente a los grupos a riesgo y, por esta razón, en la práctica no se aplica a toda la población. A pesar de las grandes limitaciones que tiene este intento de estimar los recursos utilizados, es evidente que, dado los posibles beneficios del Sistema en términos de una mejor planifica-

ción y más eficiente uso de los recursos sectoriales, el costo del Sistema es bajo.

CONCLUSIONES

Como resultado del análisis a que se sometieron tanto los aspectos formales como los aspectos informales evaluados que aquí se han presentado, se llegó a una serie de conclusiones y recomendaciones específicas en cuanto a: a) *la eficacia del Proyecto y del SVAN*; b) *el costo del Proyecto en términos de los recursos invertidos*; y c) *la factibilidad del Proyecto en cuanto a su futura extensión*, tanto en el tiempo como en cobertura geográfica.

Es importante señalar que los autores, responsables de este proceso de evaluación, estuvieron involucrados en el Proyecto de una manera u otra, durante las varias etapas de su desarrollo. Es inevitable, pues, que existan ciertas influencias en la interpretación de la evidencia obtenida durante el proceso. No obstante, estuvieron conscientes de este hecho y trataron por todos los medios posibles de mantener una actitud objetiva e imparcial, tanto al recabar información como al interpretarla. Teniendo esto muy presente, se llegó a las siguientes conclusiones:

1. El Proyecto ha cumplido en forma satisfactoria con la mayor parte de los objetivos y metas señaladas en su plan de operaciones.
2. El proceso de vigilancia se basa en un sistema lógico y sencillo y está adaptado al uso de los recursos disponibles.
3. Durante su período de funcionamiento en el área de ensayo, el Sistema ha demostrado ser efectivo en el cumplimiento de los propósitos de la vigilancia alimentaria-nutricional.
4. En términos relativos, el Sistema es de bajo costo y utiliza activamente los recursos existentes en los servicios institucionales participantes en el mismo.
5. Hasta ahora en el funcionamiento del Sistema no se ha logrado un grado de descentralización de actividades que permita hacer uso máximo de los recursos regionales.
6. El Sistema se ha enfrentado a ciertas limitaciones en su funcionamiento, principalmente a nivel local, debido a la alta tasa de cambio de personal en los servicios que participan en el mismo.

7. Existe la necesidad de avanzar en el proceso de investigación estadística en cuanto al valor de los indicadores y la calidad de los datos colectados.
8. Se justifica desde el punto de vista técnico, la continuación del Sistema de Vigilancia Alimentaria-Nutricional como instrumento básico para el proceso de la planificación de la alimentación y nutrición, a nivel global (macro), regional y local.
9. Se justifica desde el punto de vista técnico y según la meta fijada en el Proyecto, la extensión de la cobertura del Sistema a otras áreas geográficas del país, en forma progresiva.
10. El tiempo que dedica el personal del nivel central a la coordinación y administración del Sistema es todavía insuficiente en su etapa actual de desarrollo para asegurar su funcionamiento eficiente, el cual será mucho menor en la medida en que vaya ampliando su cobertura; igualmente, esta necesidad se hace evidente a nivel regional.

En base a las conclusiones precedentes, se emitió una serie de recomendaciones obvias que, debido al propósito de esta publicación, no tiene objeto presentarlas.

AGRADECIMIENTOS

Los autores desean expresar sus agradecimientos a todas las Instituciones nacionales y personas de la República de Honduras que ayudaron tan eficientemente a llevar a cabo el proceso de evaluación.

SUMMARY

OPERATIONAL EVALUATION OF A FOOD AND NUTRITION SURVEILLANCE PROJECT

The Project "Food and Nutrition Surveillance System (SVAN)" of Honduras, functions in a pilot area of the Department of El Paraíso, Honduras, with the participation of several national institutions involved in the food and nutrition problem. In accordance with the plan established in the Project, an evaluation of SVAN was carried out with the following purposes: a) determine the efficiency of the System in relation to the established objec-

tives and goals; determine the obstacles and problems that have arisen and the necessary methods and resources to solve them, and c) arrive to conclusions in regard to the Project until the moment of its evaluation, and express recommendations for its future development and extension. The formal aspects evaluated were: objectives, goals, strategies, organization and functioning of the SVAN, advisory services and supervision, personnel training, equipment and materials, indicators, actions generated by the SVAN and resources used. To establish the effective value of the Project, informal aspects such as integration of multisectoral surveillance groups were included, as well as communication among the participating sectors in the System, as a result of the functioning of SVAN.

Finally, conclusions derived from the evaluation process are presented in regard to: efficacy of the SVAN, costs in terms of invested resources, and feasibility of the System concerning its future extension, both in time and geographic coverage terms.

BIBLIOGRAFIA

1. Honduras. Secretaría Técnica del Consejo Superior de Planificación Económica. Sistema de Análisis y Planificación de la Alimentación y Nutrición. Proyecto "Sistema de Vigilancia Alimentaria-Nutricional de Honduras". Tegucigalpa, D. C., junio de 1977.
2. Honduras. Proyecto: Vigilancia Alimentaria-Nutricional. Informe de las Actividades realizadas en 1978. Sistema de Análisis y Planificación de la Alimentación y Nutrición. Tegucigalpa, 1978.
3. Honduras. Proyecto: Vigilancia Alimentaria-Nutricional. Resumen de las actividades realizadas en el período comprendido del 1o. de enero al 15 de agosto de 1979. Sistema de Análisis y Planificación de la Alimentación y Nutrición. Tegucigalpa, 1979.
4. Aranda-Pastor, J. Estructuración administrativa y operacional de un sistema de vigilancia epidemiológica nutricional. *Arch. Latinoamer. Nutr.*, 27(2) Supl. 1: 46-59, 1977.
5. Aranda-Pastor, J., M. T. Menchú, R. Palma & J. P. Kevany. Planning a food and nutrition surveillance system: The example of Honduras. *Am. J. Pub. Health*, 68(8): 748-750, 1978.
6. Aranda-Pastor, J., M. T. Menchú, R. Palma, C. H. Teller, D. Salcedo & J. P. Kevany. Sistemas de vigilancia alimentaria-nutricional: Un estudio de caso en América Central. *Bol. Of. San. Pan.*, 90(2): 114-126, 1981.
7. Aranda-Pastor J. & J. P. Kevany. Establecimiento de sistemas de vigilancia alimentaria-nutricional y contribución del sector salud. *Bol. Of.*

San. Pan., 89(6): 473-479, 1980.

8. Kevany, J. P. Indicadores, fuentes, recolección y flujo de la información del sector salud en un sistema de vigilancia epidemiológica nutricional. **Arch. Latinoamer. Nutr.**, 27(2) Supl. 1: 9-17, 1977.

TRABAJOS DE INVESTIGACION

RESISTENCIA TERMICA DE *Candida tropicalis* y *Rhodotorula rubra* EN JUGO DE NARANJA

**J. A. Barreiro,¹ J. L. Vidaurreta,² L. A. Boscán,³ S. Mendoza⁴
y E. Saiz⁵**

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

RESUMEN

El presente trabajo constituye un estudio sobre la resistencia térmica de dos levaduras (*Candida tropicalis* y *Rhodotorula rubra*) que frecuentemente se aíslan de muestras de jugo de naranja pasteurizados comerciales, recolectadas en el mercado venezolano. El experimento se desarrolló siguiendo el método del frasco, y aplicando temperaturas comprendidas entre 49.5 y 53.5°C,

Manuscrito modificado recibido: 9-7-81.

- 1 Director de la División de Ciencias Biológicas y Profesor Asociado, Departamento de Tecnología de Procesos Biológicos y Bioquímicos, Universidad Simón Bolívar, Apartado 80659, Caracas 108, Venezuela.
- 2 Profesor Asistente del Departamento de Tecnología de Procesos Biológicos y Bioquímicos de la citada Universidad.
- 3 Profesor Titular de la Cátedra, quien en la actualidad se encuentra en la Facultad de Farmacia, Universidad de los Andes, Mérida, Venezuela.
- 4 Profesor Agregado del Departamento de Tecnología de Procesos Biológicos y Bioquímicos de la Universidad Simón Bolívar, Caracas, Venezuela.
- 5 Ayudante de Investigación del Departamento en referencia.

a poblaciones iniciales de 1×10^5 células/ml de jugo. Se encontraron valores de $D_{50C}=3.4$ min y $z = 4.1^{\circ}C$ para *C. tropicalis* y de $D_{50C}=2.6$ min y $z = 9.8^{\circ}C$ para *R. rubra*, obteniéndose coeficientes de correlación lineal $r = 0.99$ y $r = 0.98$, respectivamente, para los datos experimentales.

INTRODUCCION

La resistencia térmica de los microorganismos no esporulados no ha sido estudiada en la literatura con el mismo detalle que la de los microorganismos productores de esporas. Los datos notificados son relativamente escasos y se refieren principalmente a microorganismos de importancia desde el punto de vista de la salud pública. El conocimiento de los parámetros que definen la resistencia térmica es esencial para el diseño y la especificación de procesos de pasteurización y de conservación por medio del calor en la industria de alimentos. En este sentido, tanto los microorganismos importantes desde el punto de vista de la salud pública, como los que son responsables del deterioro de los alimentos, deben ser considerados.

Las células vegetativas presentan menor resistencia térmica que las esporas (1). Thomas, White y Longree (2), indican que el valor z para células vegetativas frecuentemente se encuentra comprendido en el intervalo de $5.6 \pm 1.1^{\circ}C$. Riemann (3) informó valores de z cercanos a los $4.5^{\circ}C$ para *Salmonella spp.*, y de 4.7 a $7.3^{\circ}C$ para *Staphylococcus aureus*. De Freitas (4), por su parte, encontró valores de $D_{45C}=38.2$ min, $D_{48C}=2.01$ min y $D_{50C}=0.51$ min para *Vibrio parabaemolyticus*. El valor de z , calculado de los datos anteriores es de aproximadamente $2.5^{\circ}C$. Se constató una tendencia análoga para *Yersinia enterocolitica* en leche descremada (5).

Dos de los microorganismos que con más frecuencia se encuentran en los jugos de naranja vendidos comercialmente en Venezuela son las levaduras *Candida tropicalis* y *Rhodotorula rubra* (6), siendo estos microorganismos los responsables, en la mayoría de los casos estudiados, del deterioro de los jugos de naranja pasteurizados y, por consiguiente, los causantes de una considerable reducción de la estabilidad microbiológica de dichos jugos durante su distribución y almacenamiento. No se encontraron en la literatura datos relativos a la resistencia térmica de estos microorganismos en el mencionado sustrato, que permitan diseñar procesos de pasteurización adecuados.

El objetivo del presente trabajo fue determinar los parámetros que definen la resistencia térmica de las levaduras *Candida tropicalis* y *Rhodotorula rubra*, utilizando como substrato jugo de naranja comercial producido en Venezuela.

MATERIALES Y METODOS

Las cepas empleadas en este trabajo fueron aisladas de jugos de naranja pasteurizados obtenidos a nivel de detallistas en Maracaibo y Caracas, Venezuela, respectivamente. Las dos cepas más comúnmente encontradas y que eran responsables del deterioro del producto fueron caracterizadas como *Candida tropicalis* y *Rhodotorula rubra* (6).

Manutención de las Cepas e Inóculos

Las levaduras antes mencionadas se mantuvieron en tubos de agar papa-dextrosa (Difco B13) y fueron incubadas a una temperatura de 25°C. El inóculo se preparó tomando una porción del cultivo primario con un asa de platino, cuando dicho cultivo se encontraba en la fase estacionaria de crecimiento, transfiriéndolo luego a una solución de agua peptonada al dos por ciento.

El inóculo fue estandarizado a un nivel de aproximadamente 1×10^7 células/ml, empleando técnicas turbidimétricas.

Se seleccionó la fase estacionaria de crecimiento debido a que es en dicha fase que los microorganismos presentan su máxima resistencia térmica (1).

Procedimiento Experimental

Los experimentos para la determinación de la resistencia térmica fueron realizados siguiendo el método del frasco recomendado por Stumbo (7). Para ello se utilizó un frasco de tres bocas (frasco de Woulff) de 500 ml. En una de las bocas se colocó un termopar de cobre-constantán a través de una empacadura de goma, el cual permitía la medición de la temperatura en el centro del frasco. En la boca central se adaptó —utilizando una empacadura de plástico— el eje de un agitador mecánico, el cual se acopló a un motor eléctrico situado en la parte superior del frasco. La tercera boca fue utilizada para la toma aséptica de las muestras, utilizándose para taparla un tapón de algodón y gasa.

El frasco, incluyendo el termopar, el eje del agitador y el tapón, fue esterilizado antes de cada prueba en un autoclave, a 121°C por 20 minutos.

Antes de comenzar cada experimento el termopar se conectó a un potenciómetro Leeds & Northrup (8690-2mv), con el cual se podía medir la temperatura en el interior del frasco y determinar sus variaciones. El tiempo se midió empleando un cronómetro con una apreciación de 1/100 min. El eje del agitador se acopló al motor y éste fue conectado a un reóstato con el fin de regular la velocidad de rotación del agitador, de forma que no ocurrieran salpicaduras de líquido en el interior del frasco.

El jugo de naranja pasteurizado que se utilizó en los experimentos fue comprado a nivel de detallistas, y luego fue repasteurizado a 80°C por 30 min. Se comprobó que este tratamiento era capaz de eliminar la flora bacteriana existente, dejando el jugo libre de microorganismos viables. El jugo así tratado fue mantenido asépticamente en un refrigerador a 4°C.

Se estudió el efecto del calor en la destrucción de los microorganismos a temperaturas de 46.0, 49.5, 50.5, 51.0, 51.5, 52.0 y 52.5°C, en ese orden. La temperatura se mantuvo constante mediante el empleo de un baño de circulación (2095-Masterline, Forma Scientific), el cual mantenía la temperatura en un rango de $\pm 0.02^\circ\text{C}$. Luego, una porción del jugo repasteurizado (350 ml) se transfería asépticamente al frasco de Woulff, y éste se sumergió en el baño de circulación, con agitación, hasta equilibrar las temperaturas del baño y del jugo.

En cada experimento el jugo fue inoculado con 3.5 ml del microorganismo objeto del estudio, a fin de obtener una población inicial aproximada de 1×10^5 células/ml. Para cada relación temperatura-tiempo se tomaron alícuotas de 1 ml en forma aséptica utilizando pipetas estériles cada 0.5 min, y cada minuto entre los 5 y los 10 minutos.

Las alícuotas así obtenidas fueron diluidas en agua peptonada al 20/o, manteniéndose en un baño de agua a 20°C, con el fin de detener el tratamiento térmico después de tomada la muestra. Luego, las diluciones fueron sembradas por duplicado en placas con agar papa-dextrosa e incubadas a 25°C durante 24 horas. Después del período de incubación se hizo un recuento de las colonias y se determinó el promedio de sobrevivientes.

Calculo de la Resistencia Térmica

Para cada uno de los microorganismos sometidos a estudio se

determinaron las curvas de tasa letal (log del número de sobrevivientes en función del tiempo) y los valores D a cada temperatura, siguiendo los procedimientos señalados en la literatura (1, 7).

Los valores D_{50C} y z fueron calculados de los datos de muerte térmica, graficando el log D en función de su correspondiente temperatura estudiada (8). Todas las curvas fueron ajustadas estadísticamente por el método de mínimos cuadrados, determinándose los coeficientes de correlación.

Análisis del Substrato

El jugo de naranja comercial utilizado como sustrato fue analizado para determinar la acidez titulable expresada como ácido cítrico, pH, sólidos totales y azúcares totales y reductores (9).

RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados correspondientes a las curvas de tasa letal a las temperaturas estudiadas (46.0, 51.0, 51.5, 52.0 y 52.5°C) para *Candida tropicalis* se presentan en la Tabla 1. Los correspondientes a *Rhodotorula rubra*, a temperaturas de 49.5, 50.5, 51.5, y 52.5°C se dan a conocer en la Tabla 2. En ambos casos se indican los valores D obtenidos a cada temperatura y la ordenada en el origen, pendiente y coeficiente de correlación lineal obtenidos a partir de los datos experimentales, al representar el logaritmo del número de sobrevivientes en función del tiempo de calentamiento.

Los datos de muerte térmica de ambos microorganismos se exponen en la Tabla 3. Según se aprecia, los datos indicados en las Tablas 1 y 2 fueron graficados y las pendientes, ordenadas en el origen y coeficientes de correlación lineal, se calcularon mediante el método de mínimos cuadrados.

Se obtuvieron valores de D_{50C} = 3.4 min, y z = 4.1°C para *Candida tropicalis*, y D_{50C} = 2.6 min, y z = 9.8°C para *Rhodotorula rubra*.

A partir de los resultados obtenidos, es evidente que la resistencia térmica de ambos microorganismos es baja y comparable con la de otros microorganismos no esporulados. Cabe destacar, asimismo, que los parámetros de resistencia térmica determinados se ajustan solamente a las características fisicoquímicas del sustrato estudiado. Como se sabe, las variaciones en el pH, contenido de azúcar, población inicial de microorganismos, etapa de crecimiento,

TABLA 1

RESISTENCIA TERMICA DE *Candida tropicalis* EN JUGO DE NARANJA

Temperatura (°C)	D (min)	Ordenada en el origen	Pendiente (-min ⁻¹)	r*
46.0	31.1	4.3	0.03	0.67
51.0	2.6	4.8	0.32	0.93
51.5	1.3	5.1	0.76	0.98
52.0	0.98	4.2	1.02	0.99
52.5	0.78	4.7	1.28	0.99

* Coeficiente de correlación lineal de la curva log del número de sobrevivientes en función del tiempo de calentamiento.

TABLA 2

RESISTENCIA TERMICA DE *Rhodotorula rubra* EN JUGO DE NARANJA

Temperatura (°C)	D (min)	Ordenada en el origen	Pendiente (-min ⁻¹)	r*
49.5	2.8	6.0	0.36	0.97
50.5	2.5	4.6	0.40	0.99
51.5	1.9	5.6	0.54	0.94
52.5	1.4	5.1	0.70	0.86

* Coeficiente de correlación lineal de la curva log del número de sobrevivientes en función del tiempo de calentamiento.

nutrientes presentes, etc., pueden inducir variaciones en la resistencia térmica de los microorganismos. Las características fisicoquímicas del substrato sometido a ensayo se presentan en la Tabla 4. Recientemente la Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN) ha establecido el proyecto de norma para jugo de naranja pasteurizado (COVENIN 10:6-010), en donde se establecen los requisitos y los límites máximos y mínimos para los paráme-

TABLA 3

PARAMETROS DE RESISTENCIA TERMICA PARA *Candida Tropicalis*
y *Rhodotorula rubra* EN JUGOS DE NARANJA

	Ordenada en el origen (min)	D _{50C} (min)	z (min)	r*
<i>C. tropicalis</i>	12.8	3.4	4.1	0.99
<i>R. rubra</i>	5.5	2.6	9.8	0.98

* Coeficiente de correlación lineal de la curva de muerte térmica (log D en función de la temperatura).

TABLA 4

CARACTERIZACION FISICOQUIMICA DEL SUBSTRATO
UTILIZADO (JUGO DE NARANJA)

Acidez titulable*	0.6 g/100 g
pH	3.1
Sólidos totales	13.1 g/100 g
Azúcares totales	12.8 g/100 g
Azúcares reductores	2.5 g/100 g

* Expresada como ácido cítrico.

tros fisicoquímicos que lo caracterizan. Es de esperar que cuando esta norma entre en vigencia, la uniformidad que se obtenga en la composición fisicoquímica de los jugos de naranja pasteurizados, de hecho incidirá en la reducción de la variabilidad en la resistencia térmica de los microorganismos implicados en el deterioro del producto.

SUMMARY

THERMAL RESISTANCE OF *Candida tropicalis* and *Rhodotorula rubra*
IN ORANGE JUICE

The thermal resistance of two yeasts (*Candida tropicalis* and *Rhodotorula rubra*) was studied. The yeasts were isolated from Venezuelan pasteurized orange juice obtained at retail level. The flask method was utilized, applying temperatures which ranged from 49.5 to 53.5°C to initial populations of 1×10^5 cells/ml of orange juice. Values of $D_{50C} = 3.4$ min and $z = 4.1^\circ C$ were found for *C. tropicalis*, and $D_{50C} = 2.6$ min and $z = 9.8^\circ C$ for *R. rubra*. Linear correlation coefficients of $r = 0.99$ and $r = 0.98$ were obtained, respectively, for the experimental data.

BIBLIOGRAFIA

1. Hersom, A. C. & E. D. Hulland. **Canned Foods, an Introduction to their Microbiology (Baumgartner)**. 5a. ed. (Chapter VIII). New York, N. Y. Chem. Pub. Co. Inc., 1964, p. 110-131.
2. Thomas, C. T., J. C. White & K. Longree. Thermal resistance of *Salmonellae* and *Staphylococci* in foods. *Appl. Microbiol.*, 14: 815-820, 1966.
3. Riemann, H. **Food-Borne Infections and Intoxications**. (Chapter XII). New York, N. Y., Academic Press, 1969, p. 497-500.
4. De Freitas-L., M. F. Resistencia térmica e caracterização de *Vibrio parahaemolyticus* por electroforesis em gel de sobrenadantes de culturas. *Colet. do Inst. de Tecnol. de Alim.*, 3: 369-423, 1969.
5. Hanna, M. O., J. C. Stewart, J. L. Carpenter & C. Vanderzant. Heat resistance of *Yersinia enterocolitica* in skim milk. *J. Food Sci.*, 42: 1134, 1977.
6. Mendoza, S., L. Montemayor, L. A. Boscán & J. A. Barreiro. Microflora en jugos de frutas pasteurizados venezolanos. Presentado en: **II Congreso Venezolano de Microbiología y X Jornadas Nacionales, Maracaibo, Venezuela, del 25 al 30 de marzo de 1979**.
7. Stumbo, C. R. **Thermobacteriology in Food Processing**. (Chapter 8). 2nd ed. New York, N. Y., Academic Press, 1973, p. 97-99.
8. National Canners Research Laboratories. **Laboratory Manual for Food Canners and Processors**. Vol. 1. (Chapter 7). Westport, Conn., The AVI Pub. Co., 1968, p. 186-195.
9. Association of Official Analytical Chemists. **Official Methods of Analysis of the AOAC**. 12th ed. Washington, D. C., The Association, 1975, p. 395, 401, 409.

**DNA Y PROTEINAS EN EL HIGADO DE RATAS
ALIMENTADAS CON MAIZ: IMPORTANCIA DE EXPRESAR
LA CONCENTRACION DE PROTEINAS HEPATICAS EN
FUNCION DEL DNA**

*Percy Noriega Ponce,¹ María Bernal Osorio¹ y
Fredy Zegarra Aragón²*

**Departamento de Ciencias Fisiológicas, Universidad Nacional de
San Agustín, Arequipa, Perú**

RESUMEN

Se estudiaron las variaciones en el contenido de DNA y proteínas en el hígado de dos grupos de ratas: el primero, en el que fueron alimentadas con maíz común (dieta I) y el segundo grupo, que consumió una dieta a base de almidón de maíz (maicena), "chuño" (papa deshidratada), azúcar y grasa (dieta II). Los resultados obtenidos fueron comparados con los de un tercer grupo de ratas control, alimentadas con una dieta balanceada y adecuada en proteínas. Las dietas fueron administradas *ad libitum* a partir del destete, por un período de 90 días.

Se observó un aumento en el contenido de DNA por g de hígado, en los animales alimentados con las dietas I y II. La concentración de proteínas hepáticas se expresa en tres formas: como mg de proteína por g de hígado,

Manuscrito modificado recibido: 23-7-81.

- 1 Profesor Asociado de Bioquímica, Departamento de Ciencias Fisiológicas, Universidad Nacional de San Agustín, Casilla 1365, Arequipa, Perú.
- 2 Ayudante de Bioquímica del Departamento de Ciencias Fisiológicas de la citada Universidad.

como mg de proteína por mg de DNA, y como mg de proteína en el peso total del hígado. Los animales alimentados con la dieta II, acusaron una disminución de las proteínas hepáticas con las tres formas de expresión de los resultados. En cambio, en el grupo de ratas alimentadas con maíz (dieta I), la expresión de los resultados como mg de proteína por g de hígado fracasó en revelar disminución de las proteínas hepáticas, pero sí destacó un descenso de las proteínas con las otras dos formas de expresión de los resultados, encontrándose que es más confiable la expresión como mg de proteína por mg de DNA.

Se destaca, por lo tanto, la importancia de expresar los resultados de las proteínas hepáticas en función del DNA, y se demuestra la utilidad de esta forma para revelar su disminución en el grupo de ratas alimentadas con maíz.

INTRODUCCION

Desde hace tiempo se sabe que la ingestión de dietas de bajo contenido en proteínas produce un descenso de las proteínas hepáticas (1-5). Esto se ha encontrado no sólo cuando se ingiere dietas exentas de proteínas, sino también con dietas bajas en proteínas de diferentes fuentes alimenticias. En muchos casos, sin embargo, para demostrar el descenso de las proteínas hepáticas, éstas deben expresarse como cantidad de proteínas en el hígado total, puesto que cuando se les expresa como proteínas por g de hígado, se requiere un período de tiempo relativamente largo de ingestión de la dieta o bien emplear dietas con restricción proteínica sumamente grande (4, 6).

Williams (5), basándose en que el contenido de DNA de un tejido u órgano debe permanecer relativamente constante, comprobó lo señalado por Campbell y Kosterlitz (7), o sea que es mucho mejor expresar el contenido de proteínas del hígado en relación al DNA hepático. Con ello, la disminución de las proteínas hepáticas al administrar dietas pobres en proteínas se hace demostrativa y, a la vez, constituye un índice aproximado de la cantidad de proteínas por célula.

A pesar de lo señalado, pensamos que no se ha dado la debida importancia a los hallazgos en cuestión, y en la mayoría de trabajos se continúa expresando la concentración de proteínas hepáticas por g de hígado o en base al peso de hígado total.

El maíz es una fuente alimenticia muy utilizada en Latinoamérica y, por ende, gran parte de la población peruana también lo usa como constituyente de su dieta diaria. Por consiguiente, tiene

mucha importancia en nuestro medio conocer sus efectos en la composición y metabolismo corporal, cuando se ingiere habitualmente; de ahí nuestro interés en conocer dichos efectos. En el presente estudio se examinan así los efectos de la ingestión de maíz sobre el contenido de proteínas y DNA en el hígado de ratas. Se corrobora lo señalado anteriormente, esto es, la importancia de expresar el contenido de proteínas en función del DNA hepático para determinar el descenso de las proteínas producida por el maíz en este órgano.

MATERIAL Y METODOS

Se utilizaron dos grupos de ratas albinas de ambos sexos de la raza Wistar, de 30 días de nacidas, con un peso promedio alrededor de 46 g. Estas fueron destetadas y alojadas en jaulas metálicas, sujetándose a una de las siguientes dietas. Dieta I: constituida de maíz común peruano de la variedad conocida como cabanita, administrado en forma de granos, y Dieta II: a base de almidón de maíz (maicena), 500 g; "chufío" (papa deshidratada), 80 g; azúcar, 125 g y grasa (manteca vegetal) 75 g. Con los constituyentes de esta dieta se hizo una masa acuosa, la cual, después de ponerla al homo para que adquiriera mayor consistencia, se suministró a las ratas.

A un tercer grupo de ratas, que sirvió como grupo control, se le dio una preparación comercial balanceada (proporcionada por la Sociedad Industrial del Sur, Arequipa, Perú), la cual contenía 160/o de proteína.

El contenido proteínico de las dietas I y II era de 8 y 30/o, respectivamente, calculado en base a la determinación del N de dichas dietas por el método de Kjeldahl.

Todas las dietas fueron administradas *ad libitum* y el consumo de alimento y peso corporal se controlaron a intervalos regulares durante el tiempo de administración de las dietas.

Para la preparación del homogenizado de hígado, las ratas fueron sacrificadas por decapitación dejando que perdieran sangre por algunos segundos. Luego se retiró y pesó el hígado de cada rata, tomándose 0.5 g del mismo para su homogenización, la cual fue realizada de manera estandarizada sobre hielo, con un homogenizador tipo Potter, durante un minuto. Para la homogenización se utilizó agua bidestilada helada, siendo el volumen total del homogenizado de 10 ml.

Inmediatamente después de ser destetadas se sacrificó un total de 10 ratas y las determinaciones hechas en ellas fueron consideradas como valores a tiempo cero (basal). Luego, cinco ratas de cada uno de los tres grupos señalados fueron sacrificadas en cada uno de los siguientes tiempos: 9, 15, 30, 60 y 90 días después de iniciadas las dietas respectivas, para las consiguientes determinaciones.

Las proteínas hepáticas en las ratas fueron determinadas utilizando el método de Lowry (8), modificado por Miller (9), usando un ml de una dilución de 1/2000 del homogenizado de hígado. Se empleó albúmina cristalizada de bovino "Sigma" como estándar.

Para la determinación de DNA se siguió el método de Giles y Myers (10), previo tratamiento de 5 ml del homogenizado original del hígado con el procedimiento de Fleck y Begg (11); para la obtención del DNA solubilizado en ácido perclórico 1 N, se utilizó DNA sal de sodio tipo I, "Sigma" obtenida de timo, como estándar. El color formado mediante la reacción del DNA con difenilamina se midió a 595 y 700 nm.

RESULTADOS

Las ratas alimentadas con la dieta control citada mostraron un buen crecimiento a través de todo el período experimental, hecho que se dedujo de su adecuado aumento de peso corporal (Tabla 1). Por el contrario, las ratas alimentadas con maíz (dieta I), mostraron una menor ganancia del peso corporal, lo que revela una disminución en su crecimiento; durante los primeros 30 días casi no hubo ganancia de peso, pero sí después de los 30 días, aunque no a la tasa observada en los controles. La falta de ganancia de peso corporal fue todavía más acentuada en las ratas sometidas a la dieta que contenía maicena, "chuño", azúcar y grasa (dieta II), en las que el peso se mantuvo estacionario durante el transcurso del experimento y con tendencia a disminuir (Tabla 1).

Las variaciones en el peso corporal mencionadas arriba, en los animales alimentados con las dietas I y II, se acompañaron de alteraciones en el mismo sentido en el peso del hígado, puesto que, como se puede apreciar en la misma Tabla 1, parece haber una estrecha correlación entre el peso corporal y el peso del hígado. Así, las ratas alimentadas con la dieta I, que mostraron un aumento moderado en el peso corporal, también tuvieron un aumento moderado en el peso del hígado, en comparación con las ratas

TABLA 1

**PESO CORPORAL Y PESO DEL HIGADO EN RELACION AL TIEMPO
TRANSCURRIDO DE CONSUMO DE LA DIETA, EN RATAS CONTROL
Y EN LAS ALIMENTADAS CON DIETAS BAJAS EN PROTEINAS**

Dieta	Días después de la dieta	Peso corporal g	Peso del hígado g
Control	0	43 ± 3*	1.57 ± 0.14
	8	53 ± 6	1.86 ± 0.25
	15	58 ± 3	2.16 ± 0.09
	30	87 ± 7	3.33 ± 0.26
	60	131 ± 9	4.32 ± 0.29
	90	173 ± 21	5.15 ± 0.41
Dieta I	8	47 ± 3	1.49 ± 0.17
	15	47 ± 1	1.55 ± 0.05
	30	48 ± 3	1.64 ± 0.10
	60	65 ± 4	2.48 ± 0.16
	90	78 ± 5	2.71 ± 0.12
Dieta II	8	32 ± 3	1.15 ± 0.07
	15	30 ± 2	1.05 ± 0.04
	30	30 ± 3	1.02 ± 0.10
	60	29 ± 2	1.02 ± 0.09
	90	28 ± 2	1.00 ± 0.06

* Media ± error estándar.

control. En cambio, las ratas alimentadas con la dieta II, que mostraron un peso corporal estacionario durante los 90 días de consumo de la dieta, tuvieron prácticamente el mismo peso del hígado durante ese tiempo.

Además de las alteraciones en el peso corporal y peso del hígado, las ratas que recibieron la dieta II también mostraron alteraciones dermatológicas, tales como piel lustrosa, reseca y descamada, y disminución y caída del pelo. En ningún momento se observaron signos de edema entre las alteraciones ocasionadas por estos

dos tipos de dieta.

El DNA del hígado, calculado en mg/g de hígado, permaneció sin ninguna variación en las ratas control durante todo el tiempo de consumo de la dieta, como se muestra en la Figura 1. En cambio, en las alimentadas con maíz (dieta I), se encuentran concentraciones mayores que en los controles, siendo dicho aumento bastante notorio a partir de los 30 días de consumo de la dieta, con una diferencia estadísticamente significativa ($P < 0.01$). Los animales alimentados con la dieta II mostraron un ostensible aumento de la concentración de DNA hepático a partir del 8o día de consumo de la dieta, muy por encima de los valores control ($P < 0.001$), aumentando más conforme transcurría el tiempo de consumo de la dieta (Figura 1).

En la misma Figura también se muestra que cuando las proteínas hepáticas se calculan en mg por g de hígado, éstas prácticamente permanecen en el mismo nivel en las ratas control. En las ratas alimentadas con maíz (dieta I), no se observa disminución en la concentración de proteínas, mientras que en las alimentadas con la dieta II hay cierta tendencia a la disminución (diferencia estadísticamente significativa a un valor de $P < 0.05$ al 8o día de dieta), pero que no se acentúa durante todo el resto del período experimental.

Como se aprecia en la Figura 1, en los animales alimentados con la dieta II existen tendencias opuestas en cuanto al contenido de proteínas y DNA. Mientras que las proteínas tienden a disminuir, el DNA aumenta marcadamente. Es diferente lo que sucede en los animales alimentados con maíz, ya que en ellos el DNA aumenta, aunque en menor grado que en las ratas alimentadas con la dieta II, pero los niveles de proteína no difieren en mucho de los valores encontrados en las ratas control.

Queda claramente demostrado, entonces, que en los animales alimentados con maíz (dieta I), no hay disminución de las proteínas hepáticas si éstas se expresan como concentración en mg de proteína por g de hígado y, en cambio, sí se demuestra disminución al expresar esa concentración de proteínas hepáticas en mg por mg de DNA o mg de proteínas en el peso total del hígado. En este caso, las ratas alimentadas con maíz presentan una disminución de las proteínas hepáticas, la cual es estadísticamente significativa ($P < 0.001$), a partir de los 30 días de la ingestión de la dieta, cuando los resultados se expresan en función del DNA, y a partir de los 15 días si se calculan en función del peso total del hígado (véase Tabla 2).

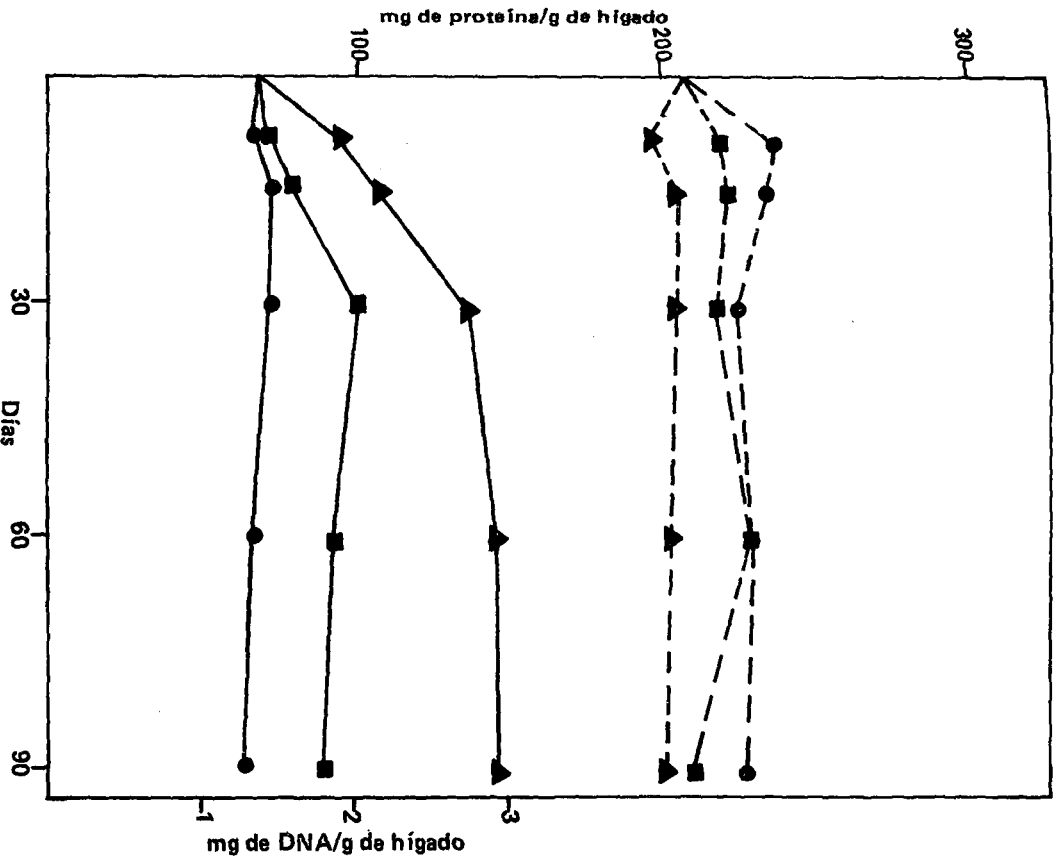


FIGURA 1

Efecto de las dietas sobre los niveles de proteínas y DNA en el hígado de ratas. Los niveles se expresan en mg por g de peso húmedo. (La línea continua representa los niveles de DNA, la línea discontinua los niveles de proteínas).

● = Control. ■ = Dieta I. ▲ = Dieta II.

TABLA 2

**PROTEINAS HEPATICAS EXPRESADAS EN FUNCION DEL DNA Y
DEL PESO HEPATICO TOTAL EN RATAS CONTROL Y EN LAS
ALIMENTADAS CON DIETAS BAJAS EN PROTEINAS**

Dieta	Días en la dieta	Proteínas hepáticas (prot/mg de DNA)	Proteínas hepáticas (mg de prot/peso hepático total)
Control	0	155.5 ± 6.3*	325 ± 33
	8	178.1 ± 10.2	430 ± 38
	15	158.5 ± 7.6	503 ± 20
	30	158.8 ± 18.3	748 ± 84
	60	170.4 ± 4.8	982 ± 58
	90	170.4 ± 3.8	1,172 ± 106
Dieta I	8	160.9 ± 6.1	326 ± 38
	15	147.3 ± 16.2	344 ± 18
	30	110.8 ± 11.7	361 ± 40
	60	123.4 ± 5.2	565 ± 41
	90	116.3 ± 4.3	571 ± 24
Dieta II	8	103.2 ± 8.8	226 ± 14
	15	93.6 ± 4.6	217 ± 12
	30	75.1 ± 4.2	209 ± 20
	60	69.6 ± 2.8	212 ± 30
	90	68.4 ± 4.3	204 ± 17

* Media ± error estándar.

Las ratas alimentadas con la dieta II muestran disminución de las proteínas hepáticas, estadísticamente significativa ($P < 0.001$), a partir de los 30 días de ingestión de la dieta, si los resultados se expresan como mg de proteína por g de hígado, como ya se ha indicado, y a partir de los 8 días de ingesta de la dieta si los resultados se expresan como mg de proteína por mg de DNA o como mg de proteína/peso hepático total (véase Tabla 2).

DISCUSION

Es bien conocido el hecho de que la deficiencia de proteínas en la dieta induce una disminución del crecimiento, tanto en animales como en seres humanos. Los hallazgos aquí señalados indican cierta alteración en el crecimiento de las ratas alimentadas, tanto con la dieta I como con la dieta II, siendo más afectado en los animales alimentados con la segunda, como lo revela su falta de ganancia de peso. Este resultado es muy similar al encontrado por Campos y Madi (12, 13), usando dietas bastante semejantes a la dieta II, pero que no contenían "chuño".

La ganancia de peso moderada que se observó en los animales alimentados con la dieta I, a base de maíz, y la ausencia de ganancia de peso en los animales que ingirieron la dieta II puede explicarse por la mayor cantidad de proteína (80/o) que contiene la dieta I, comparada con la dieta II (30/o). En ambas dietas la deficiencia proteínica se tradujo en deficiencia de los aminoácidos esenciales lisina y triptofano, lo que condujo a retardo en el crecimiento y a pérdida de peso (14-16).

Las dietas de bajo contenido proteínico administradas *ad libitum* usualmente producen un descenso en la ingestión de alimentos (3, 17, 18), hecho que también se notó en este trabajo con los dos tipos de dieta, de manera que éste es otro factor que incide en la baja de peso observada con dichas dietas. Debe aclararse, sin embargo, que está bien demostrado que las dietas bajas en proteína administradas *ad libitum* producen cambios ultraestructurales y bioquímicos diferentes a los encontrados en la inanición (17, 19).

La falta de ganancia de peso inicial durante los primeros 30 días que se observó en los animales alimentados con maíz (dieta I), también fue apreciada en nuestros laboratorios por Zegarra (20), en ratones alimentados con maíz. Es posible que esta falta de ganancia de peso inicial pueda deberse a una disminución del apetito notada en dichos animales durante ese período. Ello se explica por el proceso de adaptación del animal a la nueva dieta que se administrara, con la consiguiente reanudación de ganancia de peso del animal, aunque no en la misma tasa que en los controles, debido a la baja calidad y cantidad de proteínas del maíz.

Los resultados obtenidos por nosotros en lo referente a la concentración de DNA en el hígado, expresados en mg por g de hígado, indican un aparente aumento del DNA durante los primeros 30 días de alimentación con las dietas experimentales, aumento que fue mucho mayor en los animales alimentados con la dieta

II. Resultados similares han sido encontrados por Mendes y Waterlow (21), por Svaboda, Grady y Higginson (17), y por Enwonwu y Sreebny (3), en ratas alimentadas con dietas bajas en proteína. Ya que se ha comprobado que en el ayuno o en la deficiencia proteínica no hay muerte celular sino reducción en el tamaño de las células hepáticas (3, 17, 22-24), fenómeno que se debe a la pérdida de algunos componentes citoplasmáticos, entre ellos proteínas, el aumento de DNA por g de hígado encontrado en el presente estudio es una confirmación adicional de la disminución en el tamaño celular que ocurre cuando se ingieren dietas pobres en proteína. Este hallazgo indica, además, que existe un aumento en el número de células por g de hígado en los animales alimentados con los dos tipos de dieta.

Después de los 30 días, el aparente aumento de DNA por g de hígado se hace menor, o incluso se estabiliza con los dos tipos de dieta. Esto puede indicar que la reducción en el tamaño celular ha llegado al máximo o que hay un aparente equilibrio entre los factores que pueden causar aumento o disminución del tamaño de las células hepáticas, considerando que el DNA por célula se mantiene constante en el animal adulto o que aumenta muy poco en la rata en crecimiento (7, 21, 22, 25).

Dado que las dietas pobres en proteínas producen un descenso de las proteínas hepáticas (1, 5) y considerando que la deficiencia de aminoácidos esenciales también produce el mismo efecto (14, 16), es de esperar que las dietas I y II produzcan una baja de las proteínas hepáticas. Es probable que a estos dos factores se deba principalmente el descenso de proteínas en el hígado observado con dichas dietas. Otros factores como vitaminas y sales minerales también pueden jugar cierto papel, pero indudablemente muy secundario. Esto fue comprobado por nosotros (resultados no mostrados), puesto que el agregado de una mezcla de sales minerales y vitaminas hidro y liposolubles a las dietas empleadas en el presente estudio no alteró los resultados obtenidos.

La disminución en las proteínas hepáticas fue observada ostensiblemente en los animales que ingirieron la dieta II, al usar cualquiera de las tres formas de expresión de los resultados. Sin embargo, si los resultados se expresan como mg de proteínas por g de hígado, se podría concluir que la dieta a base de maíz (dieta I), a pesar de ser pobre en proteínas y deficiente en lisina y triptofano, no produce alteración en las proteínas hepáticas. Un hallazgo semejante fue descrito por Bressani, Elías y Gómez-Brenes (26), en ratas que consumieron maíz corriente por 28 días, y por Zega-

rra (20), en ratones alimentados con maíz durante períodos de 12 y 40 días. Sin embargo, cuando se examinan los resultados expresados como mg de proteína por mg de DNA, o como mg de proteína en el peso total del hígado, se aprecia claramente que la dieta de maíz induce una disminución de las proteínas hepáticas.

Como ya hemos visto, el aumento del contenido de DNA por g de hígado producido en las ratas alimentadas con maíz, indica un mayor número de células por g de hígado, por lo que la expresión de la concentración de proteínas por g de hígado evidentemente no es la más adecuada. Por otro lado, si bien encontramos que la expresión de la concentración de proteínas en el peso total del hígado revela una disminución de las proteínas hepáticas en las ratas alimentadas con maíz, un poco más precozmente que cuando se expresa la concentración de proteínas en función del DNA, dicha expresión está determinada por el peso total del hígado, el que a su vez está influenciado por varios factores, lo que hace dudar de la confiabilidad de esta forma de expresar los resultados. Si como hemos indicado más arriba, el DNA por célula se mantiene constante en el animal adulto o aumenta muy poco en la rata en crecimiento, lo que hemos confirmado por la falta de variación del contenido de DNA por g de hígado en nuestros animales control, es posible concluir que la expresión de la concentración de las proteínas hepáticas como mg de proteína por mg de DNA es la más adecuada y, en ciertos casos, —como en el presente trabajo— es sumamente útil para revelar disminución de las proteínas hepáticas. Debemos indicar, además, que así como la expresión de la actividad de una enzima en unidades por mg de DNA es una medida de la actividad de dicha enzima por célula (27, 28), igualmente puede ser aplicable el hecho de que la expresión de la concentración de proteínas en función del DNA sea una indicación aproximada de la cantidad de proteínas por célula.

SUMMARY

DNA AND PROTEINS IN THE LIVER OF RATS FED ON CORN. THE IMPORTANCE OF EXPRESSING LIVER PROTEIN CONCENTRATIONS AS A FUNCTION OF DNA

Variations in liver DNA and protein content were studied in rats fed common corn (diet I) and in another group of rats fed a diet made of corn starch ("maicena"), "chuño" (dried potato), sugar and fat (diet II). The

results were compared with those from a control group fed a balanced diet with adequate protein. Diets were administered after weaning, for a period of 90 days. Animals on diets I and II showed an increase in the DNA concentrations per g of liver. Liver protein concentration was expressed in three forms: as mg of protein per g of liver, mg of protein per mg of DNA and mg of protein in the total liver weight. Animals raised on diet II had a decrease in liver protein, which was evident regardless of the way of expressing the results. On the other hand, in rats raised on corn (diet I), the results expressed as mg of protein per g of liver did not show a decrease in liver proteins, while the other two ways of expressing the results demonstrated a decrease in liver protein. It seems that the most trustworthy way to express liver protein concentration is as mg of protein per mg of DNA. The importance of expressing the results of liver protein concentrations as a function of DNA is emphasized and its usefulness demonstrated and discussed.

BIBLIOGRAFIA

1. Addis, T., L. J. Poo & W. Lew. The rate of protein formation in the organs and tissues of the body. *J. Biol. Chem.*, **116**: 343-352, 1936.
2. Allison, J. B. & R. W. Wannemacher. The concept and significance of labile and over-all protein reserves of the body. *Am. J. Clin. Nutr.*, **16**: 445-452, 1965.
3. Enwonwu, C. O. & L. M. Sreebny. Experimental protein-calorie malnutrition in rats: Biochemical and ultrastructural studies. *Exp. Mol. Pathol.*, **12**: 332-353, 1970.
4. Kosterlitz, H. W. The effect of changes in dietary protein on the composition and structure of liver cell. *J. Physiol.*, **106**: 194-210, 1947.
5. Williams, J. N. Jr. Response of the liver to prolonged protein depletion. I. Liver weight nitrogen and deoxyribonucleic acid. *J. Nutr.*, **75**: 199-209, 1961.
6. Warter, J., P. Metais & M. Keckhut. Transaminases, aldolase et deshydrogénases du sérum du foie et du coeur au cours du jeuns protidique chez le rat. *Compt Rend. Soc. Bio.*, **155**: 108-111, 1961.
7. Campbell, R. M. & H. W. Kosterlitz. The effect of dietary protein on the turnover of phospholipids, ribonucleic acid and desoxyribonucleic acid in the liver. *J. Biol. Chem.*, **175**: 989-990, 1948.
8. Lowry, O. H., J. J. Rosebrough, A. L. Farr & R. J. Randall. Protein measurements with the folin phenol reagent. *J. Biol. Chem.*, **193**: 265-275, 1971.

9. Miller, G.L. Protein determination for large numbers of samples. *Anal. Chem.*, **31**: 964, 1959.
10. Giles, K. W. & A. Myers. An improved method for the estimation of deoxyribonucleic acid. *Nature*, **206**: 93, 1965.
11. Fleck, H. & D. Begg. The estimation of ribonucleic acid using ultra-violet absorption measurements. *Biochem. Biophys. Acta.*, **108**: 333-339, 1965.
12. Campos, S. D. & K. Madi. Estudos sobre desnutrição pre e pós-natal em ratos albinos. Parcial recuperação poderal e bioquímica. *Rev. Bras. Pesq. Med. e Biol.*, **8**: 301-306, 1975.
13. Madi, K. & S. D. Campos. Desnutrição experimental: resultados anátomo-patológicos e bioquímicos da administração de dietas hipoproteicas a ratos albinos jovens. *Mem. Inst. Oswaldo Cruz*, **73**: 153-181, 1978.
14. Sidransky, H. Chemical pathology of nutritional deficiency induced by certain plant proteins. *J. Nutr.*, **71**: 387-395, 1960.
15. Sidransky, H. Nutritional disturbances of protein metabolism in the liver. *Am. J. Pathol.*, **84**: 649-667, 1976.
16. Harper, A.E., P. Leung, A. Yoshida & Q.R. Rogers. Some new thoughts on amino acid imbalance. *Fed. Proc.*, **23**: 1087-1092, 1964.
17. Svoboda, D., H. Grady & J. Higginson. The effects of chronic protein deficiency in rats. II. Biochemical and ultrastructural changes. *Lab. Invest.*, **15**: 731-749, 1966.
18. Peng, Y. S., L. L. Meliza, M. G. Vavich & A. R. Kenmerer. Changes in food intake and nitrogen metabolism of rats while adapting to a low or high protein diet. *J. Nutr.*, **104**: 1008-1017, 1974.
19. Campana, O. A., C. R. Burini, Y. A. Outa & L. V. Camargo. Carencia proteica experimental em ratos adultos. *Rev. Bras. Pesq. Med. e Biol.*, **8**: 221-226, 1975.
20. Zegarra, A. H. F. Determinación de proteínas hepáticas, su aplicación en el estudio de los efectos de la dieta de maíz. Correlación y regresión de los métodos usados. Tesis de Bachiller. Programa de Biomédicas, Universidad Nacional de San Agustín. Arequipa, Perú, 1977.
21. Mendes, C. B. & J. C. Waterlow. The effect of a low-protein diet and of refeeding on the composition of liver and muscle in the weaning rat. *Brit. J. Nutr.*, **12**: 74-88, 1958.
22. Thomson, R. Y., F. C. Heagy, W. C. Hutchinson & J. M. Davidson. DNA content of the rat cell nucleus and its use in expressing the results of tissue analysis with particular reference to the composition of liver tissue. *Biochem. J.*, **53**: 460-474, 1953.
23. Herdson, P., P. Garvin & R. Jennings. Fine structural changes produced in rat liver by partial starvation. *Am. J. Pathol.*, **45**: 157-181, 1964.
24. Young, V. R. & N. S. Scrimshaw. The physiology of starvation.

- Scientific Am.**, **225**: 14-21, 1971.
25. Enesco, M. & C. P. Leblond. Increase in cell number as a factor in the growth of the organs and tissues of the young male rat. **J. Embryol. Exp. Morpho.**, **10**: 530-563, 1962.
 26. Bressani, R., L. Elías & R. Gómez-Brenes. Protein quality of opaque-2 corn evaluation in rats. **J. Nutr.**, **97**: 173-180, 1969.
 27. Knox, W. E., V. H. Auerbach & E. C. Lin. Enzymatic and metabolic adaptation in animals. **Physiol. Revs.**, **36**: 164-254, 1956.
 28. Waterlow, J. C. Protein nutrition and enzyme changes in man. **Fed. Proc.**, **18**: 1143-1155, 1959.

**DIGESTIBILIDAD Y CALIDAD PROTEINICA DE LA
QUINUA: ESTUDIO COMPARATIVO, EN NIÑOS, ENTRE
SEMILLA Y HARINA DE QUINUA^{1 2}**

*Guillermo López de Romaña,³ George G. Graham,³ Milagros
Rojas⁴ y William C. MacLean, Jr.³*

**Instituto de Investigación Nutricional, Lima Perú, y
Departamento de Salud Internacional, Escuela de Higiene y
Salud Pública, Universidad de Johns Hopkins, Baltimore,
Maryland, EUA**

RESUMEN

Basados en la hipótesis que la digestibilidad del grano de quinua puede ser el factor limitante en la utilización de los nutrientes de este alimento, se elaboraron dos dietas a base de quinua. En una de ellas se utilizó la quinua en granos y en la otra, harina de la misma. Estas dietas fueron ofrecidas a niños que estaban recuperándose de desnutrición, analizando la digestibilidad y calidad proteínica de la quinua comparada a una dieta control de caseína,

Manuscrito modificado recibido 12-6-81.

- 1 Estudio realizado bajo contrato de investigación TA/C-1286 con la Agencia para el Desarrollo Internacional (AID).
- 2 Se ruega dirigir la correspondencia relativa a este trabajo a: Guillermo López de Romaña, Instituto de Investigación Nutricional, Apartado 55, Miraflores, Lima, Perú.
- 3 Miembros del Instituto de Investigación Nutricional y del Departamento de Salud Internacional, Universidad de Johns Hopkins.
- 4 Médico Pediatra, Instituto de Investigación Nutricional.

por el método de balance metabólico. Los resultados revelaron que la digestibilidad del grano de quinua es el factor limitante en la utilización de su contenido de proteína y energía, y que su fraccionamiento mejora significativamente la digestibilidad de las grasas y los carbohidratos. Se confirmó también la buena calidad de la proteína de quinua para consumo humano.

INTRODUCCION

La quinua (*Chenopodium quinoa*) es un alimento oriundo de la región andina de América del Sur que tradicionalmente ha constituido, junto con la papa y el maíz, uno de los alimentos básicos de los pobladores de esta región.

Su cultivo se realiza en climas fríos y a altitudes que varían entre 2,500 y 4,000 m sobre el nivel del mar, por lo que representa poca competencia de cultivo con otros alimentos. La porción comestible es la semilla o grano, y contiene aproximadamente 58% de almidón, 5% de azúcar, 12 a 19% de proteína y 4 a 5% de grasa.

La mayor parte de los estudios llevados a cabo con este alimento se han orientado al análisis de calidad proteínica, y concluyen que, como fuente de proteína, la quinua puede ser superior a la mayor parte de los cereales verdaderos (1). Sin embargo, existe poca información en cuanto a su digestibilidad por parte del ser humano que, de acuerdo a estudios realizados con otros alimentos de origen vegetal, puede llegar a ser el factor limitante en la utilización de los nutrientes (2).

Creemos que éste puede ser el caso de la quinua, pues en una oportunidad anterior al estudiar la digestibilidad de una dieta preparada a base de quinua y avena, se pudo observar que el germen del grano de quinua se recuperaba en las heces sin haber sido fraccionado por el proceso digestivo. En esta misma dieta se encontró baja digestibilidad de proteína y grasas (3).

El presente estudio fue diseñado para analizar la digestibilidad y calidad proteínica del grano o semilla de quinua, en seres humanos, forma en que generalmente se consume este alimento, y comparar los resultados obtenidos al respecto utilizando harina de quinua. En esta última, tanto el germen como el endospermo fueron fraccionados por el proceso de molienda. Es nuestra opinión que, de ser cierta la hipótesis planteada anteriormente, la digestibilidad de este producto debe ser superior.

MATERIALES Y METODOS

Pacientes

Participaron en el estudio seis niños de sexo masculino cuya edad promedio era de 13.8 meses, mínima de 10 meses y máxima de 18 meses (Tabla 1). Todos ellos fueron hospitalizados en el Instituto de Investigación Nutricional por presentar cuadros severos de desnutrición (grado III, según clasificación de Gómez), para tratamiento de complicaciones agudas y su consiguiente recuperación nutricional.

TABLA 1
CARACTERISTICAS DE LOS PACIENTES QUE PARTICIPARON
EN EL ESTUDIO

Paciente No.	Sexo	Edad, meses	Edad/ talla, meses	Edad/ peso, meses	Concentración de albúmina sérica		Kcal/ kg/día
					Inicial g ^o /o	Final ^a g ^o /o	
575	M	12	4.4	4.5	4.47	3.77	140
576	M	11	2.5	1.1	4.06	3.95	140
579	M	18	11.2	9.8	3.71	3.78	100
583	M	10	7.8	4.8	4.41	4.14	125
589	M	18	12.5	10.5	3.78	3.74	125
599	M	14	7.3	4.8	3.69	3.53	150

^a Las diferencias no fueron significativas según la prueba de "t" para pares.

Al incorporarse al estudio, todos los niños se ajustaban a los siguientes criterios: habían superado la etapa aguda de su recuperación; se encontraban libres de infecciones y diarrea; ganaban peso de manera regular con dietas variadas y, en balances metabólicos realizados previamente, no acusaron problemas de malabsorción. Al inicio del estudio, el nivel de albúmina sérica excedía de 3.5 mg^o/o en todos los pacientes.

Dietas

En el estudio se evaluaron tres dietas, dos de ellas preparadas a base de quinua y, la tercera, que se utilizó como dieta control, con caseína (Tabla 2). Para la elaboración de las dietas de quinua se utilizaron dos productos comerciales: semilla de quinua ("quinua perlada") y harina de quinua. La variedad empleada fue "Sajama primera" que se obtuvo de la misma cosecha, habiendo sido procesada en lotes homogéneos para evitar variaciones mayores en su composición. La semilla fue clasificada de acuerdo al tamaño del grano, escarificada y luego pulida. Este producto se denomina "quinua perlada" y en la semilla se pueden reconocer dos estructuras: el endospermo, que forma la mayor parte del grano, y el germen en forma de semiluna. La harina de quinua se obtuvo sometiendo este producto a molienda.

Con estos productos se prepararon dos dietas isocalóricas e isonitrogenadas en las que el contenido proteínico fue ajustado de manera que 6.40/o de las calorías totales fuesen aportadas por proteína de quinua, como única fuente de nitrógeno. El contenido de grasa también se estandarizó para suplementar el 250/o de la energía total, utilizándose para ello una mezcla (50:50) de aceite de soya y aceite de semilla de algodón, respectivamente. El valor calórico de las dietas fue completado con sacarosa.

Para la elaboración de la dieta control se utilizó caseína como única fuente de nitrógeno, ajustando el contenido total de nitrógeno, grasa y energía a las dietas de quinua, empleando para este propósito el mismo aceite vegetal. Como fuentes de carbohidratos se emplearon sacarosa y dextrino-maltosa en proporciones iguales, a fin de disminuir así el sabor dulce de la dieta.

La quinua perlada fue lavada en agua fría tres veces y luego cocida en agua, a temperatura de ebullición, durante 60 minutos, tiempo de cocción que generalmente es el que se emplea y recomienda para la preparación de este alimento (4). La harina fue suspendida en agua y luego cocida durante 30 minutos, tiempo en el cual se obtuvo la gelatinización del almidón. Las dietas se suplementaron con vitaminas y minerales a modo de satisfacer los requerimientos diarios recomendados (5). El contenido de Na y K fue ajustado a 2 y 3 mEq/kg de peso/día, respectivamente, para evitar fluctuaciones en el peso corporal de los niños.

TABLA 2

COMPOSICION DE LAS DIETAS BAJO ESTUDIO Y DE LA DIETA CONTROL (a 100 Kcal)^{a, b}

		Quinua periada	Harina de quinua	Dieta control de caseína
Quinua	g	13.9	13.8	—
Nitrógeno	mg	256.0	256.0	—
Energía	Kcal	50.0	50.1	—
Caseína	g ^c	—	—	1.86
Nitrógeno	mg	—	—	256.00
Energía	Kcal	—	—	6.90
Sacarosa	g	8.0	7.9	8.6
Energía	Kcal	32.0	31.6	34.2
Dextrino-maltosa	g ^d	—	—	8.8
Energía	Kcal	—	—	34.3
Aceite vegetal	ml	2.3	2.3	3.1
Energía	Kcal	18.0	18.3	24.6
TOTALES				
Nitrógeno	mg	256.0	256.0	256.0
Energía	Kcal	100.0	100.0	100.0
Proteína				
(N x 6.25) o/o Energía		6.4	6.4	6.4

^a Todas las dietas fueron suplementadas con minerales a modo de proporcionar una ingesta de 2 y 3 mEq/kg de peso/día de Na y K, respectivamente, utilizando una mezcla mineral de la composición siguiente (o/o peso/peso): NaCl, 30,701; MgSO₄·7H₂O, 22,804; CaHPO₄, 41,615; FeC₆H₅O₇·3H₂O, 3,549; CuSO₄·5H₂O, 0.625; ZnSO₄·7H₂O, 0.355; MnSO₄·H₂O, 0.277; KI, 0.025; y NaF, 0.05. La cantidad de K fue ajustada utilizando una solución 1 M KCl.

^b La suplementación de vitaminas se efectuó utilizando una dosis diaria de 0.6 – 1.2 ml de Polyvisol, Mead-Johnson, Indiana, EUA. La composición (por ml) de esta preparación es: palmitato de retinil, 1,500 UI; ergocalciferol, 400 UI; vitamina E, 5 UI; ácido ascórbico, 35 mg; tiamina, 0.5 mg; riboflavina, 0.6 mg; niacina, 8 mg; vit. B₆, 0.4 mg; vit. B₁₂, 2 µg. Los pacientes recibieron también una dosis diaria de cloruro de colina, 191 mg, Inositol 180 mg, ácido fólico, 200 µg y PABA, 500 mg.

^c Casec de Mead-Johnson, Evansville, Indiana. 1.88 g de Casec aportan 1.6 g de caseína.

^d Dextro-Malto Mead-Johnson, Evansville, Indiana: azúcares reductoras (como maltosa), 56% o/o, dextrina, 41% o/o y humedad, 3% o/o.

Diseños y Análisis

El estudio comprendió cuatro períodos dietéticos de 9 días cada uno. Durante el 1o y 4o períodos los niños recibieron la dieta control de caseína. En los períodos intermedios las dietas de quinua fueron alternadas de acuerdo a una secuencia predeterminada. La ingesta calórica se calculó antes de iniciar el estudio, en base a las calorías que cada paciente necesitaba para mantener una ganancia regular de peso de 3 a 5 g/kg/día. Una vez iniciado el estudio la ingesta no se varió. Los tres primeros días de cada período dietético fueron considerados de adaptación a la dieta, y en los seis últimos días se efectuaron dos colecciones metabólicas, por separado, en las que se obtuvo el volumen total de heces y orina. Los niños eran pesados diariamente (8:00 am) en ayunas para observar las fluctuaciones en el peso y así poder determinar posteriormente la ganancia de peso obtenida en cada período dietético. Al inicio de cada uno de estos períodos se obtuvo una muestra de sangre en ayunas con el fin de determinar el contenido de proteínas totales (Biuret) y de albúmina (electroforesis en acetato). Semanalmente se analizó el contenido de N, Na y K de las dietas para verificar que las ingestas fuesen las calculadas, determinándose en las muestras de heces el peso total (húmedo) y el peso seco. El contenido total de nitrógeno en heces, orina y muestras de dieta fue analizado por el método de micro-Kjeldahl (6) y para el análisis de grasa en heces se empleó el procedimiento de Van de Kamer, Huimink y Weyers (7). La energía total fue determinada en heces utilizando-se una bomba calorimétrica y a partir de este valor se calculó su contenido de carbohidratos utilizando la fórmula siguiente:

$$\text{CHO g} = \frac{E - (\text{N/g} \times 6.25 \times 5.65) - (\text{g/g} \times 9.4)}{4.15}$$

CHO g = Carbohidratos, en gramos.
 E = Energía fecal total determinada por bomba de calorimetría.
 N/g = Nitrógeno fecal, en gramos.
 G/g = Grasa fecal, en gramos.
 5.65 - 9.4 - 4.15 = Factores de conversión de energía aceptadas para proteína, grasa y carbohidratos, respectivamente (8).

Para evaluar la calidad de la proteína se analizó la retención aparente de nitrógeno obtenida durante los períodos de alimenta-

ción a base de quinua, en comparación a la obtenida durante los períodos en que se administró la dieta control. El período final de caseína se utilizó para observar si después del consumo de las dietas de quinua se producía una retención exagerada de nitrógeno (fenómeno de rebote) y compensar, con proteína de alta calidad, cualquier deficiencia proteínica que hubiese ocurrido durante los períodos de alimentación con quinua. Los resultados de retención aparente de nitrógeno obtenidos con las dietas de quinua fueron comparados entre sí, con los períodos de control, y también los períodos de control entre sí, utilizando para ello la prueba de "t" para pares.

En el análisis de digestibilidad se emplearon seis parámetros: absorción aparente de nitrógeno, peso total de heces, peso seco de heces y las cantidades totales de energía, grasas y carbohidratos en heces. Ya que en la preparación de la dieta control se utilizaron componentes de alta digestibilidad como son la caseína, aceites vegetales y la mezcla de carbohidratos, la digestibilidad de esta dieta es casi completa y permanece constante a lo largo del estudio. Este hecho, ya notificado anteriormente (9, 10), nos permite atribuir a las dietas de quinua las diferencias de digestibilidad encontradas. El análisis estadístico de los resultados se realizó comparando los períodos de alimentación con quinua entre sí, con cada uno de los períodos de control, y los períodos de control entre sí, para cada uno de los parámetros de digestibilidad, aplicando la prueba de "t" para pares.

RESULTADOS

Las dietas fueron bien aceptadas y toleradas pudiéndose suministrar la ingesta calórica planeada en todos los casos.

Los resultados de retención aparente de nitrógeno se presentan en la Tabla 3. Según se observa, el promedio de retención aparente de nitrógeno obtenido durante el consumo de la dieta elaborada con quinua perlada fue menor que los obtenidos con la dieta a base de harina de quinua y con las dietas control, pero las diferencias no fueron estadísticamente significativas. La mayor retención de nitrógeno que se obtuvo en el período final de caseína parece indicar una retención compensatoria, pero cuando se compara con el período inicial la diferencia no resulta significativa.

Las variaciones en los niveles de albúmina sérica observadas durante los períodos dietéticos, no tuvieron relación demostrable con la dieta ingerida.

TABLA 3

RETENCION APARENTE DE NITROGENO COMO PORCENTAJE
DE LA INGESTA

Paciente No.	Dietas			
	Caseína No. 1	Quinua perlada	Harina de quinua	Caseína No. 2
575	46.5	33.0	43.0*	51.0
576	23.5	23.5	27.0*	52.0
579	35.0	15.0*	26.5	32.5
583	33.0	30.5*	33.5	35.5
589	42.5	27.0*	43.0	38.0
599	21.0	44.5	39.5*	45.0
\bar{x} a	33.6	28.9	35.4	42.3
DE	± 10.1	± 9.9	± 7.6	± 8.2

a Diferencias no significativas según la prueba de "t" para pares, $P < 0.05$.

* Período inicial de quinua.

Los resultados en cuanto a ganancia de peso y parámetros de digestibilidad se dan a conocer en la Tabla 4. Los resultados de las dietas control se presentan como valores promedio del período inicial y final, al no haberse encontrado diferencias significativas en ninguno de los parámetros.

La ganancia de peso obtenida con las tres dietas fue la prevista, no siendo significativas las diferencias entre ellas. Al comparar los resultados de digestibilidad entre las dietas de quinua y la dieta control se encuentran diferencias significativas en todos los casos. La absorción aparente de nitrógeno durante los períodos de quinua fue menor y los promedios de peso húmedo, peso seco, calorías y carbohidratos, mayores. El valor promedio de grasas en heces, obtenido con la dieta a base de harina de quinua, fue significativamente menor que el obtenido con la dieta control. Por el contrario, con la dieta de quinua perlada la excreción de grasas fue significativamente mayor.

Cuando se comparan las dietas de quinua entre sí, se aprecia que de los seis parámetros utilizados, solamente las diferencias en

TABLA 4

GANANCIA DE PESO Y PARAMETROS DE DIGESTIBILIDAD UTILIZADOS PARA LA EVALUACION DE LAS DIETAS EN ESTUDIO

	Δ Peso g/kg/día	Nitrógeno Absorción o/o de ingesta	Heces						
			Peso total g/día	Peso seco g/día	Calorías		Grasas		CHO g/día
					Kcal/día	o/o de ingesta	g/día	o/o de ingesta	
Caseína* (n = 6)	5.4 ±2.4	83.0 ±3.0	87.8 ±25.9	11.1 ±0.9	51.1 ± 9.3	5.5 ±1.6	3.0 ± 0.8	11.6 ±3.3	1.9 ±0.9
Harina de quinua (n = 6)	3.5 ±1.6	69.8 ⁽¹⁾ ±7.3	108.5 ⁽²⁾ ±25.5	18.2 ⁽³⁾ ±2.6	83.8 ⁽³⁾ ±13.7	8.8 ⁽³⁾ ±1.6	2.3 ⁽¹⁾ ± 0.8	8.7 ⁽¹⁾ ±2.3	8.8 ⁽³⁾ ±1.7
Quinua perlada (n = 6)	3.7 ±2.3	66.6 ⁽³⁾ ±6.1	152.4 ^{(1)(a)} ±28.7	31.1 ^{(3)(a)} ±4.2	152.4 ^{(1)(b)} ±23.6	16.4 ^{(1)(b)} ±2.8	5.6 ^{(1)(a)} ± 0.9	21.2 ^{(1)(b)} ±4.0	17.3 ^{(3)(c)} ±3.1

- (1) Difiere significativamente del período de caseína según la prueba de "t" para pares, P < 0.01.
 (2) Difiere significativamente del período de caseína según la prueba de "t" para pares, P < 0.05.
 (3) Difiere significativamente del período de caseína según la prueba de "t" para pares, P < 0.001.
 (a) Difiere significativamente del período de harina de quinua según la prueba de "t" para pares, P < 0.001.
 (b) Difiere significativamente del período de harina de quinua según la prueba de "t" para pares, P < 0.05.
 (c) Difiere significativamente del período de harina de quinua según la prueba de "t" para pares, P < 0.01.
 * Valores promedio de los dos períodos control con la dieta de caseína.

cuanto a absorción aparente de nitrógeno no son significativas. En cambio, los promedios de peso total, peso seco, calorías, grasas y carbohidratos en heces fueron significativamente más elevados durante el período metabólico con quinua perlada.

DISCUSION

Los hallazgos del presente estudio muestran que el grano de quinua es de difícil digestibilidad para el ser humano, lo que determina que parte considerable de su valor nutritivo se pierda en las heces. El proceso de molienda mejora su digestibilidad significativamente.

Las absorciones aparentes de nitrógeno obtenidas con las dietas a base de quinua indican que, probablemente, la digestibilidad de la proteína de este grano es el factor limitante en la retención de nitrógeno de tales dietas. Cuando la absorción de nitrógeno se expresa como porcentaje de la dieta control de caseína, se observa que los resultados de digestibilidad proteínica encontrados con la dieta de quinua perlada (80.20/o) y con la dieta de harina de quinua (84.10/o), son inferiores a los informados anteriormente con dietas similares preparadas a base de papa (92.40/o) (10) y trigo en forma de fideos (95.50/o) (9). La digestibilidad proteínica encontrada es comparable a la notificada para dietas a base de arroz (780/o) (2), alimento en el que la mayor parte de la proteína está contenida en forma de cuerpos proteínicos (11), los cuales permanecen intactos durante la cocción y son de difícil digestibilidad (12). Los resultados muestran que el fraccionamiento del grano de quinua mejora la digestibilidad de su proteína, pero no de una manera significativa.

La calidad proteínica de la quinua probablemente sea adecuada para consumo humano, pues posee una relación adecuada entre aminoácidos esenciales y no esenciales (13), y en estudios realizados anteriormente no se encontraron aminoácidos que limiten su utilización (14). Las diferencias observadas en cuanto a retención aparente de nitrógeno entre las tres dietas sometidas a estudio, aunque no significativas, en su mayor parte se deben a diferencias en absorción de nitrógeno. Al expresar la retención como porcentaje de la absorción (valor biológico) los resultados obtenidos con la dieta de harina de quinua (50.70/o), quinua perlada (43.40/o) y caseína (45.80/o) son similares, lo que confirma la buena calidad de la proteína de quinua para consumo humano.

Los balances metabólicos muestran que, durante el consumo de harina de quinua, la pérdida de grasas en heces fue menor a la observada con la dieta control, mientras que durante el consumo de la dieta de quinua perlada, la excreción de grasa fue 87% mayor que la resultante con la dieta de caseína. Esta diferencia en digestibilidad de grasas —determinada por el fraccionamiento del grano de quinua— es importante en términos de pérdida de energía.

Las mayores diferencias encontradas en el análisis de digestibilidad de las dietas bajo estudio, guardan relación con la digestibilidad de carbohidratos. En el período metabólico con la dieta de harina de quinua, la pérdida de carbohidratos en heces fue 463% mayor que con la dieta control, y el porcentaje ascendió a 910% durante el consumo de la dieta de quinua perlada. La pérdida exagerada de carbohidratos en heces que se produce con las dietas de quinua, no solamente representa una pérdida importante del contenido calórico de las dietas, sino que, debido al efecto osmótico de los carbohidratos no absorbidos, se produce también una pérdida de agua y electrolitos que en los niños pequeños puede ser fisiológicamente importante. Este fenómeno explica también las diferencias en el peso húmedo de las heces encontradas entre las tres dietas sometidas a prueba.

En el estudio realizado con la dieta de quinua-avena, al que nos referimos anteriormente, la baja digestibilidad de proteína y grasa obtenida la atribuimos a la falta de digestión del germen de la quinua; sugerimos, sin embargo, la conveniencia de realizar nuevos estudios incrementando el tiempo de cocción de la quinua y analizar el posible efecto del contenido de saponinas de la quinua sobre los procesos de digestión. En el presente estudio el tiempo de cocción empleado con la dieta de harina de quinua fue menor al utilizado en la quinua perlada, siendo probable que el contenido de saponinas de la dieta de harina de quinua haya sido mayor que el de la quinua perlada, al no haberse lavado el producto antes de la cocción. A pesar de ello, los resultados de digestibilidad obtenidos con la dieta preparada con harina de quinua fueron significativamente mejores. Con base en estos resultados, creemos que es posible que el germen del grano de quinua, de manera similar a los cuerpos proteínicos de arroz, sea poco afectado por la cocción y de muy difícil digestibilidad.

A pesar de que la molienda del grano mejora la digestibilidad de la quinua, al comparar los resultados obtenidos con la dieta de harina de quinua con los observados con dietas similares a base de

papa, trigo y arroz, la digestibilidad en general de la quinua es aún ligeramente inferior.

SUMMARY

DIGESTIBILITY AND PROTEIN QUALITY OF QUINUA. COMPARATIVE STUDY, IN CHILDREN, BETWEEN QUINUA SEEDS AND FLOUR

Based on the hypothesis that the digestibility of quinua seed is the limiting factor in the utilization of nutrients from this staple, two quinua-based diets were prepared using quinua seeds and quinua flour. These diets were offered to children recovering from malnutrition. The digestibility and protein quality of the quinua diets were compared to those of a casein control diet by analyzing the children's metabolic balance. Results showed that digestibility of the quinua seed is the limiting factor in the protein and energy utilization, and that milling improves significantly the digestibility of fat and carbohydrates. Findings also confirmed that the protein quality of quinua seeds is adequate for human consumption.

AGRADECIMIENTO

Los autores expresan su reconocimiento a Industrias Alimenticias Cusco S. A., entidad que tuvo a bien proporcionar el material de quinua utilizado en el presente estudio.

BIBLIOGRAFIA

1. White, P. L., E. Alvistur, C. Díaz, E. Viñas, H. S. White & C. Collazos. Nutrient content and protein quality of quinua and cañihua, edible seed products of the Andes mountains. *J. Agr. Food Chem.*, 3: 351-355, 1955.
2. MacLean, W. C., Jr., G. L. Klein, G. López de Romaña, E. Massa & G. G. Graham. Protein quality of conventional and high-protein rice and digestibility of glutinous and non-glutinous rice by pre-school children. *J. Nutr.*, 108: 1740-1746, 1978.
3. López de Romaña, G., H. Creed & G. G. Graham. Alimentos comunes peruanos, tolerancia y digestibilidad en infantes desnutridos. *Arch. Latinoamer. Nutr.*, 28: 419-433, 1978.

4. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. II. Convención Internacional de Quenopodiáceas: Quínoa-Cañihua, Potosí, Bolivia, 1946.
5. **Recommended Dietary Allowances**. A Report of the Food and Nutrition Board. 8th. ed. Washington, D. C., National Research Council-National Academy of Sciences, 1974. (NRC Publication 1146).
6. Association of Official Analytical Chemists. **Official Methods of Analysis of the AOAC**. 12th. ed. Washington D. C., The Association, 1975.
7. Van de Kamer, S., H. Huimink & A. Weyers. Estimation of fat in feces, food, and other biological materials. *J. Biol. Chem.*, **177**: 347-355, 1949.
8. Raymond, W. F., R. J. Canaway & C. E. Harris. An automatic adiabatic bomb calorimeter. *J. Sci. Inst.*, **34**: 501-503, 1957.
9. MacLean, W. C., Jr., G. López de Romaña, G. L. Klein, E. Massa, E. D. Mellits, & G. G. Graham. Digestibility and utilization of the energy and protein of wheat by infants. *J. Nutr.*, **109**: 1290-1298, 1979.
10. López de Romaña, G., G. G. Graham, D. E. Mellits and W. C. MacLean, Jr. Utilization of the protein and energy of the white potato by human infants. Submitted to *J. Nutr.*, 1980.
11. Harris, N. & B. O. Juliano. Ultrastructure of endosperm protein bodies in developing rice grain differing in protein content. *Ann. Bot.*, **41**: 1-5, 1977.
12. The International Rice Research Institute. **Annual Report for 1976**. Los Baños, The Philippines, 1977.
13. Viñas, E. *et al.* El contenido de aminoácidos esenciales de la quínoa. *Salud y Bienestar Social*, p. 61-64.
14. Graham, G. G. The significance of the first limiting amino acid in human diets. En: **Amino Acid Metabolism and Genetic Variation**. W. L. Nyhan (Ed.). New York, N. Y., MacGraw-Hill Co., 1967, p. 403-412.

ANIMAL WASTES. I. EFFECT OF PROCESSING ON THE CHEMICAL AND PROTEIN NUTRITIONAL VALUE OF CALF STOMACH¹

Sabino A. Caldas² and Tasso Moraes-Santos³

Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte,
Minas Gerais, Brasil

SUMMARY

The nutritive value of calf stomach waste from rennet production was assessed. The by-product was either drum-dried at the industry (DDSW) or mildly dried (60°C) in a ventilated oven at the laboratory (MDSW). Part of the sample treated at the laboratory was autoclaved before drying (ASW). The protein and ether extract concentrations ranged from 34.25% to 44.31% and from 31.14% to 38.95%, respectively, and were lower in

Manuscrito modificado recebido: 20-4-81.

- 1 This work was supported by grants from the Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP-82-B) and from the Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq-SIP/14001).
- 2 Fellow from Coordenação do Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). Present address: Universidade Federal do Pará, Pará, Brasil.
- 3 Departamento de Bioquímica e Imunologia, Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Minas Gerais, Caixa Postal 2486, 30000 Belo Horizonte, MG, Brasil, and Fellow from CNPq, to whom reprint requests should be addressed.

DDSW than in the other two samples. The ash content which ranged from 16.04% to 27.38%, was higher in the DDSW sample. Methionine, cystine, and available lysine were lower in the DDSW by-product than in the other two samples. Lysine availability was affected by the drum-drying and autoclaving procedures. Tryptophan was shown to be the limiting amino acid in all samples. Nutritive value, assayed both in DDSW and ASW, was lower in DDSW when compared with ASW or with casein diets as far as PER is concerned. The digestibility was shown to be ranked in increasing order for DDSW, ASW, and casein. In conclusion, the results indicate that the waste from rennet production may be recommended as an inexpensive source of protein for animal feeding.

INTRODUCTION

Agriculture is the main source of nutrients for human and animal consumption. Man keeps feeding animals with grains in order to produce meat and other kinds of foods. For this purpose, however, the animals compete with man for grain (1).

The recycling of animal wastes could be a way of increasing the production of animal protein at a low price. Animal wastes have been extensively studied (2-5). This effort is an indication of an attempt to produce protein from sources that, in general, contain this nutrient of good nutritional quality.

Heat processing of the wastes may alter the nutritional quality of their proteins through Maillard reactions (6). Therefore, the goal of the present work was to assess chemically and nutritionally an animal waste from rennet production that has been buried after being roughly dried. This constitutes part of a broader study (4, 5) which pursues the assessment of by-products that have been discarded or misused without any further technical procedure.

MATERIAL AND METHODS

The material used in this work was a calf stomach waste, by-product of rennet extraction from "BIOBRAS— Bioquímica do Brasil S/A— Montes Claros, MG, Brasil".

The stomach waste was received either already drum-dried at the factory (DDSW) or frozen. The latter was thawed and after discarding the water, divided in two lots. The first one (ASW) was autoclaved at 120°C for 20 minutes, and then dried in a ventilated

oven at 60°C for 20 hours. The second one (MDSW) was dried directly in a ventilated oven at 60°C for a period of 30 hours.

All three samples were powdered in a laboratory mill equipped with a 20-mesh sieve.

Chemical Analyses

Moisture, fat, ash, calcium, and nitrogen were determined according to the procedure recommended by the Association of Official Analytical Chemists (7).

Phosphorus content was determined as reported by Harris (8), and the amino acid content was measured in a Beckman 120 amino acid autoanalyzer, according to the method of Spackman, Stein and Moore (9). Tryptophan (10) and free ϵ -amino group of lysine (11) were evaluated as recommended.

Biological Assays

Weanling male rats of the Holtzman strain 21-24 days of age were used for assessing nutritional quality of the dietary protein. Eighteen rats with approximately the same initial body weight were randomly distributed into three groups and assigned to the diets described in Table 1. The rats were kept individually in suspended wire cages and they received food and water *ad libitum*. Food consumption and body weight were registered weekly.

Protein nutritional values were assessed by the protein efficiency ratio index (PER). The experiment was run for 28 days. At the end of this period, total weight gain and protein intake of each animal were registered for PER determination. Feces of each animal were collected from the beginning to the end of the experiment for evaluation of apparent digestibility (Dapp). Both indices were determined according to the ratios:

$$\text{PER} = \frac{\text{Weight gain (g)}}{\text{Ingested protein (g)}}$$

$$\text{Dapp} = \frac{\text{Ingested nitrogen (g)} - \text{Fecal nitrogen (g)}}{\text{Ingested nitrogen (g)}} \times 100$$

All results were submitted to analysis of variance and comparisons among the means were done according to the Tukey test (12).

TABLE 1
COMPOSITION OF THE DIETS WITH CASEIN (CONTROL), AND
WASTES, AS PROTEIN SOURCES

Ingredients	Control g	ASW g	DDSW g
Casein	120.5	—	—
ASW*	—	237.4	—
DDSW*	—	—	291.9
Cornstarch	580.3	563.3	523.3
Sucrose	100.0	100.0	100.0
Corn oil**	146.2	57.6	59.2
Salt mixture***	50.0	50.0	50.0
Vitamin mixture***	10.0	10.0	10.0
Cellulose	10.0	10.0	10.0
Protein (°/o)	10.0	10.0	10.8
Energy (kcal/kg)	4,483	4,403	4,243

* See "Material and Methods" for preparation of the samples: autoclaved stomach waste (ASW) and drum-dried stomach waste (DDSW).

** Total lipid content in each diet was 15°/o.

*** For composition, see (7).

RESULTS

Chemical Analysis

Table 2 shows the per cent composition of the products obtained from the calf stomach waste. The drum-dried at the factory material (DDSW) presented a lower content of proteins and ether extract than the other samples, but it had the highest ash concentration. The MDSW and ASW by-products exhibited a comparable composition (Table 2).

The amino acid composition of the three samples and the content of available lysine are presented in Table 3. As the data reveal, threonine, methionine, cystine, tyrosine and tryptophan were lower in the DDSW than in the other two samples (ASW and MDSW).

TABLE 2

CHEMICAL COMPOSITION OF DRUM-DRIED STOMACH WASTE (DDSW), AUTOCLAVED STOMACH WASTE (ASW), AND MILDLY DRIED STOMACH WASTE (MDSW)*

Samples	Moisture o/o	Protein (Nx6.25) o/o	Ether extract o/o	Ash o/o	Calcium o/o	Phosphorus o/o
DDSW	6.80	34.25	31.14	27.38	0.50	0.47
ASW	3.50	42.12	38.95	16.80	0.58	0.47
MDSW	4.27	44.31	35.97	16.04	0.58	0.48

* See "Material and Methods" for preparation of the products.

The levels of available lysine were also lower than the total lysine content in the DDSW and ASW. Tryptophan is the limiting amino acid in all three samples followed by sulfur-containing amino acids in the DDSW and ASW, when compared with whole egg proteins, as reported by Payne (13).

Biological Assay

The results of initial body weight, food intake, weight gain of the experimental animals and protein efficiency ratio, as well as the apparent digestibility of the samples analyzed, are shown in Table 4. The amount of ingested food was statistically equal in all three groups. In this case, the values for weight gain, PER, and apparent digestibility were lower in the DDSW group than in the casein and ASW groups. The latter two groups had similar values for all the above-mentioned indices, except for apparent digestibility which was lower in the ASW than in the casein group.

DISCUSSION

The stomach waste studied in this work exhibited nutrient levels comparable with those of other animal products used as feed (4, 14). There was, however, a very high concentration of

TABLE 3

**AMINO ACID CONTENT OF DRUM-DRIED STOMACH WASTE
(DDSW), AUTOCLAVED STOMACH WASTE (ASW), AND
MILDLY-DRIED STOMACH WASTE (MDSW)***

Amino acid	DDSW	ASW	MDSW
	(g/100 g recovered protein)		
Lysine	5.30	5.92	5.40
Available lysine	3.80	4.90	5.13
Histidine	1.69	1.40	1.66
Arginine	7.00	6.63	6.35
Aspartic acid	8.67	8.74	9.04
Threonine	4.19	4.65	4.93
Serine	4.21	4.33	4.57
Glutamic acid	13.68	13.98	13.81
Proline	9.08	8.34	7.89
Glycine	11.74	10.24	9.76
Alanine	6.01	5.84	6.25
Valine	5.46	5.15	5.25
Methionine	1.27	2.21	2.13
Cystine	1.23	1.89	1.96
Isoleucine	3.49	3.72	3.75
Leucine	7.03	7.72	7.63
Tyrosine	3.19	3.72	3.74
Phenylalanine	4.19	4.27	4.28
<u>Tryptophan</u>	<u>0.67</u>	<u>0.74</u>	<u>0.77</u>
<u>Ammonia</u>	<u>1.79</u>	<u>0.74</u>	<u>0.74</u>

* See "Material and Methods" for preparation of the products.

ashes (14) that could have been due to the procedure followed by the manufacturer to produce the rennet. The method which the industry applies to obtain rennet leaves the by-product, which has been buried, with a large amount of salt and inert material used for the enzyme extraction. This assumption seemed to be confirmed by the fact that the calcium and phosphorus contents were equal for all three products.

TABLE 4

INITIAL BODY WEIGHT, FOOD INGESTED, BODY WEIGHT GAIN OF RATS, PROTEIN EFFICIENCY RATIO (PER) AND PROTEIN APPARENT DIGESTIBILITY (Dapp) OF DIETS WITH CASEIN (CONTROL) AND STOMACH WASTES AS PROTEIN SOURCES*

Diets	Initial body weight g	Food ingested g	Weight gain g	PER	Dapp o/o
Control	45.5 ± 2.3	309.5 ± 25.3 ^a	93.3 ± 15.4 ^a	3.00 ± 0.35 ^a	92.19 ± 0.88 ^a
DDSW	45.5 ± 2.9	290.6 ± 27.3 ^a	57.9 ± 13.1 ^b	1.97 ± 0.32 ^b	81.97 ± 2.85 ^b
ASW	45.5 ± 2.7	305.8 ± 7.3 ^a	81.7 ± 8.5 ^a	2.67 ± 0.35 ^a	85.16 ± 1.07 ^c

* See "Material and Methods" for composition of the diets and handling of the by-products. Mean ± SD with the same letter superscript are statistically equal at the 5% level of significance.

The attempt to reduce ashes by discarding the water after thawing the frozen sample received from the factory was not entirely satisfactory, in spite of a reduction of 50% in the ash concentration. Further studies are therefore deemed necessary to establish if the high content of ashes has any adverse effect on the biological quality of the stomach waste proteins, as shown by its PER and digestibility.

Heat treatment by autoclaving did not alter the amino acid composition of the product, but it did decrease lysine availability. The procedure of drying the product at the industry, however, seems to have been more severe and to have promoted a decrease in the available lysine, threonine, methionine, cystine, tyrosine, and tryptophan contents. Severe heat treatment has been shown to alter the protein quality of the food (15). The decrease in the available lysine can be due to reaction of the amino group with other substances (16, 17).

The severe treatment used to dry the product at the factory also destroyed the sulfur-containing amino acids, making them the second limiting amino acids, following tryptophan. When the stomach was submitted to mild treatment at the laboratory, again the first limiting amino acid was found to be tryptophan, followed by isoleucine. The biological assay also showed the material produced by the manufacturer to be worse than either casein or the product obtained in the laboratory for all indices used. This could be anticipated by the results from chemical analyses. The severe heat treatment may not be the only reason for the inferior quality of the DDSW product. The high-ash content in this product may also have adverse nutritional effects. Further animal trials, using improved product, should therefore be performed.

Despite the fact that tryptophan was the limiting amino acid with 46% of that of whole egg, the products seem to have enough of it to grow rats, since the values for PER in the ASW group were comparable to those in the casein group.

In summary, the product that is discarded by industry, in a country that lacks good quality protein, was shown to be useful for animal feeding, in fact, even better than others already used for this purpose (4). Aside from this fact, the product can be improved by treating it properly in order to preserve its nutritional quality.

RESUMEN

SUBPRODUCTOS ANIMALES. I. EFECTO DEL PROCESAMIENTO SOBRE LA COMPOSICION QUIMICA Y EL VALOR NUTRITIVO DE LA PROTEINA DE ESTOMAGO DE TERNERO

Se evaluó el valor nutritivo de los restos de estómago de ternero desechado de la producción de cuajo. En la industria, los subproductos se secaron en desecadora de tambor (DDSW) o bien se secaron levemente en el laboratorio (60°C) en un horno ventilado (MDSW). Parte de la muestra tratada en el laboratorio se sometió al autoclave antes del secamiento (ASW). Las concentraciones de proteína y de extracto etéreo variaron de 34.25% a 44.31%, y de 31.14% a 38.95%, respectivamente, y fueron más bajas en el subproducto DDSW que en las otras dos muestras. El contenido de cenizas, que fluctuó entre 16.04% y 27.38%, fue más alto en la muestra DDSW. El contenido de metionina, cistina y lisina disponible fue más bajo en la muestra DDSW que en las otras dos. Según se comprobó, los procedimientos de secado en tambor y de autoclave afectaron la disponibilidad de lisina. El triptofano demostró ser limitante en todas las muestras analizadas. El valor nutritivo, determinado biológicamente en los subproductos DDSW y ASW, fue más bajo en DDSW, comparado con el de la muestra ASW o con dietas de caseína en lo que al PER se refiere. La digestibilidad varió en orden creciente como sigue: DDSW, ASW y caseína. En conclusión, los resultados indican que los desechos de la producción de cuajo, pueden ser un subproducto a recomendar como una fuente barata de proteína para propósitos de alimentación animal.

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors are indebted to Drs. Enio C. Vieira and Marcos Luiz dos Mares-Guia for their helpful suggestions, and to Marcelo Eustáquio da Silva and Cássio Mário F. Costa for their technical help.

They are also indebted to BIOBRAS-Bioquímica do Brasil S/A for providing the samples.

BIBLIOGRAPHY

1. Dobbins Jr., C. N. The role of animal protein. *Ann. N. Y. Acad. Sci.*, **300**: 148-150, 1977.

2. Fuller, H. L. The value of poultry by-products as sources of protein and unidentified growth factors in broilers rations. *Poultry Sci.*, **35**: 1143-1144, 1956.
3. Jackson, N. & R. B. Fulton. Composition of feather and offal meal and its value as a protein supplement in the diet of broilers. *J. Sci. Food Agr.*, **22**: 38-42, 1971.
4. Coser, A. M. L., L. Jokl & E. C. Vieira. Effects of temperature of processing and of isoleucine fortification on the nutritive value of blood meal. *Arch. Latinoamer. Nutr.*, **27**: 297-309, 1977.
5. Souza, M. L. P., L. Jokl, J. M. L. Silva & E. C. Vieira. Hatchery waste: Nutritional evaluation of non-hatched eggs. *Arch. Latinoamer. Nutr.*, **28**: 401-411, 1978.
6. Sgarbieri, V. C., J. Amaya, M. Tanaka & C. O. Chichester. Nutritional consequence of the Maillard reaction. Amino acid availability from fructose-leucine and fructose-tryptophan in the rat. *J. Nutr.*, **103**: 657-663, 1973.
7. Association of Official Analytical Chemists. **Official Methods of Analysis of the AOAC**. 12th ed. Washington, D. C., The Association, 1975.
8. Harris, L. E. Compilation of data to prepare feed composition tables for the Latin American Tropics. I. Procedures for describing and analyzing feed samples and recording data on source forms. Center for Tropical Agriculture-Feed Composition Projects. Univ. Florida, USA, 1970, p. 3901.
9. Spackman, O. H., W. H. Stein, & S. Moore. Automatic recording apparatus for the use in the chromatography of amino acids. *Anal. Chem.*, **30**: 1190-1206, 1958.
10. Miller, E. L. Determination of the tryptophan content of feeding stuffs with particular reference to cereals. *J. Sci. Food Agr.*, **18**: 381-386, 1967.
11. Hall, R. J., N. Tinder & D. I. Givens. Observation on the determination of available lysine in animal protein concentrates. *Analyst*, **98**: 673-686, 1973.
12. Dixon, W. J. & F. J. Massey, Jr. **Introduction to Statistical Analysis**. New York, N. Y., McGraw-Hill Book Co. Inc., 1969, p. 150-163.
13. Payne, P. R. Protein and amino acid requirements of experimental animals. In: **Nutrition and Disease in Experimental Animals**. W. D. Tavernor (Ed.). London, Bailliere, Tindall Cassell, 1970, p. 14.
14. Rodríguez, N. M. Controle de qualidade de ingredientes para rações. In: **Tópicos Agrícolas**. E. Campos (Ed.). Belo Horizonte, MG. Universidade Federal de Minas Gerais, 1975, p. 149-166.
15. Lang, K. Influence of cooking on foodstuffs. *World Rev. Nutr. Diet.*, **12**: 266-317, 1970.

16. Pader, M., D. Melnick & B. L. Oser. Factors affecting the availability of lysine in heat processed casein. *J. Biol. Chem.*, **172**: 763-769, 1948.
17. Sgarbieri, V. C., J. Amaya, M. Tanaka & C. O. Chichester. Physiological consequences of feeding to rat a browned synthetic amino acid-sugar mixture (Maillard reaction). *Arch. Latinoamer. Nutr.*, **23**: 363-378, 1973.

ANIMAL WASTES. II. CHEMICAL AND NUTRITIONAL EVALUATION OF BY-PRODUCTS FROM RENNET AND PROTEASES PRODUCTION¹

Tasso Moraes-Santos² and Marcelo Eustáquio Silva²

**Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte,
Minas Gerais, Brasil**

SUMMARY

Drum-dried calf stomach waste (DDSW) from rennet production, after washing with water for salt elimination, as well as drum-dried porcine pancreas waste (DDPW) from protease extraction were used. Their chemical composition and nutritional values were studied. The protein content of DDPW was two-thirds that of the DDSW sample. The amount of ashes (acid soluble and insoluble) in DDPW was twice that of DDSW. Four diets, the protein sources of which were casein, DDSW, DDPW and a mixture of equal parts of both by-products (MSPW) were then prepared. Their nutritive value was assessed in weanling rats through the following parameters: food ingestion, body weight gain, protein efficiency ratio (PER) and apparent protein

Manuscrito modificado recibido: 20-4-81.

- 1** This work was supported by grants from the Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP-82-Band 219) and from the Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq 40.0022/79).
- 2** Departamento de Bioquímica e Imunologia, Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Minas Gerais, Caixa Postal 2486, 30000 Belo Horizonte, MG, Brasil, and Fellow from CNPq.

digestibility. The DDSW sample showed the lowest nutritional quality for all parameters measured. The weight gain of rats fed diets containing casein, DDPW, MSPW, and DDSW were, 59.60 ± 8.12 , 84.63 ± 9.89 , 56.22 ± 6.74 , and 20.08 ± 3.72 , respectively. The PER for the same diets were: 2.82 ± 0.33 , 2.67 ± 0.19 , 2.17 ± 0.25 , and 1.30 ± 0.20 , in the same order. The protein digestibility of all experimental diets was about 70%, and that of the control diets, about 90%. As a conclusion, the by-product of protease production from porcine pancreas seems adequate as a protein source for animal feeding, despite its high level of ashes. Also, this by-product appears to be useful for feeding purposes, when mixed with the other animal by-products studied.

INTRODUCTION

Some industrial by-products of animal origin have been discarded or ill-utilized in Brazil (1-3). This attitude deserves attention, since the by-products are good protein sources. Furthermore if the wastes are not duly treated, they can be an agent of pollution.

The previous paper on this subject (1) showed results that recommended the use of calf stomach waste, from rennet production, as a protein source for animal feeding purposes. It was, however, advised that washing of the by-product should be performed before drying, in order to decrease its ash content.

On the present occasion, the manufacturer produced a batch of the by-product, previously washed, as recommended. The goal of this work was to evaluate its nutritive value as well as that of the by-product (pancreas) from protease production for the above-mentioned purposes.

MATERIAL AND METHODS

The materials used in the study reported herein, were calf stomach and porcine pancreas residues, after rennet and protease extraction, respectively. Both were kindly provided by "BIOGRAS-Bioquímica do Brasil S. A.", Montes Claros, MG, Brazil.

At the factory, the stomach by-product was washed with water and then drum-dried, with steam as the source of heat. The porcine pancreas, after protease extraction, was drum-dried as

above, but without any washing. The two samples were received at the laboratory as a fine powder; after their arrival, both drum-dried stomach waste (DDSW) and drum-dried pancreas waste (DDPW) were stored at 4°C.

Chemical Analyses

Moisture, nitrogen, ether extract, and acid soluble and insoluble ashes were determined as recommended by the Association of Official Analytical Chemists (4).

Biological Assays

Weanling male rats of the Holtzman strain, 21-24 days of age, weighing between 41.0 and 43.9 g were used for assessing nutritional quality of the dietary protein. Twenty-four rats were randomly distributed into four groups and assigned to the diets the composition of which is described in Table 1. The rats were kept individually in suspended wire cages, with full food and water *ad libitum*. Food consumption and body weight were registered weekly.

Protein nutritional values were assessed by the protein efficiency ratio index (PER). The experiment covered a 28-day period during which feces of each animal were collected. Total weight gain of each animal was also registered, and the PER and apparent digestibility (Dapp) were calculated according to the ratios:

$$\text{PER} = \frac{\text{Weight gain (g)}}{\text{Ingested protein (g)}}$$

$$\text{Dapp} = \frac{\text{Ingested nitrogen (g)} - \text{Fecal nitrogen (g)}}{\text{Ingested nitrogen (g)}} \times 100$$

All results were submitted to analysis of variance and comparisons among the means were done according to the L test (5).

RESULTS AND DISCUSSION

Table 2 shows the per cent composition of the by-products studied in this work. The protein level in the drum-dried DDSW,

TABLE 1
COMPOSITION OF THE DIETS WITH CASEIN (CONTROL)
AND WASTES, AS PROTEIN SOURCES

Ingredients	Control g	DDSW g	DDPW g	MSPW. g
Casein	116.0	—	—	—
DDSW	—	190.0	—	—
DDPW	—	—	268.0	—
MSPW*	—	—	—	234.0
Cornstarch	608.0	573.0	523.0	543.5
Sucrose	100.0	100.0	100.0	100.0
Corn oil**	146.0	107.0	79.0	92.5
Salt mixture***	50.0	50.0	50.0	50.0
Vitamin mixture***	10.0	10.0	10.0	10.0
Cellulose	10.0	10.0	10.0	10.0
Protein (‰)	9.62	9.29	9.05	9.65
Energy (kcal/kg)	4,567	4,414	4,204	4,310

* Mixture of equal parts of drum-dried stomach waste (DDSW) and drum-dried pancreas waste (DDPW).

** The total lipid content in each diet was 15‰.

*** For composition, see (4).

material was higher than that reported in the preceding paper (1). The fat (ether extract) (22.63‰) and ash contents (15.15‰) were lower than those reported previously (31.4 and 27.38, respectively, for fat and ash), when a similar sample was used without washing before drying (1). This washing of the by-product is probably the cause of the decreased contents. The washing, however, was not sufficient to completely eliminate the inert material (acid insoluble ash) utilized by the industry to produce rennet.

Table 2 also shows the composition of DDPW, another by-product that is usually discarded as waste. The protein and ash levels were very high (6). The proportion of acid insoluble ash was about 90‰ of the total ash content. DDPW was not washed

TABLE 2

**CHEMICAL COMPOSITION OF DRUM-DRIED STOMACH
WASTE (DDSW) AND DRUM-DRIED PANCREAS WASTE (DDPW)***

Component	DDSW %	DDPW %
Moisture	16.38	11.30
Nitrogen	7.81	5.40
Protein (N x 6.25)	48.81	33.73
Ether extract	22.63	26.50
Ashes:		
Acid insoluble	14.00	28.50
Acid soluble	1.15	3.50

* See "Material and Methods" for preparation of the products.

before drum-drying.

The nutrient levels found in these by-products are comparable to those reported in the literature (3) which are utilized, or potentially utilized for food and feed purposes.

Table 3 shows the results of the study on nutritional evaluation of the by-products and of a mixture of equal parts of them carried out, as stated, in 24-day-old weanling rats of the Holtzman strain. Data on food ingested and weight gain were registered weekly in an experimental period of four weeks and, finally, PER and apparent digestibility were calculated.

The ingestion of the diet, the protein source of which was DDSW, was significantly lower than that of all other diets tested. In addition, weight gain, PER, and protein apparent digestibility showed the lowest values.

Table 3 shows that the nutritive value of DDSW was not improved by washing as recommended in a previous paper (1). The recommendation was a meaningful one as far as elimination of ash was concerned, but it is likely that the washing also removed some soluble protein fraction better balanced in essential amino acids. Therefore, if there is a dietary imbalance in essential amino acids, a decrease in food ingestion and a lower value for PER are to be expected (7, 8).

TABLE 3

INITIAL BODY WEIGHT, FOOD INGESTED, BODY WEIGHT GAIN OF RATS, PROTEIN EFFICIENCY RATIO (PER) AND PROTEIN APPARENT DIGESTIBILITY (Dapp) OF DIETS THE PROTEIN SOURCES OF WHICH WERE: CASEIN (CONTROL), AND THE WASTES*

Diets	Initial body weight g	Food ingested g	Weight gain g	PER	Dapp
Control	42.5 ± 4.7	219.8 ± 18.2 ^a	59.60 ± 8.12 ^a	2.82 ± 0.33 ^a	90.46 ± 1.48 ^a
DDSW	41.0 ± 2.1	167.6 ± 24.1 ^b	20.08 ± 3.72 ^b	1.30 ± 0.20 ^b	67.17 ± 6.63 ^b
DDPW	43.9 ± 2.4	349.5 ± 17.5 ^c	84.63 ± 9.89 ^c	2.67 ± 0.19 ^a	72.15 ± 1.13 ^{bc}
MSPW	42.7 ± 4.6	268.0 ± 17.0 ^d	56.22 ± 6.74 ^a	2.17 ± 0.25 ^c	76.35 ± 1.50 ^c

* See "Material and Methods" for preparation of the products and diets. Means ± SD with the same letter superscript are statistically equal at the 5% level of significance.

The decreased digestibility and PER indices when compared to previous results (PER 1.97 and Dapp = 81.97%) of the DDSW (1) corroborate the suggestion that some protein fractions were lost during washing and that the remaining ones might be less digestible and of poorer nutritional quality. Aside from this fact, the adverse processing effect on the quality of the remaining protein can not be ruled out.

The highest amount of food ingestion was observed for the group which received the diet based on drum-dried pancreas waste (DDPW). The weight gain of this group was higher than that of the casein one, but the PER was statistically equal in both groups. The digestibility, however, was significantly lower than that of casein and similar to DDSW. The by-product used to prepare the diet was not washed before drum-drying; therefore, its content of ashes (32%) was high, even higher than that of DDSW (27.38%) previously reported (1). In spite of the fact that digestibility of the protein of DDPW is not comparable to casein, as far as weight gain and PER are concerned, the nutritive value of the proteins of this by-product suggests that it could very well be recommended as a good protein source for the feeding of monogastric animals.

In order to try an improvement in the nutritional quality of the DDSW protein, a diet based on a mixture containing equal parts of DDSW and DDPW was prepared. The results showed intermediate values for food ingestion, weight gain, and PER when compared to figures derived from DDSW and DDPW.

This study, therefore, indicates that for animal feeding purposes, the by-product obtained from protease production is better than that of rennet extraction. Both by-products, however, can be utilized to prepare rations when a mixture of them is used. The nutritional quality of the mixture would be better if the proportion of DDPW were higher than that used in the present work.

It seems that with further minor technical treatments, the by-product would be very useful for animal feeding purposes.

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors express their appreciation to Drs. Enio Cardillo Vieira and Marcos Luiz dos Mares-Guia for their valuable suggestions, and to Cássio Mário Ferreira Costa for his technical help.

They are also indebted to BIOBRAS-Bioquímica do Brasil S/A for providing the samples.

RESUMEN

DESECHOS DE ORIGEN ANIMAL. II. EVALUACION QUIMICA Y NUTRICIONAL DE SUBPRODUCTOS DE CUAJO Y DE PRODUCCION DE PROTEASAS

Se sometió a estudio la composición química y el valor nutritivo de los restos de estómago de ternero después de la producción de cuajo. La muestra fue lavada con agua para eliminar las sales y luego secada en un secador de tambor (DDSW). Se estudiaron también los restos de la extracción de proteasa de páncreas de cerdo después de secados en un secador de tambor (DDPW). El contenido de proteínas del DDPW fue dos tercios del determinado en la muestra DDSW. La cantidad de cenizas (ácido soluble e insoluble) en el material DDPW fue el doble de la que acusó la muestra DDSW.

Se prepararon cuatro dietas cuyas fuentes de proteína fueron caseína, DDSW, DDPW y una mezcla por partes iguales de ambos subproductos (MSPW). Su valor nutritivo se evaluó en ratas recién destetadas a través de los siguientes parámetros: ingestión de alimento, ganancia de peso corporal, índice de eficiencia proteínica (PER), y digestibilidad aparente de proteína. Para todos los parámetros medidos se encontró que el subproducto DDSW tenía una menor calidad nutricional. El aumento de peso de las ratas alimentadas con las dietas que contenían caseína, DDPW, MSPW y DDSW fue de 59.60 ± 8.12 , 84.63 ± 9.89 , 56.22 ± 6.74 y 20.08 ± 3.72 , respectivamente. El PER para las mismas dietas fue de 2.82 ± 0.33 , 2.67 ± 0.19 , 2.17 ± 0.25 y 1.30 ± 0.20 , en ese mismo orden. La digestibilidad de proteínas en todas las dietas experimentales fue alrededor del 70% mientras que en la dieta control ésta fue de más o menos 90%.

Como conclusión, parece ser que los subproductos de la producción de proteasa de páncreas de cerdos son muy adecuados como fuente de proteínas para alimentación animal, a pesar de su alto contenido en cenizas. Ajeno a ello, este subproducto también demostró ser útil para propósitos alimentarios, al ser mezclado con el otro subproducto animal sometido a estudio.

BIBLIOGRAPHY

1. Caldas, S.A. & T. Moraes-Santos. Animal wastes. I. Chemical and nutritional assays of calf stomach after industrialization. *Arch. Latinoamer. Nutr.*, 31: 498-508, 1981.
2. Coser, A.M.L., L. Jokl & E.C. Vieira. Effects of temperature of processing and of isoleucine fortification on the nutritive value of blood meal. *Arch. Latinoamer. Nutr.* 27: 297-309, 1977.

3. Souza, M.L.P., L. Jokl, J.M.L. Silva & E.C. Vieira. Hatchery waste: nutritional evaluation of non-hatched eggs. *Arch. Latinoamer. Nutr.* **28**: 401-411, 1978.
4. Association of Official Analytical Chemists. **Official Methods of Analysis of the AOAC**. 12th. ed. Washington D.C., The Association, 1975.
5. Dixon, W. J. & F. J. Massey, Jr. **Introduction to Statistical Analysis**. New York, N. Y., McGraw-Hill Book Co. Inc., 1969, p. 150-163.
6. Rodriguez, N. M. Controle de Qualidade de Ingredientes para Rações. In: **Tópicos Agrícolas**. E. Campos (Ed.). Belo Horizonte, Minas Gerais, Universidade Federal de Minas Gerais, 1975, p. 149-166.
7. Sanahuja, J. C. & M. E. Río. Desequilibrio de aminoácidos y "maduración química" en la rata. *Arch. Latinoamer. Nutr.*, **22**: 133-146, 1972.
8. Moraes-Santos, T. & J. E. Dutra de Oliveira. Valor nutritivo de frações proteicas isoladas do feijão (*Phaseolus vulgaris* L). *Arch. Latinoamer. Nutr.*, **22**: 547-560, 1972.

OPTIMIZACION DE PROCESOS DE CONGELACION POR CARGAS

*José A. Barreiro Méndez,¹ Sergio A. Antunes,² Emilio Saíz U.³
y Carmen Irazábal de Guariguata⁴*

Universidad Simón Bolívar, Caracas, Venezuela, e Instituto
Oceanográfico, Universidad de Sao Paulo, Sao Paulo, Brasil

RESUMEN

Se desarrolló un modelo para la optimización del proceso de congelación con miras a maximizar la producción diaria de un congelador de platos, proceso que culminó con una ecuación para predecir el espesor óptimo del producto a congelar.

El modelo se comprobó experimentalmente en un congelador de un plato, con un modelo alimentario consistente en una mezcla de bentonita al 90/o. Se demostró que el modelo desarrollado predice satisfactoriamente los

Manuscrito modificado recibido: 26-5-81.

- 1 Profesor Asociado del Departamento de Tecnología de Procesos Biológicos y Bioquímicos de la Universidad Simón Bolívar, Apartado 80659, Caracas 1080, Venezuela.
- 2 Instituto Oceanográfico de la Universidad de Sao Paulo, Sao Paulo, Brasil.
- 3 Miembro del Departamento de Tecnología de Procesos Biológicos y Bioquímicos de la citada Universidad Simón Bolívar.
- 4 Profesor Agregado, Departamento de Tecnología de Procesos Biológicos y Bioquímicos de la misma Casa de Estudios, Caracas, Venezuela.

tiempos de congelación y el espesor óptimo del producto. Asimismo, bajo las condiciones en que se llevó a cabo el experimento, se constató un espesor óptimo de 0.0142 m, con el cual era factible obtener en cinco cargas al día, una producción diaria máxima de 3.152 kg.

INTRODUCCION

Los alimentos congelados se han tornado en uno de los principales renglones de la industria alimentaria mundial. Sin embargo, la eficiencia en la utilización de equipos de congelación no es, en la mayoría de los casos, la más adecuada. Esta eficiencia puede ser mejorada mediante técnicas de optimización que frecuentemente se utilizan en la industria de procesos químicos.

El presente trabajo se llevó a cabo con el propósito de aplicar la ecuación de Plank modificada en el desarrollo de la optimización del proceso de congelación con miras a maximizar la producción diaria factible de obtener de un congelador que opere por cargas. El modelo en cuestión permite estimar el espesor óptimo que debe tener el empaque donde se procese el producto alimenticio para lograr la maximización, y puede ser aplicado, entre otros, a cualquier producto sólido como carnes de res, filetes de pescado y carnes de aves. De esta manera, se logra obtener la utilización máxima del equipo de congelación en lo que a capacidad de procesamiento se refiere, ya que se modifica y mejora el modelo desarrollado por Barreiro, Rao y Novak (1). Se da cuenta, asimismo, de su comprobación experimental.

PARTE EXPERIMENTAL

La congelación de alimentos puede llevarse a cabo en forma continua o por cargas, utilizando equipos que pueden ser clasificados en una de las siguientes categorías: congelación en aire, con convección natural o forzada; congeladores de platos; y congelación por inmersión. Cada uno de estos procesos tiene sus propias características, las cuales determinan el coeficiente de transferencia de calor superficial en el producto y, por ende, las tasas de transferencia de calor y tiempos de congelación.

Los parámetros que influyen sobre el proceso se pueden clasificar como sigue: 1) variables de procesamiento, tales como espesor del producto o dimensión característica, cantidad de pro-

ducto procesado, tiempo de congelación, y temperatura inicial y final del alimento; 2) características físicas del equipo, por ejemplo, capacidad (número de platos o dimensiones características), área ocupada por el producto, temperatura del medio refrigerante, limitaciones físicas del equipo, coeficiente superficial de transferencia de calor, y eficiencia mecánica; 3) propiedades físicas y térmicas del producto, o sea, densidad, calor específico, conductividad térmica, temperatura de congelación, calor latente de congelación, composición, y dimensiones del producto.

Luego se desarrolla un modelo para maximizar la producción diaria de un congelador de platos. Cabe agregar que este mismo procedimiento puede seguirse también para otros tipos de congeladores o bien para optimizar otras variables tales como ganancia bruta y costos de producción.

Descripción de Equipo de Congelación

Los congeladores de platos empleados en la industria alimentaria consisten en una serie de platos metálicos en cuyo interior circula un refrigerante; estos platos están montados paralelamente unos con otros, ya sea en forma horizontal o vertical. La distancia entre platos es variable, abriéndose para insertar el producto a ser congelado y cerrándose de forma que exista un íntimo contacto entre el producto alimenticio y la superficie de los platos a fin de que exista una buena transferencia de calor por ambas caras del producto hacia los platos superior e inferior. Con el fin de facilitar las operaciones de carga y descarga, el producto alimenticio empaquetado se coloca en bandejas de aluminio. La presión ejercida por los platos sobre el producto suele ser del orden de 0.1–0.3 kg/cm². Para evitar la compresión de los paquetes se suelen utilizar espaciadores sólidos ligeramente más estrechos que el espesor de los paquetes. El conjunto de platos va encerrado en un gabinete, el cual constituye la armazón externa del aparato.

Desarrollo y Optimización del Modelo⁵

La producción diaria de un congelador similar al descrito, está establecida por la ecuación:

$$DP = N w \quad (1)$$

⁵ Véase lista de símbolos utilizados al final del artículo.

El número de cargas que se puede procesar por día será:

$$N = \frac{t_d}{t + t_r} \quad (2)$$

La cantidad de producto factible de congelar en una carga, la establece la relación:

$$w = n A \rho (1-\epsilon) X \quad (3)$$

Sustituyendo las ecuaciones (2) y (3) en (1):

$$DP = \left(\frac{t_d}{t + t_r} \right) n A \rho (1-\epsilon) X \quad (4)$$

El tiempo de congelación requerido para congelar el producto se puede estimar mediante la ecuación de Plank modificada, presentada por Heldman (2):

$$t = \frac{\rho L}{T_i - T_m} \left(\frac{P X}{h} + \frac{R X^2}{K} \right) \quad (5)$$

siendo L definido por la relación:

$$L = C_{p1} (T_i - T_c) + \lambda + C_{p2} (T_c - T_f) \quad (6)$$

En el caso de una plancha semi-infinita $P = 1/2$ y $R = 1/8$; para una esfera $P = 1/6$ y $R = 1/24$ y para un cilindro semi-infinito $P = 1/4$ y $R = 1/16$ (2).

El coeficiente de transferencia de calor h varía con el tipo de congelador y las condiciones de procesamiento, y debe evaluarse experimentalmente en cada caso por cualquiera de los procedimientos señalados en la literatura (2-4).

En el caso de productos empaquetados en cartón u otro material aislante, se debe calcular un coeficiente global de transferencia de calor que considere la resistencia que ofrece el paquete a la transferencia de calor mediante la relación:

$$1/h_c = 1/h + X_p/K_p \quad (7)$$

Sustituyendo las ecuaciones (5) y (6) en (4) se obtiene:

$$DP = \frac{n A \rho (1 - \epsilon) X t_d}{\rho [C_{p1} (T_i - T_c) + \lambda + C_{p2} (T_c - T_f)] \left(\frac{PX}{h_c} + \frac{RX^2}{K} \right) + t_r} \quad (8)$$

La ecuación (8) representa la función objeto a ser optimizada. Esta función es de la forma $DP = f(X)$ y es continua para cualquier valor de $X \geq 0$. Presenta un máximo que se puede determinar derivando la ecuación (8) con respecto a X , igualando a cero y resolviendo para despejar X_{opt} , previa comprobación de que la derivada segunda es menor de cero. En este caso se obtiene:

$$X_{opt} = \sqrt{\frac{t_r K (T_i - T_m)}{R\rho [C_{p1} (T_i - T_c) + \lambda + 4C_{p2} (T_c - T_f)]}} \quad (9)$$

En el caso de los congeladores de platos existe una restricción física para el máximo espesor (X') del producto que se puede procesar, debido a que los platos pueden separarse entre sí una distancia dada. Por consiguiente, debe cumplirse que $X_{opt} \leq X'$. En el caso de que $X_{opt} > X'$, sólo se puede obtener un valor subóptimo de la función para $X_{opt} = X'$, ya que físicamente no se puede sobrepasar el valor de X' .

La determinación de X_{opt} mediante la ecuación (9) permite el cálculo de un tiempo de congelación óptimo al sustituir el valor de X_{opt} en la ecuación (5). Con dicho tiempo y con la ecuación (2), puede calcularse el número óptimo de cargas por día que corresponde a dicho valor de X_{opt} . La producción máxima obtenible por día se calcula con la ecuación (8).

El número óptimo de cargas por día (N_{opt}) debe ser un número entero. En general, el valor calculado por el método no lo es, estando comprendido entre dos números enteros consecutivos; es decir:

$$N_1 < N_{opt} < N_2 \quad (10)$$

$$y \quad N_2 - N_1 = 1 \quad (11)$$

Con el valor del número óptimo de cargas por día se obtiene el máximo valor posible de la producción diaria. Obviamente, los valores de la producción diaria obtenibles con el número de cargas por día que corresponde a los enteros consecutivos que comprenden al óptimo (N_1 y N_2), serán menores que el máximo; por lo tanto, la respuesta subóptima al problema será, entre N_1 y N_2 , aquel valor con el cual se obtenga la mayor producción diaria. A estos valores le corresponderán los espesores X_1 y X_2 y los tiempos de congelación t_1 y t_2 .

Si se toma en cuenta la restricción antes señalada de que $X < X'$, podría suceder que $X_1 > X'$, siendo en este caso eliminada dicha solución. Si ambos, $X_1 > X'$ y $X_2 > X'$, entonces la solución será establecida por el valor de N entero que dé la solución más cercana a X' por la izquierda, utilizando un criterio similar.

Comprobación Experimental del Modelo

La comprobación del modelo se llevó a cabo mediante la utilización de un congelador de un plato ($n = 1$), marca Labconco, por el interior del cual circulaba Freón 12 a una temperatura promedio de -21.8°C . Este plato permitía la transferencia de calor por una de las caras del producto, aislándose la otra cara con una capa de poliuretano. Bajo estas circunstancias, el espesor X que debe utilizarse para aplicar el modelo es el espesor total del producto; si hubiera habido transferencia de calor por ambas caras el valor X habría sido la mitad del espesor total. El coeficiente de transferencia de calor del congelador para las condiciones del estudio fue estimado en $16 \pm 3 \text{ Kcal/hr m}^2\text{ }^\circ\text{C}$, con un intervalo de confianza del 98%. Para ello se utilizó la ecuación de Plank modificada (2). El máximo espesor X' que se podía procesar era de aproximadamente 2.5 cm (0.025 m).

Como producto se empleó un modelo alimentario simulado, el cual presenta mecanismo de transferencia de calor por conducción (5), consistente en una dispersión al 9% de bentonita en agua, la cual se dejó expandir durante una noche.

Las propiedades térmicas y físicas se estimaron en:

- $\rho = 1.110 \text{ kg/m}^3$ (laboratorio)
- $C_{p1} = 0.93 \text{ Kcal/kg } ^\circ\text{C}$ (Siebel) (6)
- $C_{p2} = 0.47 \text{ Kcal/kg } ^\circ\text{C}$ (Siebel) (6)
- $k = 0.3 \text{ Kcal/hr m } ^\circ\text{C}$ (ASHRAE) (7)
- $\lambda = 72.8 \text{ Kcal/kg}$ (ASHRAE) (7)
- $T_c = 0^\circ\text{C}$ (laboratorio)

El producto se empacó en cajas de madera de aproximadamente 2 cm de espesor de 20 x 20 cm ($A = 0.04 \text{ m}^2$), en cuyo fondo se colocó papel de aluminio de 0.01 mm de espesor. La resistencia del aluminio a la transferencia de calor era despreciable en relación a la del producto y, por consiguiente, $h = h_c$ al aplicar la ecuación (7). Se fabricaron diez cajas, las cuales se podían llenar de producto hasta lograr espesores de 0.94, 2.00, 5.32, 4.36, 5.15, 6.00, 4.25, 3.15, 2.20 y 5.38 cm, respectivamente. En el tope superior se colocó una plancha de poliuretano de 1 cm de espesor aproximadamente.

La temperatura del plato y la existente en la cara aislada del producto se midieron con termopares de cobre-constantán, marca Ellab, especialmente fabricados para este fin. La temperatura fue registrada en un registrador Speedomax W, marca Leeds & Northrup, determinándose así las curvas de congelación. La temperatura inicial del producto (T_i) fue de 20.2°C , y la temperatura media del plato, de -21.8°C .

Con las curvas de congelación así obtenidas, se determinaron los tiempos de congelación requeridos para que la superficie o parte aislada del producto alcanzase una temperatura de -12.2°C , la cual se consideró como temperatura final de congelación (T_f). Estos datos experimentales se ajustaron mediante una regresión, calculándose el intervalo correspondiente de 95% de confianza. De igual manera, para cada espesor se calcularon los tiempos de congelación predichos por la ecuación de Plank modificada, y se compararon estos valores con los obtenidos experimentalmente.

Una vez comprobada la correspondencia entre los valores teóricos y los experimentales del tiempo de congelación en función del espesor del producto, a partir de los datos experimentales se calculó la producción diaria (DP) y el número de cargas por día que correspondía a cada espesor (X), determinándose el óptimo y comparando el valor obtenido con el predicho por la ecuación (9). El tiempo de reacondicionamiento (t_r) se fijó en 0.25 hr, siendo la fracción vacía $\epsilon = 0$, por ser la bentonita no porosa y ocupar toda el área de transferencia de calor estudiada.

RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados relativos a la determinación experimental del tiempo de congelación para cada uno de los diez espesores de producto sometidos a estudio se presentan en la Figura 1. Se encontró

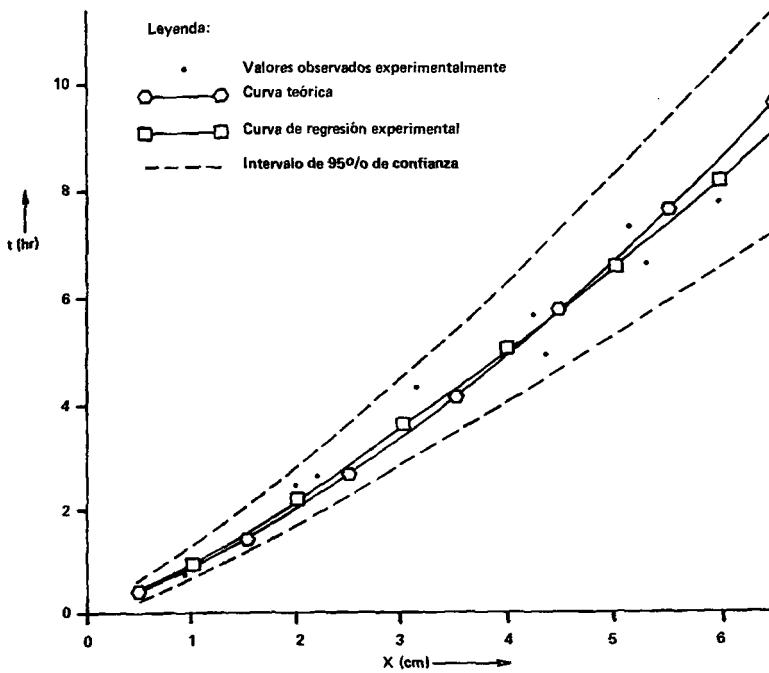


FIGURA 1

Tiempo de congelación en función del espesor del producto: curva teórica predicha por la ecuación de Plank modificada y curva de regresión de los valores experimentales, con intervalos de 95% de confianza

que el mejor ajuste para los datos experimentales lo establecía la relación:

$$t = 0.962 X^{1.191} \quad (12)$$

obteniéndose un coeficiente de correlación (r^2) de 0.99. Según se aprecia, en la Figura 1 se indica la curva de regresión con su respectivo intervalo de 95% de confianza para el rango de espesores estudiado. De igual manera, se exponen los valores predichos por la ecuación de Plank modificada.

Como puede observarse, los valores predichos por la ecuación de Plank modificada caen dentro del intervalo de 95% de confianza de la curva de regresión correspondiente al ajuste de los datos experimentales. Por consiguiente, dicha ecuación puede considerarse como adecuada para la predicción de tiempos de congelación.

A partir de cada uno de los tiempos de congelación estimados teórica o experimentalmente, es posible calcular diferentes valores de la producción diaria (DP), mediante el empleo de esa ecuación (8). Igualmente, se pueden calcular los valores del número diario de cargas correspondiente con la ecuación (2). Para este último caso se fijó un tiempo máximo de operación diario del congelador (t_d) de ocho horas.

Los resultados concernientes a la producción diaria (DP) y al número de cargas respectivo (N), calculados de la forma antes señalada, se presentan en la Tabla 1. Para el cálculo correspondiente se tomaron en cuenta los valores de los tiempos de congelación estimados con los valores medios y extremos del intervalo de 95% de confianza que constan en la Figura 1, para diferentes espesores del producto comprendidos entre 0.5 y 6.5 cm.

Según se observa en la Tabla 1, o si se hace una representación gráfica de la producción diaria en función del espesor del producto, se obtiene un valor máximo de la producción para un espesor del producto de 0.015 m (1.5 cm), con un valor medio de 2.944 kg y con valores extremos para el intervalo de 95% de confianza de 3.613 kg y 2.382 kg, respectivamente. El valor teórico predicho por el modelo y calculado por la ecuación (9) es de 0.015 m, análogo al estimado a partir de los datos experimentales.

El número de cargas por día (N) osciló entre 5.426 y 3.577 con un valor medio del intervalo de 4.421. En este caso $N_2 = 5$ y $N_1 = 4$. De la ecuación (2) y, según la Figura 1, se deriva que los tiempos de congelación que les corresponden serán $t_2 = 1.350$ hr y $t_1 = 1.750$ hr, con espesores del producto de $X_2 = 0.0142$ m, y $X_1 = 0.0175$ m, y producciones diarias $DP_2 = 3.152$ y $DP_1 = 3.108$ kg. Por consiguiente, el valor subóptimo con el cual se obtiene un número de cargas entero será el que corresponde a $N = 5$, con un espesor óptimo $X_{opt} = 0.0142$ m, y una producción diaria $DP = 3.152$ kg. Este espesor es menor que el máximo que se puede procesar (0.25 m).

Como se observa, los resultados del modelo son satisfactorios y éste sirve para predecir los espesores óptimos para maximizar la producción del congelador estudiado.

Es conveniente señalar que la predicción del modelo será tan

TABLA 1

**PRODUCCION DIARIA Y NUMERO DE CARGAS
CORRESPONDIENTES A DIVERSOS ESPESORES DEL PRODUCTO
PROCESADO EN EL CONGELADOR**

Espesor del pro- ducto (cm)	Producción diaria DP (kg)			Número de cargas por día N		
	Máxima	Media	Mínima	Máxima	Media	Mínima
0.5	3.190	2.651	2.140	14.365	11.942	9.640
1.0	3.595	2.935	2.140	8.097	6.607	5.315
1.5	3.613	2.944	2.382	5.426	4.421	3.577
2.0	3.562	2.899	2.355	4.012	3.270	2.652
2.5	3.498	2.851	2.314	3.152	2.568	2.085
3.0	3.437	2.801	2.270	2.581	2.102	1.704
3.5	3.382	2.746	2.225	2.176	1.767	1.432
4.0	3.333	2.700	2.182	1.877	1.520	1.228
4.5	3.290	2.655	2.141	1.646	1.329	1.071
5.0	3.250	2.616	2.102	1.464	1.179	0.947
5.5	3.215	2.579	2.066	1.317	1.056	0.846
6.0	3.184	2.544	2.032	1.195	0.955	0.763
6.5	3.155	2.513	1.999	1.093	0.871	0.693

buena como lo sea la predicción de la temperatura por la ecuación de Plank modificada, en la cual se basa éste. En el caso sometido al estudio aquí descrito, se comprobó que dicha ecuación sí era satisfactoria para el intervalo considerado.

Igualmente se pueden optimizar otras funciones objeto tales como costos de producción y ganancias brutas.

CONCLUSIONES

En el presente trabajo se desarrolló un modelo para la optimización de un proceso de congelación por cargas. El procedimiento se ilustró para un congelador de platos y se encontró un espesor óptimo, derivado de la ecuación (9), para maximizar la producción diaria en dicho congelador.

El modelo se comprobó experimentalmente utilizando un modelo alimentario simulado consistente en una mezcla al 90/o de bentonita. Se encontró que los valores predichos por la ecuación de Plank modificada, en la cual se basa el modelo, concordaban satisfactoriamente con los experimentales de los tiempos de congelación para diversos espesores del producto.

Para el producto antes señalado se encontró un espesor óptimo de 0.0142 m, con el cual se obtiene una producción diaria de 3.152 kg en cinco cargas al día. El tiempo de operación diaria del congelador de un plato estudiado se fijó en 8 hr y el tiempo de reacondicionamiento por carga en 0.25 hr. Los valores obtenidos son análogos a los predichos por el modelo, por lo cual éste se puede considerar satisfactorio para optimizar la producción.

SUMMARY

OPTIMIZATION OF THE FREEZING PROCESS BY LOADS

A model was developed for the optimization of batch freezing to maximize the daily production of a plate freezer. An equation for the prediction of the optimal product thickness was found.

The model was evaluated experimentally in a one-plate freezer with a food model consisting of a 90/o bentonite mixture. The model demonstrated it predicted adequately the freezing times and optimal product thickness. Under the experimental conditions used by the authors, an optimal thickness of 0.0142 m was found, with five batches per day. The maximum daily production was 3.152 kg.

LISTA DE SIMBOLOS

Caracteres latinos:

A	Area de un plato (m ²)
C _{p1}	Calor específico promedio por encima del punto de congelación (Kcal/kg °C)
C _{p2}	Calor específico promedio por debajo del punto de congelación (Kcal/kg °C)
DP	Producción diaria (kg/día)
h	Coefficiente de transferencia de calor del congelador (Kcal/hr m ² °C)

h_c	Coficiente global de transferencia de calor (Kcal/hr m ² °C)
K	Conductividad térmica del producto congelado (Kcal/hr m °C)
K_p	Conductividad térmica del empaque (Kcal/hr m °C)
L	Calor requerido para llevar el producto de T_i a T_f incluyendo el calor latente (Kcal/kg)
N	Número de cargas por día (1/día)
n	Número de platos del congelador (adimensional)
P	Constante de la ecuación de Plank dependiente de la geometría del producto (adimensional)
R	Análogo a P
T_c	Temperatura de congelación del producto (°C)
T_f	Temperatura final del producto congelado (°C)
T_i	Temperatura inicial del producto (°C)
T_m	Temperatura del medio de refrigeración o plato (°C)
t	Tiempo requerido para congelar el producto (hr)
t_d	Tiempo de operación diaria del congelador (hr)
t_r	Tiempo de reacondicionamiento por carga, incluyendo carga, descarga y limpieza (hr)
w	Peso de producto procesado por carga (kg)
X	Espesor del producto o dimensión característica (m)
X_{opt}	Espesor óptimo (m)
X_p	Espesor del empaque (m)
X'	Máximo espesor del producto que es posible procesar (m)

Caracteres griegos

ϵ	Fracción sin ocupar en el congelador (adimensional)
λ	Calor latente de congelación (Kcal/kg)
ρ	Densidad del producto congelado (kg/m ³)

BIBLIOGRAFIA

1. Barreiro, J. A., M. R. R. Rao & A. F. Novak. Optimization of batch processing of fish in a multiplate freezer. Trabajo No. 74-e. Presentado en: 74th National Meeting, American Institute of Chemical Engineers, New Orleans, Louisiana, March 1973.
2. Heldman, D. E. **Food Process Engineering**. Westport, Conn., The AVI Pub. Co., 1975, p. 174-195.

3. Charm, S. E. **Fundamentals of Food Engineering**. 2nd ed. Westport, Conn., The AVI Pub. Co., 1971, p. 126 y 252.
4. Carslaw, H. S. & J. C. Jaeger. **Conduction of Heat in Solids**. 2nd ed. London, Oxford University Press, 1959, p. 176-187.
5. Hayakawa, K. I. Response charts for estimating temperatures in cylindrical cans of solid food subjected to time variable processing temperature. **J. Food Sci.**, 39: 1090-1098, 1974.
6. Siebel, J. E. Specific heat of various food products. **Ice Refrig.**, 2: 256, 1892.
7. ASHRAE. **Refrigeration Data Book**. New York, N. Y., Am. Soc. Heating Refrig. Air Cond. Engrs., 1969, p. 395.

**EFFECTO DE LA POSICION DEL ENVASE
EN LA RETENCION DE NUTRIENTES EN MODELOS
ALIMENTARIOS CALENTADOS POR CONVECCION
NATURAL**

*José A. Barreiro Méndez¹, George R. Salas², Emilio Saíz U.³
y Carmen Irazábal de Guariguata⁴*

**Universidad Simón Bolívar e Instituto Venezolano de
Investigaciones Científicas (IVIC), Caracas, Venezuela.**

RESUMEN

Se estudió la existencia de diferencias estadísticamente significativas en la retención de nutrientes en productos calentados por convección natural en envases cilíndricos de igual tamaño, cuando se someten a un proceso térmico dado, en posición horizontal y vertical. Se encontró que la retención de tiamina es significativamente mayor en las latas colocadas verticalmente.

De igual manera se desarrolló una modificación al modelo elaborado por Barreiro para predecir la retención de nutrientes en productos envasados

Manuscrito modificado recibido: 26-5-81.

- 1 Profesor Asociado de la Universidad Simón Bolívar, Apartado 80659, Caracas 1080, Venezuela.
- 2 Miembro del Centro de Ingeniería y Computación del Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas (IVIC), Caracas, Venezuela.
- 3 Miembro del Departamento de Tecnología de Procesos Biológicos y Bioquímicos, Universidad Simón Bolívar.
- 4 Profesor Agregado, Departamento de Tecnología de Procesos Biológicos y Bioquímicos de la citada Universidad.

en latas calentadas por convección natural y colocadas verticalmente, de forma tal que éste pudiese ser adaptado a envases procesados en posición horizontal. Para ello, se encontró una longitud característica equivalente para las latas colocadas en posición horizontal y se realizaron las modificaciones pertinentes. El modelo modificado fue evaluado mediante diez experimentos caracterizados por diferentes parámetros de procesamiento térmico.

Luego, los valores teóricos de retención de tiamina predichos por el modelo fueron comparados con la retención experimental. Se constató que en todos los casos los valores teóricos se encuentran comprendidos en el intervalo de 99% de confianza de los valores experimentales, pudiendo así concluir que el modelo modificado es satisfactorio para predecir la retención de nutrientes en productos envasados en latas cilíndricas, procesadas térmicamente en posición horizontal.

INTRODUCCION

La predicción de la pérdida de nutrientes durante el procesamiento térmico de alimentos que se calientan por convección, y de las relaciones tiempo-temperatura han sido poco estudiadas en la literatura.

Stevens (1), Bimbenet y Duquenoy (2), Hiddink, Bruin y Shenk (3), así como Barreiro (4), han presentado modelos para predecir la transferencia de calor por convección que podrían ser utilizados para los cálculos de letalidad y retención de nutrientes. Ninguno de ellos, con excepción del modelo de Barreiro (4), predice con precisión y en forma general la retención de nutrientes durante el procesamiento térmico. El modelo de Bimbenet y Duquenoy (2) ha dado buenos resultados para la predicción de las relaciones tiempo-temperatura en el caso particular de mezclas perfectas.

El modelo presentado por Barreiro (4) es de aplicación completamente general cuando las latas se procesan térmicamente en posición vertical. Además, permite la predicción de las relaciones tiempo-temperatura y la retención de nutrientes durante el procesamiento térmico de un alimento simulado que se caliente por convección natural.

Larsen y Hartnett (5) estudiaron la relación entre el ángulo de inclinación de un tubo cilíndrico y el coeficiente global de transferencia de calor en líquidos. Dichos autores encontraron que existe una considerable disminución en las fluctuaciones de la temperatura y un notable aumento en el coeficiente global de transfe-

rencia de calor, a medida que el ángulo de inclinación decrece.

Teniendo en cuenta estos resultados, es de esperar que las latas cilíndricas colocadas en posición horizontal se calienten más rápidamente —con la consiguiente disminución en la retención de nutrientes— que las latas colocadas en posición vertical, durante un procesamiento térmico dado. No existen modelos matemáticos para la predicción teórica de la retención de nutrientes en latas procesadas horizontalmente; por consiguiente, los objetivos de esta investigación fueron los siguientes:

1. Establecer si hay diferencias estadísticamente significativas en la retención de nutrientes en productos que se calientan por convección en envases cilíndricos de igual tamaño, cuando son procesados térmicamente en posición horizontal y vertical.

2. Desarrollar y evaluar experimentalmente una modificación del modelo matemático de Barreiro (4) para predecir la retención de nutrientes en productos calentados por convección natural, de forma que éste pueda ser adaptado a envases procesados en posición horizontal.

DESARROLLO DEL MODELO MODIFICADO

El modelo de Barreiro (4) considera el centro geométrico del envase para la predicción de las relaciones tiempo-temperatura durante el proceso térmico, debido al hecho de que cualquier partícula dentro del fluido está en circulación. Por lo tanto, está sujeta a diferentes letalidades, dependiendo del tiempo, la temperatura local, la velocidad y su ubicación dentro del envase. Ya se ha demostrado (3, 6-8) que el denominado "punto frío" del envase no existe; hoy día se hace referencia a una "región fría". Las fronteras de esta región no están bien definidas, sin embargo, y cambian en relación al espacio y al tiempo durante el procesamiento térmico.

La temperatura promedio en el envase es siempre mayor que la medida en el centro geométrico, la que a su vez es mayor que la de la zona fría (9). Cuando los cálculos de esterilización se basan en la temperatura promedio se puede inducir un subprocesamiento, mientras que si se basan en la zona fría se puede obtener un sobreprocesamiento. Por consiguiente, las temperaturas promedio proporcionarán predicciones de la retención de nutrientes bajas para un tiempo de procesamiento dado, si se comparan con las basadas en la zona fría, las cuales arrojarían predicciones elevadas.

La temperatura en el centro geométrico da un valor interme-

dio que es una mejor representación de la historia de la temperatura de la partícula dentro de la lata (10). Prácticamente, la temperatura en el centro geométrico de la lata es igual a la que corresponde a la mayoría de la masa central (3, 8, 11). La fuerza impulsora para la transferencia de calor será, por lo tanto, la diferencia entre la temperatura de la pared del envase y la temperatura de la masa líquida central, la cual es representativa de toda la masa contenida en el envase, con excepción de la capa límite térmica.

Durante el período de calentamiento, el coeficiente global de transferencia de calor (U) es prácticamente igual al coeficiente interno de transferencia de calor (h_c). Ello se debe a que la resistencia externa y la correspondiente a la de la pared de la lata son despreciables en comparación con la resistencia interna (9).

Según se indicó, el modelo de Barreiro (4) fue desarrollado para envases colocados en posición vertical. La longitud característica de transferencia de calor (\bar{L}) utilizada en el modelo era igual a la altura (h) más el diámetro del envase (d). Cuando las latas se colocan en posición horizontal, la longitud característica varía debido al cambio en la trayectoria de las partículas.

En la Figura 1 se aprecia la posible trayectoria de las corrientes de flujo en una sección circular del envase colocado en posición horizontal. Este patrón de flujo corresponde a la parte cilíndrica del envase; la longitud característica en esta zona se obtiene por la ecuación:

$$L_c = \pi r + 2r = r(\pi + 2) \quad (1)$$

En las tapas del cilindro, la longitud de la trayectoria de las partículas a lo largo de ellas dependerá de su posición con respecto al diámetro horizontal. En la Figura 2 se presentan las posibles trayectorias a lo largo de las tapas.

Según se observa, la trayectoria de las partículas es variable, siendo la mayor la que pasa por el centro geométrico del círculo. Por tal motivo, es necesario tomar un promedio matemático integrando la longitud de estas trayectorias sobre el diámetro de la lata, el cual viene representado por la relación:

$$L_t = \frac{\pi r}{2} \quad (2)$$

La longitud característica correspondiente a las tapas tendrá mayor peso que la correspondiente a la parte cilíndrica a medida

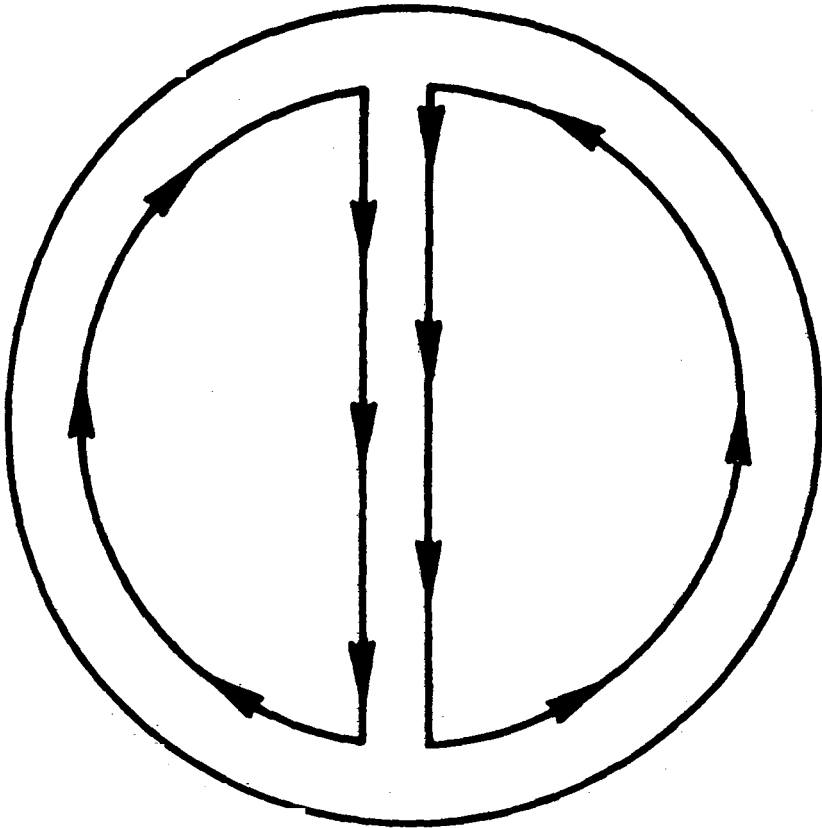


FIGURA 1

Sección circular indicando la trayectoria del fluido

que la lata adquiera mayor diámetro y disminuya en altura, y viceversa. Por este motivo, se tomó un promedio de la longitud característica, evaluando matemáticamente las fracciones del área de transferencia de calor correspondientes a la parte cilíndrica y a las tapas, obteniéndose la siguiente relación para la longitud característica equivalente:

$$\bar{L} = \left(\frac{2\pi rh}{2\pi rh + 2\pi r^2} \right) L_c + \left(\frac{2\pi r^2}{2\pi rh + 2\pi r^2} \right) L_t \quad (3)$$

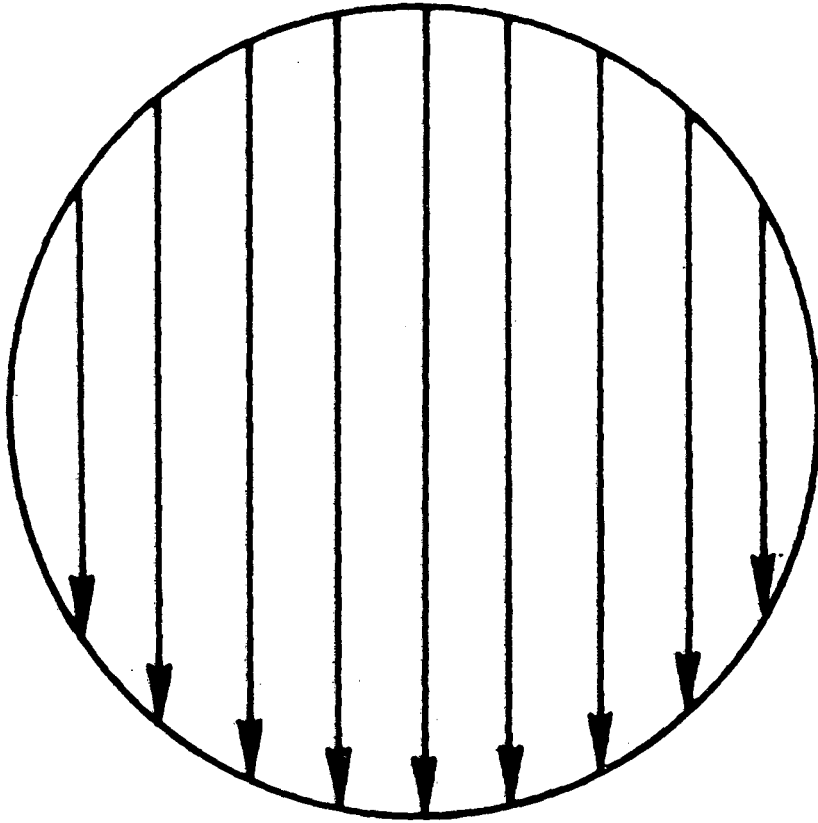


FIGURA 2

Esquema de una tapa mostrando las posibles trayectorias de una partícula del fluido

Esta longitud característica equivalente (\bar{L}) representa el promedio de las trayectorias recorridas por las partículas, y ha sido introducida en las relaciones adimensionales presentadas por Barreiro (4) para calcular los coeficientes internos de transferencia de calor y la retención de nutrientes.

Según la hipótesis de este trabajo, se postula que estas relaciones adimensionales deben ser de tipo general. Por consiguiente, deben ser útiles no sólo para predecir los coeficientes de transfe-

rencia de calor en latas colocadas verticalmente, sino también en latas colocadas en posición horizontal, utilizando la longitud característica de transferencia de calor que corresponde a esta última posición.

Suposiciones y Consideraciones

Para la obtención del modelo desarrollado en este trabajo se tuvieron en cuenta, con algunas excepciones, las mismas consideraciones descritas por Barreiro (4):

1. Las latas cilíndricas se colocan horizontalmente en un autoclave estacionario.
2. La transferencia interna de calor se debe a la convección natural.
3. El producto envasado es un fluido newtoniano no compresible.
4. El producto líquido colocado dentro de una lata de radio (r) y altura (h) recibe el calor a través de toda su superficie, incluyendo las tapas.
5. Las propiedades físicas y térmicas del producto cambian con la temperatura de acuerdo a las siguientes ecuaciones generales:

$$k = a_1 + b_1 T + c_1 T^2 \quad (4)$$

$$\rho = a_2 + b_2 T + c_2 T^2 \quad (5)$$

$$C_p = a_3 + b_3 T + c_3 T^2 \quad (6)$$

$$\mu = \text{EXP}(a_4/T + b_4) \quad (7)$$

$$\beta = -(1/\rho) (\partial\rho/\partial T) \quad (8)$$

Los coeficientes de cada ecuación deben ser evaluados a partir de datos experimentales o de datos generales notificados en la literatura.

6. La temperatura inicial (T_0) del producto es uniforme en todo el envase; la concentración de nutrientes (C_0) también es constante.

7. La resistencia externa a la transferencia de calor y la resistencia de la pared metálica son despreciables comparadas con la resistencia interna; por dicha razón, durante este período el coefi-

ciente global de transferencia de calor es prácticamente igual al coeficiente interno.

8. La cantidad de calor absorbido por el envase es despreciable comparada con la absorbida por el producto.

9. Durante el período de calentamiento la temperatura en la pared del envase es igual a la del medio de calentamiento.

10. Se supone que durante el período de enfriamiento la temperatura de la pared es igual a la del medio de enfriamiento; sin embargo, el coeficiente global de transferencia de calor podrá ser calculado como sigue:

$$(1/U) = (1/h_e) + (1/h_c) + (x/k_m) \quad (9)$$

11. La temperatura en el centro geométrico de la lata (T) se considera como representativa de la temperatura de la masa líquida central, siendo la fuerza impulsora para la transferencia de calor, la diferencia entre las temperaturas de la pared de la lata y del centro del recipiente.

12. La temperatura de la capa límite térmica (T_f), se estima como la media aritmética entre la temperatura de la pared (T_s) y la temperatura del centro geométrico.

13. El espesor de la capa límite es despreciable con relación al radio de la lata.

14. La longitud equivalente (\bar{L}) para estimar el coeficiente de transferencia de calor está dada por la ecuación (3).

15. El coeficiente de transferencia de calor se puede estimar a partir de la siguiente relación:

$$Nu = 1.523 (Gr Pr)^{0.23} \quad (10)$$

16. La cinética de destrucción térmica de nutrientes (o microorganismos), considerada en este modelo, es de primer orden. La constante de velocidad de reacción sigue la ecuación de Arrhenius.

17. Al comenzar el enfriamiento la temperatura dentro de la lata es igual a la del final de período de calentamiento.

18. La variación de temperatura dentro del autoclave es lineal durante los períodos de ajuste inicial en el calentamiento y en el enfriamiento, variando desde la temperatura inicial (T_a) hasta la temperatura de procesamiento (T_v) y entre ésta y la temperatura del agua de enfriamiento (T_w). En ambos períodos, la temperatura del medio de calefacción (T_v) y la del medio de enfriamiento

(T_w) permanecen constantes durante el procesamiento.

Predicción de la Retención de Nutrientes

La ecuación desarrollada por Barreiro (4) para predecir las relaciones tiempo-temperatura es la siguiente:

$$\int_{T_0}^T C_p(T) dT/[U(T)(T_s - T)] = [2(r + h)/rh\rho(T_0)] t \quad (11)$$

Esta ecuación fue relacionada con las ecuaciones de cinética, obteniéndose la siguiente relación para la retención de nutrientes después de un tiempo θ de procesamiento:

$$C/C_0 = \text{EXP}[-(1n10/D_{121.1})] \int_0^{\theta} \text{EXP}[(T-121.1)/(Z/1n10)] dt \quad (12)$$

La resolución simultánea de ambas ecuaciones, determinando el coeficiente global de transferencia de calor a partir de la relación adimensional:

$$\text{Nu} = a(\text{Gr Pr})^b \quad (13)$$

permite estimar la retención de nutrientes durante el procesamiento térmico.

El programa modelo calculado por Barreiro (4) para la resolución computacional de este modelo, fue modificado, de manera que considerara la longitud equivalente de transferencia de calor para latas colocadas en posición horizontal.

PARTE EXPERIMENTAL

Verificación de la Hipótesis de Trabajo

De acuerdo con el trabajo de Larsen y Hartnett (5) es factible esperar un mayor coeficiente global de transferencia de calor en tubos colocados horizontalmente que en aquéllos colocados en posición vertical durante su procesamiento térmico.

Como hipótesis de trabajo, se supuso que las latas colocadas

en posición horizontal durante el procesamiento térmico se deben calentar más rápidamente que cuando se hace en posición vertical. Como consecuencia, en este caso la retención de nutrientes para un procesamiento térmico dado debe ser mayor en latas procesadas verticalmente que en las colocadas horizontalmente. Para esa finalidad se realizó un experimento que consistió en colocar 10 latas tamaño 211 x 300 que contenían una solución tampón de fosfato (Sorensen) a un pH de 6,0 con una concentración de tiamina de 5 mg por 100 g, en posición vertical, y otras 10 con características análogas en posición horizontal, siendo procesadas térmicamente simultáneamente. Se llevó a cabo otro experimento similar con seis latas de tamaño 211 x 201 en posición vertical y otras seis en posición horizontal. Además, se reservaron muestras control sin procesar.

Ambos lotes fueron procesados térmicamente a 125.5°C por 26 minutos (t_{ajh} , 8 min; t_h , 26.0 min; t_{ajc} , 4 min, y t_c , 3.5 min). Las muestras así procesadas al igual que los controles, para ambos tamaños de lata, fueron luego analizadas para determinar la fracción residual de tiamina. Los datos obtenidos fueron tratados estadísticamente mediante la prueba de "t", con el fin de determinar si existen diferencias significativas en la retención de tiamina cuando las latas se procesan horizontal y verticalmente.

Verificación Experimental del Modelo Modificado

El modelo modificado en este trabajo utilizando una nueva longitud característica equivalente, para latas colocadas en posición horizontal, se evaluó experimentalmente.

Para dicho propósito se compararon los valores teóricos predichos por el modelo, con los resultados experimentales obtenidos para la retención de nutrientes.

La evaluación experimental se efectuó utilizando un sistema alimentario simulado consistente en una solución tampón de fosfato (Sorensen) a un pH de 5.5 y de 6.5, a la cual se le había agregado tiamina en forma de clorhidrato de tiamina (5 mg por 100 g). Se seleccionó la tiamina por ser termolábil a estos pH y por ser fácilmente soluble en solución acuosa.

Las soluciones tampón de fosfato fueron preparadas para cada pH utilizando los procedimientos indicados por Assumpção y Morita (12) y Weast (13). El pH se ajustó utilizando un pH-metro Corning.

Estas soluciones que contenían tiamina fueron enlatadas con

un espacio libre de tope de aproximadamente 6 mm. Antes de ser procesadas las muestras se estabilizaron térmicamente en un refrigerador a $5^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$. Luego, las soluciones enlatadas fueron procesadas en un autoclave vertical por diferentes períodos y condiciones de procesamiento. Antes de introducirse en el autoclave, las muestras se agitaron bien con el fin de homogeneizar la temperatura interna. Al final del período de calentamiento las latas fueron enfriadas con agua a presión atmosférica dentro del autoclave hasta que la temperatura central llegase aproximadamente a 37.7°C . Las latas así procesadas se colocaron en el refrigerador a $5^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$ y se sometieron a análisis antes de transcurrir 24 horas.

El equipo para el procesamiento térmico consistió en un autoclave vertical (Dixie, modelo RDSW-3), con control de temperatura ($\pm 1^{\circ}\text{F}$) y un sistema de enfriamiento a presión atmosférica; un registrador de tiempo-temperatura (Leeds & Northrup modelo Speedomax W) ($\pm 1^{\circ}\text{F}$); termopares de aguja de cobre-constantán especialmente protegidos y adaptados para estudios de transferencia de calor por convección en enlatados (4). En todos los procesamientos se utilizó una lata adicional para los estudios de penetración de calor en el centro geométrico del envase.

Las propiedades físicas y térmicas de las soluciones buffer de fosfato fueron supuestas análogas a las del agua (4).

Los valores de la cinética de destrucción térmica de tiamina se obtuvieron de los datos presentados por Feliciotti y Esselen (14) para soluciones tampón de pH 5.5 y 6.5. Los valores de $D_{121.1^{\circ}\text{C}}$ a estos pH fueron de 249.8 y 57.2 min, respectivamente, con valores de Z de 45°F .

Diseño Experimental

La retención experimental de tiamina se determinó por medio de 10 experimentos con diferentes condiciones de procesamiento térmico. En cada experimento la fracción de vitamina retenida se obtuvo de la siguiente manera: el modelo alimentario fue envasado en cinco latas; una de ellas (control) —que no se procesó— fue analizada por triplicado para determinar la cantidad de tiamina inicial que contenía antes del procesamiento. Otra lata, como ya se mencionó, se utilizó como testigo de la temperatura. Las tres latas restantes fueron procesadas térmicamente y analizadas para determinar su contenido residual de tiamina.

En cada análisis se preparó suficiente cantidad de solución para llevar a cabo cuatro réplicas de cada muestra. Se obtuvieron así

12 resultados de las muestras procesadas e igual número de aquellas sin procesar (controles).

Los datos así obtenidos fueron analizados estadísticamente, empleando la prueba de "t". Se determinaron los valores promedio, la desviación estándar y los intervalos de 99% de confianza para la fracción de tiamina retenida. Luego, los intervalos de confianza para los valores experimentales se compararon con los valores teóricos predichos por el modelo.

Análisis Químico de la Tiamina

Para este propósito, tanto en las latas procesadas como en las no procesadas, se utilizó el método del tiocromo, descrito en detalle en la literatura (15). Previo a cada análisis se tuvo especial cuidado de mezclar perfectamente las muestras enlatadas.

RESULTADOS Y DISCUSION

Verificación Experimental de la Hipótesis

En el primer experimento se procesaron 10 latas en posición horizontal e igual número en posición vertical. Se realizó un segundo experimento de la misma manera, con seis latas en posición vertical y otras seis en posición horizontal. En ambos casos se determinó el contenido residual de tiamina y se calculó la fracción retenida de esta vitamina. Los resultados se analizaron estadísticamente empleando la prueba de "t" (16). Se comprobó la existencia de diferencias significativas ($P < 0.05$) en cuanto a la retención de tiamina entre las latas procesadas vertical y horizontalmente, siendo mayor la retención en las latas verticales. Esto implica una mayor tasa de transferencia de calor en las latas horizontales, lo cual conduce a una mayor destrucción de tiamina en los envases procesados en dicha posición.

Estos resultados permiten comprobar la hipótesis de trabajo, concluyéndose que —para un proceso térmico dado— existe una mayor retención de nutrientes cuando las latas se procesan en posición vertical, que cuando se hace en posición horizontal.

Verificación Experimental del Modelo Modificado

Los resultados obtenidos experimentalmente para la retención de tiamina en 10 procesos térmicos diferentes, descritos en la

Tabla 1, se presentan en la Tabla 2. En esta última también se dan a conocer los valores teóricos predichos por el modelo modificado, y los intervalos de 99% de confianza correspondientes a los valores experimentales. Según se observa, en todos los casos los valores teóricos predichos por el modelo modificado están comprendidos en los intervalos de confianza de los valores experimentales.

Con base en estos resultados puede, pues, concluirse que el modelo modificado proporcionó resultados satisfactorios en todos los casos estudiados. Ello atañe específicamente a la predicción de la retención del nutriente analizado (tiamina), durante el procesamiento térmico de productos enlatados que se calientan por convección natural en latas cilíndricas procesadas en posición horizontal.

CONCLUSIONES

Se determinó la existencia de diferencias significativas ($P < 0.05$), desde el punto de vista estadístico, en cuanto a la retención de nutrientes en productos calentados por convección —en envases cilíndricos de igual tamaño— cuando se procesan térmicamente en posición horizontal y vertical. Se encontró que para un proceso térmico dado existe mayor retención de nutrientes cuando las latas se procesan en posición vertical. Ello es indicativo de una mayor transferencia de calor en las latas procesadas horizontalmente.

De igual manera, se desarrolló una modificación al modelo matemático de Barreiro (4) para la predicción de la pérdida de nutrientes en productos calentados por convección natural. La modificación consistió en presentar una ecuación (3) por cuyo medio es factible estimar una longitud característica equivalente de transferencia de calor en el proceso. Así, el modelo desarrollado por Barreiro (4) para latas procesadas en posición vertical, puede adaptarse al procesamiento de latas colocadas en posición horizontal. Se desarrolló un programa de computadora para realizar la simulación del procesamiento térmico y predecir, en forma teórica, la retención de nutrientes durante el procesamiento.

El modelo fue comprobado experimentalmente, mediante 10 pruebas diferentes, caracterizadas por distintos parámetros de procesamiento térmico. En cada prueba se determinó la retención experimental de tiamina; los datos así obtenidos fueron analizados estadísticamente empleando la prueba de "t", comparándose luego

TABLA 1

PARAMETROS EXPERIMENTALES UTILIZADOS EN LA VERIFICACION DEL MODELO MATEMATICO MODIFICADO, PARA PREDECIR LA RETENCION DE NUTRIENTES, DURANTE EL PROCESAMIENTO TERMICO DE PRODUCTOS ENLATADOS QUE SE CALIENTAN POR CONVECCION

Experi- mento	pH	Tamaño lata	T ₀ (°C)	T _a (°C)	T _v (°C)	T _w (°C)	t _{iajh} (min)	t _h (min)	t _{iajc} (min)	t _c (min)
1	6.5	211x300	13.9	23.3	108.3	30.6	3.0	22.3	4.0	4.3
2	6.5	211x300	18.9	28.9	97.8	35.6	3.7	33.6	4.0	4.0
3	6.5	211x300	17.8	26.7	123.3	29.4	5.5	34.0	3.5	3.0
4	6.5	211x300	23.3	27.8	103.3	29.4	3.2	29.0	2.5	3.7
5	6.5	211x201	24.4	35.6	128.3	32.2	6.9	26.8	4.5	3.1
6	6.5	211x300	24.4	24.4	115.0	30.6	4.4	25.5	3.0	3.0
7	5.5	211x300	23.3	27.8	103.3	29.4	3.2	29.0	2.5	3.7
8	5.5	211x300	24.4	24.4	115.0	30.6	4.4	25.5	3.0	3.0
9	5.5	211x201	22.2	27.8	117.8	31.7	5.2	25.4	3.0	3.0
10	5.5	211x201	24.4	35.6	128.3	32.2	6.9	26.8	4.5	3.1

TABLA 2

COMPARACION ENTRE LOS VALORES DE RETENCION
DE TIAMINA, PREDICHOS POR EL MODELO MODIFICADO,
Y LOS VALORES EXPERIMENTALES CON SUS LIMITES
DE CONFIANZA DEL 99%

Experi- mento	pH	Retención de tiamina			
		Valores predichos %	Valores experimentales		
			Lím. Sup. %	Prom. %	Lím. Inf. %
1	6.5	74.59	96.05	83.41	70.77
2	6.5	84.63	96.94	87.94	78.93
3	6.5	16.46	19.47	16.60	13.72
4	6.5	78.98	82.88	71.85	60.82
5	6.5	9.16	11.36	8.76	6.15
6	6.5	53.40	53.88	47.72	41.57
7	5.5	94.74	115.64	92.41	69.19
8	5.5	86.62	109.83	86.70	63.57
9	5.5	82.76	98.25	80.85	63.45
10	5.5	57.84	62.25	54.29	39.34

con los valores teóricos predichos por el modelo. Con base en este análisis se puede concluir que el modelo modificado fue satisfactorio para predecir la retención del nutriente estudiado (tiamina), en productos envasados en latas cilíndricas procesadas térmicamente en posición horizontal y que se calienten por convección natural.

SUMMARY

EFFECT OF THE CONTAINER'S POSITION ON THE RETENTION OF NUTRIENTS IN FOOD PROCESSING MODELS USING NATURAL HEAT CONVECTION

The existence of statistically significant differences in the nutrient retention of products heated by natural convection in cylindrical containers of equal size when thermally processed in vertical and horizontal position was studied. The thiamine retention was found to be significantly greater for

containers placed in vertical position.

A modification to the model proposed by Barreiro (4) for the prediction of nutrient retention during thermal processing of vertically placed canned model systems heated by natural convection was also developed to adapt it to containers processed in a horizontal position. To achieve this goal, an equivalent characteristic length was found for the vertically placed containers, and several changes were introduced. The modified model was then evaluated through ten experiments with different thermal processing parameters.

The theoretical thiamine retention values predicted by the model were compared with the experimental retention. In all cases they were within the 99% confidence interval of the experimental values. This demonstrated that the modified model can accurately predict nutrient retention during thermal processing of products packed in cylindrical containers, and placed in horizontal position.

LISTA DE SIMBOLOS

Caracteres Latinos:

a	Constante (adimensional)
a_j	Constante en las ecuaciones 4, 5, 6 y 7 (adimens.)
b	Constante (adimensional)
b_j	Constante en las ecuaciones 4, 5, 6 y 7 (adimens.)
C	Concentración del nutriente (mg/100g)
C₀	Concentración inicial del nutriente (mg/100g)
C_p	Capacidad calorífica (Kcal/kg °C)
c_i	Constante en las ecuaciones 4, 5, 6 y 7 (adimens.)
d	Diámetro (m)
D_{121.1°C}	Tiempo de reducción decimal, para la destrucción térmica del 90% de los nutrientes a 121.1°C.
g	Aceleración de gravedad (m /hr²)
Gr	Número de Grashof= $\frac{L^3 \rho^2 g \beta \Delta T}{\mu^2}$ (adimensional)
h	Altura de las latas (m)
h_c	Coefficiente de transmisión de calor interno (Kcal/m² hr °C)
h_e	Coefficiente de transmisión de calor externo (Kcal/m² hr °C)
k	Conductividad térmica (Kcal/m hr °C)

k_m	Conductividad térmica de la pared metálica de la lata (Kcal/m hr °C)
L	Longitud característica para la transferencia de calor (m)
L_c L_t	Longitudes características correspondientes al cuerpo y a las tapas de la lata (m)
Nu	Número de Nusselt = $h_c L / k$ (adimensional)
Pr	Número de Prandtl = $C_p \mu / k$ (adimensional)
r	Radio de la lata (m)
T	Temperatura (°C)
T_a	Temperatura inicial del autoclave antes de comenzar el procesamiento térmico (°C)
T_f	Temperatura en la capa límite térmica (°C)
T_0	Temperatura inicial (°C)
T_s	Temperatura superficial (°C)
T_v	Temperatura del medio de calentamiento (°C)
T_w	Temperatura del medio de enfriamiento (°C)
t	Tiempo (hr)
t_c	Tiempo de enfriamiento (hr)
t_h	Tiempo de calentamiento (hr)
t_{iajc}	Tiempo inicial de ajuste del enfriamiento (hr)
t_{iajh}	Tiempo inicial de ajuste del calentamiento (hr)
U	Coefficiente global de transferencia de calor (Kcal/m ² hr °C)
x	Espesor de la pared de la lata (m)
Z	Recíproco de la pendiente de la curva de tiempo de reducción térmica (°C)

Caracteres Griegos:

β	Coefficiente de expansión volumétrico (1/°C)
μ	Viscosidad (kg/m seg)
ρ	Densidad (kg/m ³)

Subíndices:

c	Se refiere al enfriamiento
f	Se refiere a la capa límite térmica
h	Se refiere al calentamiento

BIBLIOGRAFIA

1. Stevens, P.M. **Lethality Calculations, Including Effects of Product Movement, for Convection Heating and Broken Heating Foods in Still Cook Retorts.** Disertación Doctoral, Amherst, Mass., University of Massachusetts, 1972.
2. Bimbenet, J.J. & A. Duquenoy. Simulation mathématique de phénomènes intéressant les industries alimentaires. I. Transferts de chaleur au cours de la stérilisation. *Ind. Alim. et Agric.*, 4: 359-365, 1974.
3. Hiddink, J., S. Bruin & J. Shenk. Influence of heating on product quality in cans. **6th European Symp. Food Engineering and Food Quality**, Cambridge, 1975, p. 94-113.
4. Barreiro, J.A. **Prediction of Time-Temperature Relationships and Thiamine Retention during Thermal Processing of Canned Model Systems Heated by Natural Convection.** Disertación Doctoral, Baton Rouge, Louisiana, Louisiana State University, 1979.
5. Larsen, F.W. & H.P. Hartnett. Effect of aspect ratio and tube orientation on free convection heat transfer to water and mercury in closed circular tubes. *Trans. Am. Soc. Mech. Eng. J. Heat Transfer*, 83: 87-93, 1961.
6. Schwind, R.G. & G.C. Vliet. Observation and interpretation of natural convection and stratification in vessels. *Proc. 1964 Heat Transfer and Fluid Mech. Inst.*: 51-68, 1964.
7. Vliet, G.C. Stratification with bottom heating. *J. Spacecraft*, 3: 1142-1144, 1966.
8. Hiddink, J. Natural convection heating of liquids, with reference to sterilization of canned foods. *Agric. Res. Rep. 839*. Pudoc, Wageningen, Netherlands, 1975.
9. Jowitt, R. & A.R. Mynott. Some factors affecting natural convective heat transfer to canned foods. *Dechema Monographien*, 77: 153-164, 1974.
10. Stumbo, C.R. Mathematical methods (Chapter 12). En: **Thermobacteriology in Food Processing**. 2nd. ed. New York, N.Y., Academic Press, 1973, p. 157-158.
11. Charm, S.E. Methods for thermal process evaluation (Chapter 5). En: **Fundamentals of Food Engineering**. 2nd ed. Westport, Conn., The AVI Pub. Co., 1971, p. 219-223.
12. Assumpção, R.M.V. & T. Morita. **Manual de Solucoes, Reagentes & Solventes.** São Paulo, Ed. Edgard-Blucher Ltd., 1968, p. 276.
13. Weast, R.C. **CRC Handbook of Chemistry and Physics**. 55th ed. West Palm Beach, Florida, Chemical Rubber Corp. Press, Inc., 1974, p. D-112.

14. Feliciotti, E.H. & W.B. Esselen. Thermal destruction rates of thiamine in pureed meats and vegetables. **Food Technol.**, **11**: 77-84. 1957.
15. Association of Official Agricultural Chemists. **Official Methods of Analysis of the AOAC**. 12th ed. Washington, D.C.. The Association, 1975, p. 823-825.
16. Miller, I. & J.E. Freund. **Probability and Statistics for Engineers**. New Jersey, Prentice-Hall Inc., 1965, p. 165.

**POSIBLES RELACIONES ENTRE MEDIDAS
FISICAS, QUIMICAS Y NUTRICIONALES EN
FRIJOL COMUN (*Phaseolus vulgaris*)¹**

*Ricardo Bressani*², *Luiz G. Elías*² y *Miriam E. de España*³

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

RESUMEN

El presente estudio se realizó con el fin de establecer relaciones entre características físicas, químicas y nutricionales en cultivares de frijol de consumo popular. Para tal propósito, se recolectaron cinco cultivares de color negro, dos rojos y dos de color blanco. Las características físicas fueron: peso y tamaño del grano, color, porcentaje de cáscara, coeficiente de hidratación, tiempo de cocción y dureza del grano, y las características químicas: proteína, metionina y cistina, lisina y triptofano, inhibidores de tripsina, taninos y digestibilidad *in vitro*. Las propiedades nutricionales incluyeron evaluación de la calidad proteínica del frijol solo y suplementado con metionina y en

Manuscrito modificado recibido: 13-3-81.

- 1 Este trabajo se llevó a cabo con fondos de la Research Corporation, Nueva York, N.Y. (Subvención No. INCAP PN-740), y del International Development Research Centre (IDRC), Ottawa, Canadá (Subvención No. INCAP PN-311).
- 2 Jefe y Científico de la División de Ciencias Agrícolas y de Alimentos del INCAP, respectivamente.
- 3 Estudiante de la Facultad de Farmacia de la Universidad de San Carlos de Guatemala.
Publicación INCAP E-1049.

mezclas de maíz:frijol, 90:10 y 70:30. Los resultados revelaron que el color del grano juega un papel importante en algunas relaciones físicas. El tiempo de cocción, por ejemplo, fue menor para los blancos que para los negros y rojos. Asimismo, el color está relacionado con algunas propiedades químicas, como taninos, cuyo contenido es significativamente más bajo en los cultivares blancos. Por otro lado, los granos de alto peso y volumen tienden a contener menor cantidad de proteína. Los granos de mayor tamaño absorbieron menos agua que los pequeños, y el contenido de cáscara aparentemente es una variable en esta característica. La digestibilidad de la proteína varió de 66 a 75%, y el contenido de la cáscara no interviene en esta medida. Se encontró una relación significativa entre la digestibilidad de la proteína y la de la materia seca. Los datos confirmaron que el frijol es excelente fuente de lisina y deficiente en aminoácidos azufrados, estos últimos en mayor concentración en granos con menor contenido de proteína. La suplementación con 0.3% de metionina indujo mejoras significativas en cuanto a calidad proteínica en todos los cultivares; sin embargo, el aumento no fue proporcional al valor inicial. El incremento en calidad se observó al determinar el valor proteínico de los cultivares de frijol en mezclas de éstos con maíz, pero, como en el caso de la suplementación con metionina, el incremento no fue proporcional al observado al usar el frijol solo. Por medio de análisis estadístico de los datos se estableció que en mezclas de maíz y frijol, los aminoácidos importantes son los azufrados y la lisina. En general, los resultados demostraron que existen múltiples factores que en una u otra forma intervienen en la determinación de la calidad de la proteína del frijol.

INTRODUCCION

A pesar de la gran importancia que se le ha dado a las leguminosas de grano como fuentes de proteína para grandes sectores poblacionales, sobre todo en países en proceso de desarrollo, poca atención se le ha prestado al conocimiento de las características de consumo que puedan ser de importancia tanto en programas de producción como en los de procesamiento. En años recientes, sin embargo, la información de tipo nutricional ha sido relativamente abundante, a pesar de que no se ha intentado relacionarla con las otras características ya indicadas.

En el caso de las leguminosas de grano, las características que pueden afectar al consumidor, directa o indirectamente, se pueden clasificar en tres grupos: a) las de orden físico, como color, tamaño y forma, porcentaje de cáscara y dureza de los cotiledones; b) las de procesamiento, por ejemplo, tiempo de cocción, absorción

de agua, textura y sabor; y c) las nutricionales, tales como contenido de factores antifisiológicos, deficiencia de aminoácidos esenciales, digestibilidad de la proteína y valor suplementario propiamente dicho.

En realidad, ha habido muy pocos estudios en los que se haya tratado de relacionar las características entre sí, dentro de cada grupo, con la posible excepción de las propiedades nutricionales. Ortega, Rodríguez y Hernández (1) indican que pueden existir relaciones inversas entre tamaño de semilla y contenido de proteína. Por otra parte, Burr, Kon y Morris (2) demostraron que el tamaño de la semilla está inversamente relacionado con la absorción de agua y el tiempo de cocción. Además, existen algunos estudios que demuestran un mayor contenido de cáscara en la semilla pequeña que en la grande (3). En lo referente a procesamiento y consumo, se sabe que existen fuertes preferencias, por parte del consumidor, por ciertas especies de leguminosas que por otras (4) y aun dentro de la misma especie, como lo es el consumo de frijol común (*Phaseolus vulgaris*) de diferente color (5). Las propiedades que imparten estas preferencias son desconocidas. Finalmente, en lo referente a propiedades nutricionales, se han hecho extensas revisiones (6) que realzan los factores antinutricionales y la deficiencia de aminoácidos azufrados en las leguminosas.

El estudio aquí descrito se realizó con el propósito de poder establecer posibles relaciones entre características físicas, químicas y nutricionales para usarlas en programas de producción, procesamiento y consumo, y de evaluación nutricional.

MATERIALES Y METODOS

Se recolectaron ocho cultivares de los programas de producción del ICTA (Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola, Guatemala) y uno de la finca experimental del INCAP, de conocida aceptabilidad por parte de la población. De los nueve cultivares, cinco tenían cáscara negra, dos, cáscara roja y dos, cáscara blanca. Algunos datos agronómicos, así como la procedencia de los mismos se presentan en la Tabla 1.

Las muestras se sometieron a análisis físicos, químicos y biológicos. Los análisis físicos comprendieron: a) peso de 100 granos; b) tamaño del grano por desplazamiento de volumen; c) color y grado de brillantez del grano; d) porcentaje de cáscara en 25 semillas, replicado dos veces; e) coeficiente de hidratación usando 100

TABLA 1

CARACTERISTICAS FISICAS DE LOS CULTIVARES DE FRIJOL

Cultivar		Peso g/grano	Vol. ml/grano	Cáscara o/o	Tiempo de cocción min	Dureza de grano g - fuerza	Coefficiente de absorción de agua $Y = a + blnX$
Negro	1	0.243	0.243	7.97	75	7.0	13.8 + 12.3*
	2	0.277	0.217	9.29	70	9.1	- 12.7 + 20.1*
	7	0.164	0.168	7.89	85	12.3	40.7 + 3.8
	8	0.175	0.160	6.99	75	10.2	37.9 + 5.4
	9	0.173	0.173	6.97	75	15.2	40.9 + 3.6
Rojo	3	0.713	0.528	7.15	80	18.7	- 26.7 + 19.3*
	4	0.254	0.229	7.95	80	13.0	32.9 + 5.5
Blanco	5	0.243	0.188	7.68	50	11.4	32.9 + 6.0
	6	0.389	0.406	7.61	60	12.1	- 5.2 + 18.5*

* Lenta y reducida absorción de agua.

granos (7); f) tiempo de cocción (8); y g) dureza del grano (7). Los análisis químicos consistieron en determinar: a) proteína (9); b) metionina y cistina (10); c) lisina y triptofano (11, 12); d) inhibidores de tripsina (13); e) taninos (14); y f) residuo indigerible *in vitro* (15).

Por último, las muestras fueron remojadas y luego sometidas a cocción de acuerdo con la metodología ya establecida (8), y se deshidrataron excluyendo el agua de remojo pero incluyendo el agua de cocción. Se efectuaron cuatro ensayos biológicos de NPR; el primero, en el que las muestras proporcionaron 100% de proteína sin suplementación con metionina; el segundo, que fue igual al anterior, pero con un suplemento de 0.30% de la dieta de DL-metionina; el tercero, en el que se determinó el efecto suplementario de cada cultivar al maíz en una mezcla de maíz:frijol de 90:10; y el cuarto, en el que se determinó el efecto complementario usando una mezcla de maíz:frijol de 70:30. En estos dos últimos ensayos también se usó el NPR al 100% de proteína en la dieta, utilizando ocho ratas recién destetadas por grupo experimental durante un período de 10 días. La dieta basal contenía 40% de minerales (16), 10% de aceite de hígado de bacalao, 50% de aceite vegetal, 900% de almidón de maíz y 5 ml de una mezcla vitamínica completa (15). La fuente de proteína, frijol con o sin metionina, o las mezclas de 90:10 ó de 70:30 de maíz: frijol en su equivalente en peso a 100% de proteína, se agregaron a la dieta basal en sustitución del almidón de maíz. También se realizó un estudio de digestibilidad *in vivo*.

RESULTADOS

Características Físicas

En la Tabla 1 se exponen algunos datos sobre las evaluaciones físicas realizadas en los 9 cultivares de frijol. El peso por grano varió entre 0.164 y 0.713 g; ello se refleja en el volumen del grano expresado en ml/grano, que fluctuó entre 0.160 y 0.528 ml, y el porcentaje de cáscara entre los nueve cultivares varió de 6.97 a 9.29%. Con respecto al tiempo de cocción, los negros requieren entre 70 y 85 minutos. La Tabla 1 también muestra el coeficiente de hidratación, expresado como la regresión logarítmica ($y = a + b \ln x$) calculada de los datos de absorción de agua (y), medida hasta un período de 24 horas cada cuatro horas (tiempo de remojo = x).

Menores coeficientes indican más rápida absorción de agua. La mayor parte de las muestras alcanzaron el máximo coeficiente a las 16 horas; sin embargo, el cultivar N-8 alcanzó su máximo valor a las 8 horas y el R-3, a las 18 horas. Los coeficientes estadísticos de hidratación fueron diferentes para todas las muestras independientemente del color.

Características Químicas

El contenido de proteína en el grano crudo y cocido, y el de lisina, metionina, cistina y triptofano se detallan en la Tabla 2. Para todos los cultivares independientemente del color, la proteína en el grano crudo varió entre 17.6 y 25.90/o. En el grano cocido, esta variación fue de 18.5 a 27.40/o, correspondiendo el valor mínimo y máximo a los mismos cultivares. En todos los casos se observó un pequeño aumento —alrededor de 1.5 puntos porcentuales— entre la muestra cruda y la cocida. La variabilidad en lisina expresada en base a la proteína fue de 6.08 a 7.31 g/16 g N. Asimismo, para el contenido de metionina, la variación fue de 1.19 a 1.41 g/16 g N, y para cistina, de 0.42 a 0.62 g/16 g N. Finalmente, en lo que atañe al contenido de triptofano, la variación para todas las muestras fue de 0.71 a 1.10 g/16 g N.

La Tabla 3 reseña los datos correspondientes al contenido de inhibidores de tripsina y de taninos en muestras crudas y cocidas. La variación en inhibidores de tripsina en los cultivares crudos fue de 10.6 a 20.0 UIT/ml, y disminuyó significativamente en las muestras cocidas de todos los cultivares; con una variación de 1.6 a 5.7. El contenido de taninos varió entre 0.39 y 1.290/o en las muestras crudas, y entre 0.27 y 0.810/o en las cocidas. En este caso, se constató una menor concentración de taninos en los frijoles blancos y aproximadamente la misma, en promedio, para los frijoles negros y rojos.

Características Nutricionales

La Tabla 4 detalla los resultados de la digestibilidad *in vivo* de la proteína de los cultivares de frijol, así como los datos del residuo indigerible determinado *in vitro*. En referencia a la digestibilidad *in vivo*, se presenta el rango de variación entre ratas dentro de un cultivar y el promedio. A juzgar por el rango de un frijol, la variabilidad es relativamente alta, en particular para los cultivares negros y rojos, y no tanto para los blancos. El promedio para

TABLA 2

CONTENIDO DE PROTEINA, LISINA, METIONINA, CISTINA
Y TRIPTOFANO

Cultivar		Proteína, o/o		Lisina	Metionina	Cistina	Triptofano
		Crudo	Cocido				
		g/16 g N					
Negro	1	21.0	22.7	7.05	1.27	0.50	1.09
	2	19.2	20.9	6.50	1.35	0.58	1.10
	7	23.1	24.2	6.25	1.30	0.50	0.84
	8	25.9	27.4	6.11	1.20	0.44	0.71
	9	24.3	25.8	6.68	1.19	0.51	0.69
Rojo	3	17.6	18.5	7.01	1.41	0.62	0.89
	4	20.6	22.5	6.43	1.28	0.46	0.99
Blanco	5	21.1	22.4	7.31	1.23	0.53	1.01
	6	20.8	22.8	6.08	1.29	0.42	1.09

TABLA 3

CONTENIDO DE INHIBIDORES DE TRIPSINA Y TANINOS EN
CULTIVARES DE FRIJOL

Cultivar		Inhibidores de tripsina, UIT/ml		Taninos, o/o*	
		Crudo	Cocido	Crudo	Cocido
Negro	1	19.8	5.7	0.72	0.70
	2	10.6	3.0	1.04	0.81
	7	13.1	4.8	0.57	0.47
	8	11.3	2.1	1.15	0.68
	9	18.9	4.6	1.00	0.48
Rojo	3	20.0	3.7	1.14	0.64
	4	12.7	1.6	1.29	0.59
Blanco	5	13.6	2.5	0.39	0.27
	6	13.4	2.7	0.42	0.28

* Como equivalentes de ácido tánico.

todas las muestras de color blanco fue de 75.2^o/o y, finalmente, para las rojas, de 71.7^o/o. En cuanto al residuo indigerible, los valores variaron entre 24.6 y 31.5^o/o para todas las muestras, existiendo aparentemente una buena relación con la digestibilidad proteínica aparente, hecho que se comentará ampliamente más adelante en este trabajo. Finalmente, la Tabla 3 también incluye valores de la digestibilidad de la materia seca, con una variación de 87.3 a 91.5^o/o para todos los frijoles independientemente del color.

TABLA 4
DIGESTIBILIDAD DE LA PROTEINA *in vivo* DE CULTIVARES DE FRIJOL

Cultivar		Digestibilidad proteínica, ^o /o		Digestibilidad, ^o /o materia seca	Residuo no digerible, ^o /o
		Aparente	Verdadera		
Negro	1	(61.0-77.1) 70.4	73.9	87.3	25.0
	2	(61.6-76.1) 68.5	72.2	89.4	31.5
	7	(71.5-79.4) 74.9*	77.2*	90.1*	30.5
	8	(63.8-83.7) 72.3	77.0	89.9	26.9
	9	(57.8-76.5) 67.4	71.1	89.5	30.1
Rojo	3	(62.1-69.0) 65.7	68.5	88.1	30.7
	4	(65.6-74.1) 71.3	75.0	90.3	26.4
Blanco	5	(72.9-78.5) 75.0	76.9	90.2	25.3
	6	(71.7-76.8) 75.3*	78.9*	91.5*	24.6

* Promedio de cinco animales.

En la Tabla 5 se describen los datos promedio de cada frijol referente a los aumentos en peso y consumo de alimentos, sometidos a pruebas biológicas, solos, suplementados con metionina, o en mezclas de frijol:maíz en las proporciones de 10:90 o de 30:70. El análisis de estos datos indica que los aumentos ponderales obtenidos solo con frijol fueron bajos —de 4 a 13 g para todos los cultivares— y aumentaron significativamente de 15 a 25 g cuando los frijoles se sometieron a análisis biológicos en una mezcla de 10:90 frijol:maíz, y todavía más cuando los cultivares se analizaron nutricionalmente en una mezcla de 30:70 de frijol:maíz. En este caso, el aumento en peso promedio para los nueve cultivares fue de 22 a 30 g. Estos incrementos son similares a los obtenidos al suplementar el frijol con metionina. En esta situación, los aumentos ponderales promedio dieron una variación de 22 a 32 g.

La Tabla 6 resume los valores de la razón proteínica neta. En las muestras de color negro, la variación fue de 1.71 a 2.34 cuando se utilizaron por sí solos en la dieta. El agregado de metionina aumentó el valor para todos los frijoles, y rindió una variación de 2.59 a 3.53. Asimismo, se observa que cuando los frijoles negros se sometieron a ensayos biológicos mezclados con maíz, para la mezcla de 10:90 de frijol:maíz, la variación en NPR fue de 2.79 a 3.48 y para la mezcla de 30:70, la variación encontrada fue de 2.88 a 3.83. El mismo tipo de respuesta se observó para los frijoles de color rojo y para los blancos. En estos casos, el NPR aumentó con la adición de metionina o al realizar el ensayo usando el frijol en mezclas con maíz.

DISCUSION

Según se dijo, el propósito del estudio fue establecer la importancia de algunos parámetros físicos y químicos capaces de predecir la calidad nutricional de la proteína del frijol como único alimento, o como parte de sistemas alimentarios a base de maíz: frijol común.

A pesar del número relativamente pequeño de muestras, los datos en general indican que las relaciones entre ellos deben circunscribirse al color de la testa del grano. Es posible que debido al número pequeño de muestras, no se haya podido establecer ninguna relación entre peso y volumen de grano con el porcentaje de cáscara, tiempo de cocción y dureza de los mismos. Sin embargo, en lo que se refiere a tiempo de cocción, se comprobó que los

TABLA 5

AUMENTO EN PESO Y ALIMENTO CONSUMIDO POR RATAS ALIMENTADAS CON DIFERENTES CULTIVARES DE FRIJOL EN VARIOS SISTEMAS ALIMENTICIOS

Cultivar		Frijol solo		Frijol + metionina		Frijol: maíz 10:90		Frijol: maíz 30:70	
		Alimento ingerido	Aumento en peso	Alimento ingerido	Aumento en peso	Alimento ingerido	Aumento en peso	Alimento ingerido	Aumento en peso
		g	g	g	g	g	g	g	g
Negro	1	64.0	6.9	99.4	22.4	97.6	24.8	96.9	30.4
	2	65.4	9.1	85.9	22.5	86.0	18.0	86.5	30.0
	7	81.8	12.9	91.5	29.3	89.4	19.3	88.4	27.0
	8	65.2	5.3	90.1	23.0	86.9	20.0	93.1	27.6
	9	74.3	6.8	82.0	23.9	82.8	20.8	91.8	22.3
Rojo	3	78.1	10.3	87.6	23.5	84.9	15.3	76.3	24.1
	4	63.9	3.9	104.1	23.0	93.4	19.4	89.9	29.3
Blanco	5	76.8	12.6	84.0	29.8	85.1	18.5	84.3	26.5
	6	72.5	10.8	102.0	31.6	83.9	19.5	90.4	29.0

TABLA 6

RAZON PROTEINICA NETA DE LOS CULTIVARES DE *Phaseolus vulgaris* CON Y SIN LA SUPLEMENTACION CON METIONINA, Y EN LA RELACION 10:90 y 30:70 FRIJOL:MAIZ*

Cultivar		Frijol solo**	Frijol + metionina**	Frijol:maíz 10:90***	Frijol:maíz 30:70***
Negro	1	1.92	2.59	3.48	3.49
	2	2.34	2.99	3.23	3.83
	7	2.16	3.43	3.13	3.51
	8	1.71	3.34	3.43	3.35
	9	1.88	3.53	2.99	2.88
Rojo	3	2.29	3.11	2.78	3.52
	4	1.64	2.65	2.95	3.58
Blanco	5	2.33	4.19	3.13	3.66
	6	2.43	3.62	3.33	3.67

* NPR caseína: 5.08.

** Peso inicial: 48 g.

*** Peso inicial: 47 g.

frijoles blancos requieren menos tiempo que los negros y rojos, y que existe poca diferencia entre estos dos últimos. No se pudo establecer ninguna relación entre tiempo de cocción y dureza del grano medido por el penetrómetro (16), como han informado otros investigadores (8).

Se trató de establecer alguna relación entre las características físicas estudiadas y algunos de los componentes químicos analizados. Dentro de cada color y para todos los colores, los granos de alto peso y volumen contienen menos proteína que los de bajo peso y volumen.

Al evaluar un mayor número de muestras, sería interesante indagar si esta relación es suficientemente fuerte como para ser indicativa del contenido de proteína. No debe extrañar la relación, ya que un grano grande probablemente acumula más carbohidratos que uno pequeño, diluyendo así la proteína acumulada en el grano.

Ya que aparentemente el tamaño del grano puede estar relacionado con el contenido proteínico, sería de interés conocer cómo está influenciado por el rendimiento. Los datos obtenidos con respecto a la absorción de agua indican claramente que existen diferencias entre muestras, que por el momento no pueden explicarse. No obstante, se encontró una posible relación entre la velocidad de absorción de agua dentro de las 8-12 horas y el contenido de proteína. Las muestras de bajo contenido de proteína y, por consiguiente, altas en carbohidratos, mostraron tasas de absorción de agua menores que los frijoles con mayor cantidad de proteína. Como el contenido proteínico está directamente relacionado con el tamaño del grano, se puede inferir que probablemente la absorción de agua depende también del tamaño del grano.

Se ha informado acerca de la relación entre el tamaño del grano y la absorción de agua (3), y cómo dentro de un mismo lote de frijol, los granos pequeños absorben menos agua. Se asume así que al absorber menos agua, necesitan un mayor tiempo de cocción.

Sin embargo, de acuerdo con los resultados obtenidos en este estudio, se ha encontrado que los cultivares de grano más grande absorben menos agua que los de grano pequeño, ya que estos últimos contienen más proteína. Es probable que dentro de los cultivares de grano grande, así como dentro de los de grano pequeño, existan diferencias en cuanto a absorción de agua de acuerdo con el tamaño.

Los resultados también sugieren que la tasa de absorción de agua tiene relación con el contenido de cáscara, o sea que una alta absorción se relaciona con un bajo contenido de cáscara.

El hecho de que esa absorción de agua esté positivamente relacionada con un menor contenido de cáscara, y que este último parámetro a su vez parece estar asociado con el tamaño del grano, nuevamente hace suponer que los granos de menor tamaño son los que absorben más agua. Con respecto a la cáscara, además de la cantidad de la misma, sería interesante explorar en el futuro los aspectos de grosor y estructura.

El análisis de estos parámetros físicoquímicos en conjunto apunta hacia la siguiente relación: los granos que muestran mayor contenido de proteína, y que revelaron mayor absorción de agua, corresponden a aquéllos de menor tamaño y, por consiguiente, con menor contenido de cáscara.

Es probable que exista más de una variable que explique mejor la velocidad de absorción de agua. Este aspecto, sin embargo,

requiere el análisis de un mayor número de muestras que las estudiadas en este trabajo. Esta es un área de investigación que merece más atención, ya que a través de medidas simples tal vez sea posible predecir características deseables del frijol.

Con respecto a los resultados biológicos, se encontraron varias relaciones que pueden ser de atractivo como predictivas de calidad nutricional. El análisis de la digestibilidad (D) de la proteína y su relación con el residuo indigestible (RI), indicó una regresión $D = 92.08 - 0.75 (RI)$ ($r = 0.59$). Aunque la correlación no es estadísticamente significativa, parece ser que el residuo indigestible puede predecir la digestibilidad *in vivo* de la proteína, lo cual sería interesante demostrar con un mayor número de muestras. Dos de ellas, la de frijol negro 7 y la de frijol negro 1, son los cultivares que dieron valores que redujeron la significancia de la relación.

Todos los cultivares estudiados arrojaron valores de digestibilidad de la proteína no mayores de 75% y no menores del 66%. Una explicación propuesta para explicar este resultado ha sido el contenido de cáscara del frijol. Con miras a demostrar si esto es cierto o no, se relacionó la digestibilidad de la proteína de cada rata con la ingesta de cáscara, estimada de las cifras de contenido de cáscara en el frijol, contenido de frijol en las dietas e ingestión de frijol. Las relaciones encontradas se resumen en las Tablas 7 y 8. El análisis estadístico indicó que la cáscara del grano de frijol no guarda relación alguna con la baja digestibilidad de la proteína ni con la digestibilidad de la materia seca.

TABLA 7

ECUACIONES DE REGRESION ENTRE LA INGESTION DE CASCARA DEL FRIJOL Y LA DIGESTIBILIDAD DE LA PROTEINA

Cultivar	$D_p = a + b (C_i)$	r
Negro	$66.4828 + 2.6169 (C_i)$	0.2135
Rojo	$72.0499 - 1.8500 (C_i)$	- 0.1869
Blanco	$75.6140 - 0.2025 (C_i)$	- 0.0454
Todos	$66.5668 + 2.4609 (C_i)$	0.2561

D_p = Digestibilidad de la proteína.

C_i = Ingestión de cáscara.

TABLA 8

ECUACIONES DE REGRESION ENTRE LA INGESTION
DE LA CASCARA DEL FRIJOL Y LA DIGESTIBILIDAD
DE LA MATERIA SECA

Cultivar	$D_s = a + b (C_i)$	r
Negro	$88.2791 + 0.5984 (C_i)$	0.1119
Rojo	$92.8861 - 1.8992 (C_i)$	- 0.5375
Blanco	$89.2540 + 0.6281 (C_i)$	0.2748
Todos	$88.2479 + 0.7122 (C_i)$	0.1822

D_s = Digestibilidad de la materia seca.

C_i = Ingestión de cáscara.

En este último caso y para los frijoles rojos, sin embargo, parece haber una relación negativa que amerita ser estudiada con más detalle en un mayor número de muestras. Si es que esta relación verdaderamente existe, es probable que ello no se deba al contenido de fibra cruda de la cáscara, sino más bien al contenido de taninos. Elías, Fernández y Bressani (17) han demostrado que los frijoles rojos contienen, en promedio, más taninos que los negros, y ambos más que los blancos. Más aún, la digestibilidad de la proteína y de la materia seca es ligeramente menor en los frijoles rojos y negros que en los blancos.

Los resultados del estudio revelaron, asimismo, que existe una estrecha relación entre la digestibilidad de la materia seca y la de la proteína, a pesar de que el cultivar negro 1 dio valores fuera de la línea que establece la relación.

Los datos del estudio corroboran los hallazgos de Elías, Fernández y Bressani (17), ya que los frijoles blancos contienen los niveles más bajos en taninos, tanto crudos como cocidos, en comparación con los negros y rojos. Se podría indicar que la baja digestibilidad de la proteína está asociada a los niveles de inhibidores de tripsina residuales después de la cocción. Sin embargo, no parece haber ninguna relación, aunque se reconoce que el bajo número de muestras puede ser la razón para ello.

Los resultados del estudio aquí descrito confirman que la proteína del frijol es excelente fuente de lisina, y, como ya se ha

indicado (18) los frijoles con bajo contenido proteínico contienen más metionina por gramo de proteína, no así en lo que se refiere a cistina. Finalmente, muchos de ellos contienen niveles adecuados de triptofano. Estas características los hacen excelentes fuentes suplementarias de los cereales y en particular del maíz (19).

El efecto suplementario del frijol en cuanto a los cereales, y en particular el maíz, se hizo evidente en los resultados biológicos. En primer lugar, la adición de metionina, el aminoácido limitante en la proteína de las leguminosas de grano (20), se tradujo en un incremento altamente significativo en la calidad de la proteína. No obstante, el aumento no fue proporcional al valor proteínico inicial y, en general, cuanto más bajo era éste, mayor era el incremento. Para los frijoles negros, el aumento porcentual varió entre 21.7 y 48.8%; en los rojos, de 26.4 a 38.1; y en los blancos, entre 32.9 y 39.4%. La razón de estos resultados puede radicar en el hecho de que al estar reducida la disponibilidad y el contenido de aminoácidos azufrados en unas variedades más que en otras, el agregado de una cantidad de metionina resulta en una respuesta positiva pero no proporcional, puesto que se favorece a aquellas variedades que contienen la menor cantidad de aminoácidos azufrados. Sin embargo, la razón no puede ser tan sencilla, ya que la adecuación en otros aminoácidos, el color del grano y otros factores, pueden ejercer también cierta influencia. Por ejemplo, el efecto de los taninos de reducir el crecimiento de los animales se puede contrarrestar con la metionina.

El segundo aspecto de interés es el incremento en la calidad, al usar 10 y 30% de frijol con 90 y 70% de maíz en la dieta. En seis de los nueve casos, la dieta 30:70 dio mejores valores de calidad proteínica que la dieta 10:90. Asimismo, en cinco de los nueve casos, la dieta 30:70 dio mejores valores de calidad proteínica que los observados con la adición de metionina. El incremento en calidad para el frijol negro en una mezcla de 10:90 con maíz, varió de 27.5 a 50.1%, y para la mezcla de 30:70, de 34.7 a 48.9%. Para el frijol rojo, la dieta de 10:90 dio incrementos porcentuales de 17.6 a 44.4%, y para la de 30:70, éstos fueron de 34.9 a 54.2%. Finalmente, en el frijol blanco, el incremento en calidad proteínica en la mezcla de 10:90 varió de 18.8 a 27.0, y para la de 30:70, de 30.6 a 33.8%. Estos datos sugieren respuestas no proporcionales cuando la calidad de la proteína del frijol se evalúa en mezclas con maíz, lo cual debe estar relacionado con la complementación que pueda ocurrir entre los aminoácidos que limitan la calidad de las dos fuentes de proteína.

Con el propósito de establecer el grado de importancia de los aminoácidos azufrados, lisina y triptofano, estos dos últimos más deficientes en la proteína del maíz (21), se realizaron cálculos estadísticos de regresión múltiple entre los tres aminoácidos y la calidad proteínica medida experimentalmente. Estos análisis revelaron que el triptofano no tenía influencia, no así los aminoácidos azufrados y la lisina. En vista de lo expuesto, sólo se discutirán estos dos últimos aminoácidos. Aunque los análisis se efectuaron por color de frijol, para los propósitos de este trabajo los ensayos se practicaron en tres grupos, como sigue: sólo frijol, frijol:maíz 30:70 y frijol:maíz 10:90. En la Tabla 9 se resumen las correlaciones, que fueron altamente significativas, observándose que la calidad proteínica era de 2.08 para sólo frijol, de 3.48 para la mezcla 30:70, y de

TABLA 9

**CORRELACIONES ENTRE LA INGESTION DE AMINOACIDOS
AZUFRADOS Y LISINA Y ENTRE ESTOS AMINOACIDOS
Y LA INGESTION DE PROTEINA**

Fuente de proteína	NPR	A.A. azufrados y lisina	A.A. azufrados a ingestión proteínica	Lisina a ingestión proteínica
Sólo frijol	2.08 ± 0.53	0.876	0.832	0.893
Frijol:maíz (30:70)	3.48 ± 0.51	0.919	0.975	0.911
Frijol:maíz (10:90)	3.23 ± 0.50	0.887	0.934	0.843

3.23 para la mezcla 10:90. Estos datos confirman los resultados de estudios previos acerca del mejor valor proteínico de una mezcla de frijol:maíz, 30:70 sobre una de 100% frijol o una de 10:90, frijol:maíz (22). Ahora bien, se puede notar que la correlación entre los aminoácidos azufrados y la lisina es altamente significativa. El valor más alto se obtuvo con la dieta de 30:70, o sea la de calidad superior. La lisina y los azufrados también ejercieron

mayor influencia, en la ingestión de proteína de la dieta 30:70, que en el caso de las otras. Esto era de esperarse, ya que fue demostrado, en estudios anteriores, que una dieta de 30:70 de frijol:maíz es deficiente en los dos aminoácidos (22). Con miras a establecer cuál de los dos aminoácidos era más importante en cada situación, se realizaron correlaciones entre la calidad proteínica determinada y los dos aminoácidos. Los resultados estadísticos (véase Tabla 10) sugieren lo siguiente: para sólo frijol, la metionina es más importante, hecho que ya ha sido demostrado (20); para la mezcla de 30:70 de frijol:maíz, los dos aminoácidos son importantes, pero la metionina lo es un poco más que la lisina; y para la mezcla de 10:90 frijol:maíz, también son importantes dichos aminoácidos, sólo que, en este caso, la lisina es ligeramente superior a la metionina.

TABLA 10

**CORRELACION MULTIPLE ENTRE CALIDAD PROTEINICA
Y LA INGESTION DE LOS AMINOACIDOS AZUFRADOS
Y LISINA**

Fuente de proteína	Correlación múltiple	
	Calidad proteínica vrs. A. A. azufrados	Calidad proteínica vrs. lisina
Sólo frijol	0.020	0.009
Frijol:maíz (30:70)	0.001	0.000
Frijol:maíz (10:90)	0.059	0.069

Las dietas para la realización de los estudios biológicos se calcularon para que contuvieran 10% de proteína, según se ha establecido para el método de utilización proteínica neta (NPU) utilizado en el presente estudio (15, 23). Se notó, sin embargo, que no todas las ratas consumieron la misma cantidad de proteína, ni aumentaron lo mismo en peso en el período experimental utilizado. En vista de ello, se procedió a realizar un análisis estadístico entre la proteína ingerida y el aumento ponderal. Según se mostró en las Tablas anteriores, este análisis confirmó que el frijol blanco solo, o con maíz, fue el de mejor calidad proteínica. El frijol negro, sin embargo, es superior al rojo cuando se evalúan solos en la

dieta, no así cuando se evalúan con maíz, en cuyo caso son similares.

En general, los resultados del estudio demuestran la existencia de múltiples factores que intervienen en una u otra forma en determinar la calidad proteínica del frijol. Por consiguiente, en futuros estudios, será necesario utilizar un mayor número de muestras dentro de cada color y reducir el número de evaluaciones. Ello es necesario a fin de determinar con mayor claridad la existencia o ausencia de interacciones que sirvan para establecer estándares nutricionales para el uso del fitomejorador, en beneficio de la población en general.

SUMMARY

POSSIBLE INTERRELATIONSHIP AMONG PHYSICAL, CHEMICAL AND NUTRITIONAL CHARACTERISTICS IN COMMON BEANS (*Phaseolus vulgaris*)

The present study was carried out for the purpose of establishing interrelationships among physical, chemical and nutritional characteristics in common beans. The study was conducted with five black, two red and two white-coated cultivars. The physical characteristics were: weight and grain size, color, seed coat percentage, hydration coefficient, cooking time, and seed hardness. The chemical characteristics studied included: protein, methionine and cystine, lysine and tryptophan, trypsin inhibitors, tannins and *in vitro* protein digestibility. The nutritional characterization was done by assaying protein quality of the beans fed alone, with 0.3% methionine or in corn:bean mixtures 90:10 or 70:30, by the protein efficiency ratio (PER). The results indicated that grain color plays an important role in connection with some physical properties, such as tannins, which are found in lower content in white beans. On the other hand, seeds of a high weight and volume tend to have a lower protein concentration. Large seeds absorbed less water than smaller seeds and seed coat percentage may influence such parameter. Protein digestibility varied from 66 to 75% and seed coat content was not related to it. A significant relationship was found between protein and dry matter digestibility. The nutritional information confirmed the high content of lysine and low content of sulfur amino acids. The latter were found in lower concentration in seeds with a high protein content. Supplementation with 0.3% methionine improved protein quality; the improvement however was not proportional to the unsupplemented value. Improvement in quality was also observed when the protein value of the bean cultivars was tested in

the presence of 90 or 70% corn; nevertheless, the supplementary value was not proportional to the value of the beans tested alone. By means of regression analysis it was established that in corn:bean mixtures, the important amino acids are lysine and methionine and cystine. The results, as a whole, therefore, illustrate that the quality of beans is determined by many factors intervening in variable degree.

BIBLIOGRAFIA

1. Ortega, M. L., C. Rodríguez & E. Hernández. Análisis bioquímicos de 68 genotipos de *Phaseolus vulgaris* L. y *P. coccineus* cultivados en México. *Fitotec. Latinoam.*, 10(1): 70-74, 1974.
2. Burr, H. K., S. Kon & H. J. Morris. Cooking rates of dry beans as influenced by moisture content and temperature and time of storage. *Food Technol.*, 22: 336-338, 1968.
3. Bourne, M. C. Size, density, and hardshell in dry beans. *Food Technol.*, 21: 335-338, 1967.
4. Elías, L. G. & R. Bressani. Otros factores que afectan la aceptabilidad de las leguminosas de grano. *Arch. Latinoamer. Nutr.*, 27(2) (Suplemento 2): 41-51, 1977.
5. Miranda, M., H. Algunos aspectos relacionados a introducción de nuevas variedades o especies de leguminosas de grano en Centroamérica. *Arch. Latinoamer. Nutr.*, 27(2) (Suplemento 2): 18-26, 1977.
6. Bressani, R. Legumes in human diets and how they might be improved. En: **Nutritional Improvement of Food Legumes by Breeding**. Proceedings of a Symposium sponsored by PAG, held at the Food and Agriculture Organization, Rome, Italy, 3-5 July, 1972 and PAG Statement 22: "Upgrading Human Nutrition Through the Improvement of Food Legumes". M. Milner (Ed.). New York, Protein Advisory Group of the United Nations System, 1973, p. 15-42.
7. Linares Barrón, S. & C. Mendoza de Bosque. **Evaluación de Estándares Nutricionales y Tecnológicos de 20 Variedades de *Phaseolus vulgaris***. Tesis, 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., junio de 1979.
8. Ruiloba, E. S. De Freitas de. **Efecto de Diferentes Condiciones de Almacenamiento sobre las Características Físico-químicas y Nutricionales del Frijol (*Phaseolus vulgaris*)**. Tesis, 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., noviembre de 1973.

9. Association of Official Agricultural Chemists. **Official Methods of Analysis of the AOAC**. 11th ed. Washington, D. C., The Association, 1970.
10. Bressani, R., L. G. Elías & D. A. Navarrete. Nutritive value of Central American beans. IV. The essential amino acid content of samples of black beans, red beans, rice beans, and cowpeas of Guatemala. **J. Food Sci.**, **26**(5): 525-528, 1961.
11. Gómez-Brenes, R. A. & R. Bressani. Método para la determinación de aminoácidos, aplicable a problemas de suplementación, fitomejoramiento y bioquímica nutricional. **Arch. Latinoamer. Nutr.**, **23**: 443-464, 1973.
12. Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá. **Métodos de Laboratorio. Análisis de Alimentos**. Vol. I. Guatemala, INCAP, 1964, 97 p.
13. Kakade, M. L. & R. J. Evans. Growth inhibition of rats fed raw navy beans (*Phaseolus vulgaris*). **J. Nutrition**, **90**: 191-198, 1966.
14. Farrand, E. A. Flour properties in relation to the modern bread processes in the United Kingdom, with special reference to alpha-amylase and starch damage. **Cereal Chem.**, **41**: 98-110, 1964.
15. National Research Council. **Evaluation of Protein Quality**. Report of an International Conference. Washington, D. C., National Academy of Sciences-National Research Council, 1963, p. 23-27 (NAS-NRC Publication 1100).
16. Hegsted, D. M., R. C. Mills, C. A. Elvehjem & E. B. Hart. Choline in the nutrition of chicks. **J. Biol. Chem.** **138**:459-466, 1941.
17. Gómez-Brenes, R. A., L. G. Elías, E. de Ruiloba & R. Bressani. Desarrollo y uso de un instrumento de laboratorio para medir la dureza del grano de frijol. Presentado en: **XX Reunión Anual del Programa Cooperativo Centroamericano para el Mejoramiento de Cultivos Alimenticios (PCCMCA), San Pedro Sula, Honduras, 11-15 de febrero de 1974**.
18. Elías, L. G., D. G. de Fernández & R. Bressani. Studies on the possible effects of seed coat pigments of beans on the nutritional value of its protein. Presented at: **The Institute of Food Technologists 36th Annual Meeting held at Anaheim, California, June 6-9, 1976**.
19. Elías, L. G., R. Colindres y R. Bressani. The nutritive value of eight varieties of cowpea (*Vigna sinensis*). **J. Food Sci.**, **29**: 118-122, 1964.
20. Elías, L. G. Posibilidades en el mejoramiento protéico del frijol y su contribución a elevar el nivel nutricional de la dieta centroamericana. En: **Programa Cooperativo Centroamericano para el Mejoramiento de Cultivos Alimenticios (PCCMCA). Frijol. XVII Reunión Anual - Panamá, República de Panamá, marzo 2-5, 1971**. F. Rulfo (Ed.). Guatemala, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA, Dirección

- Regional para la Zona Norte, 1972, p. 30-34 (Publicación Miscelánea No. 100).
21. Jaffé, W. G. Limiting essential amino acids of some legume seeds. *Proc. Soc. Exptl. Biol. Med.*, **71**: 398-399, 1949.
 22. Bressani, R. & L. G. Elías. Processed vegetable protein mixtures for human consumption in developing countries. En: **Advances in Food Research**. Vol. 16. C. O. Chichester, E. M. Mrak and G. F. Stewart (Eds.). New York, Academic Press, 1968, p. 1-103.
 23. Bressani, R., A. T. Valiente & C. Tejada. All-vegetable protein mixtures for human feeding. VI. The value of combination of lime-treated corn and cooked black beans. *J. Food Sci.*, **27**: 394-400, 1962.
 24. Bender, A. E. & B. H. Doell. Biological evaluation of proteins; a new aspect. *Brit. J. Nutr.*, **11**: 140-148, 1957.

**PROTEIN REQUIREMENTS OF PRESCHOOL CHILDREN:
OBLIGATORY NITROGEN LOSSES AND NITROGEN
BALANCE MEASUREMENTS USING COW'S MILK**

*Benjamín Torún,¹ María Isabel Cabrera-Santiago² and
Fernando E. Viteri³*

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

SUMMARY

Obligatory N losses through feces (FN) and urine (UN) were measured in five children and N balance was measured in them and in five others (23 ± 4 months old) using four levels of cow's milk intake. FN, UN and FN + UN were 19.5 ± 6.9, 34.0 ± 5.3, and 53.7 ± 8.1 mg N/kg/day, respectively. The ratios of FN, UN and total obligatory losses (FN + UN + sweat and integumental N) to basal energy expenditure were 0.38, 0.64 and 1.11 mg N/basal kcal, respectively. The two latter values are 32 and 45% lower than the 1971 FAO/WHO estimates.

Mean N requirement determined by factorial calculations using a correction factor of 1.3 and by N balance techniques was 98 mg N or 0.61 g milk

Manuscrito modificado recibido: 30-3-81.

1 Head, Program of Physiology and Clinical Nutrition, Institute of Nutrition of Central America and Panama (INCAP), Apartado Postal 1188, Guatemala City, Guatemala, C. A.

2 United Nations University (UNU) Advanced Training Fellow at INCAP.

3 Chief, Division of Human Nutrition and Biology, INCAP.

INCAP Publication I-1128.

protein/kg/day, which is 33% lower than the FAO/WHO estimates. Depending on the allowances made for inter-individual variability, safe levels of protein intake ranged from 0.79 to 0.94 g/kg/day, 33 to 21% lower than FAO/WHO recommendations. Apparent and "true" milk protein digestibilities were $80 \pm 4\%$ and $94 \pm 4\%$, respectively.

INTRODUCTION

The estimates of protein requirements most widely used for preschool aged children are those recommended by an Expert Committee convened in 1971 by the United Nations' Food and Agriculture Organization (FAO) and World Health Organization (WHO) (1). The lack of adequate experimental data forced the Committee members to adopt as average requirements those obtained from factorial calculations corrected by a factor of 1.3, "which agreed with the few directly determined values for milk and egg proteins" (1). The factorial calculations, however, were based on the assumption that total obligatory nitrogen losses maintained the same relationship with basal energy expenditure as that observed in adults (i.e., 2 mg N/basal kcal). This would correspond to 100 mg N/kg/day for a 2-year-old child. Those figures are still used although there is now evidence that the total obligatory N losses are significantly lower in young children (2, 3).

The FAO/WHO Committee also concluded that the requirements for maintenance (obligatory losses) and growth, which are the basis of the factorial calculations, have a coefficient of variation of approximately 15%. Therefore, in addition to the correction factor of 1.3 to calculate the average requirements, an additional 30% would cover the needs of the great majority of individuals. These "safe levels of protein intake" corresponded to 1.19 g milk or egg protein/kg/day for a 2-year-old child.

The present studies, based both on factorial calculations and on nitrogen balance techniques, suggest that the average protein requirements and safe level of intake for a 2-year-old child may be 33% lower than those suggested by the 1971 Joint FAO/WHO Expert Committee.

MATERIALS AND METHODS

The investigations were carried out as two separate studies.

In one of them, the obligatory N losses through urine (UN) and feces (FN) were determined on five children. In the other study, the average N requirement was determined by N balance techniques on the same five children and on five additional ones.

Children

Table 1 shows their characteristics at the beginning of the first study in which they participated. All had been admitted to INCAP's Clinical Center with edematous protein-energy malnutrition and achieved complete nutritional recovery 1-3 months prior to initiating the study, based on rate of growth and on clinical, anthropometric and biochemical characteristics. One child (MV) had relatively low weight-for-height and creatinine-height index (CHI) but he was healthy, active, and growing at a steady rate. The absence of further catch-up in weight-for-height and CHI suggested that he was in the lower end of the normal distributions of weight and urinary creatinine excretion.

The children remained in the Clinical Center for an extended period of time at their parents' request. It was made clear to them that participation in these studies was *not* a requirement to remain in the Clinical Center. The parents agreed to their children's participation in the study after its objectives and experimental details were clearly explained. Any child who might show signs of nutritional derangement or of an infection would have been returned immediately to a normal, highly nutritive diet. A program of games which involved running, walking and climbing stairs allowed the children to maintain an active physical life at the Clinical Center.

Obligatory Losses Protocol

Four children were studied for nine days. A fifth child was studied only seven days when initial results indicated this was sufficient for the purpose pursued. The children drank a milk formula which provided 2 g protein and 100 kcal/kg/day for at least eight days before being placed on the nitrogen-free diet shown in Table 2. They were returned to a relatively high protein diet, fed *ad libitum*, immediately afterwards. The diets were supplemented with vitamins, minerals and electrolytes; water was also offered *ad libitum*. Complete urine collections were obtained at 24-hour intervals. Fecal collections were begun on day 2 as 48-hour pools,

TABLE 1
CHARACTERISTICS OF CHILDREN WHO PARTICIPATED IN
THE STUDIES

Child	Study ¹	Age months	Height- age, months	Weight, kg	Height, cm	Weight-for-height, % of expected ²	CHI ³
CR	O, BD	25	16	10.86	80.0	98	0.86
WM	O, BA	17	10	8.82	72.9	96	1.02
IG	O, BD	24	17	10.98	81.0	98	1.04
HA	O, BD	25	15	10.66	78.5	100	0.89
AA	O, BD	31	23	11.96	86.4	97	0.92
WG	BD	21	11	10.29	74.0	104	1.08
DV	BD	24	13	9.45	76.7	93	0.94
AZ	BA	19	14	9.98	77.9	95	0.96
IT	BA	21	9	9.03	71.3	100	0.96
MV	BA	25	14	9.28	77.6	88	0.84
<i>Mean</i>		23	15	10.13	77.6	97	0.95
<i>SD</i>		4	3	1.00	4.4	4	0.08

¹ BA = Nitrogen balance, ascending design. BD = Nitrogen balance, descending design. O = Obligatory N losses.

² Based on 50th percentile of Boston Standards (4).

³ Creatinine-height index (5).

separated by alternating carmine red and brilliant blue as fecal markers given with breakfast on days 2, 4, 6, 8 and 10.

Nitrogen Balance Protocol

The study lasted 36 days. The children drank milk formulas which provided 0.5, 0.75, 1.0 and 1.25 g protein and 100 kcal/kg/day; 30% of the energy was derived from cottonseed oil. The composition of the diet providing 1.25 g protein/kg/day is detailed in Table 2. A single batch of spray dried skim cow's milk was used. Its amino acid composition, based on 24 and 88-hour hydrolysis, is shown in Table 3. The protein content of the diet was increased (ascending design, A) or decreased (descending design, D) by 0.25

TABLE 2
COMPOSITION OF DIETS

Ingredients	Milk formula providing 1.25 g protein/kg/day			Protein-free formula		
	g/kg	g prot/kg	kcal/kg	g/kg	g prot/kg	kcal/g
Dried skim milk	3.55	1.25	12.2	—		
Cornstarch	1.50		6.0	2.5		10.0
Sucrose	13.25		53.0	15.15		60.6
Cottonseed oil	3.26		28.8	3.33		29.4
Mineral mixture*	0.61			0.61		
Water	77.83			78.41		
Total	100.0	1.25	100.0	100.0	—	100.0

* Provides (in mEq): K^+ 6; Na^+ 1; Ca^{++} 1; Mg^{++} 0.4; Cl^- 6; PO^{-3} 1; CO_3^{-2} 1; SO_4^{-2} 0.4.

g/kg/day at 9-day intervals. The changes were isoenergetic with carbohydrate replacement of proteins and viceversa. Six children began with 1.25 g protein/kg/day (D design) and four with 0.5 g/kg/day (A design); diets were supplemented with vitamins, minerals, electrolytes and water. Urine and feces were collected during the last four of each 9-day period, using brilliant blue or carmine red as fecal markers. Apparent N balance was calculated as intake minus urinary and fecal excretions. Allowances for growth (16 mg N/kg/day) (1) and miscellaneous insensible losses (8 mg/kg/day) (2, 3) were made to calculate mean requirements and safe levels of intake. Prior to the study, the children ate for several days a diet which provided 2-3 g protein and 100 kcal/kg/day and during the four days preceding the first experimental period they ate a diet with either 2 (D design) or 1.5 (A design) g milk protein and 100 kcal/kg/day.

Nitrogen Analyses

Feces were dried in an oven until they achieved constant weight; the dried powdered feces were homogenized and aliquots

TABLE 3

AMINO ACID COMPOSITION OF SKIM MILK PROTEIN BASED
ON 88-HOUR HYDROLYSIS FOR ISOLEUCINE AND VALINE
AND ON 24-HOUR HYDROLYSIS FOR ALL OTHERS
(mg/g protein)*

Essential		Non essential	
Histidine	34.5	Alanine	34.0
Isoleucine	56.4	Arginine	32.8
Leucine	98.8	Aspartic acid	78.3
Lysine	85.8	Glutamic acid	235.0
Total sulfur a.a.	38.0	Glycine	19.9
Methionine	27.6	Proline	104.5
Cystine	10.4	Serine	55.0
Total aromatic a.a.	93.0		
Phenylalanine	52.7		
Tyrosine	40.3		
Threonine	44.1		
Tryptophan	19.8		
Valine	64.2		

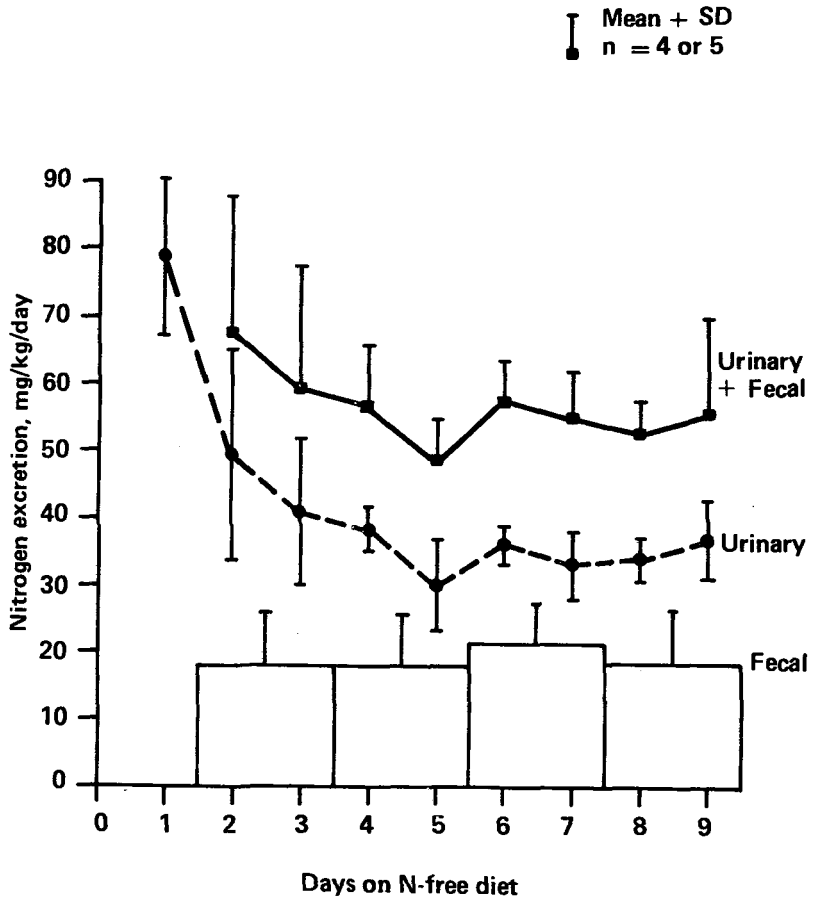
* Analyzed by column chromatography. Courtesy of Drs. F. Steinke and D. Hopkins, Ralston-Purina, Co., St. Louis, Mo.

were then analyzed in duplicate by a micro-Kjeldahl technique. Aliquots of diets and urines were analyzed in the same manner. If duplicates did not coincide within 10%, the analysis was repeated. Dietary and fecal results were multiplied by 1.05 based on 95% recovery of tryptophan standards. No corrections for recovery were made in urinary nitrogen.

RESULTS

Obligatory Nitrogen Losses

Figure 1 demonstrates that UN reached a plateau after four days on the N-free diet, whereas mean FN was stable from days 2 to 9. These children ate low residue diets for several days before



Incap 81-626

FIGURE 1

Urinary and fecal nitrogen excretion on a nitrogen-free diet

and during the study; this may have induced the early FN plateau.

The mean and standard deviations for the combined data of days 5 to 9 were 34.0 ± 5.3 mg N/kg/day for UN, 19.5 ± 6.9 for FN, and 53.7 ± 8.1 for the sum of both. Viteri and Martínez (2) reported 36 ± 7 for UN and 19 ± 2 for FN in 8 children 14-24 months old between days 7 and 10 on a nitrogen-free diet. If the present study had been carried out only for six days and the means of days 5 and 6 would have been used, the corresponding values would have been 33.2 ± 5.9 for UN, 19.9 ± 6.8 for FN and 53.0 ± 7.7 for the sum.

Nitrogen Balance Study

The regression equations of apparent balance (intake-fecal and urinary excretion) on intake for each child and for the pooled data are detailed in Table 4. The mean regression coefficients (b) of the individual equations agreed with those of the pooled regressions within 6% and b was 5% greater with the descending than with the ascending design. The mean N requirement to retain 24 mg N/kg/day for growth and to compensate for miscellaneous insensible losses was quite consistent whether based on the mean individual or pooled regression equations and on the A, D or both designs. It ranged from 96 to 100 with an overall average of 98 mg N/kg/day, which corresponds to 0.61 g protein/kg/day.

"True" protein digestibilities calculated with 20 mg/kg as the daily FN were similar at all levels of intake in both designs. The average "true" digestibility was 94% of intake (Table 4).

DISCUSSION

Factorial Calculations

Assuming that miscellaneous insensible N losses were of the order of 5 mg N/kg/day while eating a N-free diet (2), total obligatory N losses were 59 mg N/kg/day, which are 41% less than the current FAO/WHO estimates (1). After adding 16 mg N/kg/day to allow for growth of children of the same height-age and multiplying by the 1.3 correction factor, the mean N requirement for these children would be 97.5 mg/kg/day, equivalent to 0.61 g milk protein/kg/day. The coincidence with the results obtained in the nitrogen balance study suggests that the empirical factor of 1.3

TABLE 4
DATA DERIVED FROM NITROGEN BALANCE STUDY

Child	Digestibility % of intake app.	"true" ¹	Regression of apparent balance (y) on intake (x), mg N/kg/day ² $y = a + bx$	r	N intake required to retain 24 mg N/kg/day ³
Descending design					
AA	81	96	$-68 + 0.690x$	.991	133
CR	76	91	$-74 + 0.922x$	.970	106
IG	88	104	$-16 + 0.652x$	.994	61
HA	78	92	$-24 + 0.546x$	.972	88
WG	76	91	$-49 + 0.765x$	.988	95
DB	78	92	$-42 + 0.718x$	.992	92
Mean	80	94	$-46 + 0.716x$		96
SD	5	5	23 .125		24
Pooled data (n = 22) ⁴			$-51 + 0.766x$	.914	98
Ascending design					
WM	83	97	$-34 + 0.725x$	.995	80
MV	75	91	$-72 + 0.642x$	.997	150
AZ	82	96	$-51 + 0.816x$	.999	92
IT	78	93	$-16 + 0.552x$	.958	72
Mean	80	94	$-43 + 0.684x$		99
SD	4	3	24 .113		35
Pooled data (n = 16)			$-48 + 0.718x$	.836	100
Both designs					
Mean	80	94	$-45 + 0.703x$		97
SD	4	4	22 .115		27
Pooled data (n = 38)			$-49 + 0.740x$	.877	98

¹ "True" digestibility assumes obligatory fecal N loss of 20 mg/kg/day.

² Apparent balance = Intake - urinary N - fecal N.

³ Allowing 16 mg N/kg/day for growth and 8 mg N/kg/day for insensible losses.

⁴ Using all data for the corresponding design; n = number of determinations.

applied by the FAO/WHO Expert Committee (1) to estimate mean N requirements from the factorial method is a good approximation.

Mean Protein Requirements

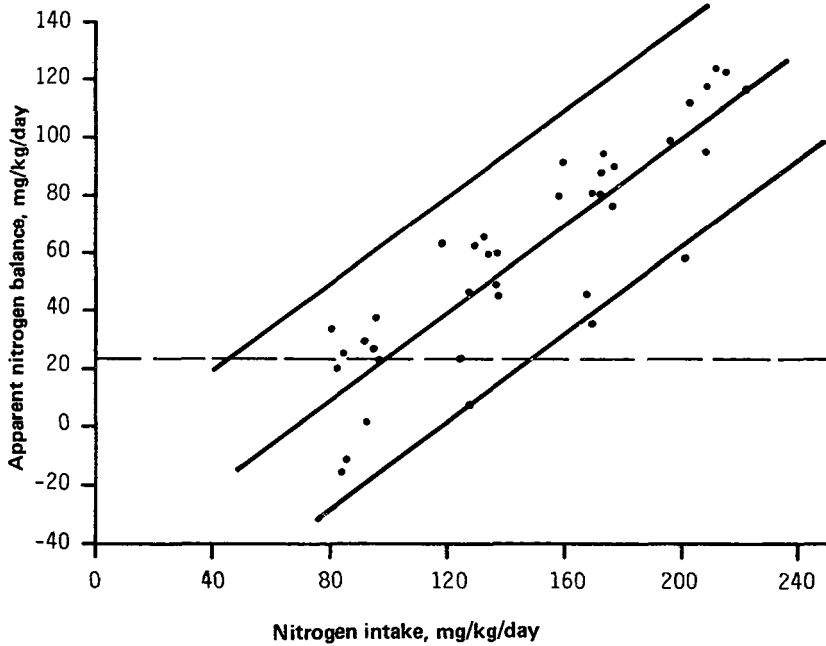
Two different experimental approaches were followed: a) factorial calculations based on actual measurements of obligatory N losses, and b) multi-level N balance measurements with ascending and descending designs. Both gave a result of 0.61 g milk protein/kg/day, which suggests that the FAO/WHO Committee overestimated the protein requirements for 2-year-old children by about 33%.

Safe Levels of Protein Intake

The addition of 30% to the mean requirements to account for inter-individual variability, as proposed in 1971 and reiterated in a more recent FAO/WHO Memorandum (6), indicates that 0.79 g/kg/day is the safe level of milk protein intake. Table 5 shows that 0.79 g protein/kg/day from the milk used in this study provides the recommended intakes of essential amino acids established at INCAP for similar children (7, 8). This lends further support to our conclusion of an overestimation in the 1973 FAO/WHO report.

The coefficients of variation observed in our measurements of UN + FN ($8.1/53.7 = 15\%$) and in the mean regression coefficients of N balance on intake ($0.115/0.703 = 16\%$) agree with the FAO/WHO estimates of variation. However, the coefficient of variation of the mean N intakes necessary to retain 24 mg N/kg/day, therefore allowing for growth needs and insensible losses, was larger ($27/97 = 28\%$). If an allowance of 56% (i.e., two times that coefficient of variation) were made for interindividual variability, the safe level of intake would become 151 mg N or 0.94 g protein/kg/day. A similar figure is obtained from the 95% confidence bands of the pooled regression analysis of N retention on intake (Figure 2) as suggested by MIT investigators (9, 10), considering a retention of 24 mg N/kg/day as the adequate N "balance" for children of this age group. The intake of 150 mg N/kg/day would satisfy the child with the highest needs who participated in the present nitrogen balance study (child MV, Table 4). If that child were excluded from the analysis based on his low

$$Y = -49 + 0.740 X$$
$$r = 0.877$$



Incap 80-373

FIGURE 2

Apparent nitrogen balance [Intake - (Urinary N + Fecal N)]
as function of intake. Pooled data of 38 measurements
on 10 children with 95% confidence bands

TABLE 5

ESSENTIAL AMINO ACID CONTENT, mg, OF THE SAFE LEVEL
OF MILK PROTEIN INTAKE SUGGESTED BY THIS STUDY

Essential amino acid	Content in 0.79 g milk protein	Amino acid recommendations established at INCAP ¹
Histidine	27	n. i. ²
Isoleucine	45	32
Leucine	78	n. i.
Lysine	68	66
Methionine + cystine	30	28
Phenylalanine + tyrosine	73	n. i.
Threonine	35	> 37, < 53
Tryptophan	16	> 12, < 17
Valine	51	39

¹ From Pineda *et al.* (7), and Torún *et al.* (8).

² Not investigated.

weight-for-height and CHI (Table 1), the mean N requirement for the remaining nine children would be 91 ± 21 mg/kg/day (coefficient of variation = 23%). The safe level of intake would then be estimated as 133 mg N or 0.83 g protein/kg/day. The safe level based on the 95% confidence band of the pooled regression analysis would be 130 mg N/kg/day after excluding MV's data.

The issue of inter-individual variation is yet to be resolved in order to recommend safe levels of intake from mean requirement measurements. But even if the largest allowance mentioned above (56%) was made, current FAO/WHO recommendations would still be too high by 21%.

Obligatory N Losses and Basal Energy Expenditure

The relationship between total obligatory N losses and basal energy expenditure (BEE) in preschool children is lower than the 2 mg N/basal kcal reported for adults (1). The average BEE measured by two of the authors (Viteri and Torún, unpublished data) in many children similar to those in the present study was 53 kcal/kg/day, which agrees with the values notified by others for children

of the same weights (11). Therefore, the ratio of FN to BEE was 0.38 mg of N per basal kcal, which coincides with observations made by Huang, Lin and Hsu (3) and with the value accepted by the FAO/WHO Committee for all ages after infancy. The ratio of UN to BEE, however, was 0.64 mg N/basal kcal, lower than the values of 1.4 and 0.95 mg N/basal kcal accepted by the Committee and by Huang, Lin and Hsu, respectively. The seemingly low urinary N excretions in the present study are not artifacts; their validity was supported by the measurements done in 44 trials carried out to develop a short-term nitrogen balance assay for protein quality (Torún, unpublished observations). Children similar to those who participated in this study ate a nitrogen-free diet for two days. On the second day their urinary N had fallen to 42.9 ± 11.4 mg/kg/day which is similar to the values shown in Figure 1. As a consequence of the low UN/BEE, the total obligatory N losses of 59 mg/kg/day correspond to 1.11 mg of N per basal kcal, which is around 45% less than the estimates of 2 mg N/basal kcal derived from adult data.

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors wish to express their gratitude to the children who participated in these investigations and to their parents. They also recognize the important contribution of: Dr. Salvador García-Jiménez, Dr. Glorielena Navas de Noguera and INCAP's Clinical Center staff who participated in the clinical study; Dr. Oscar Pineda who provided us with biochemical support; Mr. Rubén Darío Mendoza for his technical assistance; the United Nations University for its support to Ms. Cabrera-Santiago who was granted a training and research Fellowship; the Ralston-Purina Co. for performing the amino acid analysis and supplying us with the milk and other materials; and the Foundation for Food and Nutrition of Central America and Panama (FANCAP) for their financial assistance to INCAP's Clinical Center.

RESUMEN

**REQUERIMIENTOS PROTEINICOS DE NIÑOS PREESCOLARES:
PERDIDAS OBLIGATORIAS DE NITROGENO Y DETERMINACIONES
DE BALANCE NITROGENADO USANDO LECHE DE VACA**

Se midieron las pérdidas obligatorias de N en heces (NF) y orina (NU) de cinco niños y su balance de N, así como el de otros cinco niños más (edad: 23 ± 4 meses) usando 4 niveles de ingestión de leche de vaca. Los valores de NF, NU y $NF + NU$ fueron de 19.5 ± 6.9 , 34.0 ± 5.3 y 53.7 ± 8.1 mg N/kg/día, respectivamente. Las proporciones de NF, NU y pérdidas obligatorias totales ($NF + NU + N$ en sudor e integumentario) en relación a gasto energético basal fueron 0.38, 0.64 y 1.11 mg N/Kcal basal, respectivamente. Los dos últimos valores son 32% y 45% más bajos que los estimados por FAO/OMS en 1971. El requerimiento promedio de N determinado por cálculos factoriales usando un factor de corrección de 1.3 y por medio de los estudios de balance de N, fue 98 mg N ó 0.61 g proteína de leche/kg/día, que es 33% menos que el estimado por FAO/OMS. Así, dependiendo de las estimaciones que se hagan por variabilidad inter-individual, el nivel seguro de ingesta proteínica oscilaría entre 0.79 y 0.94 g/kg/día, o sea entre 33 y 21% menos que las recomendaciones de FAO/OMS. Las digestibilidades aparente y "verdadera" de la proteína de leche fueron de $80 \pm 4\%$ y de $94 \pm 4\%$, respectivamente.

BIBLIOGRAPHY

1. **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 Report Series No. 52; WHO Technical Report Series No. 522).
2. Viteri, F. E. & C. Martínez. Integumental nitrogen losses of preschool children with different levels and dietary sources of protein intake. **Food Nutr. Bull.** (In press).
3. Huang, P. C., C. P. Lin & J. Y Hsu. Protein requirements of normal infants at the age of about 1 year: Maintenance nitrogen requirements and obligatory nitrogen losses. **J. Nutr.**, **110**: 1727, 1980.
4. Stuart, H. C. and S. S. Stevenson. Physical growth and development. In: **Textbook of Pediatrics**. 9th ed. W. E. Nelson, V. C. Vaughan and R. J. McKay (Eds). Philadelphia, Saunders, 1969.
5. Viteri, F. E. & J. Alvarado. The creatinine-height index: Its use in the

- estimation of the degree of protein depletion and repletion in protein-calorie malnourished children. *Pediatrics*, **46**: 696, 1970.
6. Protein and energy requirements: a Joint FAO/WHO Memorandum. *Bull. Wld Hlth. Org.*, **57**: 65, 1979.
 7. Pineda, O., B. Torún, F. E. Viteri & G. Arroyave. Protein quality in relation to estimates of essential amino acid requirements. In: **Protein Quality in Humans: Assessment and in vitro Estimation**. C. E. Bodwell, D. T. Hopkins and J. Atkins (Eds.). Westport, Conn., The Avi Publishing Co. (In press).
 8. Torún, B., O. Pineda, F. E. Viteri & G. Arroyave. Use of amino acid composition data to predict protein nutritive value for children with specific reference to new estimates of their essential amino acid requirements. In: **Protein Quality in Humans: Assessment and in vitro Estimation**. C. E. Bodwell, D. T. Hopkins and J. Atkins (Eds.). Westport, Conn., The Avi Publishing Co. (In press).
 9. 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, 1977.
 10. Young, V. R., W. M. Rand & N. S. Scrimshaw. Measuring protein quality in humans: A review and proposed method. *Cereal Chem.*, **54**: 929, 1977.
 11. Talbot, F. B. Basal metabolism standards. *Am. J. Dis. Child.*, **55**: 455, 1938.

**CARACTERÍSTICAS AGRONOMICAS NUTRICIONAIS
E DE PROCESSAMENTO DE GERMOPLASMA DE SOJA
COM TEGUMENTOS COLORIDOS¹**

Alfredo Lam-Sánchez², José Fernando Durigan³, Ernesto dos Santos⁴, Maria José Paro⁵ e José Eduardo Dutra de Oliveira⁶

**Departamento de Fitotecnia, Faculdade de Ciências Agrárias
e Veterinárias "Campus" de Jaboticabal, Universidade Estadual
Paulista, 14.870, Jaboticabal, São Paulo, Brasil**

Manuscrito modificado recibido: 22-4-81.

- 1 Parte do trabalho apresentado no Lançamento Oficial da Campanha de Utilização da Soja na Alimentação. Secretaria da Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo - 19/julho/1980.
- 2 Professor Adjunto, Departamento de Fitotecnia da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal, Universidade Estadual Paulista. Jaboticabal, Estado de São Paulo. "Alumnus" do Programa UNU/INCAP.
- 3 Professor Assistente, Departamento de Tecnologia da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal, Universidade Estadual Paulista. Jaboticabal, Estado de São Paulo.
- 4 Professor Assistente Doutor, Departamento de Clínica Médica, Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo. Ribeirão Preto, Estado de São Paulo.
- 5 Aluna do Curso de Especialização em Nutrição, Departamento de Clínica Médica, Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, Estado de São Paulo.
- 6 Professor Titular, Departamento de Clínica Médica, Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo. Ribeirão Preto, Estado de São Paulo.

RESUMO

Dez variedades de soja com tegumentos coloridos foram introduzidas e avaliadas em Jaboticabal com o objetivo de fornecer subsídios, visando a preferenciabilidade de cor, na utilização direta da soja na alimentação humana.

O material introduzido mostrou-se adaptado às condições ambientais locais, onde os ciclos das plantas foram um pouco menores do que a testemunha Santa Rosa (121 dias), variando de 107 a 119 dias, apesar de que algumas variedades apresentaram tempos de florescimento maiores do que ela.

A maioria delas se enquadram dentro das exigências mínimas para cultivo local, porém em certos casos podem haver problemas de acamamento. Todas as variedades são suscetíveis ao ataque da "pústula bacteriana" (*Xanthomonas phaseoli* var. *sojensis*), mostrando variação na reação à doença. Elas apresentaram sementes menores do que as da Santa Rosa, e as cultivares NC-55, Aksarben 1S (Black), e Aksarben 1S (Brown), e Chi kei 13 tiveram produções estatisticamente semelhantes à da Santa Rosa.

Quanto aos teores de proteína e óleo, verifica-se que o material introduzido apresenta uma variabilidade bastante ampla, sendo de 37.90 a 43.90% para proteína e de 14.72 a 21.34% para óleo. O conteúdo de metionina variou de 0.907 a 1.644 g/16 gN, situando-se dentro dos limites conhecidos, porém o conteúdo de lisina apresentou-se bastante alto neste material (7.684 a 10.877 g/16 gN), o que uma vez mais evidencia a potencialidade desta leguminosa, para ser utilizada em mistura com cereais.

As variedades Tanner e as Chi kei apresentaram porcentagens altas de sementes duras (impermeáveis), o que influenciou diretamente nas características de hidratação de sementes, porém os tempos experimentais de cozimento foram bastante baixos, variando de 51 1/2 a 122 minutos, verificando-se que não existe relação entre estas duas características de processamento.

Foi considerado neste trabalho, o tempo para hidratação, como sendo o tempo em horas para que uma semente em embebição dobre o seu peso.

INTRODUÇÃO

As características nutricionais da soja são bastante conhecidas, e por isto ela é apontada como uma das soluções do problema nutricional nos países tropicais, os quais tem mostrado uma boa potencialidade para produzi-la (1).

O seu consumo direto se restringe aos povos orientais. Na maioria dos casos ela é consumida sob formas industrializadas, as quais muitas vezes atingem preços elevados e não acessíveis à população.

A maioria de variedades plantadas são unicamente de cor amarela, isto é, por exigência da indústria de óleo, que assim o determina por problemas de tecnologia.

Avaliações de germoplasma de soja realizadas em Jaboticabal, mostram que agronomicamente, podem ser recomendadas as cultivares Santa Rosa, Viçoja, F 61-2926 e IAC-2, com ciclos de plantas entre 125 e 139 dias e apresentando produções acima de 3.000 kg/ha (2).

Os conteúdos de óleo e proteína sofreram influências do genótipo da variedade e das condições ambientais, apresentando a média de 17.62 ± 0.87 para óleo e 38.51 ± 2.23 para proteína. O conteúdo de metionina e de lisina variaram de 1.009 a 1.827 g/16 gN, e de 4.228 a 7.354 g/16 gN, respectivamente (3).

Este material também foi avaliado quanto as características de hidratação, onde mostraram relações de hidratação variando de 2.17 a 2.42; não apresentando sementes impérmeáveis, a não ser o caso da cultivar Davis com 5.90^o/o. Quanto ao tempo experimental de cozimento verifica-se que este variou de 50 1/4 a 171 minutos, existindo uma tendência negativa ($r: -0.12$) entre esta característica e a relação de hidratação (3).

Poucos estudos existem sobre a avaliação de variedades de tegumentos coloridos, porém dado a última tendência no Brasil de se utilizar a soja na alimentação humana de uma maneira direta, e à possível preferenciabilidade de cor por parte do consumidor, a semelhança do feijão, objetivou-se o presente trabalho a fim de fornecer subsídios para posteriores pesquisas, avaliando-se germoplasma com tegumentos coloridos, sob o ponto de vista de adaptação agrônômica na região de Jaboticabal, caracterização nutricional quanto à composição química das sementes, e caracterização tecnológica, pela determinação da hidratação e do tempo experimental de cozimento de sementes.

MATERIAIS E METODOS

As variedades e linhagens utilizadas no presente estudo foram obtidas do Centro Nacional de Soja (EMBRAPA) em Londrina - Paraná, e foram submetidas a uma multiplicação em Jaboticabal durante o ano agrícola de 1976/77. Em 1977/78 foram submetidas a um Ensaio de Competição nos terrenos da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias "Campus" de Jaboticabal.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao

acaso, com 4 repetições, onde cada parcela experimental era constituída de 4 linhas de 5 m de comprimento espaçadas de 0.60 m. O plantio foi realizado no dia 12 de dezembro de 1977 e para efeito de comparação utilizou-se como testemunha a cultivar de sementes amarelas Santa Rosa, por ser a mais plantada na região.

Foram feitas observações sobre as características varietais e sobre o ciclo da planta (florescimento e maturação), sendo estes expressos em dias após a germinação. De cada parcela útil (duas fileiras centrais) foram tomadas as seguintes características: altura final e da inserção da primeira vagem expressas em cm; diâmetro do caule em mm; número de vagens por plantas; número de sementes por vagem; peso de 100 sementes; acamamento expresso em graus (0, todas as plantas eretas - 5, todas as plantas acamadas) e finalmente produção por área em kg/ha.

Durante o ciclo foram feitas observações sobre os ataques de "pústula bacteriana", expressando-o em graus (0 - plantas resistentes, 5 - grau máximo de susceptibilidade), foi constatado também o ataque do Virus do Mosaico Comun da Soja, através de sintomas foliares.

Para as análises químicas, os grãos foram inicialmente triturados em moinho tipo Wiley, até redução a uma farinha integral, com finura de aproximadamente 60 mesh, na qual se determinou o conteúdo de proteína, pela determinação de nitrogenio total, de acordo com o método de micro Kjeldahl da AOAC (4), e o conteúdo do extrato etéreo, pelo uso de eter de petróleo em extrator Soxhlet (4).

A composição de aminoácidos foi feita por cromatografia líquida, utilizando-se hidrolise com metanosulfona em aparelho Hitachi Perkin Elmer. O índice químico foi calculado de acordo com a metodologia de Block e Mitchell (5), tomando-se como referência o padrão proposto pela FAO/OMS, 1973 (6).

Com as sementes colhidas foram feitas determinações sobre características de processamento: hidratação e cozimento de sementes. Até a realização dos testes as sementes foram armazenadas em condições ambientais.

A hidratação de sementes foi feita utilizando-se 100 sementes livres de defeitos e impurezas, as quais foram maceradas em água destilada na proporção de 4:1 p/p, onde a água absorvida foi registrada de meia em meia hora até as 3 primeiras horas, e depois de hora em hora até as 12 horas. Deste processo obtiveram-se, a porcentagem de sementes duras ou sementes impermeáveis a água; a relação de hidratação (peso final da amostra/peso inicial) e o tempo para hidratação, ou seja o tempo em horas para a

semente dobrar de peso. Os testes foram realizados em quadruplicado e a temperatura ambiente registrada.

O tempo experimental de cozimento foi feito de acordo com a metodologia proposta por Burr, Kon e Morris (7), utilizando-se a máquina de Mattson, onde se utilizaram sementes maceradas em água destilada por 12 horas na proporção de 4:1 p/p, independente de se elas estavam entumescidas ou não. A máquina junto com as sementes foram colocadas em um recipiente com água fervendo, considerando-se como tempo de cozimento, quando 50% + 1 estilete perfuravam as sementes. Os testes foram realizados em quadruplicado e a temperatura da água fervendo foi constantemente registrada.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 observa-se algumas características varietais do material introduzido, como coloração da flor, da semente e da pubescência. O material com exceção da Tanner e da PI 192.874, apresentou flores roxas. As sementes quanto a cor foram pretas e marrões, havendo variações quanto a esta última cor. A cor de pubescência com exceção da Gatan, que é cinza, todas as demais foram marrões.

Dentro das variedades de semente colorida observa-se que algumas apresentam sementes sem brilho ou opacas (NC-55, PI 192.874, Chi kei 15 e Tanner), uma intermediária (Otootan) e as demais como a Santa Rosa ou seja com brilho.

A maioria das variedades introduzidas apresentaram hábito de crescimento indeterminado e somente a PI 192.874, Chi kei 13 e a Tanner apresentaram um hábito determinado.

A época de florescimento esteve por volta de 48 dias (Santa Rosa), apesar da Tanner apresentá-la inferior (38 dias), e NC-55, PI 265.491 e a Otootan apresentá-las superiores (54 dias). Todas elas mostraram uma maturação menor do que a Santa Rosa (121 dias), o que indica que não houve uma relação entre o período vegetativo e o período reprodutivo, conforme é verificado de maneira geral nas cultivares de sementes amarelas, onde existe uma correlação entre floração e maturação, para as variedades adaptadas a uma determinada latitude (8).

Por outro lado percebe-se que o material introduzido é mais sensível aos efeitos do fotoperíodo, onde a medida que se encurtam os dias, existe uma redução no período reprodutivo (9),

TABELA 1

CARACTERISTICAS VARIETAIS DAS VARIEDADES COLORIDAS, INTRODUZIDAS PELA F.C.A.V. J. — UNESP

Variedade	Coloração			Tipo de crescimento	Brilho da semente	Florescimento (dias)	Maturação (dias)	Acamamento ¹	Pústula bacteriana ¹	Mosaico
	Flor	Semente	Pubescência							
NC-55	roxa	preta	marron	indeterminado	opaco	53	116	4	0.5	sim
PI-192.874	branca	preta	marron	determinado	opaco	48	107	4	2.0	sim
PI-265.491	roxa	preta	marrom	indeterminado	brilhante	54	119	3	2.0	não
Otootan	roxa	preta	marrom	indeterminado	intermediário	54	118	2	0.5	sim
Chi kei No. 13	roxa	preta	marrom	determinado	brilhante	41	112	5	4.0	não
Aksarben 1 "S".Bl	roxa	preta	marrom	indeterminado	brilhante	48	110	2	0.5	sim
Chi kei No. 15	roxa	marrom-café	marrom	indeterminado	opaco	43	112	3	3.0	não
Aksarben 1 "S".Br.	roxa	marrom	marrom	indeterminado	brilhante	50	115	3	1.5	sim
Gatan	roxa	marrom	cinza	indeterminado	brilhante	46	110	2	3.0	não
Tanner	branca	marrom-aver.	marrom	determinado	opaco	38	117	1	3.0	sim
Santa Rosa	branca	amarela	marrom	det. e/ou indet.	brilhante	48	121	1	2.0	sim

¹ Avaliação segundo uma escala de 0-5.

porém os efeitos aqui foram bastante drásticos, não havendo uma relação da maturação com os tempos para floração. Em parte uma explicação para isto, talvez seja a época de plantio do experimento, o qual foi feito em 12 de dezembro, daí a razão da Santa Rosa apresentar um ciclo de 121 dias, em comparação com 137 dias, quando plantada na primeira quinzena de novembro (8).

Verifica-se também que o material é suscetível a "pústula bacteriana", havendo variação na reação à doença, onde as variedades como NC-55, Ootoan e Aksarben 1S (Black) foram as menos suscetíveis, e a Chi kei 13 a mais suscetível.

Quanto ao acamamento percebe-se que algumas das variedades apresentaram graus de acamamento altos (NC-55, PI 192.874 e Chi kei 15), onde se encontraram de 50 a 100% de plantas acamadas. Esta característica sofre influência do genótipo e fatores ambientais, principalmente da densidade de plantio, o que implica na realização de estudos posteriores de manejo, onde determinar-se-ão as práticas específicas para cada cultivar.

Na Tabela 2 mostra algumas características agrônômicas das variedades coloridas, em comparação com a Santa Rosa verifica-se que a Chi kei 15 foi a única que apresentou uma altura menor do que a testemunha, tendo as demais variedades alturas acima do recomendado por Miyasaka (10), para as variedades em São Paulo, onde estabelece um limite de ao redor de 70 cm. Com relação a inserção da primeira vagem, verifica-se que novamente a Chi kei 15 apresentaria problemas de perda de material na colheita, por ter uma inserção menor do que 10 cm, o resto do material mostrou inserções bastante boas.

Não houve diferenças significativas quanto ao diâmetro do caule, e os valores foram próximos a 6.50 mm, isto indica que as plantas talvez estivessem num regime de competição alto, daí os crescimentos apresentados, e como consequência os altos graus de acamamento, já que existe uma relação entre estas características (11).

O número de sementes por vagem está dentro dos limites conhecidos para variedades de cor amarela, porém o número de vagens por planta variou significativamente, com destaque para as variedades Tanner e Aksarben 1S (Black) pelo número bastante pequeno (34.20 e 53.53 respectivamente) e para a PI 192.874 e as duas Chi kei, com um número superior a 80. O peso de 100 sementes mostra que as variedades introduzidas apresentam sementes menores do que Santa Rosa, somente a Tanner apresentou um valor semelhante ao da testemunha.

TABELA 2

CARACTERÍSTICAS AGRONOMICAS DAS VARIEDADES COLORIDAS, INTRODUZIDAS PELA F.C.A.V.J. – UNESP

Variedade	Altura final da planta (cm)	Altura 1a. inserção (cm)	Diâmetro do caule (mm)	Vagens por planta	Sementes por vagem	Peso de 100 sementes (g)	“Stand” final	Produtividade ¹ (kg/ha)
NC-55	89.93	15.80	6.19	78.67	2.40	9.825	194.67	3027 ^{ab}
PI-192.874	71.60	11.10	5.47	84.67	2.07	8.364	181.00	2024 ^c
PI-265.491	97.23	19.43	6.01	69.33	2.20	8.204	182.00	2308 ^{bc}
Otootan	90.07	15.77	5.88	72.53	2.17	8.658	214.33	2575 ^{abc}
Chi kei No. 13	79.13	9.80	6.06	84.33	2.57	10.248	145.67	2499 ^{abc}
Aksarben 1 “S”.Bl.	72.30	16.03	5.41	53.53	2.13	11.793	192.67	2483 ^{abc}
Chi kei No. 15	57.67	6.87	5.98	82.50	2.50	9.337	130.00	2192 ^{bc}
Aksarben 1 “S”.Br.	86.83	16.27	5.94	70.33	2.30	9.490	206.00	2585 ^{abc}
Gatan	94.30	12.33	7.43	49.83	2.40	11.732	200.00	2216 ^{bc}
Tanner	70.00	12.37	6.88	34.20	2.03	14.340	122.00	972 ^d
Santa Rosa	61.47	15.67	6.93	72.87	2.23	14.433	140.33	3383 ^a
C.V. (o/o)	6.06	16.54	15.48	18.84	8.05	5.77	13.92	9.05
F	23.62*	7.50*	1.28 ^{NS}	4.96*	2.77 ^{NS}	39.75*	10.06*	13.10*

¹ Produtividade. Resultados acompanhados de pelo menos uma letra igual, não diferem significativamente entre si. Valores de F. NS = Não diferem significativamente entre si e * = diferem significativamente ao nível de 5% de probabilidade.

O "stand" final foi bastante diferente, onde as variedades Tanner e Chi kei 15 foram as que apresentaram o menor "stand", em torno de 130 plantas por 10 m, e a Ootootan, e Aksarben 1S (Brown) e a Gatan com os mesmos superiores ou iguais a 200 plantas. Com exceção das primeiras mencionadas, as outras variedades apresentaram "stands" superiores ao da Santa Rosa.

A produtividade das variedades coloridas foi inferior à da Santa Rosa, (3383 kg/ha) porém a NC-55, Ootootan, Chi kei 13, Aksarben 1S (Black) e Aksarben 1S (Brown) estatisticamente não diferiram da variedade usada como testemunha. Relacionando esta característica com o tamanho das sementes verifica-se que elas se correlacionaram negativamente ($r: -0.60^*$).

Quanto a determinação dos conteúdos de proteína e óleo, estes não foram muito diferentes dos da variedade Santa Rosa (proteína = 37.24% e óleo = 20.24%). (Tabela 3). Nesta Tabela destacam-se as variedades NC-55, PI 192.874, Ootootan, Chi kei 13, Aksarben 1S (Black) e Tanner, que apresentaram teores de proteína acima de 40% e as variedades PI 192.874, PI 265.491, Ootootan, Chi kei 13, Aksarben 1S (Black) e Gatan que apresentaram teores de óleo abaixo de 18%. Em comparação com outros resultados, verifica-se que este material apresentou valores altos de proteína, e em certos casos os valores de óleo foram baixos, havendo uma tendência negativa entre estas duas características ($r: -0.09$).

Mais especificamente, o teor de proteína mostrou uma tendência negativa com a produtividade ($r: -0.43$) e positiva com o tamanho das sementes ($r: 0.46$), indicando até certo ponto que as variedades mais ricas em proteína foram as menos produtivas e consequentemente possuíam sementes maiores.

Nos teores de aminoácidos (Tabela 4), observa-se que as variedades coloridas apresentaram teores de lisina superiores ao da variedade Santa Rosa (5.325 g/16g N). O conteúdo de cistina não mostrou-se muito diferente para as variedades comparadas, mas quanto ao de metionina observou-se que somente as variedades Ootootan e Aksarben 1S (Black), apresentaram teores superior e equivalente ao da Santa Rosa (1.436 g/16g N), respectivamente, enquanto que o de todas as outras foram inferiores, com destaque para a PI 265.491, cujo teor foi o mais baixo (0.907 g/16g N).

O teor de metionina mostrou uma tendência positiva com o teor de proteína ($r: 0.16$), o que em parte concordam com os resultados mostrados por Krober e Cartter (12).

As variedades introduzidas apresentaram teores limitantes

TABELA 3
TEORES DE PROTEÍNA E ÓLEO DAS SEMENTES

Variedade	Proteína ¹ (%)	Óleo ²
NC-55	40.50	21.34
PI-192.874	41.00	15.84
PI-265.491	39.50	16.28
Otootan	41.80	17.16
Chi kei No. 13	40.40	14.72
Aksarben 1 "S"-B1.	42.40	16.72
Chi kei No. 15	38.20	20.02
Aksarben 1 "S"-Br.	38.60	18.04
Gatan	37.90	17.82
Tanner	43.90	19.14
Santa Rosa	37.24	20.24

¹ Proteína (%) = N total (%) x 6.25.

² Óleo = Extrato etéreo.

de aminoácidos sulfurados conforme o índice químico, para as respectivas proteínas, mostrado na Tabela 5.

Observou-se também que somente a variedade Otootan (IQ = 86.43) apresentou um índice químico superior ao da Santa Rosa (IQ = 77.86) enquanto que a Aksarben 1S (Brown) foi a única que apresentou este índice a um nível equivalente, enquanto que todas as outras apresentaram-no inferior. O índice químico refletiu os baixos teores apresentados para a metionina, pelas variedades introduzidas, conforme a Tabela 5.

Nas características de processamento verifica-se na Tabela 6 que a velocidade de hidratação dos grãos das variedades coloridas mostrou-se sempre menor do que a dos grãos de Santa Rosa. O tempo para hidratação, ou seja, o tempo em horas para a semente dobrar o seu peso quando embebida em água, dá uma idéia mais precisa da velocidade de absorção de água, este termo é aqui pela primeira vez utilizado; já que pela metodologia utilizada para os grãos de feijão, existe um certo grau de subjetivismo e além do

TABELA 4

COMPOSIÇÃO EM AMINOÁCIDOS (g/16g N) DAS SEMENTES

Aminoácido	NC-55	PI- 192.874	PI- 265.491	Otootan	Chi kei No. 13	Aksarben 1"S"-Bl.	Chi kei No. 15	Aksarben 1"S"-Br.	Gatan	Tanner	Santa Rosa
Lisina	10.193	8.197	7.584	10.675	8.673	9.872	9.040	10.877	9.148	9.274	5.325
Histidina	4.866	4.090	3.715	5.523	4.562	4.870	4.941	5.645	4.421	4.785	2.334
Arginina	12.172	8.735	10.134	12.817	9.690	12.283	10.261	13.036	9.552	10.696	6.226
Triptofânio ¹	0.010	0.013	0.010	0.039	0.010	0.480	0.006	0.021	0.021	0.009	—
Ác. aspártico	16.170	10.648	9.436	14.537	12.969	14.000	12.897	13.509	13.123	12.028	10.856
Treonina	5.657	3.601	3.135	3.879	3.475	3.669	4.365	5.241	3.453	3.328	2.956
Serina	5.810	4.766	5.107	6.432	5.092	5.528	5.997	7.018	5.317	5.187	2.165
Ác. glutâmico	24.704	20.097	16.018	21.710	19.576	21.358	25.738	27.200	19.471	10.396	18.829
Prolina	5.399	4.491	4.312	4.024	4.326	4.419	6.630	9.414	3.761	3.430	—
Glicina	5.375	4.138	4.105	5.028	4.605	4.911	5.032	5.947	4.749	4.860	3.789
Alanina	5.541	4.388	4.147	5.589	4.713	5.024	5.270	5.949	5.024	5.061	4.064
Cistina	1.150	1.055	1.217	1.381	1.188	1.253	1.509	1.244	1.267	1.343	1.289
Valina	5.961	4.570	4.447	5.161	4.633	5.163	5.581	6.366	5.247	4.691	5.268
Metionina	1.050	1.237	0.907	1.644	1.180	1.061	1.088	1.468	1.180	1.251	1.436
Isoleucina	5.700	4.223	4.118	4.964	4.476	4.789	5.221	5.774	4.703	4.583	4.799
Leucina	9.911	7.678	7.572	9.363	8.160	8.893	9.550	10.868	8.783	8.432	6.520
Tirosina	2.594	3.889	3.670	4.861	4.122	4.381	4.857	5.160	4.108	3.545	2.428
Fenilalanina	6.037	4.835	5.102	6.093	5.311	6.030	6.056	6.672	5.574	5.392	4.825

¹ O teor de triptofânio apresentou-se muito baixo, pois o mesmo foi destruído durante o processo de hidrólise ácida.

TABELA 5

ÍNDICE QUÍMICO DAS SEMENTES

Variedade	Aminoácidos essenciais (mg/g proteína)							Índice químico ³	
	Ileu.	Leu.	Lis.	Sulfurados ¹	Fena. + Tiros.	Treo.	Trip. ²		Val.
NC-55	57.00	99.11	101.93	22.00	86.31	56.57	0.10	59.61	62.86
PI-192.874	42.23	76.78	81.97	22.92	87.24	36.01	0.13	45.70	65.49
PI-265.491	41.18	75.72	75.84	21.24	87.72	31.35	0.10	44.47	60.69
Otootan	49.64	93.63	106.75	30.25	109.54	38.79	0.39	51.61	86.43
Chi kei No. 13	44.70	81.60	86.73	23.68	94.33	34.75	0.10	46.33	67.66
Aksarben 1 "S"-Bl.	47.89	88.93	98.72	23.14	104.11	36.69	4.80	51.63	66.11
Chi kei No. 15	52.21	95.50	90.40	25.97	104.13	43.65	0.06	55.81	74.20
Aksarben 1 "S"-Br.	57.74	108.68	108.77	27.12	118.32	52.41	0.21	63.66	77.49
Gatan	47.03	87.83	91.48	24.47	96.82	34.53	0.21	52.47	69.91
Tanner	45.83	84.32	92.74	25.94	89.37	32.28	0.09	46.91	74.11
FAO/OMS-1973 ⁴	40	70	55	35	60	40	10	50	100
Santa Rosa	47.99	65.20	53.25	27.25	72.53	29.56	—	52.68	77.86

¹ Sulfurados = cistina e metionina.

² O teor de triptofânio apresentou-se muito baixo, pois o mesmo foi destruído durante o processo de hidrólise ácida.

³ I.Q. = "Amino acid score".FAO/OMS = mg do aminoácido na proteína testada/mg do aminoácido no padrão FAO/OMS x 100.

⁴ Padrão para aminoácidos essenciais = FAO/OMS, 1973.

TABELA 6
 CARACTERÍSTICAS DE HIDRATAÇÃO DAS VARIEDADES COLORIDAS INTRODUZIDAS
 PELA F.C.A.V.J. — UNESP

Tempo (horas)	Água absorvida (ml)										
	NC-55	PI-192.874	PI-265.491	Otootan	Chi kei No. 13	Aksarben 1 "S"-Bl.	Chi kei No. 15	Aksarben 1 "S"-Br.	Gatan	Tanner	Santa Rosa
0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1/2	5.0	4.6	4.6	5.1	2.0	3.6	1.8	5.0	4.9	2.8	9.1
1	6.2	6.4	6.0	6.7	3.0	4.6	1.8	7.0	6.3	3.4	10.9
1 1/2	7.3	7.2	7.0	7.8	3.3	5.9	2.1	8.1	7.6	3.9	12.9
2	8.2	7.8	7.8	7.8	3.3	6.9	2.2	9.3	9.0	5.1	13.9
2 1/2	8.9	8.3	8.6	9.0	3.7	8.1	2.2	10.6	10.1	5.7	15.7
3	10.0	9.1	9.0	9.8	4.1	9.2	2.4	11.3	11.2	6.1	16.9
4	11.2	9.9	10.2	10.5	4.9	11.5	2.8	13.1	12.8	7.1	19.0
5	12.3	10.8	11.2	11.5	5.0	12.6	3.1	14.5	14.1	8.7	20.6
6	12.4	11.2	11.6	12.5	5.8	14.1	3.3	15.4	15.8	10.0	21.6
7	13.7	12.1	11.8	12.8	6.4	15.5	3.8	15.8	16.6	11.2	29.2
8	14.2	12.6	12.5	13.7	6.9	16.8	4.2	16.0	17.0	12.4	22.6
9	14.6	12.9	12.8	13.9	7.3	17.9	4.6	16.4	17.4	13.1	22.6
10	15.0	12.9	13.0	13.9	7.7	18.3	4.7	17.0	18.0	13.8	22.7
11	15.0	13.1	13.1	14.2	7.9	18.5	4.8	17.0	18.4	14.2	22.7
12	15.0	13.1	13.1	14.2	8.2	18.5	5.2	17.3	18.5	15.1	22.7

(Cont.)

(Cont. Tabela 6)

Tempo (horas)	Água absorvida (ml)										
	NC-55	PI-192.874	PI-265.491	Otootan	Chi kei No. 13	Aksarben 1 "S"-Bl.	Chi kei No. 15	Aksarben 1 "S"-Br.	Gatan	Tanner	Santa Rosa
Tem. (°C)	26.5	27.5	27.0	27.5	27.0	27.0	26.5	28.0	26.0	26.5	27.0
Sementes Impermeáveis (‰)	0.5	0.0	0.0	0.3	58.1	4.8	80.7	0.2	3.3	33.6	0.0
Peso inicial (g)	12.7	11.2	11.5	11.9	11.7	15.3	11.0	13.7	15.0	17.8	17.8
Peso final (g)	27.6	24.4	24.6	26.1	19.9	33.9	16.2	31.0	33.5	33.0	40.6
Rel. hidrat. ²	2.18	2.18	2.14	2.19	1.70	2.21	1.47	2.26	2.23	1.85	2.28
Tempo para hidrat. ³ (L)	6-7	6	5-6	5-6	—	6-7	—	4-5	5-6	—	3-4

¹ Grãos que não mostraram qualquer sinal de hidratação, após 12 horas.

² Relação de hidratação = peso final/peso inicial.

³ Tempo para hidratação = tempo necessário para os grãos absorverem seu peso em água.

mais exige a confecção de curvas de hidratação, sendo que muitas vezes nem sempre se chega a um valor exato (13).

Por este método verifica-se que o tempo para hidratação esteve em torno de 6 horas para a maioria das variedades introduzidas, enquanto que a variedade Aksarben 1S (Brown), apresentou um tempo entre 4 e 5 horas, as variedades Chi kei 15 e Tanner, apresentaram tempos além de 12 horas, ou seja, dentro das condições do estudo, estas variedades nunca chegaram a dobrar o peso inicial da amostra. De maneira geral as variedades amarelas apresentam tempos de hidratação de 4 horas (8).

A variedade Santa Rosa apresentou uma relação de hidratação superior à das coloridas (2.25), e não apresentou nenhuma semente impermeável; isto era de se esperar, já que as sementes amarelas não precisam ser escarificadas ou não apresentam este problema, isto decorre do cultivo contínuo e pelas processos de melhoramento, esta característica seria indesejável (8). Entretanto as variedades Tanner, Chi kei 13 e Chi kei 15 apresentaram valores bastante altos de sementes impermeáveis, sendo que este fator influenciou diretamente sobre as relações de hidratação, conforme exposto anteriormente. Existe uma tendência negativa entre a taxa de hidratação e o tamanho da semente ($r: -0.14$), indicando que a absorção de água independe do tamanho da semente.

A cozinhabilidade das variedades estudadas é encontrada na Tabela 7, na qual destaca-se o fato que todas as variedades introduzidas apesar dos problemas com hidratação de sementes, apresentaram tempos experimentais de cozimento menores do que o da Santa Rosa (171 minutos), variando de 51 1/2 a 122 minutos.

Os resultados obtidos mostram que não existe uma relação entre as características de hidratação das sementes e o tempo de cozimento, já que apesar de em certos casos a porcentagem de sementes impermeáveis ser alta, e conseqüentemente as relações de hidratação serem menores do que 2.0, os tempos de cozimento foram bastante baixos. Isto é comprovado pelos estudos de correlação simples entre as características estudadas, mostram que o tempo de cozimento mostrou uma tendência positiva com a relação de hidratação ($r: 0.32$).

Estes resultados discordam dos encontrados para material de sementes amarelas, onde evidencia-se uma relação entre estas duas características de processamento (3).

TABELA 7

COZINHABILIDADE DAS VARIEDADES COLORIDAS
INTRODUZIDAS PELA F. C. A. V. J. — UNESP

Variedade	Tempo para cozimento ¹ (min)	Temperatura (°C)
NC-55	102 3/4 (19.0) ²	95.0
PI-192.874	94 (19.7)	92.7
PI-265.491	60 1/2 (11.9)	92.7
Otootan	68 (5.6)	91.0
Chi kei No. 13	51 1/2 (6.4)	91.7
Aksarben 1 "S". Bl.	64 3/4 (4.1)	93.2
Chi kei No. 15	78 (6.0)	92.7
Aksarben 1 "S". Br.	62 3/4 (6.0)	91.0
Gatan	122 (19.5)	90.7
Tanner	61 1/4 (8.1)	93.0
Santa Rosa	171 (13.17)	95.7

¹ Tempo para cozimento determinado com a máquina de Mattson.

² Os números entre parênteses indicam o coeficiente de variação (o/o) das repetições.

SUMMARY

AGRONOMIC, NUTRITIONAL, AND PROCESSING CHARACTERISTICS
OF SOYBEAN GERMPASM WITH COLORED SEED COATS

Ten soybean varieties with colored seed coats were evaluated in Jaboticabal, with the objective of obtaining information as to color preference in the direct use of soybeans in human consumption.

The above-mentioned material showed good adaptation to the local environmental conditions: plant cycles were smaller than the Santa Rosa (121 days), varying from 107 to 119 days, in spite of the fact that some varieties started blooming later than Santa Rosa.

All materials are within the minimum standards for local planting; however, some of them showed a lodging problem, and all varieties are susceptible to bacterial pustule. They have smaller seeds than Santa Rosa,

and in relation to yield, varieties as the NC-55, Aksarben 1S (Black), Aksarben 1S (Brown) and Chi kei 13 did not statistically differ from the Santa Rosa.

Protein content showed a variability of 37.90 to 43.90% and oil varied from 14.72 to 21.34%. Methionine content was between the known limits (0.907 to 1.644 g/16 g N), but lysine was higher than any reported data (7.584 to 10.877 g/16g N).

The Tanner, Chi kei 13 and Chi kei 15 presented a high percentage of hard beans. This fact had a positive influence on the seed hydration characteristics, but their experimental cooking times were very low, varying from 51 and-a-half to 122 minutes.

The term "hydration time" is being introduced here, which is defined as the time, in hours, required for a seed to double up its weight when submerged in water.

BIBLIOGRAFIA

1. Lam-Sánchez, A. Soybean production and nutritive value. *Arch. Latinoamer. Nutr.*, 28: 155-168, 1978.
2. Lam-Sánchez, A. & J. E. Dutra de Oliveira. Melhoramento da soja (*Glycine max* (L) Merrill). I. Introdução e avaliação de germoplasma na região de Jaboticabal. *Científica*, 1980. (No prelo).
3. Lam-Sánchez, A., J. F. Durigan, J. E. Dutra de Oliveira & R. Bressani. Melhoramento da soja (*Glycine max* (L) Merrill). III. Avaliação nutricional e tecnológica do material introduzido. *Científica*, 1980. (No prelo).
4. Association of Official Agricultural Chemists. *Official Methods of Analysis of the AOAC*. 10 ed. Washington, D. C. AOAC, 1965. 957 p.
5. Block, R. J. & H. H. Mitchell. The correlation of the amino acid composition of protein with their nutritive value. *Nutr. Abstr. Revs.*, 16: 249-278, 1946.
6. *Energy and Protein Requirements*. Report of a Joint FAO/WHO *ad hoc* Expert Committee, Rome, 22 March-2 April, 1971. Published by FAO and WHO, Geneva, 1973, 118 p. (FAO Nutritional Meeting Report Series No. 52, and WHO Technical Report Series No. 522).
7. Burr, H. K., S. Kon & H. J. Morris. Cooking rates of dry beans as influenced by moisture content and temperature and time of storage. *Food Technol.*, 22: 336-338, 1968.
8. Lam-Sánchez, A. *Obtenção de Germoplasma de Soja na Região de Jaboticabal pelos Processos de Introdução e Hibridação, e Avaliação Nutricional do Material Introduzido*. Tese apresentada à Faculdade de

- Ciências Agrárias e Veterinárias para fins de Concurso Público de Livre-
Docência na Área de Melhoramento Vegetal, 1979, 167 p.
9. Lam-Sánchez, A. & K. Yuyama. Época de plantio da cultivar de soja (*Glycine max* (L) Merrill), cultivares 'Santa Rosa' e 'Viçoja' em Jaboticabal – SP. **Científica**, 7: 225-234, 1979.
 10. Miyasaka, S. **Contribuição para o Melhoramento da Soja no Estado de São Paulo**. Piracicaba, ESALQ., 1958. 47 p. (Tese de Doutorado).
 11. Lam-Sánchez A. & J.E. Veloso. Efeito do espaçamento e da densidade de plantio sobre várias características agrônômicas na cultura da soja (*Glycine max* (L) Merrill), variedade 'Viçoja' em Jaboticabal – São Paulo. **Científica**, 2: 137-147, 1974.
 12. Krober, O.A. & J.L. Cartter. Relation of methionine content to protein levels in soybeans. **Cereal Chem.**, 43: 320-325, 1966.
 13. Durigan, J.F., R.R.S. Faleiros & A. Lam-Sánchez. Determinação das características tecnológicas e nutricionais de diversas variedades de feijão (*Phaseolus vulgaris* (L.)). I. Características tecnológicas. **Científica**, 6: 215-223, 1978.

BIBLIOGRAFIA LATINOAMERICANA

BRASIL

Nutritional status of children, inmates of a small institution for homeless children in the capital of the State of S. Paulo, Brazil (Estado nutricional de crianças internadas em um pequeno orfanato particular na capital do Estado de São Paulo, Brasil).— Donald Wilson, Maria José Roncada, Rosa Nilda Mazzilli, Maria Lucia F. Cavalcanti and Dino B. G. Pattoli (School of Public Health, University of S. Paulo, São Paulo, Brazil). *Rev. Saúde Públ., S. Paulo*, 14:300-309, 1980.

Nutritional surveys (food consumption, clinical and biochemical) were conducted in a small institution for homeless children. Results showed that only 30% of the children presented adequate calorie intake. Most of the children presented adequate protein intake, but almost half consumed less than 2/3 of the calcium RDA considered necessary. Food handling, processing, and distribution also proved inadequate and wastage, high. Skin-fold measurement revealed one case

of obesity. Furthermore, most of the children presented clinical signs of vitamin A deficiency, mostly skin lesions, while about half presented clinical signs of riboflavin deficiency. Biochemical data showed that 63.6% had deficient plasma levels of vitamin A, none showed abnormal results for riboflavin excretion, four showed packed blood cell volume below normal, and all had normal hemoglobin levels. Stool examinations revealed a high rate of pathogenic protozoa (*Hymenolepis nana*), in fact, one of the highest in Brazilian literature. 14 Ref.

The production of defatted whole corn flour, and its use in bakery products. (Preparo de uma farinha de milho integral e desengordurada e seu uso em produtos de panificação).— Policarpo Vitti, Renato Ferreira de Freitas Leitão, Antenor Pizzinato and Roberto Luiz Bruno Penteado (Pesquisa financiada pelo Banco do Brasil S.A., através de seu Fundo de Incentivo à Pesquisa Técnico-científica (FIPEC). *Bol. ITAL, Campinas*, 17:451-467, 1980.

A defatted whole corn flour was produced by using the solvent extraction process. The grits obtained were mixed with wheat at a level of 50%, before flour milling by the usual process, thus producing a composite flour. To prepare the bakery products, this flour was diluted in a proportion of 25% corn to 75% wheat. This mixture was used to prepare bread, biscuits, macaroni and cake.

The results showed that defatted whole corn flour has higher protein and vitamin contents than corn flour and a still higher PER. The bakery products prepared with the composite flour were of excellent quality, with normal flavor and appearance, indicating that defatted whole corn flour does not impair the physical characteristics of bread, biscuits, macaroni and cake. 5 Ref.

The processing of soy milk residue mixed with corn grits. (Processamento de farinha composta de resíduo do extrato de soja e milho).— Décio Antonio Travaglini, Expedito Tadeu Facco Silveira, Maria M.E. Travaglini, Policarpo Vitti, Ligia Pereira, José Maurício de Aguirre, Sônia Dedeca da Silva de Campos, Ana Maria Geraldini and Iovaldo Bueno Figueiredo (Instituto de Tecnologia de Alimentos, ITAL, Campinas, São Paulo, Brasil). Bol. ITAL, 17: 275-296, 1980.

This project aimed to produce a composite flour based on a mixture of corn flour and a residue of soy milk in the proportion of 70:30, based on dry matter, or the equivalent to 40:60, on protein content basis.

Two processes were studied for the production of this flour — drying by drum drier and extrusion.

Based on the physical, chemical and biological (PER) evaluations, the best samples were chosen, and tested in dried mix formulations as a food supplement for children in the school lunch program.

Results showed that both techniques produced a soybean milk residue/corn flour with PER values of not less than 90% that of casein, and with very good organoleptic qualities when used in dried formulations like soup and polenta. 22 Ref.

A comparison of four methods for the determination of tryptophan in foods (Comparação entre quatro métodos para a determinação de triptófano em alimentos).— Denise Leme Ichimaru and Arlindo Moreira Sales. (Instituto de Tecnologia de Alimentos — ITAL, Campinas, São Paulo, Brasil). Bol. ITAL. 17: 297-307, 1980.

Four methods for the determination of tryptophan are described, and a comparison made through the analysis of 15 samples, including

varieties of beans, cereals, soy and hearts of palm.

The procedure involving basic hydrolysis and chromatographic analysis proved to be more appropriate for these samples with respect to accuracy and reproducibility of results, than the colorimetric methods. This method requires, however, special equipment for ion-exchange chromatography, and additional time for the hydrolysis stage. 19 Ref.

COLOMBIA

Lactancia natural. Revisión de algunos conceptos.— Germán Barrera Z. (División de Salud, ASCOFAME, Bogotá, Colombia). *Revista Colombiana de Pediatría*, Tomo 32:16-32, 1980.

Se anota el título de este trabajo, que carece de resumen, en vista que se considera de sumo interés para aquéllos que trabajan en el campo de la salud pública. Se acompaña de 5 gráficas y un total de 14 cuadros, todos ellos muy ilustrativos. 45 Ref.

Elaboración de harina integral de soya y su empleo en panificación.— Carlos A. Pardo H. y Jairo A. González S. (Químico e Ing. Químico, respectivamente, Programa Conjunto de Comercialización de Harinas Compues-

tas I.I.T.-T.NO, patrocinado por los Gobiernos de Colombia y Holanda, 1978). *Tecnología (Revista del Instituto de Investigaciones Tecnológicas de Colombia)*, 22:44-55, 1980.

Para la elaboración de harina integral de soya, fueron aplicados tres procesos. Se evaluó el comportamiento de los productos obtenidos en panificación, estudiando el efecto del grado de tratamiento térmico de la harina, del empleo de agentes mejoradores y del grado de sustitución de harina de trigo sobre la calidad del pan. Se encontró posible una sustitución del 12%, empleando harina integral de soya con niveles de NSI del orden de 30% o superiores, independientemente del proceso empleado para su obtención. 5 Ref.

Diseño y adaptación de métodos sencillos de control de calidad de alimentos para el plan de alimentación y nutrición de Colombia.— María Piedad de Olivera, Misael Castañeda S., Esperanza González Q., Martha Benavides Q. y Luis Eduardo Zapata M. (Técnicos del IIT, autores de este trabajo. Presentado al IV Congreso Latinoamericano y I Nacional de Control de Calidad, efectuado en Bogotá del 19 al 22 de marzo de 1980, con la organización de la Asocia-

ción Colombiana de Control de Calidad, con cuya autorización se publica). Tecnología (Revista del Instituto de Investigaciones Tecnológicas de Colombia), 22:7-31, 1980.

El proyecto que se desarrolló tuvo como objetivo diseñar y adaptar métodos analíticos de control de calidad de fácil implementación y utilización por parte de los productores de alimentos para el Plan de Alimentación y Nutrición (P.A.N.) de Colombia.

En el estudio se identificaron los factores que afectaban la calidad de los productos, siendo ellos el contenido de la proteína, el nivel de humedad, la contaminación por insectos, roedores y microorganismos y el color de los productos. Los valores de estos parámetros dependían tanto de las características de las materias primas consumidas como de las condiciones de procesamiento empleadas.

Una vez establecidos los factores que determinaban la calidad de los productos finales, se procedió a seleccionar y ensayar técnicas analíticas que reunían las características de ser más sencillas y rápidas que los métodos de análisis tradicionales. Además, se realizó una comparación de costos de análisis para la misma determinación empleando las técnicas oficiales y las sencillas.

El trabajo desarrollado permitió adaptar e implementar métodos sencillos y económicos de control

de calidad para los alimentos P.A.N. de tal manera que se obtienen resultados confiables en menor tiempo que el necesario cuando se siguen los métodos tradicionalmente usados en la determinación de humedad, proteína y contaminación por aflatoxinas. El tiempo requerido para practicar los análisis se reduce en un 80% y los costos disminuyen en 17%, 50% y 90%, respectivamente.

Como labor complementaria se realizó un entrenamiento corto a los fabricantes de alimentos P.A.N. en el uso de los métodos que resultaron recomendables para el control de calidad de sus materias primas y productos. 61 Ref.

MEXICO

Talla, peso y superficie corporal en relación a las costumbres alimentarias.— Juan Manuel Malacara y Martha Ramírez Estrada (Instituto de Investigaciones Médicas, Universidad de Guanajuato, León, Gto., México). Rev. Invest. Clin. (Méx.), 33:1-7, 1981.

Se estudió un grupo de 2,914 niños entre los 6 y 18 años de diferentes procedencias en la ciudad de León, Gto., obteniendo el peso, la talla y la superficie corporal, y las frecuencias de ingestión de carne, leche, huevos y frijoles. La talla correlacionó más ampliamente con la

ingestión de carne que con los otros alimentos ($R = 0.269$ y 0.262 para niños y niñas, respectivamente, $P < 0.001$). La estratificación retrospectiva del grupo en 3 capas según la frecuencia de la ingestión de carne, mostró diferentes curvas de crecimiento, con ventaja para

los que ingerían carne más frecuentemente. Se describe la regresión logística de la mediana de cada grupo. El peso y la superficie corporal mostraron una mayor dispersión de las cifras aunque con la misma tendencia de la talla. 12 Ref.

NUEVOS LIBROS

Evaluación Sensorial, una Metodología Actual para Tecnología de Alimentos. Emma Wittig de Penna. Santiago, Chile, Talleres Gráficos U.S.A.Ch., 1980 Precio internacional: US\$25.00.

Este libro, que abarca un total de 134 páginas y lo ilustran 17 figuras, contiene un interesante prólogo de los Dres. Hermann Schmidt-Hebbel y Fernando Monckeberg.

Incluye cinco capítulos, más un apéndice con tablas de uso frecuente para evaluar estadísticamente los resultados experimentales, presentándose los temas que seguidamente se destacan, fruto de la experiencia de diversos investigadores y la experiencia personal adquirida tanto en Chile como en Alemania: 1. Los sentidos como herramienta de análisis. 2. Factores que influyen en la evaluación sensorial. 3. Requerimientos y condiciones para realizar una evaluación sensorial de alimentos. 4. Metodología para la evaluación sensorial, y 5. Aplicaciones prácticas de análisis sensorial realizadas por la autora.

El libro pretende entregar el material básico para quienes se inician o se desempeñan en la ciencia y tecnología de alimentos, como complemento a su formación profesional. Aporta algunas soluciones a problemas de calidad derivados de la selección, manejo y elaboración de alimentos, asegurando así una aceptabilidad mantenida que se manifieste posteriormente por la preferencia del consumidor por esa calidad.

La autora, Dra. Wittig de Penna, confía en que este libro complementa en cierta forma la deficiencia de textos disponibles en castellano sobre el tema de la evaluación sensorial.

De venta en: Librería Universitaria, Librería Andrés Bello, Feria Chilena del Libro, Facultad de Ciencias Básicas y Farmacéuticas de la Universidad de Chile, o bien directamente con la autora: Casilla 233, Santiago, Chile.

Potencialidad Agroindustrial del Amaranto. Alfredo Sánchez Marroquín. México, D.F., México, Centro de Estudios Económicos y Sociales del Tercer Mundo (CEESTEM), 1980.

Este libro contiene una revisión bastante completa sobre la literatura mundial referente al amaranto, además de presentar interesante información originada por el propio autor. Está formado de seis capítulos que describen las características generales y la distribución mundial del amaranto, destacando, asimismo, la importancia y los usos que antiguamente se diera a esta semilla.

En una tercera parte, el autor presenta datos sobre especies cultivadas y silvestres en América, lo que origina una sección sobre el cultivo y la economía agrícola de la planta. Comprende otro capítulo que versa sobre la composición química del amaranto, hojas, tallos y semilla, y concluye con una sección sobre la industrialización actual y potencial del amaranto. El libro incluye también un resumen bastante completo en el idioma inglés, además de una lista de publicaciones y bibliografía con respecto al amaranto.

A pesar de pequeños errores en algunas partes del volumen, es indudable que éste brinda información de mucho valor que permite al lector ilustrarse ampliamente sobre el tema, en relación con los aspectos históricos del amaranto, los aspectos botánicos, su cultivo y utilización actual y potencial, y en áreas de investigación que permitan situar este producto a disposición de la población.

El autor y el CEESTEM merecen ser felicitados por la preparación de este libro y por su interés en promover el uso de un producto que representa valiosa ayuda para garantizar más abundantes y mejores alimentos para las poblaciones. Sería interesante y de mucho valor que en América Latina se promoviera y financiara investigaciones al respecto, así como de aplicación, de alimentos como el amaranto, la quinua, el lupino y otros que tan importantes han sido para el bienestar y la alimentación de las poblaciones autóctonas de América Latina.

Ricardo Bressani

NOTAS

CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO: FISIOPATOLOGIA EM CLÍNICA MÉDICA. ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: METABOLISMO e NUTRIÇÃO

Em Janeiro de 1981, a Câmara de Pós-Graduação da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (São Paulo, Brasil) aprovou a implantação do Curso de Pós-Graduação proposto pelo Departamento de Clínica Médica da Faculdade de Medicina de Botucatu (São Paulo).

O curso, denominado "Fisiopatologia em Clínica Médica", tem três áreas de concentração: **Metabolismo e Nutrição, Cardiologia e Nefrologia**. O curso inclui também disciplinas de domínio conexo, isto é, disciplinas não incluídas nas áreas de concentração mas que são convenientes ou necessárias para completar a formação pretendida.

O início das atividades do curso está previsto para o fim do primeiro semestre de 1981. O curso foi aprovado em níveis de mestrado e de doutorado, devendo o candidato ao mestrado completar 120 créditos (1 crédito= 12 horas de atividade) em período máximo de três anos, e o candidato ao doutorado completar outros 120 créditos em período máximo também de três anos. Nas duas fases, o candidato deverá elaborar trabalho de investigação (teses de mestrado e de doutorado), computando-se 60 créditos para a tese de mestrado e pouco mais que 80 créditos para a tese de doutorado. Assim, o número de créditos, em cursos, é de 60 no mestrado e de 36 no doutorado.

O número de vagas para matrícula inicial, no curso como um todo, será de 15; após seleção dos candidatos, de acordo com seu interesse e a disponibilidade dos orientadores do curso, poderá haver opção por uma das três áreas do curso. Assim, em fase inicial, é de se esperar que a área de Metabolismo e Nutrição venha a aceitar até cinco candidatos.

A matrícula no curso é semestral e as disciplinas, oferecidas a cada dois anos.

Na Area de Metabolismo e Nutrição, o programa inclui: a) tópicos básicos sobre metabolismo; b) estudo de nutrientes e dietas, avaliação nutricional e estudos relativos a desnutrição humana e experimental; c) participação do aparelho digestivo em metabolismo e nutrição; d) estudos metabólicos sobre hemoglobinas. As disciplinas que constam do programa desta área são as seguintes: 1. Metabolismo protéico; 2. Metabolismo energético; 3. Metabolismo de água e minerais; 4. Vitaminas e hormônios; 5. Dietas e estudo dos nutrientes; 6. Avaliação do estado nutricional; 7. Deficiências nutricionais no homem; 8. Nutrição e infecção; 9. Desnutrição experimental; 10. Fisiopatologia das disfunções secretoras do estômago; 11. Fisiopatologia da má absorção intestinal; 12. Fisiopatologia das alterações metabólicas dos ácidos biliares; 13. Fisiopatologia das hepatopatias crônicas; 14. Fisiopatologia das anemias; 15. Estudo das hemoglobinas; 16. Hemoglobinopatia S; 17. Fisiopatologia das talassemias.

No tocante às disciplinas de domínio conexo, interessam à área de concentração às seguintes disciplinas: 1. Dietas em estudos experimentais. 2. Balanço metabólico. 3. Endoscopia do aparelho digestivo. 4. Princípios de microscopia eletrônica. 5. Histopatologia da mucosa gástrica. 6. Histopatologia do intestino delgado. 7. Histopatologia hepática. 8. Epidemiologia. 9. Metodologia da investigação científica.

No curso, são obrigatórias as disciplinas: Aspectos deontológicos e diceológicos da Clínica Médica, Didática Especial, Pedagogia Médica e Estudos de Problemas Brasileiros.

Fundamentado nos recursos humanos e materiais do Campus de Botucatu, o curso tem, entretanto, a colaboração de professores e pesquisadores de outras instituições Universitárias do Estado de São Paulo, como a Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, a Escola Paulista de Medicina, a Faculdade de Ciências Médicas da Santa Casa de São Paulo e o Instituto de Física e Química de São Carlos da Universidade de São Paulo.

Alvaro Oscar Campana
Coordenador - Curso de Pós-Graduação
Area: Metabolismo e Nutrição
Professor Adjunto
Departamento de Clínica Médica
Faculdade de Medicina de Botucatu
UNESP

**CHEMRAWN II — INTERNATIONAL CONFERENCE ON
CHEMISTRY AND WORLD FOOD SUPPLIES — THE NEW
FRONTIERS PHILIPPINE INTERNATIONAL CONVENTION CENTER,
MANILA, PHILIPPINES,
2 — 6 February, 1982**

Este interesante evento se celebrará bajo el patrocinio conjunto de la International Union of Pure and Applied Chemistry (IUPAC) y el International Rice Research Institute (IRRI), con sede en Washington, D. C., la primera, y Manila, Filipinas, el segundo.

Esta Conferencia constituye la segunda de la serie CHEMRAWN (Chemical Research Applied to World Needs) de la serie de convenciones internacionales establecidas por IUPAC para identificar y enfocar las necesidades mundiales de alimentos y buscarles soluciones adecuadas a través de la química. Se reunirán científicos, gerentes industriales, especialistas agrícolas y formuladores de políticas tanto de los países no industrializados como de las naciones más desarrolladas. El objetivo es discutir y establecer pautas direccionales e identificar prioridades para aliviar el creciente problema que implica la provisión de alimentos y nutrición adecuados, para las poblaciones de países en desarrollo, siempre en constante aumento.

Para mayores datos al respecto, los interesados pueden dirigirse a: CHEMRAWN II Coordinating Office, International Food Policy Research Institute, 1776 Massachusetts Avenue, N. W., Washington, D. C. 20036, EUA, o bien, al International Rice Research Institute, P. O. Box 933, Manila, Philippines.

**DESIGNACION DEL NUEVO DIRECTORIO DE LA SOCIEDAD
CHILENA DE NUTRICION 1981—1982**

Por gentileza del Presidente de la Sociedad, Dr. Ricardo Uauy, damos a conocer a los lectores, la nómina correspondiente. Esta quedó integrada como sigue:

Presidente
Vicepresidente
Secretaria

Ricardo Uauy D.
Eduardo Atalah S.
Vivien Gattás Z.

Pro-Secretaria
Tesorera
Pro-Tesorera
Presidente saliente

Sonia Olivares C.
Emma Wittig R.
Nelly Pak D.
Antonio Arteaga Ll.

III CONGRESO PERUANO DE NUTRICION
“MANUEL MORANTE MIRANDA” Y
II CURSO INTERNACIONAL DE ALIMENTACION Y NUTRICION
Lima, Perú, del 15 al 20 de noviembre de 1981

Hemos recibido de la Asociación Peruana de Nutrición, a cuyo cargo está la organización de estos interesantes eventos, a celebrarse en el Centro Cívico de la ciudad de Lima, un folleto ilustrativo. En el Congreso se honrará la memoria del Dr. Manuel Morante Miranda, quien dedicó su vida profesional a la investigación de la ciencia de la nutrición y de la endocrinología.

El objetivo del mismo es promover el intercambio de conocimientos científicos y técnicos y lograr una mejor vinculación entre los profesionales de la especialidad. Se propone, a la vez, favorecer el desarrollo de la ciencia de la nutrición en el país, fomentando su estudio e investigación.

Contará con la participación de elementos destacados dentro de la especialidad, tanto nacionales como extranjeros.

El Temario incluye: 1. Planes de alimentación y nutrición dentro de políticas nacionales de desarrollo. 2. Problemática nacional de alimentación y nutrición. Intervenciones nutricionales, y 3. Nutrición, crecimiento y desarrollo. Comportamiento y aprendizaje. Incluirá además, un total de 30 temas libres entre los cuales se citan, a título de ejemplo, los siguientes: elementos trazas; vitaminas hidro y liposolubles; estado nutricional y respuesta inmunológica; anemias nutricionales; antropología nutricional; nutrición animal; nutrición clínica; nutrición y parasitismo, en humanos y animales; educación nutricional; proteínas; control del metabolismo de nutrientes.

Las sesiones de trabajo se desarrollarán en reuniones plenarios, de 45 minutos de duración, tiempo que incluirá la presentación y la discusión del trabajo.

En lo que al II Curso Internacional de Alimentación y Nutrición con-

cierno, éste se realizará paralelamente al Congreso e incluirá los temas siguientes: 1. Necesidades de energía y proteínas. Su interrelación. 2. Manejo nutricional del paciente hospitalizado. 3. Sistema de vigilancia epidemiológica de la malnutrición energético-proteica. 4. Alimentación a base de dietas químicamente definidas. El Curso será programado en horarios de mañana y tarde, estando su desarrollo a cargo de renombrados especialistas nacionales y extranjeros.

Los interesados en estos eventos científicos pueden obtener mayores detalles dirigiéndose a la Secretaría General del Congreso: Apartado 55, Lima 18, Perú.

TURRIALBA

REVISTA INTERAMERICANA DE CIENCIAS AGRICOLAS

VOLUMEN 31

ABRIL-JUNIO 1981

NUMERO 2

CODEN: TURRAB 31(2) 89-168 (1981)

Ciclos biogeoquímicos en un ecosistema forestal de los Andes Occidentales de Venezuela. III. Ciclo hidrológico y translocación de elementos químicos con el agua.

U. Grimm, H. W. Fassbender

Ciclos biogeoquímicos en un ecosistema forestal de los Andes Occidentales de Venezuela. IV. Modelos y conclusiones.

H. W. Fassbender, U. Grimm

Breeding dry beans (*Phaseolus vulgaris* L.) for common bacterial blight resistance: relation of "days to flowering" to blight reaction.

S. Tara Mohan

Productivity of Bahama native, Florida native and Barbados Blackbelly sheep under improved grazing management in the Bahamas.

T. S. Karungu, L. I. Wilson, T. E. Cathopoulos, A. A. Dorsett, Dale D. Fisher

Mise en évidence de graines d'espèces pionnières dans le sol de forêt primaire en Guyana.

Marie-Françoise Prévost

Efeitos de N, P e K no teor e produção de proteína pelo sorgo granífero (*Sorghum bicolor*) em solução nutritiva.

C. A. Rosolem, E. Malavolta, J. R. Machado, J. Nakagawa

Effect of environment as influenced by mulches on yield attributes and yield of seed cotton on MCHS (*Gossypium hirsutum*).

C. Venkateshram, M. R. Irudayaraj, T. R. Srinivasan

The feeding value of cowpea husks (*Vigna unguiculata* Walp.) in rations for goats.

E. A. Adebawale

Chiasma frequency and heterosis in common beans (*Phaseolus vulgaris* L.).

H. K. Srivastava

Comunicaciones

Reseña de libros

Tabla de contenido de Archivos Latinoamericanos de Nutrición

INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERACION PARA LA AGRICULTURA
SAN JOSE, COSTA RICA

CR ISSN 0041-4360

INTERCIENCIA

/ VOL. 6 / Nº 4 / 1981 /

/CONTENT/

/ Letters to the Editor /	197
/ Editorial /	
David F. Cusack: REVIVING THE GREEN REVOLUTION	200
/ Articles /	
Santiago E. Antúnez de Mayolo (Spanish): CLIMATE PREDICTION IN PRE-COLUMBIAN PERU	206
Louis T. Steyaert, Clarence M. Sakamoto, Joan C. Hock and Paul F. Krumpke (English): AGROCLIMATE AS A RESOURCE FOR FOOD SECURITY AND ECONOMIC DEVELOPMENT	210
K. J. Beek, H. G. J. Huizing, W. H. de Man and J. H. de Vost t. N.C. (English): AGROCLIMATE INFORMATION REQUIREMENTS FOR LAND EVALUATION PURPOSES	216
Jacob Lomas (English): SIMPLE AGROCLIMATE MODELS AS A BASIS FOR AN INFORMATION SYSTEM	219
Philip W. Porter (English): PROBLEMS OF AGRO-METEOROLOGICAL MODELING IN KENYA	226
George C. Hargreaves (English): CLIMATE AND THIRD WORLD AGRICULTURAL DEVELOPMENT	234
Thomas T. Cochrane and Luis F. Sánchez (Spanish): CLIMATES, LANDSCAPES AND SOILS OF THE TROPICAL SAVANNAS OF SOUTH AMERICA	239
Fernando Santibáñez Quezada (Spanish): MODEL FOR REGIONAL AGROECOLOGICAL DIAGNOSIS	245
Raaj Sah (English): SOCIAL AND ECONOMIC GAINS FROM WEATHER INFORMATION TO THIRD WORLD AGRICULTURE	251
J. Y. Wang (English): A COMPUTERIZED WEATHER MONITORING UNIT FOR FARM OPERATION	254
Allen D. Jedlicka (English): TECHNOLOGY TRANSFER TO SUBSISTENCE FARMERS: MANAGEMENT PROCESS AND BEHAVIORAL TECHNIQUE	257
David F. Cusack (English): THE TRANSFER OF COMPUTER-BASED TECHNOLOGY IN AGROCLIMATE INFORMATION SYSTEMS	261
/ Science and Technology Today /	
Ibelfs Velásco (Spanish): SOME FACTS AND MANY IMPRESSIONS ON SCIENCE AND TECHNOLOGY IN PERU	268
Oswaldo A. Reig (Spanish): ARGENTINA'S PALEONTOLOGY: PAST AND PRESENT	274
/ Internews /	279
/ Publications /	
THE CLIMATE MANDATE; NATURE PLEADS NOT GUILTY - Reviewed by David F. Cusack	288
/ Summary of Articles /	296

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

ENTIDADES PATROCINANTES

Instituto Nacional de Nutrición de Venezuela (Caracas, Venezuela)

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

BRANCA (Caracas, Venezuela)

ESPALSA, Especialidades Alimenticias S. A. (Caracas, Venezuela)

Asociación Americana de Soya (México, D. F., México)

GERBER, Venezolana de Alimentos C. A. (Caracas, Venezuela)

Envases Internacional S. A. (Caracas, Venezuela)

Alimentos Kellogg S. A. (Caracas, Venezuela)

Industrias Yukery (Caracas, Venezuela)

INDULAC, Industria Láctea Venezolana C. A. (Caracas, Venezuela)

Fundación Polar (Caracas, Venezuela)

PRALVEN, Productos Alimenticios Venezolanos S. A. (Caracas,
Venezuela)

Helados EFE (Caracas, Venezuela)

INDUALICA, Industrias Alimenticias Alianza, C. A. (Caracas, Ve-
nezuela)

FERMEX, Fermentaciones Mexicanas, S. A. de C. V. (México, D.
F., México)

Complementos Alimenticios S. A. (Edo. de México, México)



COMMONWEALTH BUREAU OF NUTRITION

Nutrition Abstracts and Reviews

Series A - Human and Experimental

Provides up-to-date information on
Technique • Foods • Physiology and Biochemistry • Human Health and Nutrition •
Disease and Therapeutic Nutrition

- issued monthly
- containing about 10,000 abstracts per year
- covering significant current world literature in many languages
- monthly and annual subject and author indexes
- book reviews

A compact source of reference compiled by specialists based at the Rowett Research Institute, Aberdeen for all who wish to keep abreast of information on human and experimental nutrition.

Annual Subscription, Post Free – Member Countries £77.00 Non-member £135.00

Specimen copies or further information from:

CAB (Central Sales),
Farnham House, Farnham Royal, Slough SL2 3BN
Tel: (02814) 2281 Telex: 847964 Cables: COMAG, Slough.



FERMENTACIONES MEXICANAS, S. A. de C.V.

Homero 418

Tel. 250-68-77

México 5, D. F.

**Telex: FERME-001771501
México**

**NO PIENSE EN PROTEINAS
PIENSE EN AMINOACIDOS**

**PRIMER FABRICANTE DE AMINOACIDOS EN
LATINOAMERICA PARA ALIMENTACION
ANIMAL**

L-Lisina

DL-Metionina

COMPLEMENTOS ALIMENTICIOS S. A.
Calzada de la Naranja No. 157
Naucalpan, Edo. de México
México

Tel. 5768199, 3581802

PRODUCTOS:

- EXTRACTO DE MALTA (POLVO Y JARABE)**

- TOMATE EN POLVO**

- MALTODEXTRINAS EN POLVO**

- GLUCOSA ANHIDRA**

INFORMACION PARA LOS AUTORES

A. CONTRIBUCIONES A LA REVISTA

La Revista publica Editoriales, Artículos Generales, Trabajos de Investigación y de Nutrición Aplicada, y Cartas al Editor. Para su aceptación, las diversas contribuciones deben tratar temas de nutrición humana o animal, ciencia y tecnología de alimentos, factores socioeconómicos, de orden antropológico o cultural, relacionados con la nutrición humana.

1. Los *Artículos Generales* son revisiones críticas sobre algún tema de interés en el campo de la nutrición y ciencias afines, o discusiones generales que contengan criterios propios o recomendaciones de aplicación práctica, debidamente respaldadas por argumentos válidos.
2. Los *Trabajos de Investigación* se refieren a los resultados de estudios de experimentación llevados a cabo hasta el punto que permite la deducción de conclusiones válidas.
3. Los trabajos de *Nutrición Aplicada* conciernen a la implementación de medidas basadas en la investigación, cuya finalidad es mejorar el estado nutricional de nuestras poblaciones.
4. Las *Cartas al Editor* son notas cortas, de un máximo de 3 páginas, sobre temas de interés general u observaciones o críticas sobre alguna contribución publicada en la Revista.

B. NORMAS PARA LA ELABORACION DE MANUSCRITOS

1. Las diversas contribuciones deben ser originales, a máquina, a doble espacio y en triplicado.
2. Los trabajos serán remitidos al Editor General de la Revista después de haber sido cuidadosamente revisados por el autor.

3. Los manuscritos pueden ser redactados en español, inglés, portugués y francés, según la preferencia del autor.
4. No se aceptarán trabajos que, a juicio del Editor General, ocupen desproporcionado espacio.

C. ORGANIZACION DEL MANUSCRITO

Se recomienda organizar cada manuscrito como sigue:

1. *Título*

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

2. *Resumen en el idioma original del artículo*

Este 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).

**Este libro se terminó de imprimir
en los Talleres Gráficos del INCAP,
Guatemala, C. A., el 24 de noviembre de 1981**

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. Juan Claudio Sanahuja – Presidente
Dr. Alfredo Lam-Sánchez – Vicepresidente
Dra. María Esther Río – Secretaria
Dra. María Luz Pita Martín de Portela – Tesorera
Dr. Pedro Arroyo – Vocal
Dr. Daniel Alexis Sunnez – Vocal
Dr. Luis Farjardo – Vocal
Dra. Rebeca de Angelis – Vocal
Dr. Antonio Arteaga – Vocal
Dra. Elizabeth Frías – Vocal
(Consejo Directivo 1981-1982)

Dirección actual hasta el 31 de diciembre de 1981
c/o Departamento de Bromatología y Nutrición Experimental
Facultad de Farmacia y Bioquímica de Buenos Aires
Junín 956 - 2o. Piso, 1113 Buenos Aires, Argentina

DIRECTORIO DE ARCHIVOS LATINOAMERICANOS DE NUTRICION

Integrado por miembros de la Sociedad Latinoamericana de Nutrición
Editor General: Dr. Ricardo Bressani
Editor Asistente: Dr. J. Edgar Braham
Editores Asociados: Dr. Guillermo Arroyave
Dr. José Aranda-Pastor
Jefe, Oficina Editorial y de Publicación: Sra. Amalia G. de Ramírez
Encargada de Asuntos Administrativos: Sra. María Eugenia de Martínez

MIEMBROS DE CUERPO EDITORIAL – PERIODO 1981-1982

Dr. José Aranda-Pastor	Dr. Franco M. Lajolo
Dr. Héctor Araya	Dr. Alfredo Lam-Sánchez
Dra. Julia Araya	Dr. Miguel Layrisse
Dr. Jaime Ariza	Dr. Aaron Lechtig
Dr. Juan Rodolfo Aguilar	Dr. Reynaldo Martorell
Dr. Guillermo Arroyave	Dr. Leonardo J. Mata
Dr. Antonio Bacigalupo	Dr. Luis A. Mejía
Dr. José Belizán	Dr. Mario Molina
Dr. J. Edgar Braham	Dr. Fernando Monckeberg
Dr. Ricardo Bressani	Dr. Emilio Picón Reátegui
Dr. Adolfo Chávez	Dr. Oscar Pineda
Dr. Carlos Hernán Daza	Dr. Pedro Rosso
Dr. Hernán Delgado	Dra. María E. Sambucetti
Dr. J. E. Dutra de Oliveira	Dr. Juan Claudio Sanahuja
Dr. Luiz G. Elías	Dr. Leonardo Sinisterra
Dr. Rafael Enderica Vélez	Dr. Nelson de Souza
Dr. Silvestre Frenk	Dr. Benjamín Torún
Dr. Werner G. Jaffé	Dr. Juan J. Urrutia
Dr. Miguel Guzmán F.	Dr. Fernando E. Viteri
	Dr. Enrique Yáñez

ARCHIVOS LATINOAMERICANOS DE NUTRICION

ORGANO OFICIAL DE LA
SOCIEDAD LATINOAMERICANA DE NUTRICION

VOL. XXXI

SEPTIEMBRE, 1981

No. 3

CONTENIDO

	Pag.
EDITORIAL	433
ARTICULOS GENERALES	
Evaluación operacional de un proyecto de vigilancia alimentaria-nutricional. — <i>J. Aranda-Pastor, M. T. Menchú y J. P. Kevany</i>	439
TRABAJOS DE INVESTIGACION	
Resistencia térmica de <i>Candida tropicalis</i> y <i>Rhodotorula rubra</i> en jugo de naranja. — <i>J. A. Barreiro, J. L. Vidaurreta, L. A. Boscán, S. Mendoza y E. Saiz</i>	461
DNA y proteínas en el hígado de ratas alimentadas con maíz: importancia de expresar la concentración de proteínas hepáticas en función del DNA. — <i>Percy Noriega Ponce, María Bernal Osorio y Fredy Zegarra Aragón</i>	471
Digestibilidad y calidad proteínica de la quinua: estudio comparativo, en niños, entre semilla y harina de quinua. — <i>Guillermo López de Romaña, George G. Graham, Milagros Rojas y William C. MacLean, Jr.</i>	485
Animal wastes. I. Effect of processing on the chemical and protein nutritional value of calf stomach. — <i>Sabino A. Caldas and Tasso Moraes-Santos</i>	498
Animal wastes. II. Chemical and nutritional evaluation of by-products from rennet and proteases production. — <i>Tasso Moraes-Santos and Marcelo Eustáquio Silva</i>	509
Optimización de procesos de congelación por cargas. — <i>José A. Barreiro-Méndez, Sergio A. Antunes, Emilio Saiz U. y Carmen Irazábal de Guariguata</i>	518
Efecto de la posición del envase en la retención de nutrientes en modelos alimentarios calentados por convección natural. — <i>José A. Barreiro Méndez, George R. Salas, Emilio Saiz U. y Carmen Irazábal de Guariguata</i>	531
Posibles relaciones entre medidas físicas, químicas y nutricionales en frijol común (<i>Phaseolus vulgaris</i>). — <i>Ricardo Bressani, Luiz G. Elías y Miriam E. de España</i>	550
Protein requirements of preschool children: obligatory nitrogen losses and nitrogen balance measurements using cow's milk. — <i>Benjamín Torún, María Isabel Cabrera-Santiago and Fernando E. Viteri</i>	571
Características agronómicas nutricionales e de processamento de germoplasma de soja com tegumentos coloridos.— <i>Alfredo Lam-Sánchez, José Fernando Durigan, Ernesto Dos Santos, Maria José Paro e José Eduardo Dutra de Oliveira</i>	586
BIBLIOGRAFIA LATINOAMERICANA	605
NUEVOS LIBROS	611
NOTAS	613
CONTENIDO DE LA REVISTA TURRIALBA: Volumen 31, No. 2, 1981	619
CONTENIDO DE LA REVISTA INTERCIENCIA: Volumen 6, No. 4, 1981	621
INFORMACION PARA LOS AUTORES	631