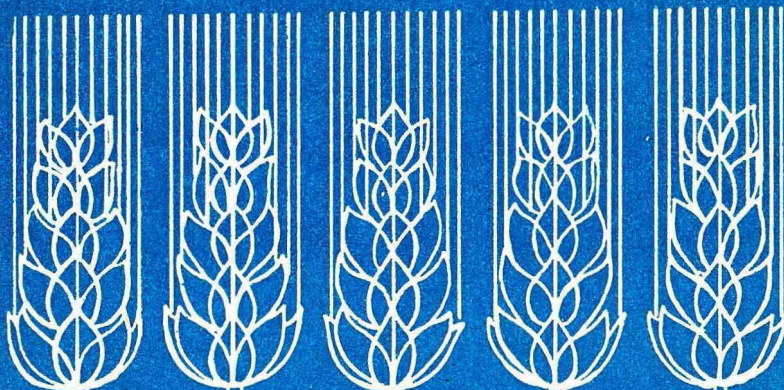


ARCHIVOS
LATINOAMERICANOS
DE
NUTRICION



CONTINUACION DE
ARCHIVOS VENEZOLANOS DE NUTRICION



ORGANO OFICIAL DE LA SOCIEDAD
LATINOAMERICANA DE NUTRICION

Archivos Latinoamericanos de Nutrición es editado como órgano oficial de la Sociedad Latinoamericana de Nutrición, para la divulgación de conocimientos en el campo de la alimentación y de la nutrición pura y aplicada, en toda el área geográfica de la América Latina. En sus páginas se acogerán manuscritos en español, inglés, portugués y francés, tanto de miembros como de aquellos que no sean miembros de la Sociedad, y de cualquiera de las siguientes categorías: 1. Artículos de investigación original; 2. Artículos de revisión bibliográfica; 3. Artículos de nutrición aplicada; 4. Cartas al Editor (discusión y aclaración de conceptos científicos con base en hechos experimentales u observaciones, máximo 3 páginas).

El precio de la suscripción es de U.S. \$ 12.00 por volumen, incluyendo correo.

Publicado con la ayuda económica del Instituto Nacional de Nutrición de Venezuela y de la Research Corporation, New York.

ENTIDADES PATROCINANTES

F. Hoffmann - La Roche & Co.

Productos Nestlé

Dirección: Archivos Latinoamericanos de Nutrición, Apartado 2049, Caracas, Venezuela.

ARCHIVOS LATINOAMERICANOS DE NUTRICION

ORGANO OFICIAL DE LA

SOCIEDAD LATINOAMERICANA DE NUTRICION

VOL. XXIII

MARZO 1973

Nº 1

SUMARIO

Pág.

Editorial 5

TRABAJOS DE INVESTIGACION

Métodos de evaluación del estado nutricional proteínico-calórico en pre-escolares de condiciones socio-económicas diferentes. Repercusión nutricional del sarampión en niños crónicamente sub-alimentados.—*Fernando E. Viteri, Leonardo J. Mata y Moisés Béhar*. 13

Anemias nutricionales en Centro América, influencia de infección por uncinaria.—*Fernando E. Viteri, Miguel A. Guzmán y Leonardo J. Mata*. 33

Extracción y precipitación de proteína de semilla de algodón por vía húmeda.—*Héctor Mayorga, Edwin Quintanilla, Jaime González, Alberto Arzú, Juan Francisco Menchú y Carlos Rolz*. 55

Estudio de la proteína extraída de las semillas de lino. Valor nutritivo e inocuidad.—*M. E. Sambucetti, G. Gallegos y J. C. Sanahuja*. 79

Valor proteínico de los subproductos de la industria del trigo. Complementación y suplementación del granillo de trigo con concentrados proteínicos.—*Luiz G. Elías y Ricardo Bressani*. 95

Composición química, contenido aminoacídico y calidad biológica del maíz opaco.— <i>Enrique Yáñez, Susana Guijuelos, Digna Ballester y Fernando Monckeberg.</i>	113
Efeito do nitrogênio, fósforo e potássio na produção e valor nutritivo do feijão (<i>Phaseolus vulgaris L.</i>).— <i>Nelson de Souza, José Ricardo Machado Julio Nakagawa, José Ernesto dos Santos e José Eduardo Dutra de Oliveira.</i>	123
Constantes físicas e químicas dos extratos etéreos de alguns peixes brasileiros.— <i>Luiz A. de Arruda Camargo, Wilson J. Yasaka e Seizi Oga.</i>	135
CARTAS AL EDITOR	
Iron absorption from skim milk enriched with iron glycerophosphate	145
BIBLIOGRAFIA LATINOAMERICANA	151
LIBROS NUEVOS	155
OTRAS PUBLICACIONES RECIBIDAS	159
NOTAS	163
FE DE ERRATA	164

ARCHIVOS LATINOAMERICANOS DE NUTRICION

ORGANO OFICIAL DE LA
SOCIEDAD LATINOAMERICANA DE NUTRICION

VOL. XXIII

MARZO 1973

Nº 1

CONTENTS

Page

Editorial 5

RESEARCH PAPERS

Methods for evaluation protein-calorie nutritional status in preschool children from different socio-economic levels. Nutritional repercussions of measles in chronically undernourished children.—*Fernando E. Viteri, Leonardo J. Mata and Moises Béhar.* 13

Nutritional anemias in Central America. Influence of hookworm infection.—*Fernando E. Viteri, Miguel A. Guzmán and Leonardo J. Mata.* 33

Wet concentration process for extraction and precipitation of protein from cottonseed.—*Héctor Mayorga, Edwin Quintanilla, Jaime González, Alberto Arzú, Juan Francisco Menchú and Carlos Rolz.* 55

Isolated protein from Linseed meal. I. Nutritive value and toxicological tests.—*M. E. Sambucetti, G. Gallegos and J. C. Sanahuja.* 79

Protein Value of By-Products of the wheat Industry II. Complementation and Supplementation of Wheat-Shorts with Protein Concentrates.—*Luis G. Elias and Ricardo Bressani.* 95

Chemical composition, amino acid content and biological quality of opaque-2 corn.— <i>Enrique Yáñez, Susana Guijuelos, Digna Ballester and Fernando Monckeberg.</i>	113
Effect of nitrogen, phosphorus and potassium on the yield and nutritive value of beans (<i>Phaseolus vulgaris</i> L).— <i>Nelson de Souza, José Ricardo Machado, Julio Nakagawa, José Ernesto dos Santos and José Eduardo Dutra de Oliveira.</i>	123
Physical and chemical properties of ethereal extracts from some Brazilian fresh water fishes.— <i>Luis A. de Arruda Camargo, Wilson J. Yasaka and Seizi Oga.</i>	135
LETTERS TO THE EDITOR	
Iron absorption from skim milk enriched with iron glycerophosphate.	145
LATIN AMERICAN BIBLIOGRAPHY	151
NEW BOOKS	155
OTHER PUBLICATIONS	159
NOTES	163
ERRATA	164

EDITORIAL

EXTRACTO DEL DISCURSO PRONUNCIADO POR EL Dr. J. M. BENGEOA EN LA SESION INAUGURAL DEL IX CON- GRESO INTERNACIONAL DE NUTRICION CELEBRADO EN MEXICO, DEL 3 AL 9 DE SEPTIEMBRE DE 1972

En este 1972, segundo año de un decenio que puede ser decisivo para el porvenir del mundo, tenemos que cumplir un compromiso trascendental que hemos contraído con la humanidad. Hemos venido como peregrinos que buscan la verdad. No la verdad de los problemas —que la conocemos en sus líneas generales— sino la otra verdad, la verdad de las soluciones, la verdad de la justicia, esa verdad que sólo puede encontrarse en la probidad política y en el progreso tecnológico. Y venimos sabiendo que este mundo en que vivimos no podrá resolver sus problemas si los esfuerzos que se realicen en el plano de las comunidades urbanas y rurales y en el orden nacional no van acompañados de una mayor justicia internacional, que reduzca las diferencias entre los países, en lugar de permitir que se agranden como viene sucediendo hasta ahora. Podrá ser imprevisible en sus detalles lo que ha de ocurrir de aquí a 10 ó 20 años, pero es fácil prever que si no se producen cambios profundos en las relaciones de intercambio internacional, el foso que se abrirá entre países ricos y pobres será tan hondo que todos habrán de sufrir las consecuencias.

Es cierto que hay factores geográficos que pueden determinar la capacidad de desarrollo, así como la existencia de cuadros más o menos graves de desnutrición. No hace falta ser un especialista en nutrición para diagnosticar la situación de un área desértica o semidesértica con sequías prolongadas a las que siguen inundaciones cataclísmicas. No se puede explicar por puro azar, ni se puede atribuir solamente a factores socioeconómicos el hecho de que el consumo de proteínas animales sea cinco veces más alto en los países de clima templado que

en los países tropicales, cuando en realidad casi tres cuartas partes del ganado bovino se encuentran en los países en vías de desarrollo. De esas tres cuartas partes de ganado vacuno que pasta en áreas tropicales no se obtiene, sin embargo, más que una quinta parte de la leche y un tercio de la carne que se produce en el mundo.

Cuando uno visita un área deprimida por su geografía y por su clima encuentra, sin buscarlos, niños desnutridos y tristes, adultos fatigados y envejecidos precozmente, perros esqueléticos, ganado hambriento, que corre de un lado para otro en busca de pasto y agua, tierra pedregosa y polvorienta, agrietada por las sequías, es decir, desnutrición y desolación cósmica, global, de todos los elementos vivientes. Para agravar más el problema de estas áreas deprimidas es en ellas donde más se agudiza las inundaciones, ciclones y otros desastres naturales. De 35 países en que se obtuvieron datos —tomo al azar un mes de 1971—, 27 tuvieron graves problemas de suministros de alimentos y de otra índole debido a esos desastres: seis países se enfrentaron con graves inundaciones, 17 países padecieron prolongadas sequías, tres sufrieron los efectos de ciclones y uno arrojó las consecuencias de un grave tifón. Todo ello en un solo mes, y afectando áreas que ya padecen de un estado de depresión crónica.

Sin embargo, estas calamidades —tanto las crónicas como las agudas que se yuxtaponen— no deberían ser objeto de una aceptación fatalista e inexorable. Muchas son previsibles y algunas evitables. Los avances tecnológicos en el campo de la agricultura son considerables y los beneficios que de ellos se deriven dependerán de la medida en que el hombre pueda utilizarlos, en lo que a su vez influirán los precios que se hayan de pagar por fertilizantes, maquinaria y equipo en general, que, casi siempre, han de importar los países técnicamente menos desarrollados. Con el valor de un kilo de arroz se pueden adquirir 780 gramos de sulfato de amonio en el Japón pero solamente 240 gramos en la India. Mientras que en 1954 eran suficientes 14 sacos de café para comprar un "Jeep", en 1966, es decir, 12 años después, se necesitaban 39 sacos de café. Las diferencias se hacen cada vez más dramáticas. El ingreso per-cápita en los países industrializados ha sido durante estos últimos años 12 ó 13 veces mayor que en los países en proceso

de industrialización, y, de mantenerse este ritmo, según Angelopoulos para el año 2000 el ingreso per-cápita en los países desarrollados será 18 veces mayor que en los países en desarrollo.

Por eso los problemas que crea el hombre son la mayor parte de las veces más graves para el proceso de desarrollo que los planteados por la naturaleza.

Es bien evidente que quienes aquí nos encontramos no podremos resolver, en este Congreso, los ingentes problemas socioeconómicos que hoy afligen a la humanidad. Eso queda fuera de nuestro alcance y competencia. Pero sí podremos dar al mundo una visión real de las consecuencias que los desajustes nacionales e internacionales producen, particularmente en relación con el problema nutricional, e indicar las medidas urgentes y a largo plazo que es necesario adoptar.

Es cierto que para el mejoramiento a largo plazo de la alimentación de los pueblos es necesario adoptar medidas generales en favor del desarrollo socioeconómico y aplicar ciertos principios básicos de una mejor justicia internacional. Sin embargo, conviene insistir en que esa realidad innegable no puede servir de pretexto para cruzarnos de brazos y esperar que las cosas se resuelvan por sí mismas. Algunos en el pasado adoptaron esta posición pasiva pensando que los programas directos tendientes a mejorar la nutrición eran simplemente obras de beneficencia y que el desarrollo socioeconómico resolvería el problema. Tres hechos fundamentales han conducido a un cambio de actitud. En primer lugar, las condiciones de vida en los países en desarrollo no mejoran al ritmo necesario para lograr el cambio del estado de nutrición, y las esperanzas para un futuro próximo son limitadas. En segundo lugar, los países que han logrado un aumento razonable del producto nacional bruto no parece que hayan logrado un mejoramiento paralelo en el estado nutricional de sus poblaciones. Y, por último, los avances en los sectores de la agricultura, la tecnología y la salud, han abierto mayores posibilidades a la acción directa en el campo de la nutrición. La reciente Conferencia celebrada en Boston, bajo los auspicios del MIT, con participación masiva de economistas y planificadores y el discurso pronunciado por el Sr. Robert S. McNamara, ante

el Consejo de Gobernadores del Banco Mundial, son ejemplos evidentes de este cambio de actitud.

El progreso logrado en los últimos años en este campo es pues considerable y ya se vislumbra una nueva etapa —más compleja y de mayor responsabilidad— para los especialistas en nutrición. Los economistas y planificadores nos están obligando a examinar de nuevo muchos de nuestros programas y a activar nuestra imaginación.

El impresionante descenso de la mortalidad —especialmente de la mortalidad en menores de cinco años— que se observa en los países en desarrollo en los últimos años ha despertado en ciertos círculos un optimismo exagerado. Ese descenso es cierto y representa indiscutiblemente un gran adelanto, ya que el salvar a los niños de la muerte es nuestra gran prioridad. Cada día se salvan más niños y cada día son más los supervivientes que permanecen en aldeas y ciudades como testigos de una dramática aventura pasada en los primeros años de la vida. Son niños que se vienen salvando por la acción sanitaria directa, por la existencia en el mercado de nuevos medicamentos, como los antibióticos, y por una mejor asistencia médica. Pero esa reducción de la mortalidad no se debe realmente al mejoramiento del nivel de vida. En cambio, el descenso de mortalidad que se produjo 50 ó 100 años atrás, en los países hoy desarrollados, se debió en gran medida al mejoramiento de las condiciones de vida, principalmente al del estado de nutrición. Inglaterra necesitó un siglo para disminuir en un 50% su índice de mortalidad. Ceilán lo ha hecho en 8 años (Dumont y Rosier).

En muchos países en desarrollo, vencen el riesgo de la muerte no solamente aquellos niños que hubieran sido igualmente capaces de vencerlo hace 20 ó 30 años, sino también muchos de los que, años antes, hubieran sucumbido inexorablemente. Son niños que van saliendo del paso debido a los nuevos adelantos médicos, pero no debido a una mejora substancial del nivel de vida.

Esto explica que si bien han mejorado ostensiblemente los índices de mortalidad en los países en desarrollo, se ven aún muchos casos de niños desnutridos o con manifestaciones evidentes de haber estado desnutridos. Son esos niños de seis o

siete años de edad que comienzan la escuela, y que, por su retraso físico, parece que no tengan más allá de cuatro años. Estos niños —y aquí está la tragedia— no son comparables por su conducta, ni por su psicología, ni por su capacidad de aprender, a los otros niños de seis o siete años. Sin embargo, tampoco son comparables a los niños de cuatro años. Son seres distintos, con sus propias características biológicas y de conducta, y una organización intersensorial difícil de encuadrar estrictamente en una edad cronológica. Las publicaciones científicas recientes vienen utilizando términos que, analizados con una sensibilidad social, son agobiantes. Se dice, por ejemplo, que la desnutrición, asociada por lo general a infecciones repetidas durante los primeros años de vida... distorsiona la simetría del cuerpo; produce en el niño perversión del desarrollo; causa un desarrollo inarmónico; crea un niño desproporcionado; determina un crecimiento desequilibrado; puede ser la causa de una falta de armonía psicosocial y de un desajuste en el aprendizaje, etc., etc., Ya no se habla de simple retraso, que de por sí puede ser importante, sino de distorsión, perversión, desproporción, desequilibrio, desarmonía, desajuste, etc., y esto es mucho más grave que un simple retraso.

No hay razones claras que expliquen por qué en los países en vías de desarrollo solamente el 10 ó el 20% de los niños inscritos en el primer grado terminan su educación primaria. Hay evidentemente factores pedagógicos y sociales, como la escasez de escuelas y de maestros, pero uno no se explica por que no se señalan también factores que están en relación con el desarrollo biológico del niño. La mayor parte de los fracasos escolares ocurren en el primero y segundo cursos, cuando se inicia el proceso del aprendizaje, y esto no debe ser pura casualidad. Un informe de la UNESCO señalaba que los niños de Paquistán no volvían a la escuela porque “no querían repetir la dramática experiencia del primer año pasado en la escuela”.

También es poco lo que sabemos de las consecuencias que tiene la desnutrición sobre el rendimiento en el trabajo o la productividad. Simplificando las cosas se podría decir que una población que realiza un tipo de trabajo que exige un gasto energético superior al que le permiten los alimentos que consume no tiene sino dos alternativas: o consumir sus pro-

pias reservas, hasta alcanzar estados severos de malnutrición, o compensar la escasa ingesta calórica con una disminución de la actividad física. La realidad es que en las poblaciones de la mayor parte de los países en desarrollo, ambas compensaciones actúan simultáneamente y el resultado es una población sumamente desnutrida y una significativa disminución del rendimiento en el trabajo.

Si no se operan cambios profundos durante la presente década no es difícil pronosticar lo que les espera a las próximas generaciones. Muy probablemente la mortalidad general y la mortalidad de los niños continuará descendiendo en los próximos años, aunque tal vez a un ritmo no tan rápido como en las décadas anteriores. La acción sanitaria es muy eficaz para hacer descender los índices de mortalidad elevados, pero no es suficiente para hacer descender la mortalidad por debajo de un cierto nivel, pues, para ello, se necesita mejorar substancialmente el nivel de vida. También puede preverse una notable disminución de los casos graves de desnutrición y de los síndromes carenciales específicos, salvo en caso de desastres naturales o sociales. Sin embargo, continuará probablemente el problema de la desnutrición en sus formas menos graves, con sus consecuencias inexorables sobre la escolaridad, el rendimiento en el trabajo, y la insatisfacción social. La desnutrición será cada vez menos un problema médico y cada vez más un problema social.

Es en cierto modo simbólico que este IX Congreso Internacional de Nutrición se celebre en América Latina, región del mundo que paradójicamente ha contribuido a lo largo de su historia a aliviar los problemas del hambre en otros continentes, sin dar solución a su propio problema. En tanto que el maíz, las papas y la yuca invaden los continentes europeo y africano a lo largo de cuatro siglos de historia, y salvan del hambre a contingentes mayoritarios de otros continentes, de los alimentos traídos de Europa a la América Latina, como el trigo, los huevos, la leche, etc., sólo pueden disfrutar una minoría privilegiada. América Latina ha dado alimentos para una mayoría y ha recibido alimentos para una minoría. Ese signo paradójico de la historia se repite en nuestros días, pero es posible que de este Congreso que se celebra en América Latina salgan para los sectores mayoritarios de los países en desarrollo las fórmulas que satisfagan y colmen su hambre de pan y de justicia.

TRABAJOS DE INVESTIGACION

Métodos de evaluación del estado nutricional proteínico-calórico en pre-escolares de condiciones socio-económicas diferentes.

Repercusión nutricional del sarampión en niños crónicamente sub-alimentados.¹

FERNANDO E. VITERI², LEONARDO J. MATA³ y MOISES BÉHAR⁴
Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP), Guatemala, C. A.

RESUMEN

Se estudiaron 194 niños de edad preescolar de cinco grupos correspondientes a tres categorías socioeconómicas diferentes; uno, de condición alta, otra mediana, y tres de situación socioeconómica baja. Dentro de los niños incluidos en esta última categoría, se estudió un grupo de 23 niños un mes después de haber sufrido sarampión. En todos los preescolares estudiados se midió el peso, la talla, la circunferencia del brazo y el pániculo adiposo tricípital, así como la concentración sérica de proteínas totales y albúmina, la razón de urea/creatinina urinaria, y el índice de creatinina/talla (ICT) en muestras de orina colectadas en un período de 3 horas o más. Se encontró que con excepción del grupo de niños de alto nivel socio-económico todos presentaban un franco retardo de peso así como de talla para su edad cronológica. Sin embargo, el promedio del resto de las medidas antropométricas fue predominantemente normal para todos los grupos aunque hubo un mayor número de niños con mediciones por debajo de lo normal en los grupos de condición socioeconómica baja. Además, el grupo post-sarampión presentó con mayor frecuencia grosor de pániculo adiposo tricípital por debajo del 10 percentilo, tanto para su edad cronológica como para su edad/talla. Desde el punto de vista bioquímico, la relación de

1. Este trabajo se llevó a cabo con ayuda financiera de los Institutos Nacionales de Salud de los Estados Unidos de América (NIH) con sede en Bethesda, Maryland (Subvención Nº 5-RO1 AM-00981), y con fondos provistos por el Instituto Tecnológico de Massachusetts, Cambridge, Mass., E. U. A. (Contrato Nº 5059-1).

2. Jefe de la División Biomédica del INCAP.

3. Jefe de la División de Microbiología de la misma Institución.

4. Director del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá.

Publicación INCAP E-660.

Recibido: 10-12-1971.

urea/creatinina urinaria acusó francas diferencias entre los grupos de situación socioeconómica alta y los niños de condición socioeconómica subóptima. El ICT mostró un franco descenso en el grupo post-infeccioso con respecto al resto de los grupos, los que —de acuerdo a este indicador— presentaban una masa muscular adecuada para su talla. Se comenta la interpretación de cada uno de estos indicadores y sus principales limitaciones, y se demuestra, a nivel de campo, la repercusión nutricional de una infección severa en niños crónicamente subalimentados, la cual parece afectar más profundamente y de manera más prolongada el estado de nutrición proteínica que la calórica.

INTRODUCCION

En la mayoría de los países en vías de desarrollo, la deficiencia proteínico-calórica crónica de tipo leve o moderado constituye uno de los problemas más serios de salud pública (1). A nivel de poblaciones, esta situación ha sido puesta de manifiesto por estudios de consumo de alimentos (2), de crecimiento y desarrollo de preescolares (3) y de estadísticas vitales (4), así como por la incidencia de niños con signos y síntomas de deficiencia proteínico-calórica severa.

Sin embargo, poco se sabe del estado nutricional calórico y proteínico de la gran mayoría de niños que sólo manifiestan retardo en el crecimiento y desarrollo. Asimismo, se dispone de conocimientos limitados acerca de las repercusiones específicas de los procesos infecciosos sobre el estado de nutrición calórico y proteínico de la población general, aun cuando en estudios metabólicos se ha encontrado que las enfermedades infecciosas inducen pérdidas apreciables de nitrógeno (5, 6), afectando así el estado nutricional proteínico del niño (7). Tan sólo en años recientes ha surgido evidencia de las repercusiones nutricionales que las enfermedades infecciosas repetidas tienen en niños que viven en un estado de subnutrición crónica (8, 9).

Con el fin de conocer más a fondo la magnitud del problema, y evaluar así de manera más precisa el efecto de acciones tendientes a mejorar la nutrición del niño, se han propuesto diversas mediciones antropométricas y bioquímicas que definen con mayor exactitud el estado nutricional proteínico y calórico del niño moderadamente desnutrido. Para ese propósito se ha empleado: a) el retraso ponderal del niño en función de la edad como un indicador del grado de severidad de la desnutrición (10); b) el retraso estatural *per se* y el ponderal,

para la talla del niño (11), y c) otra serie de medidas antropométricas. Entre estas últimas, el diámetro del brazo menos la adiposidad a nivel tricípital se ha considerado como representativo del estado de nutrición proteínica (12, 13), mientras que la medición del panículo adiposo refleja el estado de reservas calóricas del niño.

Además se han propuesto indicadores bioquímicos que reflejan aspectos específicos del metabolismo proteínico del niño en el momento de someterse a examen (14). Dentro de éstos, se ha utilizado la concentración de albúmina sérica (15) y la relación de aminoácidos no esenciales a esenciales en el suero (16). Por otro lado, en orina se ha empleado la relación de urea a creatinina (17) y la excreción de hidroxiprolina (18). Recientemente, y con la idea de que la eliminación de creatinina refleja la masa muscular, la cual disminuye progresivamente con la deficiencia proteínica (19), se ha sugerido el empleo del "índice de creatinina/talla" (ICT) (20). Concretamente, éste consiste en la razón entre la eliminación de creatinina urinaria por unidad de tiempo del niño bajo estudio, sobre la eliminación de creatinina que es de esperar para un niño bien nutrido de igual talla que la del niño investigado. Según se ha podido comprobar, bajo condiciones de estudios metabólicos este índice es de suma utilidad (21, 22), y como lo demuestra su íntima correlación con el potasio corporal total, refleja la masa magra del niño (23). Es importante señalar que la medida de la masa magra relativa por medio del ICT está corregida para la talla del niño, independiente de su edad.

El presente trabajo se llevó a cabo con el objeto de evaluar varios de estos indicadores como métodos de diagnóstico del estado de nutrición proteínica y calórica del preescolar con retardo pondoestatural. Un segundo propósito fue valorar las repercusiones nutricionales de una infección severa (sarampión) valiéndose de esos indicadores.

MATERIAL Y METODOS

Población

El estudio incluyó un total de 193 niños preescolares de cuatro poblaciones distintas de la República de Guatemala, las cuales se escogieron en base a una apreciación gruesa de su estado socioeconómico. Ciertas características de los grupos

investigados se detallan en el Cuadro No. 1. En la ciudad de Guatemala se estudiaron 50 preescolares que asistían a un jardín de niños. Todos eran hijos de profesionales o comerciantes pertenecientes a un estrato socioeconómico alto o dentro de la categoría mediana-alta, con historia de buena o excelente nutrición y ambiente higiénico adecuado. Los niños eran de ascendencia caucásica o mestiza.

En San Lucas Sacatepéquez, los niños se catalogaron como de situación socioeconómica media-baja. Esta comunidad se encuentra situada a 25 minutos de viaje en automóvil de la ciudad capital; muchos de sus habitantes conmutan diariamente a la ciudad y la población —de extracción racial indígena o mestiza— tiene características de cierta prosperidad económica. Sin embargo, las condiciones de vivienda y saneamiento ambiental son todavía deficientes.

Los niños procedentes de Santiago Sacatepéquez y de Santa María Cauqué eran predominantemente de ascendencia indígena, Maya, y de nivel económico bajo, siendo los hábitos alimenticios e higiénicos así como las características de vivienda de estas comunidades, muy deficientes. Se tomaron dos grupos de niños de Santa María Cauqué: el primero, de 49 niños aparentemente sanos, y el otro de 23 niños que habían tenido sarampión el mes previo al estudio.

En el mismo Cuadro se observa la edad cronológica y la edad correspondiente a la talla de los niños, si se asume que la talla del niño representa el 50 percentilo de los patrones de Stuart y Stevenson (24). Desde el punto de vista de la edad cronológica, los niños procedentes de la ciudad de Guatemala, San Lucas Sacatepéquez y Santiago Sacatepéquez, eran menores que los de Santa María Cauqué. Sin embargo, exceptuando los de la ciudad capital, todos presentaban un franco retraso estatural para su edad. Como consecuencia de este hecho, la edad/talla de los niños de alto nivel socioeconómico resultó ser significativamente superior a la edad/talla de los niños sanos de las otras tres comunidades ($p < 0.05$).

Antropometría

Se tomaron las siguientes medidas: 1) Peso obtenido con el niño descalzo y vistiendo únicamente un mínimo de ropa. El peso promedio de la ropa fue de 300 gramos. 2) Talla de pie (descalzo), colocando al niño contra una superficie per-

CUADRO N° 1
CARACTERISTICAS DE LOS NIÑOS ESTUDIADOS

Grupo	Población	Estado socioeconómico	Condición clínica	Sexo		Edad cronología (meses)	Edad/talla (meses)
				M	F		
I	Ciudad de Guatemala	Alto	Sanos	28	22	46.8 ± 2.2 ^a	45.6 ± 2.3 ^b
II	San Lucas Sacatepéquez	Mediano - bajo	Sanos	10	10	46.2 ± 4.7 ^a	31.2 ± 3.3
III	Santiago Sacatepéquez	Bajo	Sanos	21	31	51.5 ± 2.1 ^a	31.4 ± 2.0
IV	Santa María Cauqué	Bajo	Sanos	22	27	62.8 ± 2.5	37.1 ± 2.4
V	Santa María Cauqué	Bajo	Post-sarampión	11	12	67.4 ± 2.3	37.0 ± 3.7

^ap < 0.05 con grupos IV y V.

^bp < 0.05 con todos los grupos, salvo el grupo V.

pendicular a la plataforma en que estaba parado para la toma de esta medición, empleando una escuadra sobre la cabeza y una cinta exacta. 3) El perímetro del brazo se midió con una cinta metálica a nivel del punto medio entre el acromión y el olécranon, evitando presionar los tejidos blandos. El grosor del panículo adiposo tricipital se obtuvo con el calibrador de Lange y Brózek (25), midiéndolo en la cara posterior del brazo, a la misma altura en que se determinó el perímetro. Con estas medidas se calculó el diámetro del brazo corregido para panículo adiposo asumiendo que el perímetro es circular y que el panículo adiposo representa el promedio de la adiposidad total.

Se tomó una muestra de sangre y se recolectó orina por un período de tres horas o más, medida exactamente y después de haber descartado la orina de la primera micción. Cabe mencionar que los niños habían consumido un desayuno ligero.

En el suero sanguíneo se determinaron proteínas totales por refractometría (26) y albúmina por electroforesis en acetato de celulosa (27). En la muestra de orina se midió nitrógeno de urea por el método de Barker (28) y creatinina por la técnica de Clark y Thompson (29). De esta manera se obtuvo la razón de nitrógeno de urea/creatinina. La excreción de creatinina urinaria se calculó en términos de mg por minuto y se proyectó a 24 horas (30).

RESULTADOS

Los resultados obtenidos se detallan en el Cuadro No. 2. Los datos relativos a peso para talla demuestran que en el grupo de alto nivel socioeconómico los niños acusaron un peso promedio superior al de las normas de Stuart y Stevenson (24) para niños de igual talla. En San Lucas Sacatepéquez y Santiago Sacatepéquez, los promedios de peso para talla también excedieron ligeramente los establecidos por los mismos investigadores (24) para niños de igual talla, mientras que en Santa María Cauqué, los niños, ya fuesen sanos o después de afectados por sarampión, acusaron promedios de 100 y 99% de peso para talla de los mencionados patrones. Vale la pena subrayar que no se constataron diferencias significativas entre el peso para talla en los dos grupos de niños estudiados en Santa María Cauqué.

CUADRO N° 2
RESULTADOS ANTROPOMETRICOS Y BIOQUIMICOS EN LOS NIÑOS INCLUIDOS EN EL ESTUDIO

Grupo	Comunidad y condición clínica	Peso para talla (%)	Perímetro de brazo (cm)	Paniculo adiposo tricipital (mm)	Diámetro corregido de brazo (mm)	Suero		Orina N de urea creatinina	ICT
						Proteínas (g/100 ml)	Albúmina (N = 33)		
I	Ciudad de Guatemala Sanos	110 ± 1.6 ^a	17.2 ± 0.2 ^a	10.5 ± 0.3 ^b	44.3 ± 0.6 ^a	6.90 ± 0.06 ^c (N = 33) ^g	4.21 ± 0.05 (N = 33)	10.5 ± 0.0 ^b	0.96 ± 0.04
II	San Lucas Sacatepéquez Sanos	105 ± 2.0 ^d	15.5 ± 0.3 ^e	10.1 ± 0.4 ^f	39.4 ± 1.2	7.43 ± 0.07 (N = 19)	4.26 ± 0.05 (N = 19)	9.3 ± 1.3 ^f	0.90 ± 0.07
III	Santiago Sacatepéquez Sanos	104 ± 1.1 ^e	14.4 ± 0.3	9.5 ± 0.3	37.7 ± 0.9	7.65 ± 0.08 ^d (N = 33)	4.49 ± 0.04 (N = 33)	4.0 ± 0.5	1.09 ± 0.05 (N = 29)
IV	Santa María Cauqué Sanos	100 ± 0.8	15.1 ± 0.2	9.4 ± 0.3	38.8 ± 0.6	7.30 ± 0.06 (N = 37)	4.23 ± 0.04 (N = 37)	4.2 ± 0.6	0.94 ± 0.06
V	Santa María Cauqué Post-sarampión	99 ± 1.8	14.9 ± 0.2	9.0 ± 0.5	38.5 ± 0.7	7.08 ± 0.08 ^f (N = 22)	4.08 ± 0.07 (N = 22)	3.3 ± 0.8	0.72 ± 0.05 ^a

^ap < 0.05 con todos los otros grupos.

^bp < 0.05 con todos los otros grupos excepto el II.

^cp < 0.05 con todos los otros grupos excepto el V.

^dp < 0.05 con grupos IV y V.

^ep < 0.05 con grupo III.

^fp < 0.05 con todos los otros grupos excepto el I.

^gp < 0.05 Datos sobre determinaciones efectuadas cuando el número fue inferior al total de niños estudiados.

Con respecto a la circunferencia del brazo, el grupo de la ciudad de Guatemala presentó valores significativamente superiores a los demás, mientras que el de Santiago Sacatepéquez tuvo los niveles más bajos. De nuevo pudo verificarse la ausencia de diferencias significativas entre los dos grupos investigados en Santa María Cauqué, así como entre éstos y los niños de San Lucas y de Santiago Sacatepéquez.

Las mediciones de panículo adiposo tricípital revelaron que los niños de nivel socioeconómico alto y mediano tenían un panículo adiposo mayor que los niños de nivel socioeconómico bajo. Sin embargo, entre éstos no se determinaron diferencias significativas. El diámetro del brazo, corregido para adiposidad (índice de muscularidad), mostró ser significativamente superior en el grupo de la ciudad de Guatemala con respecto a todos los otros grupos estudiados. No hubo diferencias de significancia estadística entre ninguno de los otros grupos incluídos en la investigación.

El grupo de niños de la ciudad de Guatemala acusó valores de proteínas séricas totales inferiores a los de todos los otros grupos, salvo el de Santa María Cauqué que, según se dijo, fue estudiado un mes después de sufrir sarampión. El grupo de Santiago Sacatepéquez, de situación socioeconómica baja, tuvo niveles más altos de proteínas séricas totales que los otros dos grupos del mismo nivel socioeconómico, en Santa María Cauqué, representados por niños aparentemente sanos o después de haber tenido sarampión. La concentración de albúmina sérica fue más alta en el grupo estudiado en Santiago, que en los otros, con excepción de San Lucas. El promedio más bajo de albúmina sérica se encontró en el grupo post-sarampión de Santa María Cauqué, aun cuando las diferencias no fueron estadísticamente significativas.

La relación de nitrógeno de urea a creatinina urinaria mostró niveles francamente superiores en los niños de la ciudad de Guatemala y de San Lucas Sacatepéquez, mientras que los grupos de baja situación socioeconómica mostraron niveles bajos. De nuevo, el grupo post-sarampión de Santa María acusó el nivel mínimo, aunque las diferencias entre éste y los otros grupos de bajo nivel socioeconómico no alcanzaron significado estadístico.

Con respecto al índice de creatinina/talla (ICT), en todas las poblaciones de niños estudiadas se obtuvieron valores pro-

medio normales (0.9 o más), con excepción del grupo post-sarampión de Santa María, el cual mostró valores francamente inferiores y significativamente diferentes a los de todos los otros grupos.

Los Cuadros Nos. 3 y 4 muestran la distribución porcentual de los niños dentro de cada grupo estudiado, de acuerdo a los siguientes límites: a) *peso para edad* - según los límites establecidos en la clasificación de Gómez (10); b) *peso para talla* - tres valores: 90, 92 y 95% del que era de esperar; c) *circunferencia del brazo, panículo adiposo y diámetro del brazo corregido por adiposidad* - el décimo percentilo de los valores de McCammon (31) calculados tanto para la edad/talla como para la edad cronológica; d) *diámetro del brazo corregido por adiposidad* - restando el 50 percentilo de panículo adiposo tripital al décimo percentilo del perímetro; e) *proteínas y albúmina séricas* - 6.5 y 3.4 g por 100 mililitros, respectivamente; f) *ICT* - considerando como valores límites 70% y 85% de los valores esperados (20, 21, 32).

Según los resultados de la distribución de las medidas antropométricas (Cuadro No. 3), el grupo de alto nivel socioeconómico presenta características idénticas a las de niños norteamericanos; además, el porcentaje de casos por debajo de los límites escogidos aumenta a medida que baja la situación socioeconómica de las poblaciones estudiadas. En todos los casos, el grupo de Santa María Cauqué —investigado después de haber sufrido sarampión— presentó un mayor porcentaje de niños por debajo de los límites establecidos. Sin embargo, únicamente el perímetro de brazo para la edad cronológica de los niños y el grosor de panículo adiposo, tanto para la edad cronológica como para la edad/talla, muestran diferencias significativas con el grupo control de la misma población, constituido por niños aparentemente sanos.

Desde el punto de vista bioquímico (Cuadro No. 4) se observa esencialmente la misma tendencia, salvo que los valores obtenidos para el ICT en el grupo post-sarampión de Santa María Cauqué, fueron significativamente diferentes de los del grupo de niños aparentemente sanos de las misma comunidad.

CUADRO Nº 3
DISTRIBUCION DE VALORES ANTROPOMETRICOS EN LAS POBLACIONES INVESTIGADAS (% DE NIÑOS)

Grupo	Población	< 10 percentilo de.										
		Peso para edad		Peso para talla			< 10 percentilo del perímetro de brazo, para		< 10 percentilo de panículo adiposo tricipital, para		diámetro de brazo menos adiposidad para	
		< 60 %	< 75 %	< 90 %	< 92 %	< 95 %	Talla	Edad	Talla	Edad	Talla	Edad
I	Ciudad de Guatemala Sanos	0	0	2	4	4	2	2	2	2	6	6
II	San Lucas Sacatepéquez Sanos	0	20	5	10	10	24	29	5	5	24	33
III	Santiago Sacatepéquez Sanos	4	41	2	6	12	48	58	19	8	43	59
IV	Santa María Cauqué Sanos	2	61	4	12	21	33	49	8	8	48	54
V	Santa María Cauqué Post-sarampión	5	62	9	17	30	43	74 ^a	22 ^a	22 ^a	52	56

^ap < 0.05 con niños sanos de la misma comunidad (Grupo IV).

CUADRO Nº 4
DISTRIBUCION DE VALORES BIOQUIMICOS EN LAS POBLACIONES INVESTIGADAS (% DE NIÑOS)

Grupo	Población	Proteínas séricas	Albumina sérica	Indice de creatinina/talla	
		(g/100 ml) < 6.5	(g/100 ml) < 3.4	< 0.70	< 0.85
I	Ciudad de Guatemala Sanos	6	0	13	35
II	San Lucas Sacatepéquez Sanos	12	5	18	40
III	Santiago Sacatepéquez Sanos	9	3	3	14
IV	Santa María Cauqué Sanos	8	4	18	38
V	Santa María Cauqué Post-sarampión	15	7	45 ^a	64 ^a

^ap < 0.05 con todos los otros grupos.

DISCUSION

Los resultados del presente estudio ponen de manifiesto varios hechos de importancia: 1) Que el estado socioeconómico de las poblaciones estudiadas se asocia a las características de crecimiento y al estado nutricional de niños de edad preescolar. 2) Que el niño moderadamente desnutrido por lo general está adaptado, o compensado, ya que mantiene niveles de peso, adiposidad y masa muscular o magra, normales para su talla. 3) Que una infección severa en grupos de población de bajo nivel socioeconómico y cuya nutrición es deficiente, afecta de manera prolongada tanto su nutrición calórica como la proteínica. En base a los resultados de peso para talla y a los promedios de panículo adiposo, parece ser, sin embargo, que la nutrición calórica se recupera más rápidamente que la proteínica.

El grupo de alto nivel socioeconómico contrasta con los demás por tener todos los valores antropométricos dentro de los límites establecidos como normales para poblaciones estadounidenses de edad y sexo similares. Es de interés destacar que aún el grupo de población considerado como de situación socioeconómica mediana, presenta una clara disminución en talla que, para una edad promedio de tres años diez meses, representa ya un retraso promedio de un año tres meses. Este retardo estatural es aún más evidente en los grupos de bajo nivel socioeconómico. Asimismo, es importante considerar que las edades de los niños en los diversos grupos de población estudiados no son iguales, ya que los de Santa María Cauqué eran mayores que los de las otras poblaciones. Es posible que por este motivo, en ellos el retardo estatural relativo es mayor que en el grupo de Santiago Sacatepéquez.

Exista o no un retardo ponderal para la edad, en todos los grupos estudiados, el peso para talla resulta ser adecuado. Este hecho sugiere que en los niños de las edades estudiadas, el retardo ponderal para la edad es fundamentalmente una consecuencia del retardo estatural.

El hecho de que en el grupo post-sarampión el promedio de peso haya sido adecuado para su talla podría sugerir que los niños se habían recuperado totalmente del efecto de la infección severa. Los promedios del grosor del panículo adiposo tricipital y del diámetro del brazo corregido por adiposidad

parecerían confirmar parcialmente esta sugerencia. Sin embargo, el análisis de la distribución porcentual de casos por debajo de los límites considerados como normales, revela un panorama distinto, que tiende a reflejar más fielmente tanto las características relacionadas a diversos niveles socioeconómicos, como las consecutivas a una infección severa previa: 1º) Es evidente que el número de niños con valores antropométricos sub-normales tiende a aumentar conforme la condición socioeconómica disminuye. 2º) El efecto del sarampión se traduce en un mayor número de niños con panículo adiposo por debajo del 10 percentilo, tanto para la edad cronológica como para la edad/talla; además, el perímetro del brazo es inferior cuando éste se compara al 10 percentilo de niños de igual edad, aunque no así en relación con el 10º percentilo de niños de igual talla.

Desde el punto de vista bioquímico, las proteínas séricas totales en promedio, fueron inferiores en el grupo de alto nivel socioeconómico que en los restantes, mientras que los valores de albúmina sérica fueron fundamentalmente iguales en todos los grupos, salvo el de Santiago Sacatepéquez que acusó niveles más altos. Esta discrepancia entre los niveles de proteínas séricas totales y los de albúmina, refleja los valores más altos de globulina previamente determinados en grupos de población de bajo nivel socioeconómico que viven bajo condiciones deficientes de higiene personal y ambiental (33, 34). En efecto, la fracción γ globulina fue la responsable de la mayor parte del alza de las proteínas séricas totales en los grupos de nivel socioeconómico mediano y bajo ($p < 0.05$ con el grupo de nivel socioeconómico alto). Los niveles promedio de proteínas y de albúmina no reflejaron el efecto de una infección severa previa sobre el estado de nutrición proteínica. La distribución porcentual de valores bajos de estas determinaciones bioquímicas de nuevo destacan la normalidad del grupo de alto nivel socioeconómico. Al mismo tiempo, en los grupos de menor nivel socioeconómico, el número de valores inferiores a lo normal es elevado y tiende a aumentar aún más en el grupo post-sarampión, a pesar de que las diferencias no son estadísticamente significativas.

La relación de nitrógeno de urea a creatinina indica que tanto el grupo de nivel socioeconómico alto como el de nivel socioeconómico mediano, consumían significativamente más

proteínas que los grupos de status socioeconómico bajo. Es de interés especular en cuanto a un probable efecto predominante del factor higiénico sobre el retardo estatural y la elevación de γ globulinas séricas, ya que ambos ocurren en el grupo de nivel socioeconómico mediano, a pesar de que en base a la razón urea/creatinina, la ingesta proteínica parece adecuada. Parte del retardo estatural podría también deberse a efectos ambientales desfavorables tempranos, fundamentalmente de carácter nutricional o infeccioso (prenatales o con anterioridad a los dos años de edad).

En contraste con todas las mediciones previas, el índice de creatinina/talla reveló no sólo diferencias significativas en cuanto a distribución de valores bajos, sino también en términos de promedio, entre el grupo estudiado después de un episodio infeccioso severo y los restantes, incluyendo los niños de la misma comunidad que no habían sufrido recientemente de sarampión. Sin embargo, este índice no llega a 0.85 en 35% de los sujetos de alto nivel socioeconómico. Este hallazgo podría explicarse: primero, por el hecho de que la excreción urinaria de creatinina no es constante en el curso de 24 horas; segundo, debido a que en varios de estos niños el flujo urinario fue escaso, y por último, a causa de un vaciamiento incompleto de la vejiga durante la colección de orina. Cualesquiera de estas causas da origen a valores bajos cuya magnitud se magnifica ocho veces al extrapolarlos a 24 horas.

A pesar de las limitaciones impuestas por la metodología empleada, el ICT es un método sensitivo para detectar la de-pauperación proteínica, y permite demostrar el impacto del sarampión —y probablemente de otras infecciones severas— sobre el estado nutricional proteínico de la población general. Estos estudios parecen indicar igualmente que después de una infección severa, tanto el estado de nutrición calórica —reflejada por el grosor del panículo adiposo tricípital— como el peso para la talla, se recuperan más rápidamente que el estado de nutrición proteínica. Esta disparidad en la velocidad de recuperación nutricional calórica y proteínica es semejante a la que se observa en niños con desnutrición proteínico-calórica severa bajo condiciones de tratamiento hospitalario, en quienes la mayoría de las veces se aprecia una recuperación más rápida del peso que de la masa proteínica (20, 35). De la misma manera, estos resultados explican cómo un proceso infec-

cioso severo puede constituir un factor precipitante de desnutrición proteínica severa en poblaciones de bajo nivel socioeconómico (36).

El análisis de los distintos indicadores utilizados en el estudio aquí descrito ilustra claramente que cada uno de ellos está midiendo un fenómeno diferente: así, el peso para la edad y el perímetro del brazo constituyen una especie de resumen de toda la historia nutricional del niño, incluyendo, en parte, su situación nutricional global del momento. La talla para la edad refleja únicamente la historia del niño, y está menos sujeta a fluctuaciones bruscas. El peso para la talla es un indicador más específico del estado nutricional calórico actual y lo mismo aplica a la medición del panículo adiposo, siendo más sensible esta última. El diámetro del brazo corregido para el panículo adiposo refleja un estado crónico de subnutrición fundamentalmente proteínica, ya que indirectamente mide el grado de muscularidad. Sin embargo, cabe subrayar que este indicador no fue lo suficientemente sensible como para establecer diferencias significativas entre los grupos de bajo nivel socioeconómico incluidos en este estudio, ni en términos de valores promedio, ni al expresar los datos en función de prevalencia de niveles bajos. Esta falta de sensibilidad se encuentra también en niños estudiados bajo condiciones metabólicas, ya que su coeficiente de correlación con el ICT en esas condiciones es menor de 0.5.

La relación nitrógeno de urea/creatinina refleja principalmente la ingesta proteínica en los días previos al estudio. En poblaciones subalimentadas, los valores de proteínas séricas totales tienen la enorme limitación de que mecanismos no siempre claramente definidos pueden elevarlos; entre ellos cabe indicar el alza de los niveles de γ globulinas como consecuencia de estímulos antigénicos.

Según se sabe, los valores séricos de albúmina sólo son afectados significativamente en estadios avanzados de deficiencia proteínica, aun cuando en casos individuales los niveles de albúmina desciendan lenta y no significativamente, conforme avanza un proceso de desnutrición proteínica. Por otro lado, el ICT parece ser un indicador sensible de descompensación nutricional proteínica, que refleja la masa muscular en relación a la talla. Este índice, por lo tanto, no está afectado por situaciones alimentarias de corta duración, y es normal

mientras el niño no esté sufriendo de un déficit proteínico-calórico prolongado que demande un catabolismo muscular acelerado. Una de las limitaciones del ICT es su gran variabilidad cuando la colección de orina se hace por períodos cortos (± 3 horas), en contraste con períodos de 24 horas o más (20-23, 32). El ICT obtenido en períodos cortos de colección de orina obviamente sólo puede servir para la clasificación de grupos de población, y no para definir la masa proteínica de casos individuales. Esta última puede definirse de manera individual únicamente por medio de colecciones de orina por períodos largos y preferiblemente repetidos (20-23).

La presente investigación subraya la importancia de ciertas mediciones antropométricas y bioquímicas en la definición del estado nutricional de grupos de niños de edad preescolar. Con base en los resultados obtenidos, se sugiere que el peso para la talla y el grosor del panículo adiposo tricípital son mediciones útiles para determinar el estado actual de nutrición calórica, y que el índice de creatinina/talla es la medición más sensible para determinar el estado de nutrición proteínica del momento, en estudios transversales.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen sinceramente la valiosa colaboración de los Doctores Edmundo Avalos, Carlos Beteta y Juan José Urrutia, en lo que respecta a la obtención de muchos de los datos de que se da cuenta en este trabajo.

SUMMARY

Methods for evaluating protein-calorie nutritional status in preschool children from different socio-economic levels. Nutritional repercussions of measles in chronically undernourished children

A total of 194 preschool age Guatemalan children from three socio-economic categories, were studied. These were divided into five groups: one group of children had high socio-economic standards; the second came from an intermediate status, and the last three corresponded to the low socioeconomic level. In the low socio-economic groups, 23 children were studied one month after an episode of measles. The following measurements were obtained: weight, height, arm circumference, tricipital skinfold, total serum protein and albumin concentration, urea/creatinine ratio and creatinine/height index in urine samples collected in a 3-hour timed period. With the exception of those children belonging to the high socio-economic

group, all others had frank retardation in weight and height for-age. However, all the other antropometric measurements, including weight-for-height, were predominantly normal in all groups, even though the number of children with subnormal values was higher in the low socio-economic groups. The post-measles group had a higher prevalence of subnormal skinfold values.

Biochemically, the urea/creatinine ratio was significantly higher in children from the high and medium socio-economic groups, than in those belonging to the low socio-economic level. Total serum proteins and albumin concentrations did not show differences suggestive of protein deficiency, either in the various socio-economic groups or in the post-measles group. Gamma globulins were found elevated in the children not pertaining to the high socio-economic group, and probably reflected poor environmental conditions. The creatinine/height index was clearly diminished in the post-infectious group, as compared to all the others, which, according to this indicator, had normal muscle mass-for-height. The interpretation of each one of the indicators of nutritional condition tested in the study, is discussed.

The deleterious effects of a severe infection in suboptimally nourished children is also demonstrated at the field level. It appears that the nutritional impact of measles is more pronounced and longer-lasting in terms of protein nutrition than in terms of calorie nutrition.

BIBLIOGRAFIA

- (1) Scrimshaw, N. S. & M. Béhar. World wide occurrence of protein malnutrition. *Fed. Proc.*, 18 (Suppl. 3): 82-88, 1959.
- (2) Flores, M. & B. García. The nutritional status of children of pre-school age in the Guatemalan community of Amatitlán. 1. Comparison of family and child diets. *Brit. J. Nutr.*, 14: 207-215, 1960.
- (3) Jelliffe, D. B. *The Assessment of the Nutritional Status of the Community (With Special Reference to Field Surveys in Developing Regions of the World)*. Geneva, World Health Organization, 1966, 271 p. (WHO Monograph Series N° 53).
- (4) Gordon, J. E., J. B. Wyon & W. Ascoli. The second year death rate in less developed countries. *Am. J. Med. Sci.*, 254: 357-380, 1967.
- (5) Beisel, W. R., W. D. Sawyer, E. D. Ryll & D. Croxier. Metabolic effects of intracellular infections in man. *Ann. Intern. Med.*, 67: 744-779, 1967.
- (6) Scrimshaw, N. S., C. E. Taylor & J. E. Gordon. *Interactions of Nutrition and Infection*. Geneva, World Health Organization, 1968, 329 p. (WHO Monograph Series N° 57).
- (7) Viteri, F. Datos no publicados.
- (8) Mata, L. J., J. J. Urrutia & A. Lechtig. Infection and nutrition of children of a low socioeconomic rural community. *Am. J. Clin. Nutr.*, 24: 249-259, 1971.

- (9) Mata, L. J., J. J. Urrutia & B. García. Effect of infection and diet on child growth: experience in a Guatemalan village. En: **Nutrition and Infection**. G. E. W. Wolstenholme and Maeve O'Connor, eds. London, Great Britain, J. & A. Churchill, Ltd., 1967, p. 112-126. (Ciba Foundation Study Group N° 31).
- (10) Gómez, F. Desnutrición. **Bol. méd. Hosp. infant. (México)**, 3: 543-551, 1946.
- (11) Ramos Galván, R. Desnutrición y crecimiento físico. **Bol. méd. Hosp. infant. (México)**, 21 (Supl. N° 1): 11-36, 1964.
- (12) Jellife, D. B. & E. P. P. Jellife. Prevalence of protein-calorie malnutrition in Haitian preschool children. **Am. J. Pub. Health**, 50: 1355-1366, 1960.
- (13) McFie, J. & H. F. Welbourn. Effect of malnutrition in infancy on the development of bone, muscle and fat. **J. Nutrition**, 76: 97-105, 1962.
- (14) Arroyave, G. Proposed methodology for the biochemical evaluation of protein malnutrition in children. En: **Protein-Calorie Malnutrition. A Nestlé Foundation Symposium**. A. von Muralt, ed. Berlín, Springer-Verlag, 1969, p. 48-56.
- (15) Hansen, J. D. L. Features and treatment of kwashiorkor at the Cape. **Proceedings of a Colloquium held in Cambridge, April 1967**. En: **Calorie Deficiencies and Protein Deficiencies**. R. A. McCance and E. M. Widdowson, eds. London, J. & A. Churchill Ltd., 1968, p. 33-47.
- (16) Whitehead, R. G. Rapid determination of some plasma aminoacids in subclinical kwashiorkor. **Lancet**, 1: 250-252, 1964.
- (17) Arroyave, G., A. A. J. Jansen & M. Torrico. Razón nitrógeno ureico/creatinina como indicador del nivel de ingesta proteica. I. Efecto de la ingesta de agua sobre la excreción "basal" de urea y creatinina de niños con estados nutricionales diferentes. **Arch. Latinoamer. Nutr.**, 16: 203-212, 1966.
- (18) Whitehead, R. G. Hydroxyproline creatinine ratio as an index of nutritional status and rate of growth. **Lancet**, 2: 567-570, 1965.
- (19) 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 weanling rat. **Brit. J. Nutr.**, 12: 74-88, 1958.
- (20) 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: 696-706, 1970.
- (21) Viteri, F. E. & J. Alvarado. Aspectos fisiopatológicos y respuestas adaptativas en la desnutrición calórica y en la desnutrición proteínica. **Rev. Col. Méd. (Guatemala)**, 21: 175-230, 1970. Publicado también en: **El Problema de la Desnutrición Proteínico-Calórica en el Istmo Centroamericano**. Guatemala, INCAP, 1971, 245 p. (Monografía N° 7 del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá).
- (22) Viteri, F. E., J. Alvarado, D. G. Luthringer & R. P. Wood, II. Hematological changes in protein calorie malnutrition. **Vitamins Hormones**, 26: 573-615, 1968.

- (23) Alleyne, G. A. O., F. E. Viteri & J. Alvarado. Indices of body composition in infantile malnutrition: total body potassium and urinary creatinine. *Am. J. Clin. Nutr.*, 23: 875-878, 1970.
- (24) Stuart, H. C. & S. S. Stevenson. Care and evaluation of well children. Physical growth and development. En: *Textbook of Pediatrics*. W. E. Nelson, ed. 6th ed. Philadelphia, W. B. Saunders Co., 1954, p. 10-66.
- (25) Lange, K. O. & J. Brózek. A new model of skinfold caliper. *Am. J. Phys. Anthropol.*, 19: 98-99, 1961 (Abstract N° 28).
- (26) Interdepartmental Committee on Nutrition for National Defense. *Manual for Nutrition Surveys*. 2nd. ed. Bethesda, Md., ICNND, 1963.
- (27) Beckman Manual RM-1M-2. Model R-101. Microzone electrophoresis cell (Preliminary Instruction Manual). Palo Alto, California, Spinco Division, Beckman Instruments, Inc., Stanford Industrial Park, August, 1963, 38 p.
- (28) Barker, S. B. The direct colorimetric determination of urea in blood and urine. *J. Biol. Chem.*, 152: 453-463, 1944. (c. f. *Nutr. Abst. Revs.*, 14: 21, 1944-45 (Abst. 19).
- (29) Clark, L. C. Jr. & H. L. Thompson. Determination of creatine and creatinine in urine. *Anal. Chem.*, 21: 1218-1221, 1949.
- (30) Arroyave, G. & C. M. de Arroyave. El uso de períodos cortos de recolección de orina en la estimación de la excreción diaria de creatinina. *Arch Venez. Nutr.*, 12: 259-266, 1962.
- (31) Mc Cammon, R. W. with a foreword by A. Damon. *Human Growth and Development*. Springfield, Illinois, Charles C. Thomas, 1970, 295 p.
- (32) Viteri, F. E., J. Alvarado & G. A. O. Alleyne. Reply to Drs. Méndez and Burkirk. *Am. J. Clin. Nutr.*, 24: 386-387, 1971.
- (33) Holmes, E. G., M. W. Stanier & M. D. Thompson. The serum protein pattern of Africans in Uganda: relation to diet and malaria. *Trans. Roy. Soc. Trop. Med. Hyg.*, 49: 376-384, 1955.
- (34) Arroyave, G., N. S. Scrimshaw, O. Pineda & M. A. Guzmán. Electrophoretic pattern of hyperproteinemic sera in a population group of rural Panama. *Am. J. Trop. Med. Hyg.*, 9: 81-84, 1960.
- (35) Alvarado, J., F. E. Viteri & M. Béhar. Tratamiento hospitalario de la desnutrición proteínico-calórica severa. *Rev. Col. Méd. (Guatemala)*, 21: 231-245, 1970. Publicado también en: *El Problema de la Desnutrición Proteínico-Calórica en el Istmo Centroamericano*. Guatemala, INCAP, 1971, 245 p. (Monografía N° 7 del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá).
- (36) Scrimshaw, N. S., M. Béhar, F. Viteri, G. Arroyave & C. Tejada. Epidemiology and prevention of severe protein malnutrition (kwasior) in Central America. *Am. J. Pub. Health.*, 47: 53-62, 1957.

Anemias nutricionales en Centro América influencia de infección por uncinaria ¹

**FERNANDO E. VITERI², MIGUEL A. GUZMÁN³ y
LEONARDO J. MATA⁴**

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

RESUMEN

Se estudió un total de 3,014 habitantes de Centro América y Panamá, representativos de la población en términos de edad, sexo, y altitud del lugar de residencia sobre el nivel del mar. Se utilizaron para este propósito determinaciones simultáneas de concentración de hemoglobina y recuento de huevos de parásitos en heces. Se excluyeron de la muestra todos los niños menores de un año de edad, así como las mujeres embarazadas y madres lactantes. De la muestra total, 586 sujetos estaban infectados con uncinaria y 2,428 se encontraban libres de este parásito. El estado hematológico fue evaluado con base en las normas hematológicas establecidas para Centro América y Panamá, en las cuales se determinaron los riesgos de pertenecer a una población con valores subnormales de hemoglobina, a partir de la distribución de casos en cada nivel de hemoglobina.

Los resultados obtenidos indican que la población de Centro América y Panamá presenta una elevada prevalencia de niveles bajos de hemoglobina, cuyos promedios para riesgos de 20 y 75%, respectivamente, son como sigue: para altitudes inferiores a 750 metros sobre el nivel del mar, 19.8% y 10.6% para la población uncinaria negativa, y 28.8% y 20.6%

1. Esta investigación fue auspiciada por la Advanced Research Projects (Proyecto AGILE) por intermedio de la Sección de Nutrición de la Oficina de Investigaciones Internacionales (OIR) de los Institutos Nacionales de Salud (NIH) de los Estados Unidos de América, según Orden ARPA 580 del Programa N° 298, y por la Organización Mundial de la Salud (Subvención N° 71-PN/700), con sede en Ginebra, Suiza.

2. Jefe de la División Biomédica del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá.

3. Jefe de la División de Estadística del INCAP.

4. Jefe de la División de Microbiología de la misma Institución.

Publicación INCAP E-658.

Recibido: 11-5-1972.

para la población uncinaria positiva. En el caso de altitudes comprendidas entre 750 y 1,500 metros sobre el nivel del mar, las prevalencias correspondientes fueron; 15.3% y 10.8% para la población uncinaria negativa, y 21.8% y 16.4% para la población uncinaria positiva. Los grupos de edad y sexo que acusaron las más altas prevalencias de niveles bajos de hemoglobina (con riesgos mayores de 75% de pertenecer a una población con niveles subnormales de hemoglobina) fueron los niños de 1 a 4 años de edad y las mujeres comprendidas entre los 13 y los 20 años, en la población uncinaria negativa. En cambio, en la población uncinaria positiva, todos los grupos de edad presentaron prevalencias elevadas de niveles bajos de hemoglobina.

Los niveles de infección uncinaria que se consideran leves o moderados (excreción de huevos menor de 2,000/g de heces) inducen un aumento significativo en la prevalencia de niveles bajos de hemoglobina.

Estos resultados demuestran la importancia de la infección uncinaria como factor agravante de un problema nutricional básico, causante de anemia en Centro América y Panamá.

INTRODUCCION

En publicaciones previas (1, 2) hemos propuesto los patrones hematológicos establecidos para la población de Centro América y Panamá, según las distintas categorías de altitud, edad y sexo, describiendo con base en dichos patrones, la prevalencia de individuos con valores subnormales de hemoglobina en la misma población. Los hallazgos han demostrado que, evidentemente, la prevalencia de anemia es elevada cuando ésta se define como una concentración de hemoglobina (g/100 ml de sangre) por debajo de una desviación estándar y media del promedio del patrón para cada categoría. Además, la prevalencia de anemia es mayor en lugares cuya altitud oscila entre 0 y 749 metros sobre el nivel del mar que en aquellos cuya altura excede de 750 metros.

Según ha revelado una amplia serie de estudios dietéticos, un alto porcentaje de familias de esta zona geográfica consume cantidades inadecuadas de hierro (3). Aún más, la fuente dietética de este mineral es predominantemente vegetal (promedio de 84.3%); en consecuencia, y de acuerdo a diversos estudios efectuados al respecto (4-6), la absorción de hierro es muy limitada.

Por otro lado, la prevalencia de infecciones por uncinaria es alta en el Istmo Centroamericano (3, 7-9) siendo mayor en las áreas de baja altitud que en aquellos lugares con alturas mayores de 1,500 metros sobre el nivel del mar. Este hecho in-

duce a pensar que, al igual que en otras regiones del mundo (10-19), en Centro América también existe cierta asociación entre la uncinariasis y la anemia. Esta asociación es de esperar, dado que la uncinariasis causa una pérdida de sangre que induce deficiencia de hierro y anemia de tipo ferropénico en períodos crónicos de infección (20-25). Se considera que la deficiencia de hierro ocurre sobre todo cuando las infecciones uncinariásicas dan origen a la expulsión de 2,000 huevos o más de uncinaria por gramo de heces en la mujer adulta, y 5,000 huevos o más de uncinaria por gramo de heces, en el hombre adulto (26). Sin embargo, en la literatura existe contradicción en cuanto a la importancia relativa de infecciones moderadas y aún leves de uncinariasis como factores contribuyentes a la producción de anemia ferropénica en poblaciones con características similares a las de Centro América y Panamá (8, 18, 27-29).

El objetivo del presente estudio fue investigar la influencia que diversos grados de infección uncinariásica tienen en la producción de anemia en la población del Istmo Centroamericano.

MATERIAL Y METODOS

La población estudiada desde el punto de vista hematológico consistió de un total de 6,009 individuos, y fue escogida a manera que fuese representativa de la población del Istmo Centroamericano. Comprendió sujetos de todas las edades y sexos, exceptuando mujeres embarazadas, madres lactantes, y niños menores de un año (3).

Del total de sujetos estudiados hematológicamente, 3,014 fueron investigados simultáneamente para determinar no sólo la presencia o ausencia de parásitos intestinales, sino también el grado de severidad de dicha infección, por medio del recuento de huevos en heces según la técnica de Stoll (30). No se obtuvieron datos parasitológicos en 2,995 individuos estudiados hematológicamente. El Cuadro No. 1 muestra el número de sujetos investigados, los cuales se distribuyeron en tres grupos: con uncinaria positiva, negativa o desconocida, para aquellos lugares situados a altitudes comprendidas entre 0 y 749 metros, 750 y 1,499 metros, y 1,500 metros y más sobre el nivel del mar, respectivamente.

CUADRO N° 1
NUMERO DE INDIVIDUOS ESTUDIADOS HEMATOLOGICAMENTE,
SEGUN LA ALTITUD DEL LUGAR DE RESIDENCIA SOBRE EL
NIVEL DEL MAR

Uncinaria	Altitud (m)		
	0-749	750-1,499	1,500 y más
Negativa	1,403	534	491
Positiva	501	73	12
Desconocida	2,017	678	300
Total	3,921	1,285	803

El análisis de los datos incluye únicamente los sujetos que fueron estudiados simultáneamente desde los puntos de vista hematológico y parasitológico, residentes en zonas con alturas de 0 a 1,499 metros, ya que a mayores altitudes únicamente 12 individuos mostraron infección uncinariásica. Aproximadamente el 10% de los sujetos con uncinaria presentaron también infección leve por *Trichuris trichiura* (3).

La investigación hematológica consistió en determinaciones en sangre venosa, de hemoglobina, hematocrito, recuento de glóbulos rojos, hierro sérico, capacidad total de fijación de hierro, folatos séricos, y vitamina B₁₂ sérica (1). Para los propósitos de esta comunicación únicamente se utilizaron los datos sobre hemoglobina para determinar la prevalencia de individuos con niveles por debajo de los considerados como normales para este parámetro hematológico. En comunicaciones posteriores se darán a conocer los datos correspondientes al resto de las características hematológicas y bioquímicas de esta población, en relación a la presencia y ausencia de uncinaria. El método de hemoglobina empleado fue el descrito por Crosby (31), utilizando cianmetahemoglobina. En nuestros laboratorios el coeficiente de variabilidad de esta determinación es de 1.2%.

El problema de que es prácticamente imposible fijar una cifra límite inferior de hemoglobina normal en grupos de población es un hecho conocido, ya que a niveles normales inferiores existe un traslape entre poblaciones normales y aquellas con valores subnormales de hemoglobina. Esto se demues-

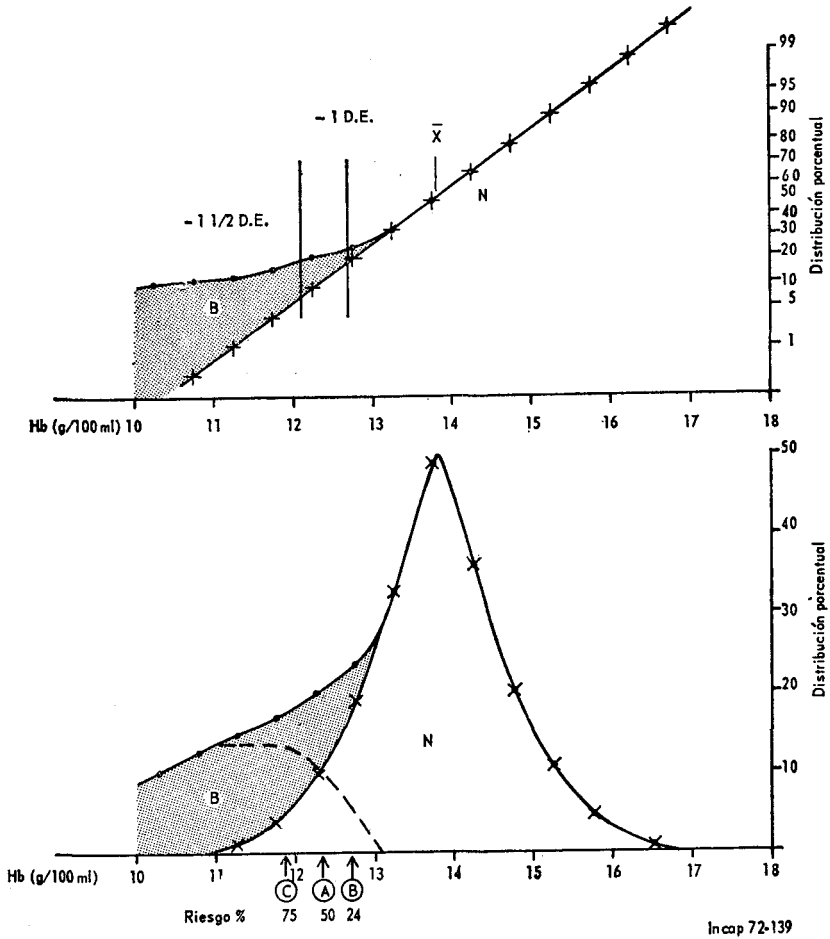


Figura 1: Representación gráfica del método seguido para el establecimiento de los riesgos que conllevan diversos niveles de concentración de hemoglobina, de pertenecer a una población con valores subnormales de hemoglobina B, y de no pertenecer a la población normal A. Véase el texto.

tra en la Figura 1, en la que puede apreciarse que sí existen dos poblaciones, una con niveles normales de hemoglobina (población N) y la otra con niveles subnormales (población B), el riesgo para el individuo A (con Hb de 12.3 g/100 ml) de pertenecer a la población B es de 50%, y la probabilidad de pertenecer a la población N es también de 50%; para el individuo B (con Hb de 12.8 g/100 ml) el riesgo de pertenecer a la población B es de 24%, mientras que para el individuo C (con Hb de 11.9 g/100 ml) dicho riesgo es de 75%. Tomando como base los riesgos derivados de la distribución de los valores patrón para la población de Centro América y Panamá (1), se determinaron los niveles de hemoglobina correspondientes al promedio, menos 1 desviación estándar y menos 1½ desviación estándar como valores que conllevan un riesgo de 20 y 75% de pertenecer a una población con valores subnormales de hemoglobina (Fig. 1). Esto ha sido aplicado a cada categoría de edad y sexo en el caso de altitudes de 0 a 1,499 m sobre el nivel del mar. Se considera como población anémica aquella cuyos niveles de concentración de hemoglobina (g/100 ml de sangre) es igual o menor que el nivel de hemoglobina que conlleva un riesgo de 75% de pertenecer a una población con valores subnormales de hemoglobina.

RESULTADOS

Según se aprecia en el Cuadro No. 2, en todos aquellos grupos etarios en los que la muestra por uncinaria negativa y positiva incluía más de 10 casos, el valor promedio de hemoglobina, expresado en gramos por 100 mililitros de sangre, fue inferior en el grupo de uncinaria positiva que en el de uncinaria negativa. Únicamente las mujeres de 50 años de edad o mayores, residentes en zonas con una altura de 750 a 1,499 metros sobre el nivel del mar presentaron un valor promedio de hemoglobina igual, tuviesen o no infección uncinariásica. Lo mismo puede indicarse en el caso de la comparación de individuos con uncinaria positiva y los patrones de hemoglobina propuestos para Centro América y Panamá, con una sola excepción: la de personas del sexo masculino con edades comprendidas entre 17 y 20 años, en cuyo caso los valores patrón son ligeramente inferiores a los obtenidos en los grupos con uncinaria negativa y positiva. Este hecho sugiere que el valor

CUADRO N° 2

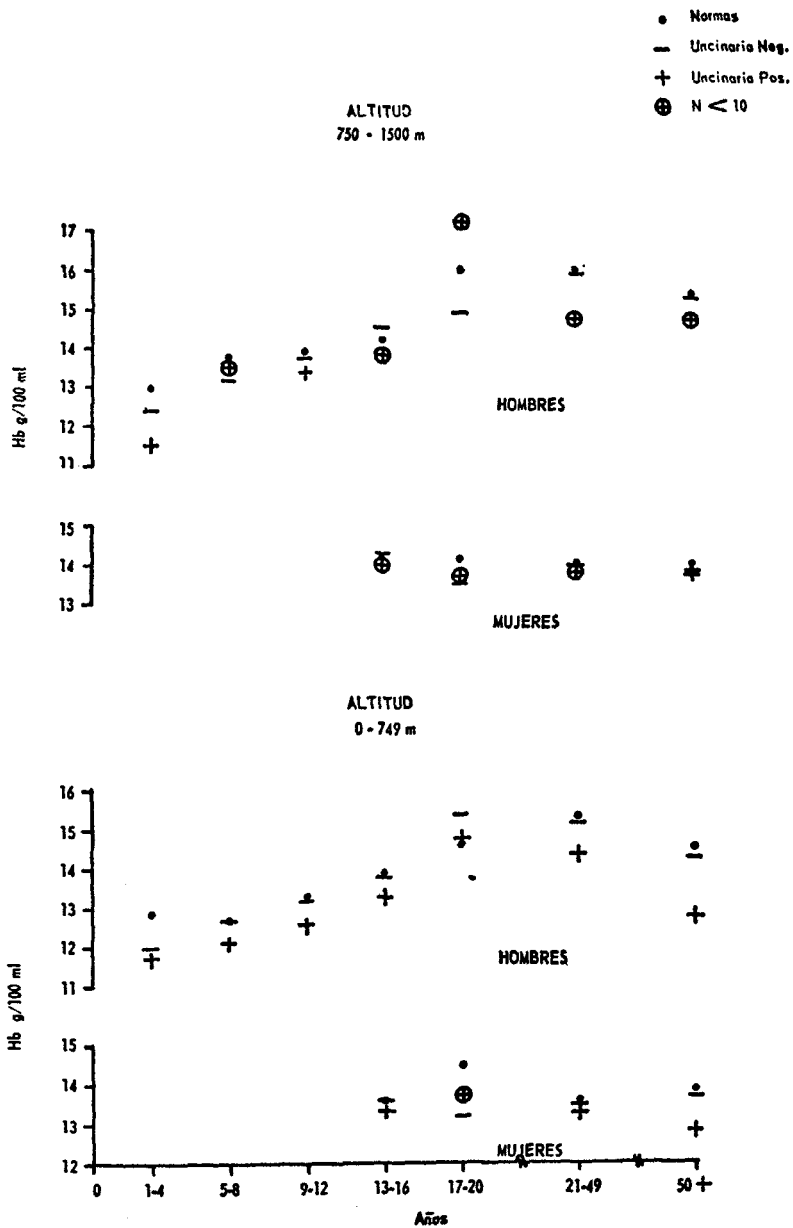
PROMEDIOS DE CONCENTRACION DE HEMOGLOBINA EN GRUPOS DE POBLACION CON UNCINARIA NEGATIVA Y UNCINARIA POSITIVA (COMPARACION CON LOS PATRONES DE HEMOGLOBINA DE LA POBLACION CENTROAMERICANA)

Edad (años)	Sexo	Altitud, 0-749 m			Altitud, 750-1,499 m		
		Patrones	Uncinaria		Patrones	Uncinaria	
			Negativa	Positiva		Negativa	Positiva
1 - 4	M-F	12.9*	12.0	11.7	13.0	12.4	11.5
5 - 8	M-F	12.7	12.7	12.1	13.8	13.2	13.5***
9 -12	M-F	13.3	13.2	12.6	14.0	13.8	13.4
13 -16	M	13.9	13.8	13.3	14.3	14.6	13.9***
17 -20	M	14.7	15.4	14.8	16.1**	15.0	17.4***
21 -49	M	15.4	15.2	14.4	16.1	16.0	14.8***
50 y más	M	14.6	14.3	12.8	15.5	15.4	14.8***
13 -16	F	13.6	13.6	13.3	14.1	14.3	14.0***
17 -20	F	14.5	13.2	13.7***	14.2**	13.5	13.7***
21 -49	F	13.6	13.5	13.3	14.0	13.9	13.4***
50 y más	F	13.9	13.7	12.8	14.0	13.8	13.8

* Hemoglobina: g/100 ml de sangre.

** X de acuerdo a distribución por población.

*** Número de casos menor de 10.



Incap 72-347

Figura 2: Concentración promedio de hemoglobina de las normas establecidas para Centro América y Panamá, y de sujetos con y sin infección uncinariásica. Cada promedio corresponde a grupos de edad y sexo, residentes en dos lugares con diferente altitud sobre el nivel del mar.

patrón de 14.7 gramos de hemoglobina por 100 mililitros de sangre para este grupo etario es relativamente bajo, hallazgo que ya fue comentado en una comunicación anterior (2). La Figura 2 muestra estos datos en forma gráfica.

Al efectuar el análisis de los datos correspondientes a las poblaciones con uncinaria negativa y positiva, tomando en consideración los riesgos establecidos en base a las distribuciones de hemoglobina (Cuadro No. 3), se observó que en la gran mayoría de los grupos de altitud, edad y sexo con uncinaria positiva, el porcentaje de individuos con valores de hemoglobina asociados a un riesgo mayor de 20% de pertenecer a una población con niveles subnormales de hemoglobina, es más alto que en los grupos con uncinaria negativa. Lo mismo sucede en el caso de sujetos con riesgos de más de 75% de pertenecer a una población con niveles subnormales de hemoglobina (Fig. 3). Las excepciones ocurren generalmente cuando el número de casos con uncinaria positiva es muy bajo como para obtener pruebas confiables de probabilidad estadística. En promedio, en los individuos uncinariásicos la prevalencia de sujetos con riesgos mayores de 20% o de 75% aumenta en 9% para el grupo de población cuyo lugar de residencia oscila entre 0 y 749 metros de altitud, y en 6% para el grupo residente en zonas con una altitud comprendida entre 750 y 1,499 metros.

El Cuadro No. 4 muestra el número de casos y los promedios de hemoglobina para el grupo de población con uncinaria positiva, de acuerdo al grado de severidad de esta infección obtenido por recuento de huevos en heces aplicando el método de Stoll (30). Se clasifican con grado de infección "0" a los individuos cuyo Stoll es negativo para uncinaria.

Los casos de uncinariasis Grados 1 a 4 denotan grados crecientes de infección, de acuerdo al siguiente detalle:

<i>Grado de infección uncinariásica</i>	<i>Nº de huevos/g de heces</i>
0	0
1	1 — 999
2	1,000 — 1,999
3	2,000 — 4,999
4	5,000 — y más

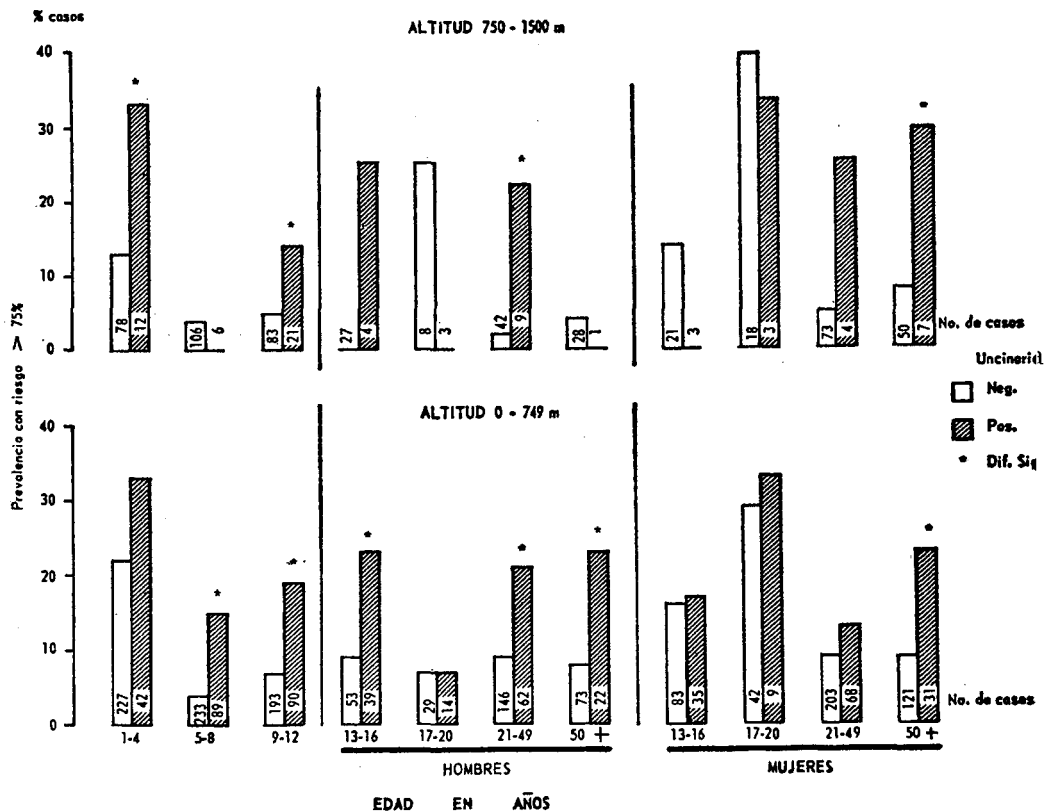
CUADRO Nº 3

PORCENTAJE DE INDIVIDUOS EN LAS DISTINTAS CATEGORIAS DE ALTITUD, EDAD Y SEXO CON VALORES DE CONCENTRACION DE HEMOGLOBINA QUE CONLLEVAN UN RIESGO DE 20% O MAS, Y 75% O MAS, DE PERTENECER A UNA POBLACION CON NIVELES SUBNORMALES DE HEMOGLOBINA

Infección uncinariásica	Riesgo %	Edad (años)	Sexo	Altitud 0-749 m				Altitud 750-1,499 m						
				Negativa		Positiva		Negativa		Positiva				
				20	75	20	75	20	75	20	75			
No.	%	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%					
1 - 4	M-F		227	33	22	42	50*	33	78	24	13	12	42*	33*
5 - 8	M-F		233	10	4	89	21*	15*	106	7	4	6**	17	0
9 - 12	M-F		193	17	7	90	28*	19*	83	6	5	21	14*	14*
13 - 16	M		53	23	9	39	28	23*	27	7	0	4**	25	25
17 - 20	M		29	7	7	14	7	7	8	25	25	3**	0	0
21 - 49	M		146	17	9	62	31*	21*	42	12	2	9	22*	22*
50 y más	M		73	18	8	22	32*	23*	28	4	4	1**	0	0
13 - 16	F		83	22	16	35	26	17	21	14	14	3**	33	0
17 - 20	F		42	40	29	9**	44	33	18	50	39	3**	33	33
21 - 49	F		203	14	9	68	18	13	73	8	5	4**	25	25
50 y más	F		121	17	9	31	32*	23*	50	12	8	7	29*	29*

* $p < 0.05$ entre el grupo con uncinaria positiva y el grupo correspondiente, con uncinaria negativa.

** No. de casos insuficiente para efectuar pruebas confiables de probabilidad.



Incap 72-52

Figura 3: Prevalencia de sujetos con concentraciones de hemoglobina que conllevan un riesgo de más de 75% de pertenecer a una población con valores subnormales de hemoglobina. Los sujetos han sido agrupados por edad y sexo, residentes en dos lugares con diferente altitud sobre el nivel del mar.

CUADRO Nº 4
PROMEDIOS DE CONCENTRACION DE HEMOGLOBINA EN
GRUPOS DE POBLACION CON DIVERSOS GRADOS DE
INFECCION UNCINARIASICA

Altitud 0-749 m												
Edad (años)	Sexo	No.	Infección uncinariásica, Grados:									
			0		1		2		3		4	
			No.	Hb g/100 ml	No.	Hb g/100 ml	No.	Hb g/100 ml	No.	Hb g/100 ml	No.	Hb g/100 ml
1 - 4	M-F	227		12.0	39	11.7	3	11.6	0	-	0	-
5 - 8	M-F	233		12.7	75	12.5	6	10.3	5	12.3	3	5.6
9 - 12	M-F	193		13.2	74	12.9	12	12.2	4	10.0	0	-
13 - 16	M	53		13.8	34	13.5	2	11.2	2	12.6	1	11.8
17 - 20	M	29		15.4	10	14.8	2	14.8	2	15.0	0	-
21 - 49	M	146		15.2	54	15.0	7	10.0	1	13.8	0	-
50 y más	M	73		14.3	19	13.6	2	9.2	1	6.2	0	-
13 - 16	F	83		13.6	31	13.3	1	13.7	3	13.5	0	-
17 - 20	F	42		13.2	8	13.7	-	-	1	13.7	0	-
21 - 49	F	203		13.5	61	13.5	3	11.2	4	12.2	0	-
50 y más	F	121		13.7	26	13.1	3	10.5	2	11.6	0	-
Altitud 750-1,499 m												
1 - 4	M-F	78		12.4	10	10.2	2	12.2	0	-	0	-
5 - 8	M-F	106		13.2	4	12.5	1	16.4	1	14.6	0	-
9 - 12	M-F	83		13.8	17	13.1	3	14.0	1	15.6	0	-
13 - 16	M	27		14.6	3	15.3	0	-	1	9.9	0	-
17 - 20	M	8		15.0	3	17.4	0	-	0	-	0	-
21 - 49	M	42		16.0	7	16.0	1	15.9	1	5.9	0	-
50 y más	M	28		15.4	1	14.8	0	-	0	-	0	-
13 - 16	F	21		14.3	3	14.0	0	-	0	-	0	-
17 - 20	F	18		13.5	3	13.7	0	-	0	-	0	-
21 - 49	F	73		13.9	2	14.4	1	14.4	1	10.6	0	-
50 y más	F	50		13.8	6	14.2	1	11.8	0	-	0	-

CUADRO Nº 5
PORCENTAJE DE INDIVIDUOS EN LAS DIVERSAS CATEGORIAS DE ALTITUD, EDAD Y SEXO, CON VALORES DE CONCENTRACION DE HEMOGLOBINA QUE CONLLEVAN UN RIESGO DE 20% O MAS DE PERTENECER A UNA POBLACION CON NIVELES SUBNORMALES DE HEMOGLOBINA

Altitud 0-749 m						
Edad (años)	Sexo	Infección uncinariásica.				Grados:
		0	1	2	3	4
		%	%	%	%	%
1 - 4	M-F	33.0	51.3	33.3	-	-
5 - 8	M-F	10.0	18.6	83.3	20.0	100.0
9 - 12	M-F	17.0	25.6	33.3	50.0	-
13 - 16	M	23.0	26.4	100.0	50.0	100.0
17 - 20	M	7.0	10.0	0	0	-
21 - 49	M	17.0	27.7	57.1	100.0	-
50 y más	M	18.0	26.3	50.0	100.0	-
13 - 16	F	20.0	25.8	0	33.3	-
17 - 20	F	40.0	50.0	-	0	-
21 - 49	F	14.0	13.1	66.6	50.0	-
50 y más	F	17.0	26.9	100.0	50.0	-
Promedio		19.8	27.4	52.4*†	45.3*	100.0
Desviación Estándar		9.6	12.9	36.4	34.9	-
Amplitud		7-40	10-51.0	0-100	0-100	-
Altitud 750-1,499 m						
1 - 4	M-F	24.0	33.3	50.0	-	-
5 - 8	M-F	7.0	50.0	0	0	-
9 - 12	M-F	6.0	41.1	0	0	-
13 - 16	M	7.0	0	-	100.0	-
17 - 20	M	25.0	0	-	-	-
21 - 49	M	12.0	14.2	0	100.0	-
50 y más	M	4.0	0	-	-	-
13 - 16	F	4.0	33.0	-	-	-
17 - 20	F	50.0	33.3	-	-	-
21 - 49	F	8.0	0	0	100.0	-
50 y más	F	12.0	16.6	100.0	-	-
Promedio		15.4	20.1	25.0	60.0	-
Desviación Estándar		13.4	18.8	-	-	-
Amplitud		4-50	0-50.0	0-100	0-100	-

*Significativamente mayor al % de individuos sin uncinaria ($p < 0.05$).

†Significativamente mayor al % de individuos con uncinaria ($p < 0.05$).

CUADRO Nº 6

PORCENTAJE DE INDIVIDUOS EN LAS DIVERSAS CATEGORIAS DE ALTITUD, EDAD Y SEXO, CON VALORES DE CONCENTRACION DE HEMOGLOBINA QUE DEBEN CONSIDERARSE ANEMICOS (RIESGO DE 75% O MAS DE PERTENECER A UNA POBLACION CON NIVELES SUBNORMALES DE HEMOGLOBINA)

		Altitud 0-749 m				
Edad (años)	Sexo	Infección uncinariásica, Grados:				
		0	1	2	3	4
		%	%	%	%	%
1 - 4	M-F	22.0	33.3	33.3	-	-
5 - 8	M-F	4.0	6.6	66.6	20.0	100.0
9 - 12	M-F	7.0	16.2	33.3	50.0	-
13 - 16	M	9.0	14.7	100.0	50.0	100.0
17 - 20	M	7.0	10.0	0	0	-
21 - 49	M	9.0	16.6	57.1	0	-
50 y más	M	8.0	15.0	50.0	100.0	-
13 - 16	F	16.0	16.1	0	33.3	-
17 - 20	F	29.0	37.5	-	0	-
21 - 49	F	9.0	8.1	66.6	50.0	-
50 y más	F	9.0	15.3	66.6	50.0	-
Promedio		11.7	17.2	47.4*†	35.3*	100.0
Desviación Estándar		7.6	9.7	38.1	31.7	-
Amplitud		4-29	6.6-37.5	0-66.6	0-50.0	-
		Altitud 750-1499 m				
1 - 4	M-F	13.0	33.3	0	-	-
5 - 8	M-F	4.0	25.0	0	0	-
9 - 12	M-F	5.0	17.6	0	0	-
13 - 16	M	0	0	-	100.0	-
17 - 20	M	25.0	0	-	-	-
21 - 49	M	2.0	14.2	0	100.0	-
50 y más	M	4.0	0	-	-	-
13 - 16	F	14.0	0	-	-	-
17 - 20	F	39.0	0	-	-	-
21 - 49	F	5.0	0	0	100.0	-
50 y más	F	8.0	16.6	100.0	-	-
Promedio		10.8	9.7	16.7	60.0	-
Desviación Estándar		11.7	12.2	-	-	-
Amplitud		0-39	0-33.3	0-100	0-100	-

* Significativamente mayor al % de individuos sin uncinaria ($p < 0.05$).

† Significativamente mayor al % de individuos con uncinaria 1 ($p < 0.05$).

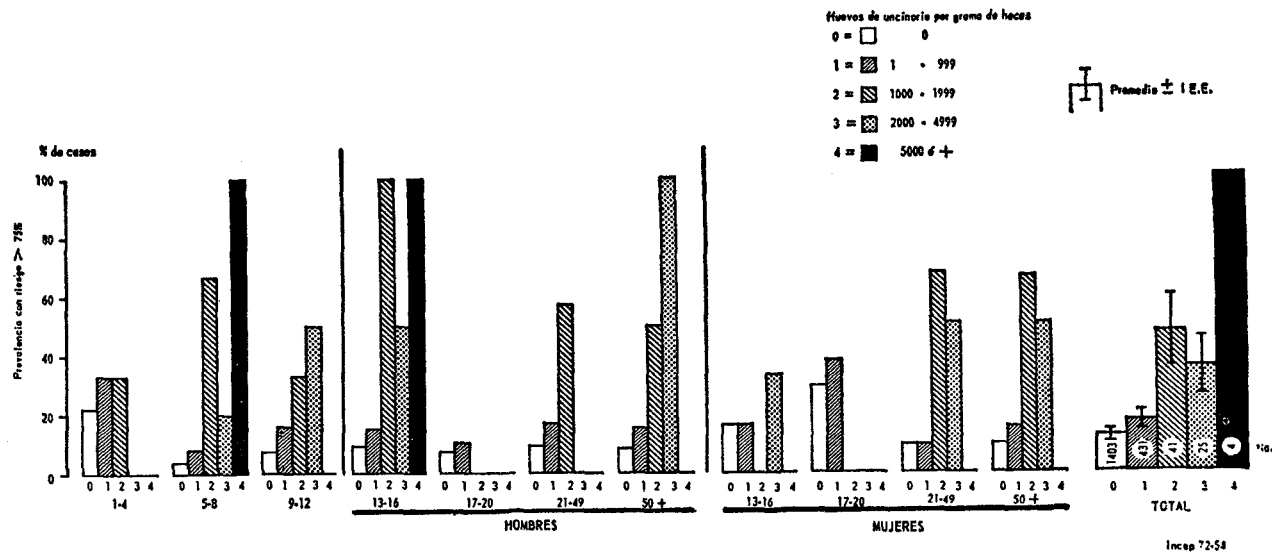


Figura 4: Prevalencia de sujetos con concentraciones de hemoglobina que conllevan un riesgo de más de 75% de pertenecer a una población con valores subnormales de hemoglobina, de acuerdo al grado de infección uncinariásica. Los sujetos han sido agrupados por edad y sexo, residentes en dos lugares con diferente altitud sobre el nivel del mar.

La prevalencia (expresada en % de individuos) en las diversas categorías de altitud, edad, y sexo, con valores de hemoglobina que conllevan un riesgo de 20% o más y 75% o más de pertenecer a una población con niveles subnormales de hemoglobina, clasificados por grupos de severidad de infección uncinariásica, se da a conocer en los Cuadros Nos. 5 y 6, respectivamente. La Figura 4 muestra en forma gráfica los datos expuestos en el Cuadro No. 6.

En general, se observa una mayor prevalencia de individuos con valores subnormales de hemoglobina conforme el grado de infección uncinariásica aumenta. Sin embargo, la mayor prevalencia en infecciones Grado 1 no alcanza significación estadística al compararla con individuos libres de infección uncinariásica.

La prevalencia de sujetos con valores subnormales de hemoglobina aumenta con las infecciones Grado 2 o más. Dicho aumento es significativo en altitudes menores de 750 metros sobre el nivel del mar, donde el número de casos permite efectuar pruebas estadísticas confiables.

DISCUSION

En esta comunicación, así como en otras de diversas partes del mundo (10-19), se hace evidente el hecho de que la uncinariasis induce una mayor prevalencia de anemia. A pesar de ello, varios hechos son importantes de recalcar: 1) Que el efecto de la uncinariasis es franco en niños de ambos sexos con edades comprendidas entre 1 y 12 años, al igual que en varones adultos. En las mujeres mayores de 13 años el efecto de la uncinariasis es menos evidente, ya que la prevalencia de anemia en mujeres uncinariásicas —aún cuando ligeramente superior a la de las no infectadas— no es estadísticamente diferente, salvo en el grupo de mujeres de 50 años de edad y más. La explicación de este fenómeno no radica en diferencias en cuanto a prevalencia o severidad de la uncinariasis, ya que ambas son similares en los dos sexos. Por lo tanto, la causa más probable de este hecho es que las mujeres en edad reproductiva de la población de Centro América y Panamá, presentan una alta prevalencia de valores subnormales de hemoglobina, aún en ausencias de uncinariasis (prevalencia con riesgo $>20\% = 22.7\% > 75\%, = 18.7\%$, en contraste con el grupo

masculino adulto (prevalencia con riesgo $> 20\% = 15.2\%$; $> 75\% = 8.7\%$).

2) Conforme el grado de infección aumenta, la prevalencia de anemias se eleva. En este aspecto, las infecciones Grado 2 o más parecen producir tal pérdida de sangre que la prevalencia de anemia difiere significativamente de la que acusa la población no infectada. Aún en el caso de infecciones Grado 1, en donde las diferencias no son significativas comparadas con el grupo sin infección uncinariásica, la prevalencia también es generalmente más alta. Posiblemente por razones nutricionales, la población de Centro América y Panamá sufre de cierto grado de depleción de factores eritropoyéticos (sobre todo deficiencia de hierro, en este caso) que hace que hasta las infecciones leves por uncinaria las agraven dando origen a niveles subnormales de hemoglobina. Los datos de la encuesta nutricional que abarcó todo el Istmo Centroamericano corroboran este hecho (3). Por otra parte, Layrisse *et al.* (32) también han demostrado mala absorción de folatos en caso de uncinariasis severa.

Se considera importante mencionar, asimismo, que en la población de niños de Centro América y Panamá, la deficiencia calórico-proteínica en grados leves y moderados es también muy elevada y se acompaña de niveles bajos de hemoglobina (3). Además, estudios recientes demuestran que el niño con deficiencia proteínico-calórica severa tiene un impedimento en la absorción de hierro (33). No sabemos aún si la desnutrición proteínico-calórica de tipo leve o moderado se acompaña de trastornos en la absorción de ese mineral. De igual importancia se estima subrayar la alta prevalencia de diarreas en la población infantil del Istmo Centroamericano, hecho que podría agravar su estado nutricional en general, incluyendo hierro, folatos y probablemente vitamina B₁₂ (34). Todos estos factores pueden hacer más susceptibles a la población general de Centro América y Panamá al efecto de la uncinariasis, aún tratándose de grados leves de infección.

3) Con base en los datos recabados en este estudio, la prevalencia de niveles subnormales de hemoglobina tiende a ser mayor en las poblaciones residentes en lugares cuya altura fluctúa entre 0 y 749 m sobre el nivel del mar, que en aquellas que residen en sitios cuya altitud excede de 750 metros. Esto ocurre en individuos sin infección uncinariásica y se hace más

evidente todavía en personas con infecciones Grado 2 ó menos.

La razón de estos hechos no ha sido dilucidada aún, ya que las características dietéticas no parecen explicar del todo este fenómeno. Por consiguiente, existe la posibilidad de que las poblaciones tropicales tengan pérdidas mayores de hierro y de otros nutrientes que las del altiplano. Los diferentes grados de sudoración, entre otros factores, podrían ser de importancia en este sentido (35-39).

Por último, consideramos pertinente referirnos a las medidas de salud pública destinadas a reducir el problema de las anemias nutricionales en Centro América, en relación a la presencia o ausencia de uncinariasis. Los datos aquí expuestos pueden interpretarse como indicativos de que el problema de las anemias nutricionales es fundamentalmente de origen dietético y que la uncinariasis es un factor agravante del problema nutricional básico. Esto ha sido ya sugerido por Roche y Layrisse (26). En consecuencia, y sobre todo en base a que los grados de infección parasitaria constatados son por lo general leves o moderados, el problema de las anemias en la población de Centro América y Panamá debe enfocarse fundamentalmente desde el punto de vista nutricional, tratándose de aplicar medidas que mejoren el estado nutricional de la población en lo referente a hierro y probablemente, folatos. Los estudios en progreso demuestran que una suplementación adecuada de hierro logra eliminar el problema de la deficiencia de este mineral en presencia o ausencia de uncinariasis. Indican asimismo que la adición de folatos a la ingesta dietética normal, ocasiona una mejoría hematológica en un número apreciable de casos, cuando la deficiencia de hierro ya ha sido corregida. Este y otros aspectos relativos a las anemias nutricionales serán el tema de comunicaciones futuras.

SUMMARY

Nutritional anemias in Central America. Influence of hookworm infection

A total of 3,014 inhabitants from Central America and Panama, representative of the population in terms of age, sex, and altitude above sea level of their place of residence, were studied by simultaneous determinations of hemoglobin concentration and fecal ova counts for parasites. Children below 1 year of age, as well as pregnant and lactating women, were excluded. Of the total sample, 586 individuals were infected with hookworm and 2,428 were not. The hematological condition was evalua-

ted based on the hematological norms established for Central America and Panama, where, based on the distribution of cases at different hemoglobin levels, the risks carried by each hemoglobin level of belonging to a population with subnormal hemoglobin levels, were determined.

The results obtained indicate that the Central American and Panama population has a high prevalence of low hemoglobin levels which average, for 20 and 75% risk respectively, 19.8% and 10.6% for hookworm negative, and 28.8% and 20.6% for hookworm positive, at altitudes below 750 meters above sea level. The corresponding prevalences for altitudes between 750 and 1,500 m above sea level were: 15.3% and 10.8% for hookworm negative, and 21.8% and 16.4% for hookworm positive.

The age sex groups which had a higher prevalence of low hemoglobin levels (with a risk greater than 75% of belonging to a population with subnormal hemoglobin) were 1-4 year-old children and females comprised between the ages 13 to 20 years, in the hookworm negative population. Essentially, all hookworm positive age groups had elevated prevalences of low hemoglobin concentration.

Degrees of hookworm infection which are considered mild or moderate (egg loads below 2,000/g feces) induce a significantly higher prevalence of low hemoglobin levels.

From these results, the importance of hookworm infection as a factor in aggravating a basic nutritional problem causative of anemia in Central America and Panama, is demonstrated.

BIBLIOGRAFIA

- (1) Viteri, F. E., V. de Tuna & M. A. Guzmán. Normal haematological values in the Central American population. *Brit. J. Haematol.*, 23: 189-204, 1972.
- (2) Viteri, F. E. & M. A. Guzmán. Haematological status of the Central American population prevalence of individuals with haemoglobin levels below "normal". *Brit. J. Haematol.*, 23: 723-733, 1972.
- (3) Evaluación Nutricional de la Población de Centro América y Panamá. Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua y Panamá. Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP); Oficina de Investigaciones Internacionales de los Institutos Nacionales de Salud (EE.UU.); Ministerios de Salud de los seis Países Miembros. Guatemala, Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá, 1969. (6 volúmenes).
- (4) Layrisse, M., C. Martínez-Torres & M. Roche. Effect of interaction of various foods on iron absorption. *Am. J. Clin. Nutr.*, 21: 1175-1183, 1968.
- (5) Layrisse, M., J. D. Cook, C. Martínez, M. Roche, I. N. Kuhn, R. B. Walker & C. A. Finch. Food iron absorption: a comparison of vegetable and animal foods. *Blood*, 33: 430-443, 1969.
- (6) Foy, H. & A. Kondi. Anaemias of the tropics: relation to iron intake, absorption and losses during growth, pregnancy and lactation. *J. Trop. Med. Hyg.*, 60: 105-118, 1957. (cf. *Nutr. Abst. Revs.*, 27: 1244 (Abst. 5766), 1957.

- (7) Mata, L. J. Infección intestinal en niños de áreas rurales centroamericanas y sus posibles implicaciones nutricionales. *Arch. Latinoamer. Nutr.*, 19: 153-172, 1969.
- (8) Villarrejos, V. M., J. Bickers, A. Rivera S., A. Peña Chavarria, G. W. Hunter III & E. Kotcher. Pathogenesis of anemia in Costa Rica. Epidemiologic study of hemoglobin and serum protein levels and hookworm infection in children. *Am. J. Trop. Med. Hyg.*, 19: 603-609, 1970.
- (9) Bloch, U. & H. Rivera. La enfermedad uncinariásica en El Salvador. *Arch. Col. Med. (El Salvador)*, 19: 13-34, 1966.
- (10) Layrisse, M. & M. Roche (with the technical assistance of E. Rusian & G. López-Calzón). The relationship between anemia and hookworm infection. Results of surveys of rural Venezuelan population. *Am. J. Hyg.*, 79: 279-301, 1964.
- (11) Salem, S. N. & S. C. Truelove. Hookworm infection in Great Britain: Experimental observations. *Brit. med. J.*, 2: 1038-1039, 1965.
- (12) Azymy, S., M. Gaafar & M. Nashokati. Observations on anaemia in Egypt. *J. Trop. Med. Hyg.*, 37: 311-316, 1934.
- (13) Gelfand, M. & P. A. Garnett. Ankylostomiasis in Rhodesia: A clinical problem. *J. Trop. Med. Hyg.*, 68: 157-160, 1965.
- (14) Mayet, F. G. H. & S. J. Powell. Hookworm infection and iron-deficiency anaemia in Durban. *S. African Med. J.*, 40: 244-246, 1966.
- (15) Van Oye, E. I. The problem of ancylostomiasis in the Congo and Ruanda-Urundi. *Trans. Roy. Soc. Trop. Med. Hyg.*, 55: 17-19, 1961.
- (16) Topley, E. Common anaemia in rural Gambia. I. Hookworm anaemia among men. *Trans. Roy. Soc. Trop. Med. Hyg.*, 62: 579-594, 1968.
- (17) Chandra, R. K. Hookworms and anaemia. *Indian J. Pediat.*, 32: 111-112, 1965.
- (18) Stott, G. II. Hookworm infection and anaemia in Mauritius. *Trans. Roy. Soc. Trop. Med. Hyg.*, 55: 20-25, 1961.
- (19) Farid, Z., S. Bassily, A. R. Schulert, S. H. Nichols & S. Guindy. Blood loss in Egyptian farmers infected with *Ancylostoma duodenale*. *Trans. Roy. Soc. Trop. Med. Hyg.*, 60: 486-489, 1966.
- (20) Layrisse, M., J. Linares & M. Roche. Excess hemolysis in subjects with severe iron deficiency anemia associated and nonassociated with hookworm infection. *Blood*, 25: 73-91, 1965.
- (21) Roche, M., M. E. Pérez-Giménez, M. Layrisse & E. Di Prisco. Study of urinary and fecal excretion of radioactive chromium Cr⁵¹, in man. Its use in the measurement of intestinal blood loss associated with hookworm infection. *J. Clin. Invest.*, 36: 1183-1192, 1957.
- (22) Layrisse, M., A. Paz, N. Blumenfeld & M. Roche. Hookworm anemia: iron metabolism and erythrokinetics. *Blood*, 18: 61-72, 1961.
- (23) Martínez-Torres, C., A. Ojeda, M. Roche & M. Layrisse. Hookworm infection and intestinal blood loss. *Trans. Roy. Soc. Trop. Med. Hyg.*, 61: 373-383, 1967.
- (24) Farid, Z., J. H. Nichols, A. R. Schulert & S. Bassily. Chromium⁵¹ red cell half-life in severe iron deficiency anemia. *Am. J. Trop. Med. Hyg.*, 14: 605-609, 1965.

- (25) Bloch, M. & J. C. Ruiz. Infestación uncinariásica. Pérdida sanguínea intestinal y eritrocínética. *Arch. Col. Méd. (El Salvador)*, **19**: 1-12, 1966.
- (26) Roche, M. & M. Layrissé. The nature and causes of "hookworm anemia". *Am. J. Trop. Med. Hyg.*, **15**: 1030-1100, 1966.
- (27) Stiles, C. W. Light hookworm infection. Should patients be "advised that they are carriers but do not need treatment"? *J. A. M. A.*, **88**: 455-456, 1927.
- (28) Foy, H. & A. Kondi. III. The relation of hookworm loads and species to intestinal blood loss and the genesis of iron deficiency anaemia. *Trans. R. Soc. Trop. Med. Hyg.*, **55**: 26-29, 1961.
- (29) Tasker, P. W. G. Blood loss from hookworm infection. *Trans. Roy. Trop. Med. Hyg.*, **55**: 36-39, 1961.
- (30) Stoll, H. R. Investigations on the control of hookworm disease. XVI. The effective method of counting hookworm eggs in feces. *Am. J. Hyg.*, **3**: 59-70, 1923.
- (31) Crosby, W. H., J. I. Munn & F. W. Furth, Standardizing a method for clinical hemoglobinometry. *U. S. Armed Forces M. J.*, **5**: 693-703, 1954.
- (32) Layrissé, M., N. Blumenfeld, I. Dugarte & M. Roche. Vitamin B₁₂ and folic acid metabolism in hookworm infected patients. *Blood*, **14**: 1269-1279, 1959.
- (33) Lynch, S. R., D. Becker, H. Seftel, T. H. Bothwell, K. Stevens & J. Metz. Iron absorption in kwashiorkor. *Am. J. Clin. Nutr.*, **23**: 792-797, 1970.
- (34) Gordon, J. E., M. A. Guzmán, W. Ascoli & N. S. Scrimshaw. Acute diarrhoeal disease in less developed countries. 2. Patterns of epidemiological behaviour in rural Guatemalan villages. *Bull. Wld Hlth Org.*, **31**: 9-20, 1964.
- (35) Adams, W. S., A. Leslie & M. H. Levin (with the technical assistance of H. W. Luchsinger). The dermal loss of iron. *Proc. Soc. Exper. Biol. Med.*, **74**: 46-48, 1950.
- (36) Dubach, R., C. V. Moore & S. Callender. Studies in iron transportation and metabolism. IX. The excretion of iron as measured by the Isotope Technique, *J. Lab. Clin. Med.*, **45**: 599-615, 1955.
- (37) Green, R., R. Charlton, H. Seftel, T. Bothwell, F. Mayet, B. Adams, C. Finch & M. Layrissé. Body iron excretion in man. A collaborative study. *Am. J. Med.*, **45**: 336-353, 1968.
- (38) Hussain, R., V. N. Pathwardhan & S. Sriramachari. Dermal loss of iron in healthy Indian men. *Indian J. Med. Res.*, **48**: 235-242, 1960.
- (39) Mitchell, H. H. & T. S. Hamilton. The dermal excretion under controlled environmental conditions of nitrogen and minerals in human subjects, with particular reference to calcium and iron. *J. Biol. Chem.*, **178**: 345-361, 1949.

Extracción y precipitación de proteína de semilla de algodón por vía húmeda¹

HECTOR MAYORGA, EDWIN QUINTANILLA, JAIME GONZÁLEZ
ALBERTO ARZÚ, JUAN FRANCISCO MENCHÚ y CARLOS ROLZ
Instituto Centroamericano de Investigación y Tecnología Industrial (ICAITI)
Guatemala, C. A.

RESUMEN

Se realizaron experimentos a nivel de laboratorio como una continuación del trabajo reportado con anterioridad en esta revista (14) con objeto de determinar las condiciones que permiten extraer y precipitar la máxima cantidad de proteínas de la semilla de algodón, por medio de un proceso de concentración por vía húmeda. Además se efectuaron ensayos para establecer la distribución de gopisol y de proteínas de diferente peso molecular, en función del pH de precipitación.

Los resultados obtenidos indican que 3 miliequivalentes de NaOH por gramo de harina, en una relación 1:20 (gramos de harina: mls de solvente), utilizando un tiempo de extracción de 20 minutos y a una temperatura de 60°C son las condiciones que permiten extraer una cantidad mayoritaria de proteína soluble. El pH de mayor precipitación fue localizado en el rango de pH comprendido entre 4-6 a 25°C.

Estos resultados están de acuerdo con los reportados por Berardi y colaboradores (5) excluyendo la temperatura de precipitación de la cual dichos autores no hacen mención.

En cuanto a la distribución de gopisol se encontró que es función del valor de pH, obteniéndose a pH 5 la máxima precipitación de gopisol total y la mínima de gopisol libre.

Los datos obtenidos en los experimentos para determinar la distribución de las proteínas, señalan que todos los precipitados formados a diferentes niveles de pH, contienen principalmente proteínas, de peso molecular mayor de 20.000.

¹ Esta investigación fue desarrollada dentro de los Programas Multinaciones de la Organización de Estados Americanos (OEA).

Recibido: 3-4-1972.

INTRODUCCION

Es un hecho bien conocido que existe gran escasez de proteínas en la dieta de grandes sectores de la población mundial, especialmente en los llamados países en desarrollo, escasez que será aún más aguda en los años venideros (1). También es bien conocido el hecho que existen diferentes fuentes de proteínas de bajo costo, incluyendo semillas oleaginosas, pescado y varios tipos de proteína unicelular. Sin embargo, estos materiales sólo constituyen materias primas, especialmente por su aspecto, color, sabor, textura, contenido y naturaleza de su proteína, carbohidratos, fibra, factores tóxicos, etc. Los materiales protéicos son utilizados como alimentos sólo si le son presentados al consumidor bajo la forma de alimentos aceptables en su aspecto y apetecibles. Con el objeto de eliminar o reducir al mínimo posible las características adversas para su consumo, recientemente se ha puesto gran atención a los procesos de concentración y aislamiento de proteínas a partir de las fuentes que se disponen, dado que estos concentrados y aislados ofrecen grandes oportunidades para incorporarlos a una gama enorme de alimentos deficientes en proteína.

Para la semilla de algodón, la oleaginosa que más se procesa en Centroamérica (7), se han desarrollado varios procesos de concentración (12) y aislamiento (5, 10, 11). En un informe anterior (14), se describió un proceso de concentración por vía húmeda, a nivel de planta piloto, que permite obtener concentrados de proteína soluble, de color amarillo pálido, con un contenido de proteína total entre 40 y 45% y una solubilidad de proteína superior a 99%.

Este trabajo presenta los resultados obtenidos en ensayos de laboratorio, para determinar las condiciones óptimas de extracción y precipitación de proteína de semilla de algodón, a partir de tortas producidas industrialmente en el área centroamericana. El objetivo de este trabajo es fijar las condiciones de operación para producir aislados protéicos de alto contenido de proteína.

MATERIALES Y PROCEDIMIENTOS

1. *Materiales*

Las harinas de semilla de algodón utilizadas en estos estu-

dios provenían de un proceso industrial de extracción de aceite del tipo pre-prensa solvente; fueron obtenidas de una fábrica localizada en San Salvador, El Salvador, que utiliza variedades de semilla de algodón con alto contenido de gopipol. Se utilizaron dos tipos de harina: una de ellas (harina 1), fue utilizada tal como se obtiene del proceso de extracción de aceite; la harina 2 fue molida en un molino de dientes giratorios Condux (tipo V4S). En el Cuadro 1 se muestra la granulometría de las harinas empleadas.

CUADRO Nº 1
GRANULOMETRIA DE LAS HARINAS DE ALGODON EMPLEADAS

<u>Retenido en malla (U.S.S.S.) No.</u>	<u>Harina 1</u> <u>Peso %</u>	<u>Harina 2</u> <u>Peso %</u>
20	49.76	7.03
35	22.50	26.54
60	12.03	16.55
80	2.38	1.80
100	7.14	22.13
Pasa 100	6.19	25.95
	<u>100.00</u>	<u>100.00</u>

CUADRO Nº 2
ANALISIS QUIMICO DE LAS HARINAS DE ALGODON EMPLEADAS

	Preprensa solvente		Prensa Tornillo %	Solvente directo %
	Harina 1 %	Harina 2 %		
Humedad	11.64	12.50	5.2	10.3
Proteína total (a)	43.95	42.95	45.5	44.8
Proteína soluble (b)	28.10	29.75	16.3	32.79
Solubilidad de proteína	63.94	69.27	32.82	73.2
Grasa	1.66	1.28	5.3	1.35
Fibra cruda	15.29	15.02	8.3	10.25
Ceniza	6.91	6.88	6.4	6.76
Gosipol total	1.355	1.362	1.32	1.19
Gosipol libre	0.098	0.096	0.073	0.93
Compuestos por diferencia	19.19	20.01	27.28	25.35

a Proteína - N x 6.25

b Proteína soluble en NaOH 0.02N

Todos los experimentos se efectuaron utilizando un mismo lote de harina, del cual se tomaron muestras que fueron almacenadas en frascos de vidrio sellados hasta que se utilizaron. En las harinas se analizaron sus contenidos de humedad, proteína total, proteína soluble, gosipol libre y total, fibra cruda, ceniza y grasa, los resultados se muestran en el Cuadro 2. En ciertos experimentos se emplearon harinas provenientes de procesos industriales de extracción de aceite del tipo prensa de tornillo y solvente directo. Las primeras fueron obtenidas en una fábrica de Guatemala y las segundas de una fábrica localizada en Nicaragua.

2. Procedimientos

Se efectuaron ensayos a nivel de laboratorio para determinar la concentración de NaOH, la relación harina-solvente (a dos valores de temperatura), y el tiempo de extracción que permite obtener la máxima extracción de proteína, el pH

de máxima precipitación de proteína a partir del extracto alcalino, la temperatura de precipitación, la distribución de gopól libre y total entre los precipitados obtenidos a distintos valores de pH y los sobrenadantes respectivos. Además, se realizaron experiencias para determinar la distribución de las proteínas de diferentes pesos moleculares en relación con los diferentes valores de pH ensayados en la precipitación.

2.1 *Concentración de NaOH*

Para determinar la concentración de NaOH (en 100 ml de solvente) por gramo de harina, se exploraron las concentraciones siguientes: 0, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5 y 3.0 (meq de NaOH por gramo de harina). En estos ensayos se procedió de la siguiente manera: a un gramo de harina, base seca, se le agregaron 100 mls de la solución deseada y se agitó en matraces de 500 mls durante 1 hora, (agitador de laboratorio de temperatura controlada, G-10, New Bruswick Scientific Company), al nivel de temperatura deseado (25 a 60°C); luego se centrifugó a 10, 700 × g y 10°C, durante media hora, en una centrifuga refrigerada (Modelo B-20, International Equipment, Co.); el sobrenadante se decantó y filtró a través del papel filtro Whatman N° 4, determinándose el contenido de proteína con alícuotas de 50 mls.

2.2 *Relación harina-solvente*

Para evaluar la relación harina-solvente, se pesó la cantidad necesaria de harina en matraces de 500 ml y se le agregó la cantidad de NaOH correspondiente para cada relación. Se ensayaron las relaciones siguientes: 1:5, 1:10, 1:20, 1:60, 1:80 y 1:100 (gramos de harina: mls de solvente).

En este experimento se mantuvo constante la concentración óptima de NaOH determinada en el experimento anterior. Se realizaron experimentos a dos niveles de temperatura: (25 y 60°C) y se utilizó el mismo procedimiento de extracción.

2.3 *Tiempo óptimo de extracción*

Empleando los valores óptimos encontrados en los ensayos anteriores se efectuaron extracciones utilizando diferentes intervalos de tiempo: 0, 3, 10, 20, 30, 40, 50 y 60 minutos. Estos ensayos de extracción se realizaron a tres niveles de relación de harina-solvente: 1:10, 1:20 y 1:100. La temperatura se mantuvo a 60°C.

2.4 *pH de precipitación*

Se realizaron ensayos utilizando la harina 1 para determi-

nar el pH de máxima precipitación, además se efectuaron pruebas complementarias con dos tipos diferentes de harina: una proveniente de un proceso industrial del tipo solvente directo y la otra del tipo de prensa de tornillo. En estos ensayos se procedió de la siguiente manera: utilizando el extracto alcalino obtenido con las condiciones óptimas de extracción, se tomaron muestras de 200 mls y se titularon con HCl 0.3N hasta el valor de pH deseado, las titulaciones se efectuaron con un titulador automático (Modelo K, Beckman). El precipitado fue separado por centrifugación a $10\,700 \times g$ y a 10°C , durante media hora. Luego se ajustó al volumen de la suspensión a 250 mls y se tomaron alícuotas de 50 mls para análisis de proteína. Los valores de pH explorados fueron 3, 4, 5, 5.5, 6, 6.5, 7 y 8. Estos ensayos se llevaron a cabo a tres niveles de temperatura: 25, 40 y 60°C .

2.5 Distribución de gosipol libre y total

La distribución del contenido de gosipol libre y total, inicialmente presente en el extracto alcalino, entre el sólido precipitado y el líquido residual, se determinó de acuerdo al siguiente procedimiento: los sólidos y sobrenadantes, obtenidos al precipitar a los valores de pH deseados, fueron secados por liofilización (Stokes, Pennwalt Corp.). Las muestras secas fueron molidas y se analizaron en ellas los contenidos de humedad, gosipol libre y total. Los valores de pH ensayados fueron: 3, 4, 5 y 6.

2.6 Efecto del pH de precipitación sobre la concentración de proteínas de diferente peso molecular, en el precipitado

Con el objeto de determinar el efecto del pH de precipitación sobre la concentración de proteínas de distinto peso molecular en el precipitado obtenido a partir del extracto alcalino, se efectuaron ensayos de fraccionamiento de las proteínas por el método de filtración gel (3,4). En estos ensayos se utilizó el extracto alcalino obtenido bajo las condiciones experimentales óptimas determinadas anteriormente. Muestras de 200 mls se ajustaron con HCl 0.3N hasta obtener los valores de pH deseados. Los precipitados fueron separados de acuerdo al procedimiento señalado anteriormente. El procedimiento de fraccionamiento fue el siguiente: se pesaron 0.5 gramos de precipitado húmedo y se disolvieron en 10 ml de una solución tampón carbonato 0.2 M, pH 10. Esta solución se

introdujo en una columna de vidrio de 2.5 cm de diámetro (Pharmacia, Suecia), empacada con Sephadex G-100 (Pharmacia, Suecia), previamente equilibrada con la misma solución tampón. La longitud empacada fue de 76 cm. La columna fue calibrada con proteínas de peso molecular conocido, de acuerdo al método de Andrews (3). La velocidad de elución fue de 40 ml/hr. Se tomaron fracciones de 10 ml cada una. La concentración de proteína en cada fracción se estimó por el método de Lowry (8).

3. Métodos analíticos

El contenido de humedad, proteína total, grasa, fibra cruda, ceniza y gopisol libre se determinaron por los métodos oficiales de AOCS (2), el contenido de proteínas soluble en 0.02N de Na OH por el método de Lyman et al. (9). El contenido de gopisol total se encontró por el método de Pons et al. (13).

RESULTADOS

Los resultados aquí presentados son el promedio de tres réplicas independientes, cada uno analizado por triplicado.

1. Determinación de las condiciones óptimas de extracción

1.1 Concentración de NaOH por gramo de harina

Las Gráficas 1 y 2 resumen los resultados obtenidos en los ensayos efectuados para determinar la concentración óptima de NaOH por gramo de harina y la temperatura de extracción. Como puede observarse, la cantidad absoluta de proteína extraída aumenta a medida que la concentración de NaOH se incrementa, independientemente del tamaño de partícula y de la temperatura de extracción. Sin embargo, el aumento de la relación entre proteína y los miliequivalentes de soda utilizados, es mayor en el rango de concentración de NaOH entre 0 y 0.5 miliequivalentes (Gráfica 3), que a cualquier rango de la concentración de soda. Este valor es independiente del tamaño de la partícula (dentro de los rangos explorados), tal como lo demuestran los comportamientos similares obtenidos con las dos harinas ensayadas, las cuales eran diferentes en cuanto a este parámetro se refiere (Cuadro 1); y de la temperatura de extracción. Estos resultados concuerdan con los reportados por Berardi et al. (5) y Martínez (10, 11), quienes determinaron que 0.4 miliequivalentes por gramo

de harina maximizaban le eficiencia de extracción con NaOH de la proteína de semilla de algodón sin procesarse.

La extracción mínima de proteína fue obtenida al utilizar agua pura como solvente de extracción, la cual fluctuó entre 0.03 y 0.05 gramos de proteína, lo cual equivale entre 8 y 13% de la proteína soluble inicialmente presente. Estos resultados son mucho menores que los reportados por Martínez (10, 11) y Berardi et al. (5), quienes extrajeron con agua alrededor de 30% de la proteína soluble. De acuerdo a Berardi et al. (5), con agua destilada se extraen las proteínas de bajo peso molecular; en los experimentos por ellos realizados, se utilizaron harinas de algodón prácticamente intactas en cuanto a su calidad protéica se refiere. En el presente trabajo se emplearon harinas provenientes de semilla de algodón con alto contenido de gopiol, las cuales fueron sometidas a un proceso industrial de extracción del aceite; es decir, en términos generales, fueron sometidos a altas condiciones de temperatura y humedad. Como se ha sugerido (5), en estas condiciones, la proteína tiende a desnaturalizarse, especialmente las de bajo peso molecular. Es decir, las harinas utilizadas en este trabajo contienen menor cantidad de proteínas solubles extraíbles con agua. Por esta razón, no se investigó la posibilidad de utilizar un procedimiento de extracción en dos etapas, tal como el diseñado por Berardi et al. (5). El enfoque escogido fue en el sentido de utilizar un procedimiento de extracción en una sola etapa.

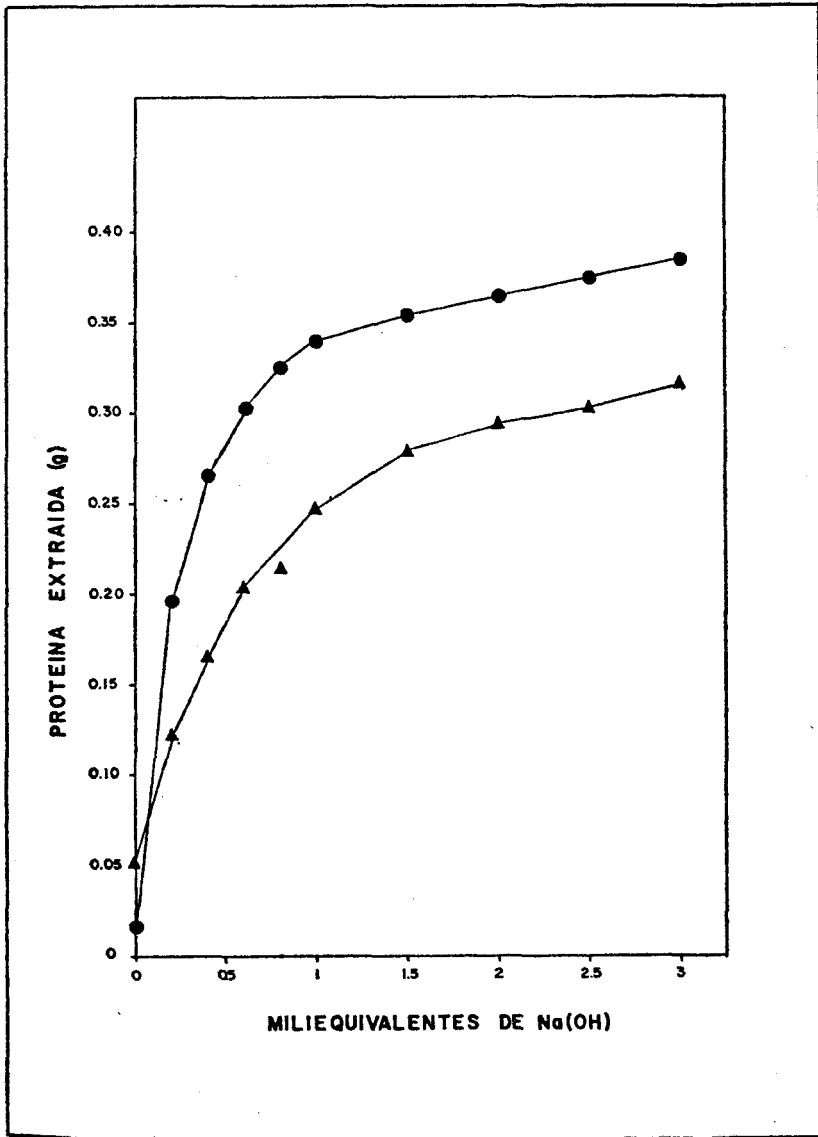
De acuerdo a los resultados que se reportan en las Gráficas 1 y 2, la cantidad absoluta de proteína extraída incrementa de acuerdo a la concentración de NaOH utilizada. Por ejemplo, a 3 meq de NaOH, se extrae alrededor de 35% más que la extraída a la concentración óptima de NaOH. Sin embargo, el incremento en proteína solubilizada tiende a ser cada vez menor. Por ello, se escogió como concentración protéica de extracción la cantidad de 3 meq por gramo de harina. Este valor se acerca al nivel escogido por Berardi et al. (5) en sus ensayos de extracción en una etapa.

Respecto a la temperatura, se puede observar que a medida que aumenta la concentración de NaOH, la extracción a 60°C se hace mayor, obteniéndose hasta un 70% más que a 25°C.

GRAFICA 1

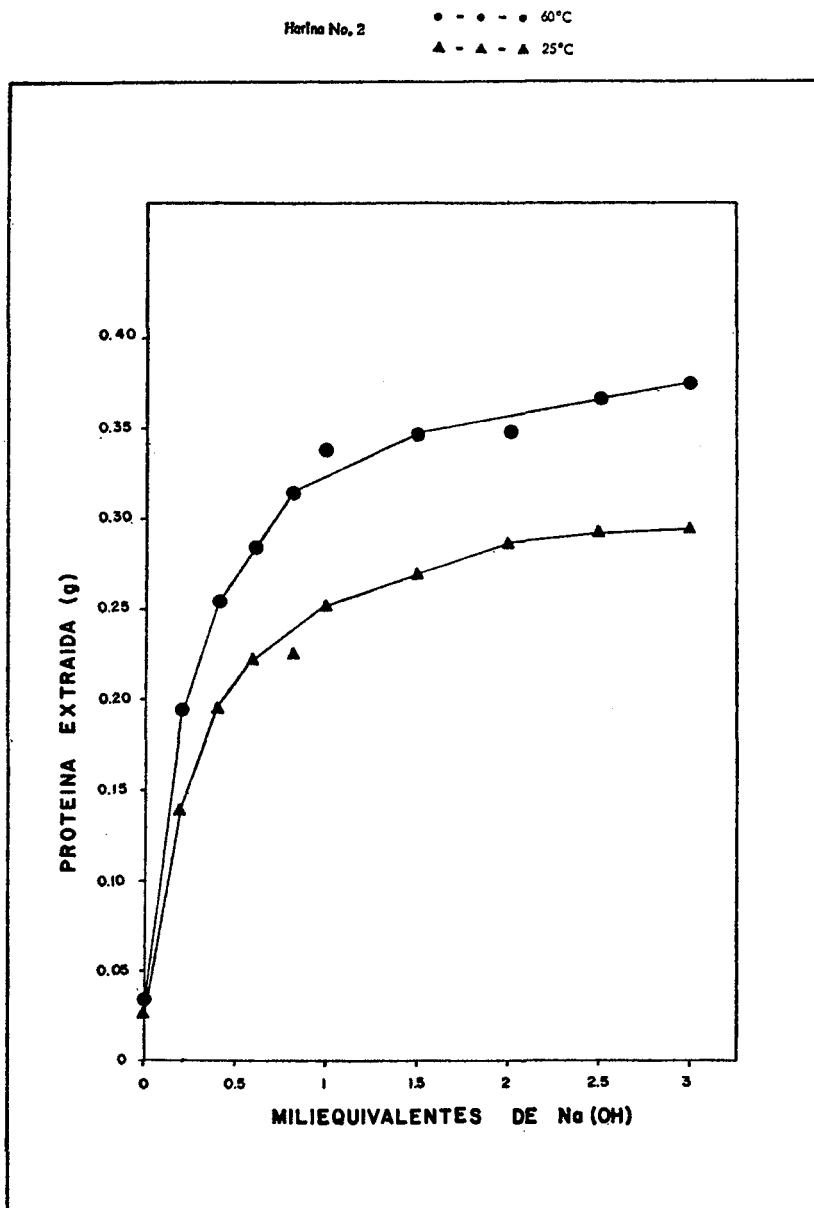
Cantidad de proteína extraída como función de la concentración de NaOH en el solvente de extracción. Harina 1.

Harina No. 1 ● - - ● - - ● 60°C
 ▲ - - ▲ - - ▲ 25°C



GRAFICA 2

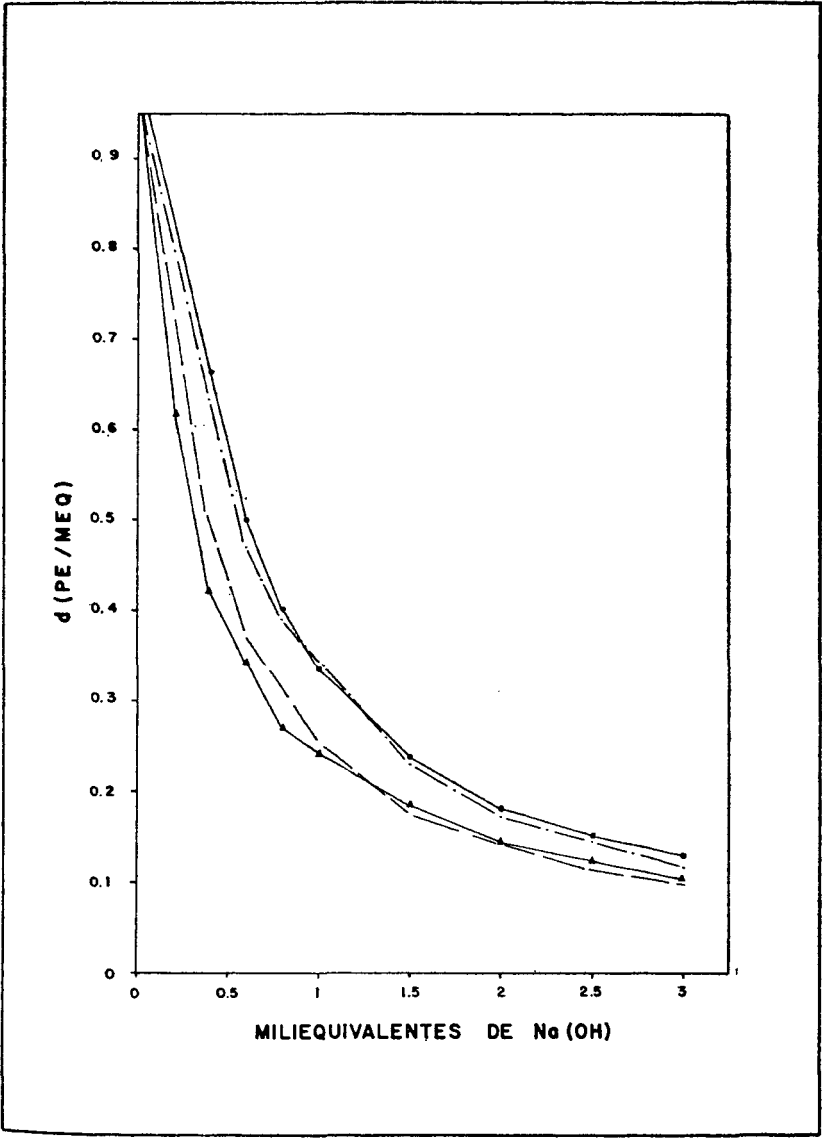
Cantidad de proteína extraída como función de la extracción de NaOH en el solvente de extracción. Harina 2.



GRAFICA 3

Diferencial del cociente entre la proteína extraída y los miliequivalentes de soda usados en función de la concentración de soda.

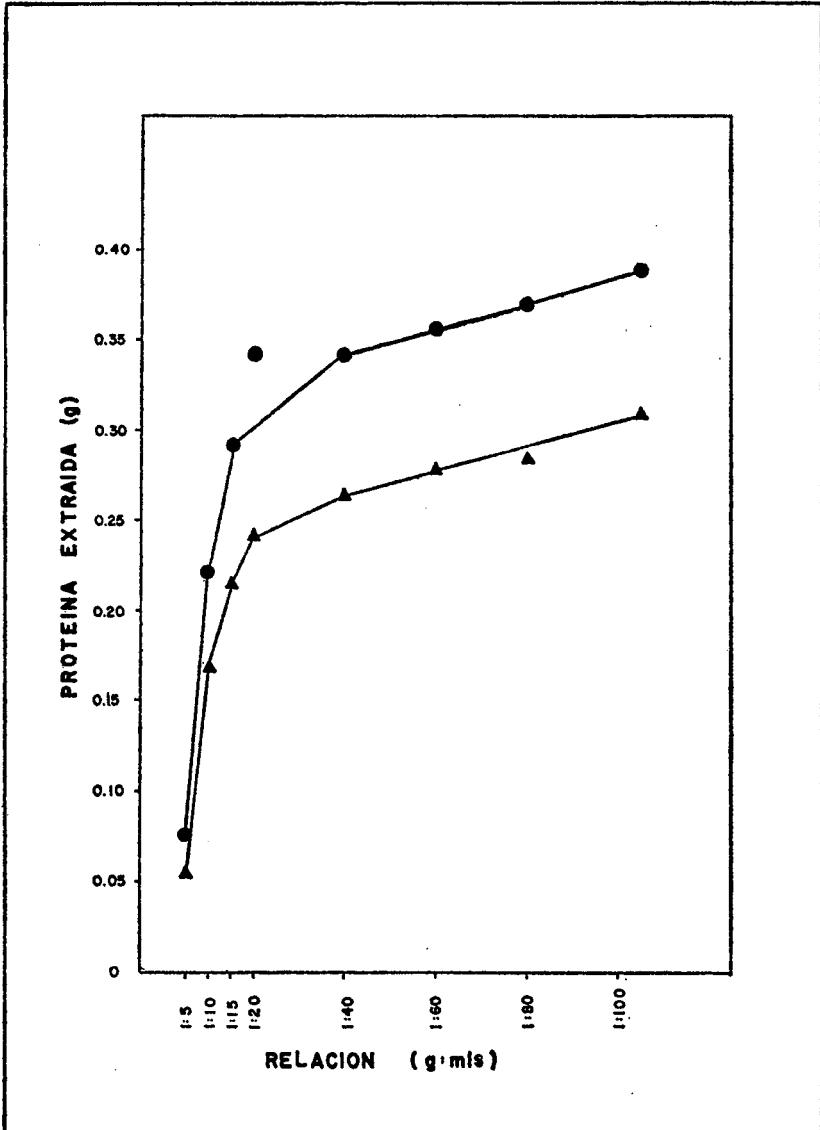
Harina No. 1 • - - • - • 60°C
 ▲ - - ▲ - ▲ 25°C
Harina No. 2 - - - - - 60°C
 - - - - - 25°C



GRAFICA 4

Proteína extraída como función de la relación de harina - solvente.

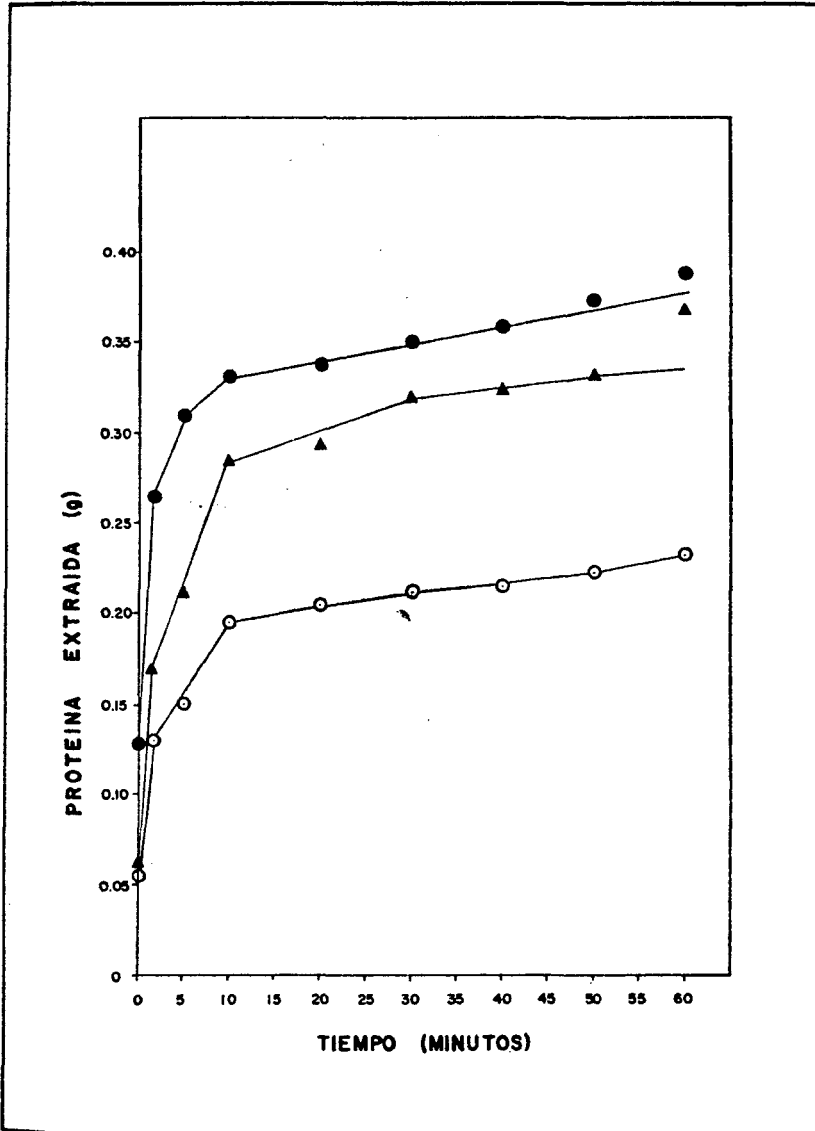
• - • - • 60°C
▲ - ▲ - ▲ 25°C



GRAFICA 5

Proteína extraída como función del tiempo de extracción.

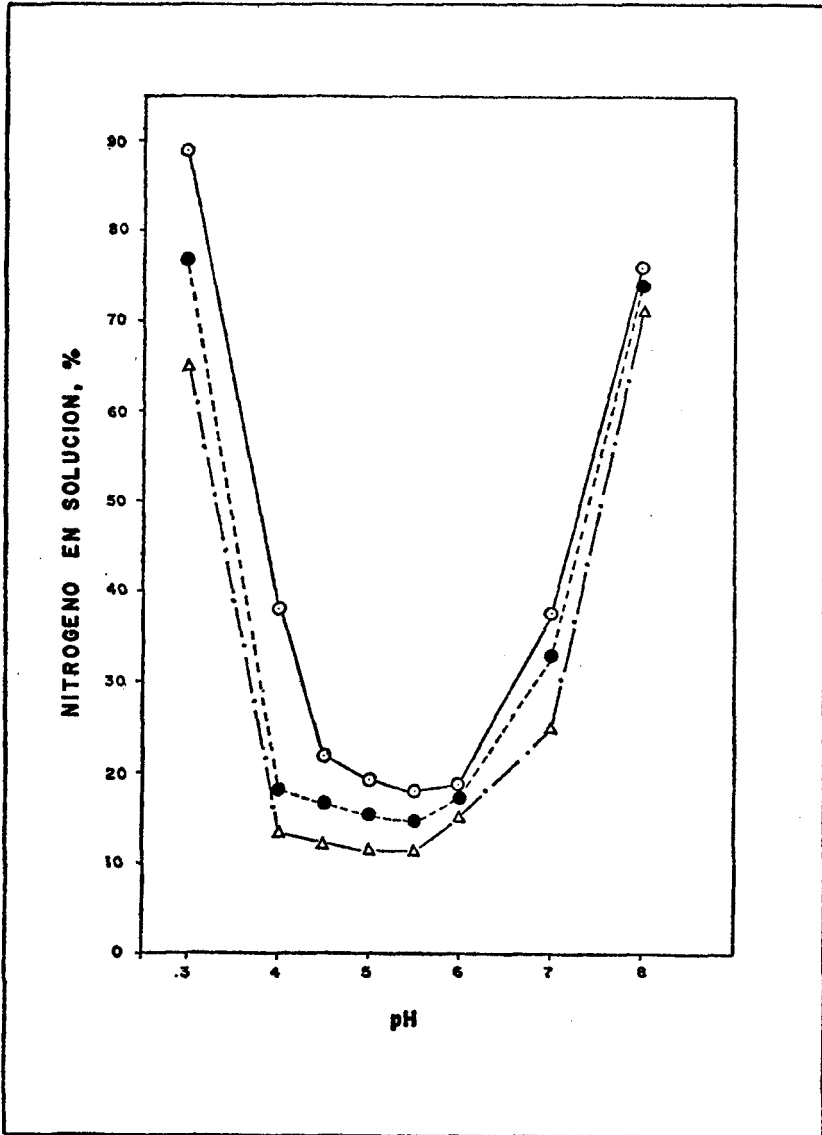
Harina No. 1 • - • - • 1:100
 Temperatura: 60°C ▲ - ▲ - ▲ 1:20
 • - ○ - ○ 1:10



GRAFICA 6

Precipitación de proteína como función del pH y temperatura. Harina obtenida de un proceso de pre-prensa-solvente.

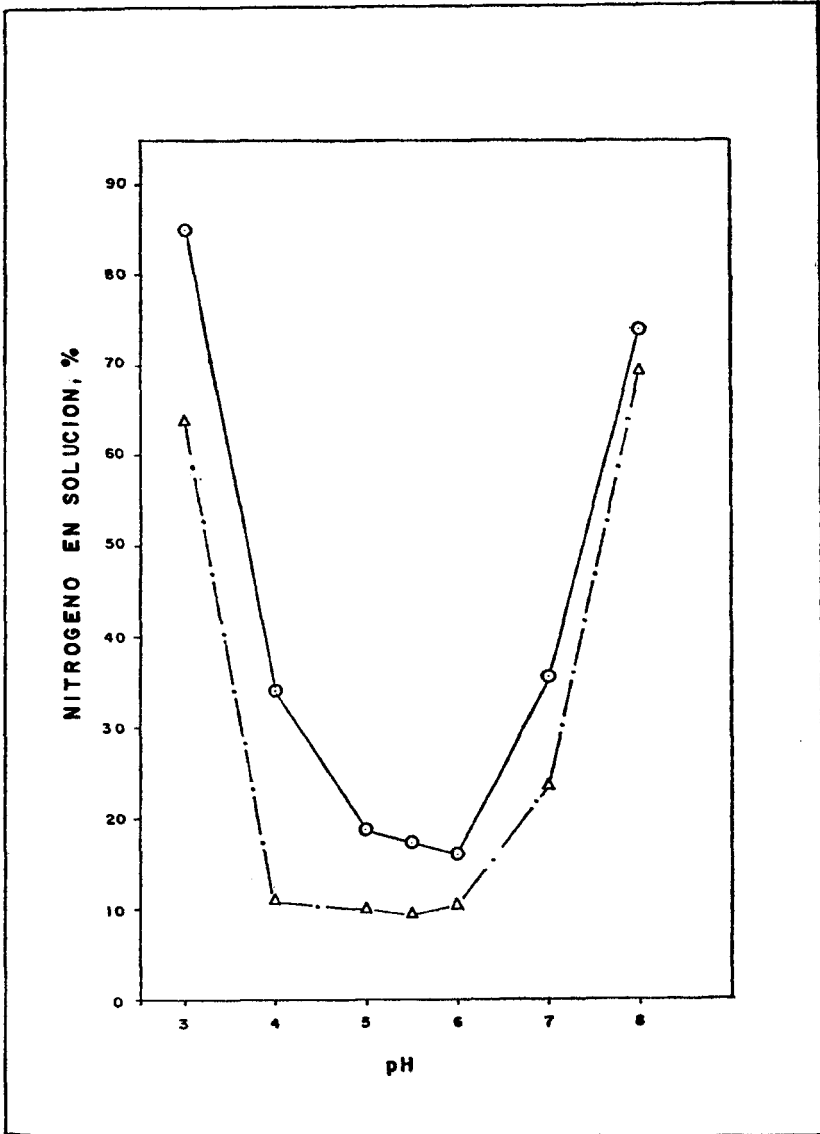
△ - △ - △ 25°C
● - ● - ● 40°C
● - ● - ● 60°C



GRAFICA 7

Precipitación de proteína como función del pH y temperatura. Harina obtenida de un proceso de solvente directo.

● - ○ - ○ 60°C
△ - △ - △ 25°C

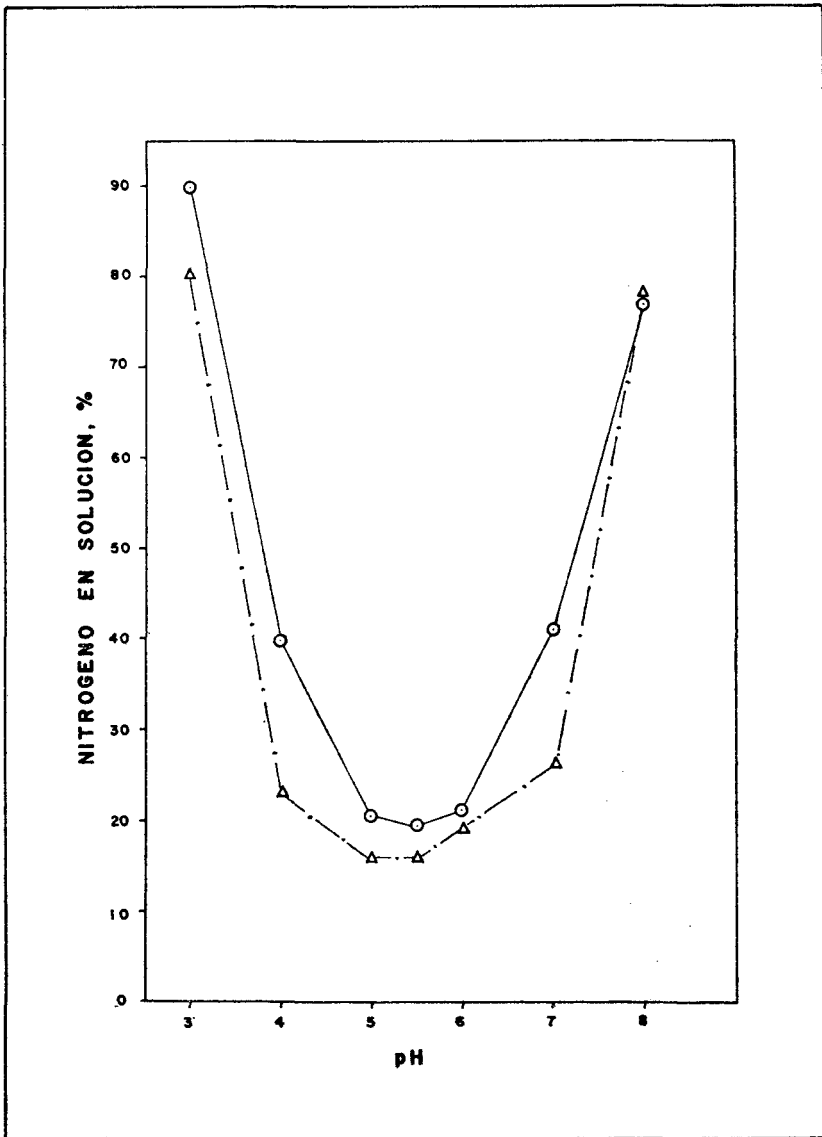


GRAFICA 8

Precipitación de proteína como función del pH y temperatura. Harina obtenida de un proceso de prensa de tornillo.

● - ● - ● 60°C

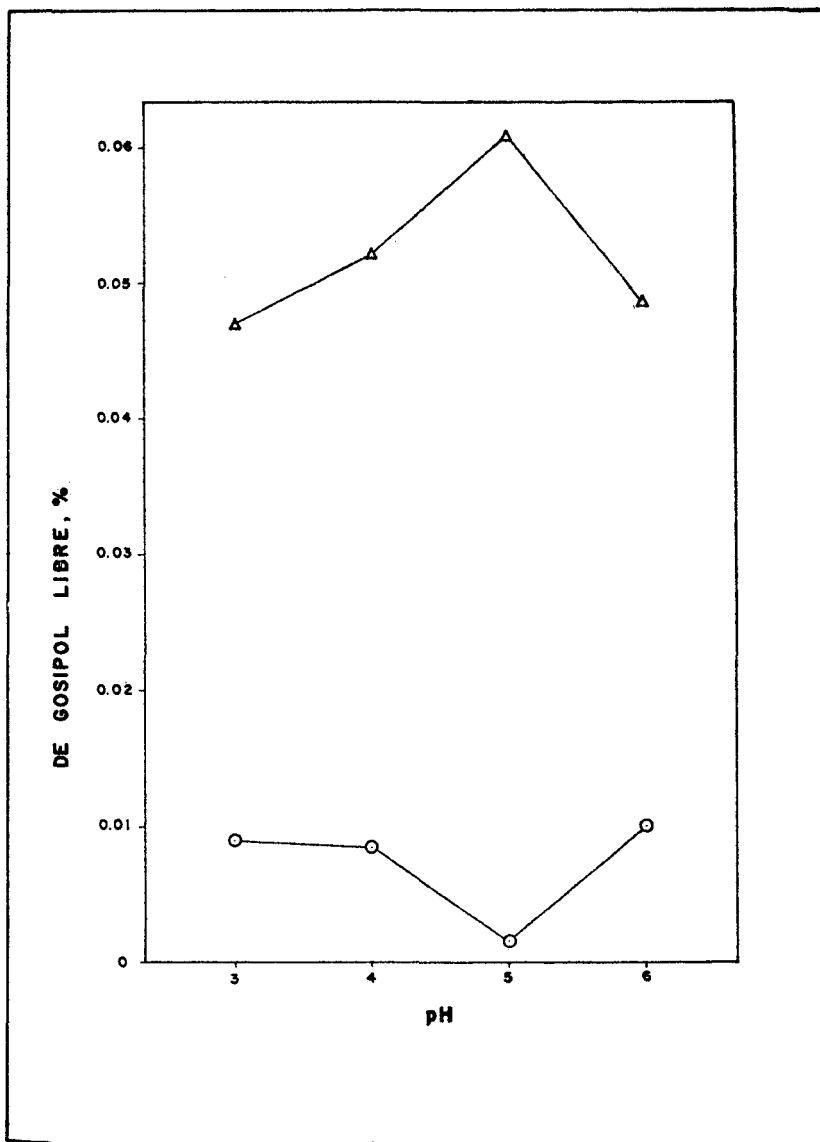
△ - △ - △ 25°C



GRAFICA 9

Distribución de gosipol libre como función del pH de precipitación

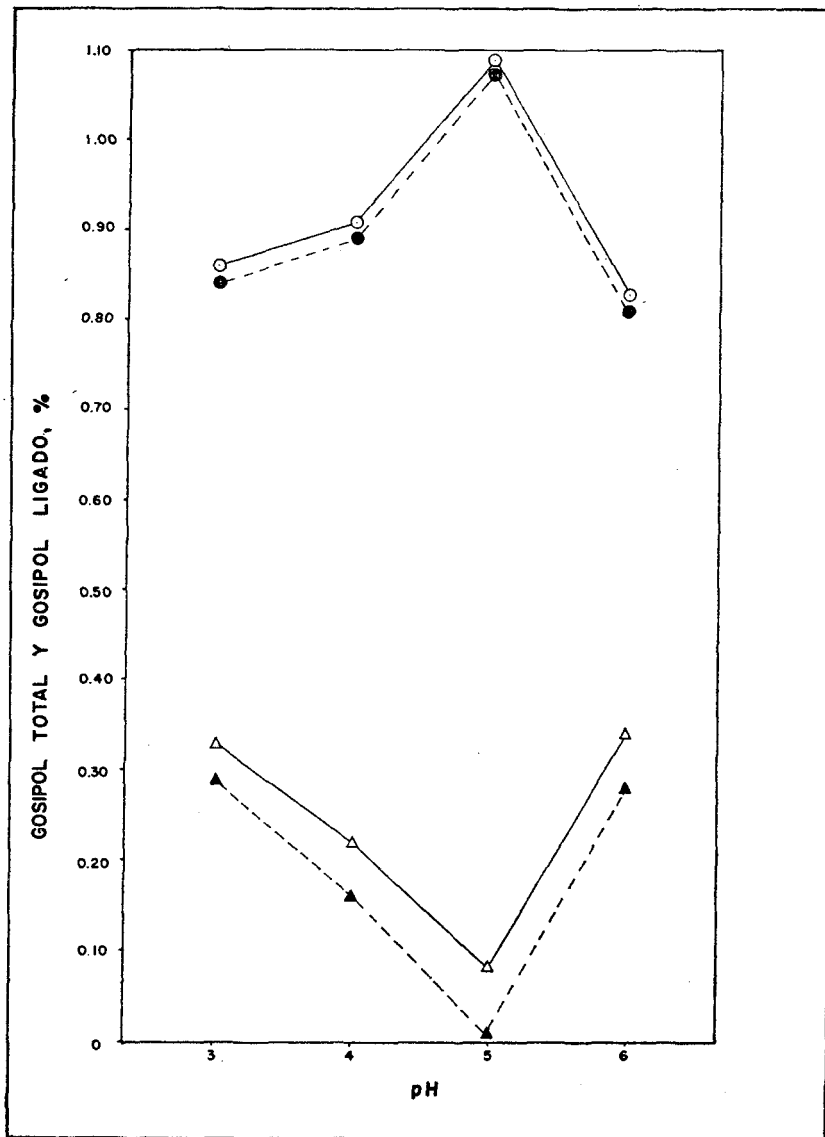
- - • - • Contenido de gosipol libre en precipitado
- △ - △ - △ Contenido de gosipol libre en sobrenadante



GRAFICA 10

Distribución de gosipol total y ligado como función del pH de precipitación.

- - - - • Contenido de gosipol total en precipitado
- - • - • Contenido de gosipol ligado en precipitado
- △ - - △ - △ Contenido de gosipol total en sobrenadante
- ▲ - - ▲ - ▲ Contenido de gosipol ligado en sobrenadante



1.2 *Relación harina-solvente*

Los resultados de esta experiencia se muestran en la Gráfica 4. Como se puede observar, la relación 1:100 (gramos de harina/mls de solvente), es la que permite alcanzar la máxima extracción protéica, en las dos temperaturas ensayadas. Sin embargo, esta relación no resulta ser práctica para efectuar extracciones con mayores cantidades de harina, debido al considerable volumen de líquido que sería necesario manipular. Tomando en cuenta este factor, se eligió la relación 1:20 como la más conveniente, y que ya a esta relación se logra extraer alrededor del 90% de la proteína que se extrae con la relación 1:100.

1.3 *Tiempo de extracción*

De acuerdo a los resultados obtenidos en estos experimentos (Gráfica 5), la cantidad absoluta de proteína extraída aumenta a medida que el tiempo de contacto se incrementa; esta tendencia se observa con todas las relaciones harina-solvente utilizadas. Como se puede observar, los primeros 20 minutos fueron suficientes para extraer gran parte de la proteína soluble (alrededor del 90% de la proteína extraída a 60 min); después de este tiempo, la cantidad de proteína extraída por unidad de tiempo, fue cada vez menor.

2. *pH de Precipitación*

De acuerdo a los resultados que se anotan en la Gráfica 6, la máxima precipitación de proteína a partir del extracto alcalino se obtuvo en el intervalo de pH comprendido entre 4 y 6, para todos los valores de temperatura de precipitación ensayados. Estos resultados coinciden con los reportados por Martínez (10, 11) y Berardi et al. (5), en un proceso de extracción con una sola etapa, aunque ellos nada reportan sobre la temperatura de precipitación. Al parecer el rango de pH de máxima precipitación es independiente del tipo de harina de algodón, tal como puede observarse en las Gráficas 6, 7 y 8, que sumarizan los resultados de precipitación, efectuados con harinas provenientes de tres procesos industriales de extracción de aceite diferentes.

El efecto de la temperatura sobre la cantidad de proteína precipitada tal como se anota en las Gráficas 6 y 8, es en el sentido de incrementar la cantidad precipitada cuando ésta descende la temperatura. Estos resultados no coinciden con

los reportados por Rolz et al. (14), quienes determinaron que a 60°C se obtenía una máxima precipitación, utilizando harina proveniente de un proceso de extracción del tipo prensa de tornillo. Probablemente esta discrepancia sea debida a los diferentes procedimientos utilizados. Específicamente, se cree que los análisis de proteína efectuados sobre el residuo húmedo, tal como los que ellos llevaron a cabo, son mucho más inexactos debido al alto contenido de humedad del precipitado. Por esta razón, se estima que los resultados aquí informados representan mejor el comportamiento de la proteína al variar el pH de la solución alcalina.

3. *Distribución de gosipol libre y total*

La distribución de gosipol contenido en el extracto alcalino, entre el precipitado y el líquido residual obtenidos a distintos valores de pH de precipitación, parece ser función de este parámetro, tal como puede observarse en las Gráficas 9 y 10. El valor de pH que tiende a minimizar el contenido de gosipol libre en el precipitado está alrededor de 5. Sin embargo, a este valor de pH, el contenido de gosipol total es máximo. Esto coincide con lo reportado por Rolz et al. (14) para 25°C como temperatura de precipitación; sin embargo, difiere del comportamiento observado por ellos a 60°C del gosipol libre y total en el precipitado, ya que de acuerdo a sus resultados tiende a ser mayor a lo largo del intervalo de pH investigado, aunque se mantiene la conducta respecto al pH.

De acuerdo a los resultados informados (Gráficas 9 y 10), alrededor del 95 - 99% del contenido de gosipol total del precipitado, es gosipol unido (gosipol total menos gosipol libre). Es bien conocido que el gosipol puede reaccionar, formando complejos, con gran cantidad de aminoácidos presentes en la proteína de algodón y con otros componentes de la harina (6), aunque nada, a juicio de los autores, ha sido reportado respecto a su solubilidad en soluciones alcalinas diluídas. Si el gosipol unido presente en el precipitado es gosipol que ha reaccionado con la proteína formando complejos proteína-gosipol, lo más probable sería que las curvas de precipitación de proteína y gosipol tuviesen la misma tendencia. Tal como puede observarse en la Gráfica 6, a pH 3 sólo precipitó del 35% de la proteína en solución, sin embargo, a este mismo valor de pH precipita arriba del 70% de gosipol unido. Esto parece indicar que: a) al menos la mayor parte de gosipol unido no es-

tá ligado a materiales protéicos, sino a otras sustancias capaces de precipitar a este nivel de pH; ó b) que el gosispol está ligado a diferentes fracciones de la proteína total, probablemente proteínas de distinto peso molecular, que precipitan de acuerdo al valor del pH. Lamentablemente esta observación no se puede generalizar a todos los niveles de pH investigados, dado que la mayor parte de los ensayos para determinar la distribución de gosispol, se efectuaron con valores de pH correspondientes al rango de máxima precipitación protéica.

4. Efecto del pH de precipitación sobre el contenido de proteína de diferente peso molecular en el precipitado

En el Cuadro 3 se muestran los resultados de los ensayos de fraccionamiento, efectuados sobre precipitados obtenidos a diferentes valores de pH. Como puede observarse, todos los precipitados presentan una concentración mayoritaria de proteínas de peso molecular mayor que 20.000. Estos resultados concuerdan con los obtenidos en los ensayos de extracción, en los cuales se determinó que la cantidad de proteínas de bajo peso molecular, solubles en agua, representan una fracción pequeña del total de la proteína soluble (8 - 13%).

CONCLUSIONES

1. Las condiciones óptimas de extracción y precipitación determinadas en este trabajo coinciden con las obtenidas por Berardi et al. (5) y Martínez (10, 11) y para un proceso de extracción de una etapa las condiciones encontradas son las siguientes:
 - Concentración de NaOH: 3 meq por gramo de harina
 - Relación harina-solvente: 1 - 20 (gramos de harina/ml solvente)
 - Tiempo de extracción: 20 minutos
 - pH de precipitación: comprendido entre 4 y 6.
2. La temperatura que maximiza la extracción de proteína está alrededor de 60°C
3. La cantidad de proteína precipitada es función de la temperatura. El valor de temperatura que permite precipitar la mayor cantidad de proteínas es 25°C
4. La distribución de gosispol entre el precipitado y el líquido residual, en la etapa de precipitación a partir de la solu-

CUADRO N° 3
EFECTO DEL pH DE PRECIPITACION SOBRE EL CONTENIDO EN
PORCENTAJE, DE PROTEINA DE DIFERENTE PESO MOLECULAR
EN EL PRECIPITADO

Peso molecular	pH			
	3	4	5	6
107×10^3	0.38	0.56	3.10	23.31
> 107×10^3	86.05	1.24	0.36	74.96
80×10^3	2.07	50.22	76.23	0.0
33×10^3	0.0	0.0	5.37	0.0
25×10^3	0.0	7.49	2.23	0.0
18×10^3	9.61	11.27	3.23	1.39
9×10^3	0.42	11.33	4.83	0.0
5×10^3	0.34	17.89	4.65	0.34

ción protéica alcalina, es función del valor de pH de precipitación. A pH 5 se obtiene la máxima precipitación de gosispol total y la mínima para el gosispol libre

5. Las proteínas que precipitan a partir de la solución alcalina de proteína, están constituídas mayoritariamente por proteínas de peso molecular mayor de 20.000, independientemente del pH de precipitación.

SUMMARY

Wet concentration process for extraction and precipitation of protein from cottonseed.

As a continuation of earlier work reported in this journal (14) laboratory experiments were carried out in order to determine those conditions which permit extraction and precipitation of the greatest quantity of proteins from cottonseed by means of a wet concentration process. In addition, tests were performed to establish the distribution of gosispol and of proteins of different molecular weight as a function of the precipitation pH.

The results obtained indicate that the conditions which permit the greatest extraction of soluble protein are three milliequivalents of NaOH

per gram of flour in ratio 1:20 (grams of flour: ml of solvent) using an extraction time of 20 minutes at 60°C. The pH of greatest precipitation was located in a range of pH 4-6 at 25°C.

These results are in agreement with those reported by Berardi et al. (5) with the excretion to the precipitation temperature which Berardi did not mention.

It was determined that the distribution of gossypol is a function of pH, with the maximum precipitation of total gossypol and minimum precipitation of free gossypol at pH 5.

The data obtained in the experiments carried out to determine the distribution of the proteins shows that all of the precipitates formed at different pH levels contained principally proteins of a molecular weight greater than 20,000.

BIBLIOGRAFIA

1. Altschul, A. N., "Food: protein for humans", *Chem. Eng. News*, Nov. 24, p. 68 (1969).
2. American Oil Chemist's Society. "Official and tentative methods of the A. O. C. S.", 2nd. ed., rev. to 1961, Chicago, III., 1946 - 1969.
3. Andrews, P., "Estimation of the molecular weights of proteins by Sephadex gel-filtration", *Biochem. J.*, 91: 222-233 (1964).
4. Andrews, P., "Estimation of molecular size and molecular weights of biological compounds by gel-filtration", in *Methods of Biochemical Analysis*, 18, 1-53, (1970).
5. Berardi, L. C., W. H. Martínez and C. J. Fernández, "Cottonseed protein isolates: Two step extraction procedure", *Food Technol.* 23 (10), 75-82, (1969).
6. Cater, C. M. and C. M. Lyman, "Reaction of gossypol with amino acids and other amino compounds", *J. A. O. C. S.*, 46 (12), 649-653,
7. Instituto Centroamericano de Investigación y Tecnología Industrial (ICAITI), "Informe sobre la Industria de aceites y grasas en Centro América" (Tomos 1 y 2), Guatemala, (1969).
8. Lowry, O. H. et al., "Proteins measurement with the folin phenol reagent", *J. Biol. Chem.* 193, 265-275, (1951).
9. Lyman, C. M., W. Y. Chang, and J. R. Couch, "Evaluation of protein quality in cottonseed meals by chick growth and by a chemical index method" *J. Nutrition*, 49, 679-690, (1953).
10. Martínez, W. H., "Cottonseed proteins". *Proc. Cont. Cottonseed Protein Concentrates*. U. S. Dept. Agr., ARS72 - 38; 51-54 (1965).
11. Martínez, W. H., "Cottonseed protein isolates". *Proc. Cont. Protein rich Food Products from Oilseeds*. U. S. Dept. Agr., ARS72 - 71, 40-46, (1969).
12. Martínez, W. H., "Cottonseed protein concentrates by air classification". *Proc. Cont. Cottonseed Protein Concentrates*, U. S. Dept. Agr., ARS72 - 71, 33-39, (1969).
13. Pons, W. A., R. A. Pittman, and C. Hoffpouit, "3-amino-1-propanol as a complexing agent in the determination of total gossypol", *J.A.O.C.S.*, 35 (2), 93-97 (1958).
14. Rolz, C., et al. "Concentración protéica por vía húmeda de torta de semilla de algodón procesada por prensa de tornillo", *Arch. Latinoamer. Nutr.* 21 (4), 531-547, (1971).

Estudio de la proteína extraída de las semillas de lino.

Valor nutritivo e inocuidad

M. E. SAMBUCETTI, G. GALLEGOS y J. C. SANAHUJA

Departamento de Bromatología y Nutrición Experimental. Facultad de Farmacia y Bioquímica. Universidad de Buenos Aires.

RESUMEN

Se describe el estudio realizado sobre la proteína aislada de la semilla de lino (*Linum usitatissimum* L.) como posible fuente proteica para la alimentación humana.

Para obtener el valor nutritivo se determinaron los siguientes parámetros: composición de amino ácidos esenciales, Utilización Proteica Neta Razón de Eficiencia Proteica y Número Químico.

Para determinar la inocuidad se realizaron ensayos toxicológicos sobre animales de ambos sexos alimentados con la proteína problema y otros con caseína como control durante 28 días. Las pruebas realizadas fueron: análisis hematológicos, peso de órganos, composición del hígado y análisis histológico de hígado y riñón.

Los resultados obtenidos mostraron que el valor nutritivo es inferior al de la caseína observándose deficiencias en el contenido de lisina, amino ácidos azufrados, treonina y leucina. En cuanto a la inocuidad las observaciones realizadas no señalaron signos de daño patológico a excepción de una ligera infiltración grasa en hígado. Se considera que a este respecto se requieren ensayos de mayor duración que los realizados para obtener resultados definitivos.

INTRODUCCION

El aislamiento de proteínas vegetales con fines industriales, se viene realizando desde hace ya más de 3 décadas. Sin embargo es recién en los últimos años que ha cobrado una gran importancia en relación con su utilización alimenticia, en es-

pecial a partir de concentrados proteínicos de semillas de oleaginosas. Es así como se han publicado y patentado procedimientos destinados a tal finalidad, partiendo de materias primas tales como soja, maní, algodón, etc.

Los nuevos productos obtenidos poseen una serie de características ventajosas ya que debido a las técnicas utilizadas, a la vez que se concentran las proteínas se eliminan hidratos de carbono no digeribles, sabores desagradables y sustancias peligrosas para la salud (1).

Las proteínas aisladas, que se pueden obtener en forma de filamentos, gránulos o polvo, poseen además una serie de características funcionales que le confieren propiedades gelificantes, estabilizantes, emulsificantes, espesantes e hidratantes, que permiten darles un amplio uso en la preparación de alimentos.

En nuestro país Bertoni y Cattáneo (2) aislaron la proteína de las semillas de lino (*Linum usitatissimum* L.) mediante la extracción en medio alcalino, precipitación al pH isoeléctrico y posteriores lavados con etanol. Obtuvieron así un producto de características organolépticas adecuadas para su utilización en la alimentación humana.

No son muchos los trabajos experimentales que se encuentran en la literatura con respecto al valor nutritivo de esta proteína, los que en general fueron realizados sobre harina de semillas de lino utilizadas en alimentación animal. (3 - 8).

Por esta razón nos ha parecido de interés proceder al estudio nutricional de la proteína aislada de lino, máxime teniendo en cuenta que se trata de un cultivo muy extendido en nuestro país.

De acuerdo a ello en este trabajo hemos abordado su estudio experimental siguiendo las normas del Comité Asesor para Proteínas de FAO/OMS/UNICEF (PAG) (9) como pruebas preclínicas para nuevas fuentes proteínicas. Se determinó su valor nutritivo por los métodos de la Utilización Proteica Neta, la Relación de Eficiencia Proteica y el Número Químico. Además se realizaron ensayos de inocuidad en base al análisis de diferentes parámetros bioquímicos en ratas, y del peso y características histológicas de algunos de sus órganos, cuando ingirieron como única fuente de proteína la aislada del lino.

PARTE EXPERIMENTAL

Material

El producto a analizar fue obtenido por Bertoni et al. a partir de semillas de lino (2) y se presentó como un polvo uniforme y liviano, blanco e insípido con un contenido de nitrógeno total de 12.3 %.

*Métodos*I.—*Determinación del Valor Nutritivo*

a) *Composición de la proteína:* Aminoácidos esenciales totales: Se utilizó el método microbiológico (10) y las cepas empleadas fueron: *Leuconostoc mesenteroides* ATCC - 8042 para lisina, leucina, isoleucina, metionina, cistina, fenilalanina y tirosina; *Streptococcus faecalis* ATCC - 8043 para valina y treonina; y *Lactobacillus plantarum* ATCC - 8014 para triptofano.

Lisina disponible: se determinó por el método de Carpen-ter modificado (11) (12).

b) *Utilización Proteica Neta:* (UPN₁₀): Se utilizó el método de Miller y Bender (4), para el cual se emplearon 12 ratas de la cepa Wistar de alrededor de 60 g de peso y 32 días de edad al comienzo de la experiencia. Con ellas se formaron 3 lotes de los cuales 2 se alimentaron con la dieta problema y 1 con la dieta libre de proteínas. En la Tabla 1 se detalla la composición de las dietas como así también su contenido en proteínas, grasas y calorías, estas últimas se determinaron por bomba calorimétrica (13).

El valor de nitrógeno corporal para el cálculo de la UPN₁₀ fue obtenido por medio de la ecuación que representa la relación N/H₂O (f). Edad que para nuestra colonia de ratas es la siguiente (14):

$$Y = 2.76 + 0.0293 X$$

donde: Y representa la relación N/H₂O y X la edad en días.

Además, sobre un total de 5 ratas, 3 de las cuales pertenecían a los lotes problema y 2 al de la dieta libre de proteínas, se determinó el nitrógeno de las carcasas por el método de Kjeldahl (15). Los valores obtenidos, así como los respectivos contenidos de agua, se compararon con los correspondientes a ratas de la misma edad alimentadas con dieta stock.

Cálculo de la UPN est. : Se utilizó la siguiente fórmula:

$$UPN \text{ est} = \frac{UPN \text{ op} \times 54}{54 - P} - 8 \quad (16)$$

$$UPN_{op} = UPN_{10}$$

y $P = \text{Calorías proteicas de la dieta (\%)}$

c) *Digestibilidad*: Se determinó simultáneamente con la UPN_{10} sobre un total de 6 animales. Para el cálculo se aplicó la fórmula:

$$D = \frac{I - (F - Fk)}{I} \quad (4)$$

donde: F y Fk es el contenido de nitrógeno de la materia fecal de las ratas con dieta en ensayo y libre de proteínas respectivamente; I es el valor de nitrógeno ingerido.

d) *Razón de Eficiencia Proteica (PER)*: Se determinó de acuerdo al método señalado por J. A. Campbell (17). Se utilizaron 20 ratas, 10 machos y 10 hembras, recién destetadas, a las que se agrupó en dos lotes, A y B, con un total de 5 machos y 5 hembras cada uno. Durante 4 semanas el lote A fue alimentado con la dieta problema y el lote B, control, con una dieta de caseína al 10%. La composición de las dietas aparece en la Tabla 1. Se registró el peso semanalmente y el consumo diariamente.

El valor del PER se obtuvo sobre el lote de machos, tanto en el lote problema como en el control. El valor que le correspondió a la proteína de lino fue corregido con respecto al de la caseína que a su vez fue llevado a 2.50.

II.—*Ensayos toxicológicos*:

Al cabo de los 28 días que duró la determinación del PER se sacrificaron por punción cardíaca todos los animales, tanto machos como hembras del lote problema y del control a los que se les extrajo: la sangre y los órganos que luego se detallarán.

a) *Análisis hematológico*: Sobre sangre total se determinó: hematocrito y hemoglobina (18). Sobre el plasma: proteínas totales, por el método de A. Marenzi y col. (19) y seroalbúmina por electroforesis; urea por el método de V. Bohnstedt (20) y la actividad de la fosfatasa alcalina por el método de P. R. Kind y E. J. King (21). En todos los casos las determinaciones se realizaron sobre el pool de machos y hembras correspondientes a cada lote.

b) *Órganos*: Se registró el peso individual de los siguientes órganos: hígado, riñón, cerebro, timo, testículo u ovario, hipófisis y adrenales.

TABLA N° 1
COMPOSICION DE LAS DIETAS EMPLEADAS PARA LA DETERMINACION DEL VALOR NUTRITIVO DE LA PROTEINA AISLADA DE LA SEMILLA DE LINO

	UPN		PER	
	Dieta experimental	Dieta libre de proteínas. g/100g.	Dieta experimental	Dieta control (casefna) g/100g.
Proteína aislada de lino (1)	13.00	-	13.00	-
Casefna (2)	-	-	-	13.00
Aceite de maíz	14.50	14.50	9.50	9.50
Mezcla de sales (3)	5.00	5.00	5.00	5.00
Vitaminas hidrosolubles (3)	0.25	0.25	0.25	0.25
Vitaminas liposolubles (3)	0.50	0.50	0.50	0.50
Colina (4)	0.15	0.15	0.15	0.15
Dextrina c.s.p.	100.00	100.00	100.00	100.00
Contenido en proteínas (Nx6.25)	10.00	-	10.00	10.00
Contenido en grasa	15.00	15.00	10.00	10.00
Calorías proteicas	8.88	-	-	-
Calorías totales	453.00	-	-	-

- (1) Contiene 12.3% de N (76.9% de proteína)
(2) Contiene 12.3% de N (76.9% de proteína)
(3) Harper A. E. (30)
(4) Como citrato de colina.

c) *Composición del hígado*: Sobre cada hígado se determinó el contenido de agua, grasa y proteína por los siguientes métodos:

Agua: por desecación en estufa a 100° hasta peso constante.

Grasa: por extracción con una mezcla de cloroformo y metanol (2:1).

Proteína: por el método de Kjeldahl (15). El factor de conversión fue 6.25.

d) *Análisis histológicos*: Se cortaron porciones de hígado y riñón de cada uno de los animales y se los fijó durante 24 horas con el líquido de Bouin, con el agregado de ácido acético al 1% y bicloruro de mercurio al 1%. Luego de ser incluidas en Paraplast, las piezas fueron cortadas con un espesor de 7 μ y coloreadas con hematoxilina-eosina.

RESULTADOS

En la Tabla 2 se señala la composición en aminoácidos esenciales del material en estudio. En la misma Tabla se incluyó también el valor de lisina disponible que resultó ser el 89% de la total.

En la Tabla 3 se agruparon los resultados obtenidos en la evaluación biológica de la proteína en estudio. Se puede observar que la UPN₁₀ cuyo valor fue de 57.80 no resultó significativamente diferente al de la UPN_{est.} 61.10 calculada a través del valor promedio para la UPN₁₀ con un porcentaje de 8.88 calorías proteicas en la dieta.

El valor obtenido para el PER, 1.76, resultó inferior al de la caseína. El Número Químico (22), que surgió de la relación entre el contenido de lisina disponible y los requerimientos de este aminoácido para la rata en crecimiento de la cepa Wistar (23) fue de 56.5.

En la Tabla 4 se pueden observar el contenido en nitrógeno y agua corporal, como así también la relación N/H₂O, obtenidos por determinación directa sobre 3 animales del lote A y 2 del lote B. Estos controles se realizaron con el objeto de verificar la coincidencia de los valores de nitrógeno corporal calculados con los reales. Como se puede observar, los parámetros analizados en los animales de la experiencia responden a ratas normales de la misma edad de nuestra colonia, por lo tanto los valores obtenidos por cálculo fueron correctos.

TABLA Nº 2
CONTENIDO EN AMINOACIDOS ESENCIALES DE LA PROTEINA
AISLADA DE LA SEMILLA DE LINO

	g/16g N
Lisina total	4.11
Lisina disponible	3.67
Triptofano	1.30
Metionina	2.32
Cistina	1.46
Fenilalanina	4.47
Tirosina	2.39
Leucina	5.28
Isoleucina	6.09
Valina	4.95
Treonina	3.33

TABLA Nº 3
VALOR NUTRITIVO DE LA PROTEINA AISLADA DE LA
SEMILLA DE LINO

UPN ₁₀	57.80 ± 3.80 ⁽¹⁾
UPN _{est.}	61.10 ± 4.50 ⁽²⁾
PER	1.76 ⁽³⁾
Digestibilidad	91.12 ± 4.00
Número Químico	56.50 ⁽⁴⁾

(1) Media ± Desviación estándar de la media.

(2) Valor calculado con la media de la UPN₁₀ según la fórmula $\frac{\text{UPN}}{\text{op x 54}} - 8$
54 - P

(3) Corregido para un valor de 2.50 para caseína.

(4) Número Químico (22) = $\frac{\text{Contenido de lisina disponible \%}}{\text{Requerimiento de lisina para la rata en crecimiento}} = \frac{3.67 \times 100}{6.50}$ (22)

TABLA N° 4
NITROGENO CORPORAL Y RELACION N/H₂O DE RATAS UTILIZADAS EN EL CALCULO DE LA UPN

RATAS (42 días de edad)	Nitrógeno corporal		H ₂ O corporal	N/H ₂ O
	calculado g	(1) experimental g	g	
	<u>Dieta experimental</u>			
Rata N° 1	2.00	1.99	50.3	3.95
Rata N° 2	2.05	2.06	51.5	4.00
Rata N° 3	2.19	2.17	55.5	3.90
	<u>Dieta libre de proteínas</u>			
Rata N° 1	1.39	1.37	34.8	3.93
Rata N° 2	1.38	1.39	34.7	4.00
	<u>Dieta stock</u>			
	-	-	-	3.99 ⁽²⁾

(1) Se calculó con la ecuación $Y = 2.76 + 0.0293 x$; donde $Y = \frac{N}{H_2O}$ y "x" edad de las ratas en días.

(2) Calculado para ratas de 42 días, a través de la ecuación anterior que fuera obtenida con animales de nuestra colonia.

TABLA Nº 5
RESULTADO DEL ANALISIS BIOQUIMICO DE LA SANGRE DE LOS ANIMALES, MACHOS Y HEMBRAS ALIMENTADOS CON LA DIETA EXPERIMENTAL Y LA DIETA CONTROL DE CASEINA (1)

	Dieta control (caseína)		Dieta experimental	
	Machos	Hembras	Machos	Hembras
Peso de las ratas	105.2 ± 13.4 ⁽²⁾	96.44 ± 9.80	76.8 ± 9.40	73.14 ± 14.00
Hematocrito (%)	41	43	42	42
Hemoglobina (g/100 ml)	10.80	10.50	10.50	11.60
Proteínas plasmáticas (g/100 ml)	4.89	4.64	4.78	4.92
Albumina (g/100 ml)	2.60	2.50	2.55	2.54
Urea (g/1000 ml)	0.18	0.13	0.14	0.20
Fosfatasa alcalina (U.K.A.)	22.5	32.5	31.5	28.5

(1) Todas las determinaciones bioquímicas se efectuaron sobre pool de sangre de 5 animales por lote.

(2) Media ± Desviación estandar.

TABLA Nº 6
PESO DE ORGANOS Y COMPOSICION DEL HIGADO DE LOS LOTES DE RATAS MACHOS
Y HEMBRAS ALIMENTADAS CON LA DIETA EXPERIMENTAL Y LA DIETA CONTROL

	Dieta control (casefna)		Dieta experimental	
	Machos	Hembras	Machos	Hembras
Peso de las ratas	105.2 ± 13.4 ⁽¹⁾	96.44 ± 9.80	76.82 ± 9.40	73.14 ± 14.00
<u>Peso de los órganos</u>				
Hígado (g/100 g rata)	4.10 ± 0.20	4.30 ± 0.22	3.54 ± 0.44 ⁽²⁾	3.87 ± 0.32 ⁽²⁾
Riñón "	0.46 ± 0.03	0.50 ± 0.03	0.49 ± 0.03	0.44 ± 0.04
Cerebro "	1.16 ± 0.43	1.17 ± 0.11	1.53 ± 0.16	1.53 ± 0.25 ⁽²⁾
Timo "	0.18 ± 0.02	0.25 ± 0.08	0.25 ± 0.03 ⁽³⁾	0.19 ± 0.02
Bazo "	0.23 ± 0.01	0.21 ± 0.01	0.19 ± 0.02 ⁽³⁾	0.21 ± 0.03
Testículo/ Ovario (mg/100 g rata)	568.10 ± 67.00	17.90 ± 3.10	372.00 ± 141.00 ⁽²⁾	12.00 ± 1.90 ⁽²⁾
Hipófisis "	3.69 ± 0.30	4.50 ± 0.82	4.18 ± 0.46 ⁽⁴⁾	3.23 ± 1.50
Suprarenal "	9.02 ± 0.04	11.13 ± 2.34	10.31 ± 1.46	11.45 ± 2.55
<u>Composición del hígado</u>				
H ₂ O (g/100 g hígado)	74.26 ± 0.88	73.90 ± 1.18	71.46 ± 0.70 ⁽³⁾	71.30 ± 0.58 ⁽³⁾
Grasas "	6.50 ± 0.31	6.30 ± 0.54	8.70 ± 0.84 ⁽³⁾	8.20 ± 1.04 ⁽³⁾
Proteína "	15.21 ± 0.50	14.70 ± 0.48	15.82 ± 1.60	14.83 ± 1.44

(1) Media ± desviación estandar. La media corresponde en todos los casos a lotes de 5 animales.

(2) Diferencia significativa con respecto al lote control (P < 0.05).

(3) Diferencia muy significativa con respecto al lote control (P < 0.001).

(4) Diferencia significativa con respecto al lote control (P = 0.01).

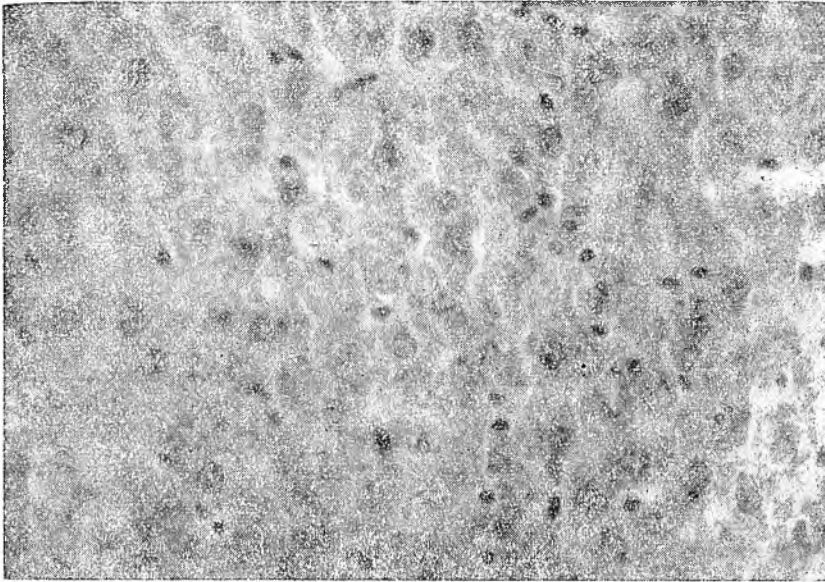


Figura N° 1.—Hígado, correspondiente al lote control de caseína.

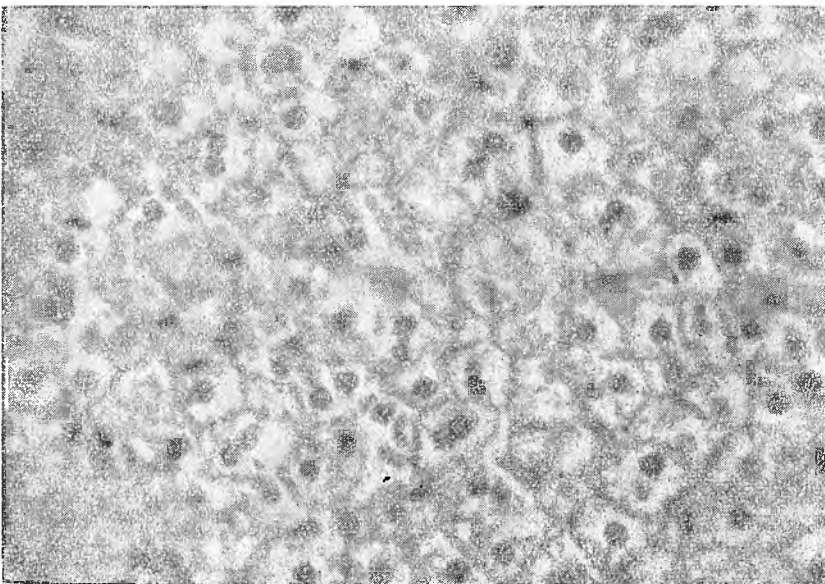


Figura N° 2.—Hígado, correspondiente al lote alimentado con la dieta experimental.

La Tabla 5 muestra los resultados de las determinaciones bioquímicas, realizadas sobre cada pool correspondiente a los machos y a las hembras de los lotes problema y control que se utilizaron para la determinación del PER, y que fueron: hematocrito, hemoglobina, proteínas plasmáticas totales, albúmina, urea y actividad de fosfatasa alcalina. Como se puede observar los valores obtenidos en los dos lotes fueron similares.

En la Tabla 6 aparecen el peso de los órganos y la composición del hígado de los animales alimentados con la dieta experimental y con la dieta de caseína. El peso del hígado, testículo u ovario en los animales a los que se les dió la dieta experimental, expresados por 100 g de rata, resultaron inferiores a los controles. Por el contrario, en el caso del cerebro y de la hipófisis mostraron mayor peso en las hembras y en los machos respectivamente, correspondientes a la dieta experimental. Para timo y bazo se registraron pesos mayores y menores, respectivamente, a los controles en el lote de machos.

En cuanto a la composición del hígado se puede observar que, si bien el contenido proteico fue similar con las dos dietas, los hígados de las ratas que fueron alimentadas con la dieta problema contenían más grasa y menos agua que los de las ratas controles, siendo la diferencia altamente significativa ($P < 0.001$).

En el análisis histológico se pudo observar lo siguiente: el hígado y riñón de los animales controles mostraron al microscopio óptico características normales, lo que se evidencia en la Fig. 1 que muestra los hepatocitos con el núcleo de densidad cromática normal y un citoplasma con escasas áreas de acumulación lipídica.

En los animales a los que se les dió la proteína aislada de la semilla de lino, los hepatocitos muestran signos de una ligera infiltración grasa. Como se observa en la Fig. 2, los núcleos celulares presentan una moderada picnosis y los nucleolos son de tamaño algo menor. A nivel del citoplasma, la infiltración grasa se evidencia por las grandes zonas ausentes de estructuras, que no se han coloreado con la eosina. Es de señalar que el riñón de estos animales no presentó modificaciones estructurales con respecto a los controles.

DISCUSION

El análisis del contenido en aminoácidos esenciales de la proteína aislada de la semilla de lino, demostró una equilibrada composición, limitada en su valor biológico por su contenido en lisina. Si tenemos en cuenta los requerimientos de ese aminoácido para la rata en crecimiento de la cepa Wistar (23), el Número Químico resulta igual a 56.5 que indica un valor nutritivo similar al obtenido en el ensayo de la UPN.

Estos valores resultaron más elevados que los determinados por otros autores como Miller y Bender (4) y Chalupa y Fischer (5) que obtuvieron para la harina de lino una UPN de 55.0 y 44.8 respectivamente con una digestibilidad de 80.4 en el último caso.

De lo observado anteriormente, aún descartando el hecho de que los valores que obtuvimos fueron más altos debido a una mayor digestibilidad podríamos inferir que el proceso de aislamiento no dañó a la proteína de la harina. Sin embargo, para comprobarlo serían necesarios ensayos comparativos de harina de lino y proteína aislada de la misma procedencia.

Además, es de notar que la composición corporal al cabo de 10 días de experiencia fue la que corresponde a animales normales para la misma edad. Esta observación confirma la característica ya mencionada de la composición de la proteína en lo que se refiere al equilibrio de los aminoácidos esenciales (24), aún cuando el contenido de algunos de ellos, especialmente lisina y luego los aminoácidos azufrados, treonina y leucina, no alcanzan niveles óptimos cuando se los compara con los requerimientos para la rata en crecimiento (23).

El valor de la Razón de Eficiencia Proteica resultó aparentemente inferior al obtenido por K. Henry (6) que fue de 2.11 sin corregir con respecto a su control de caseína (3.57). Si se realiza dicha corrección, la Razón de Eficiencia Proteica para la harina de lino pasa a ser 1.47, valor inferior al obtenido en este trabajo para la proteína aislada.

El peso de los órganos reflejó la diferente calidad biológica de la proteína en ensayo con respecto a la caseína: especialmente en el hígado, bazo, testículo y ovario. En el caso de los órganos sexuales fue marcada la inmadurez que presentaron los animales alimentados con la dieta de lino. Por el contrario el peso del cerebro y la hipófisis resultaron superiores a los

controles. Esto confirmaría lo ya establecido por otros autores (25), de que dichos órganos no son afectados por la calidad de la proteína cuando es ingerida después de la lactancia.

La composición del hígado en ambos lotes resultó diferente, en lo que se refiere al contenido de grasa. La mayor concentración de grasa que se encuentra en los hígados del lote experimental y que también se hizo evidente en la observación histológica, podría estar relacionada al bajo contenido en metionina (26), lisina (27) y treonina (28) de la proteína en estudio.

Sin embargo, dicha concentración no se manifiesta con síntomas de mal funcionamiento, por lo menos en los parámetros bioquímicos analizados al término de la experiencia.

El análisis histológico de riñón, demostró una estructura normal del tejido renal en los animales alimentados con la proteína en estudio, lo cual permitiría descartar la posibilidad de incidencia de cálculos renales observados por otros autores con proteínas tratadas con soluciones alcalinas (29).

De todo lo anteriormente observado surge la evidencia que la proteína extraída de la semilla de lino según la técnica de Bertoni y Cattáneo (2) está desprovista de efectos tóxicos agudos, no presenta signos de toxicidad en las condiciones analizadas, es decir, en experiencias de 4 semanas.

Sin embargo, para poder preconizar su uso en la alimentación humana habría que realizar ensayos de larga duración como lo ha señalado el Comité Asesor sobre Proteínas (9).

AGRADECIMIENTO

Se agradece al Dr. David Zambrano, Profesor de Histología Humana de la Facultad de Farmacia y Bioquímica de la Universidad de Buenos Aires, la realización del estudio histológico.

SUMMARY

Isolated protein from Linseed meal. I. Nutritive value and toxicological tests

Isolated linseed protein (*Linum usitatissimum* L.) was analyzed as a new source of edible protein.

Tests concerning nutritive value were: essential amino acid composition, net protein utilization, protein efficiency ratio and chemical score.

Toxicological tests were performed with rats of both sexes which have been fed on test protein and casein as control, during 28 days. Criteria used

in these tests were: hematological data and blood chemistry, organ weights, liver composition and histopathology.

Our results indicate that nutritive value was lower than that of casein being lysine the first limiting amino acid. Sulfur amino acids, threonine and leucine were also in suboptimal quantities.

The tests about toxicity showed no signs of pathological damage, except a light fat liver infiltration; nevertheless long time assays must be done to assure complete safety.

BIBLIOGRAFIA

1. Anson M. L. "Processed Plant Protein Foodstuffs" A. M. Altschul. Academic Press Inc. Publishers, N. York. p. 277-289, 1958.
2. Bertoni M. H. y P. Cattáneo "Aislamiento de proteínas de harina integral de semillas de lino" *Anales Asoc. Quím. Argentina*; 60: 363-374, 1972.
3. Braman, W. W. "The relative values of the protein of linseed and cottonseed in the nutrition of growing rats". *J. Nutr.* 4, 249-259, 1931.
4. Miller, D. S. and A. E. Bender. The determination of the net utilization of proteins by a shortened method. *Brit. J. Nutr.*, 9: 382-388, 1955.
5. Chalupa, W. and H. Fischer. "Comparative protein evaluation studies by carcass retention and nitrogen balance methods". *J. Nutr.* 81: 139-146, 1963.
6. Henry, K. M. "A comparison of biological methods with rats for determining the nutritive value of proteins". *Brit. J. Nutr.* 19: 125-135, 1965.
7. Salem, H. M. and M. Bkhert. "Biochemical studies on linseed proteins" *Alexandria J. Agric. Res.* 12, N° 2, 11-112, 1964. Tomado de *Nutrition Abstracts and Reviews, Abs.* 36, N° 1, N° 352, 1966.
8. C. H. van Etten, W. F. Kwolek, J. E. Peters and A. S. Barclay. "Plant seeds as protein sources for food or feed evaluation based on amino acid composition of 379 species". *J. Agric. Food Chem.* 15: 1077-1089, 1967.
9. FAO/WHO/UNICEF. Protein Advisory Group. "Guideline for pre-chemical testing of novel sources of proteins". *PAG. United Nations, N. York U. S. A. Guideline* N° 6, 1971.
10. Basualdo, R., P. Carrera y J. C. Sanahuja. "Determinación de aminoácidos y vitaminas hidrosolubles en harinas de girasol por métodos microbiológicos. Influencia del proceso tecnológico sobre su contenido". *Rev. Asoc. Bioq. Arg.* XXXVI (192-193) 1-9, 1971.
11. Carpenter, M. J. The estimation of the available lysine in animal protein foods. *Biochem. J.*: 604-610, 1960.
12. Raghavendar Rao, S., F. L. Carter and U. I. Frampton. Determination of available lysine in oilseed meal protein. *Anal. Chem.* 35: 1927-1930, 1963.
13. Miller, D. S. y P. R. Payne. "A ballistic bomb calorimeter" *Brit. J. Nutr.* 13: 501-508, 1959.
14. Sambucetti, M. E. y J. C. Sanahuja. El valor nutritivo de las harinas de pescado y su relación con el contenido en lisina y metionina disponibles. *Arch. Latinoamer. Nutr.*; 20: 119-133, 1970.

15. AOAC. Official Methods of Analysis of the Association of Official Agricultural Chemists. 9th. Ed. p. 286, 1960.
16. Evaluation of protein quality. Publication 1.100. National Academy of Sciences, National Research Council, pag. 35. Washington 1963.
17. Evaluation of protein quality. Publication 1.100. National Academy of Sciences, National Research Council, pag. 19, Washington 1963.
18. Dacie, J. D., Lewis, S. M. Hematología práctica. Toray Ed. pág. 42, 1965.
19. Marenzi, A., J. Moglia y F. Vilallonga. Estudio comparativo de algunos métodos de valoración de las proteínas del suero. I. Proteínas totales. *An. Cent. Invest. Tis.*, 9: 133-143, 1945.
20. Bohnstedt, V. Die Verwendung der Indophenolblau Reaktion zur photometrischen Stickstoffbestimmung. *Z. Analyt. Chem.*, 163: 415-421, 1958.
21. Kind, P. R. and E. J. King. Estimation of plasma phosphatase by determination of hidrolized phenol with amino-antipyrine. *J. Clin. Path.*, 7: 322-326, 1954.
22. Mitchell, H. H. and R. J. Block. Some relationships between the amino acid content of proteins and their nutritive values for the rat. *J. Biol. Chem.*; 163: 599-620, 1946.
23. Sambucetti, M. E. Evaluación de la calidad de las proteínas alimenticias. Tesis, pág. 116-117. Buenos Aires, 1971.
24. Río, M. E., S. J. Closa and J. C. Sanahuja. Changes in body composition in rats fed imbalanced diets. *J. Nutr.* 100: 69-77, 1969.
25. Guthrie, H. A. and M. L. Brown. Effect of severe undernutrition in early life on growth, brain size and composition in adult rats. *J. Nutr.* 94: 419-426, 1968.
26. Harper, A. H. "Review of physiological chemistry". Lange Medical Publications. Los Altos. California. 11th Ed. pág. 270-271, 1967.
27. Sanahuja, J. C., M. E. Río y M. N. Lede. "Effect of amino acid imbalance on nutritive value of supplemented proteins". *Fed. Proc.* 23, 879, 1964 (Abs. 37).
28. Sanahuja, J. C., M. E. Río y M. N. Lede "Decrease in appetite and biochemical Changes in amino acid imbalance in the rat" *J. Nutr.* 86, 424-432, 1965.
29. Goot, A. P. and P. Slump. Effects of severe alkali treatment of proteins on amino acid composition and nutritive value. *J. Nutr.* 98: 45-46, 1969.
30. Harper, A. E. Amino acid balance and imbalance. I. Dietary level of protein and amino acid imbalance. *J. Nutr.* 68: 405-411, 1959.

Valor proteínico de los subproductos de la industria del trigo.

Complementación y suplementación del granillo de trigo con concentrados proteínicos

LUIZ G. ELIAS¹ y RICARDO BRESSANI²

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

RESUMEN

Se estudió el valor nutritivo del granillo de trigo oscuro suplementado y complementado con los concentrados proteínicos siguientes: harina de pescado y harinas de semilla de algodón, de soya y de ajonjolí, así como levadura torula.

Los estudios de suplementación indicaron un efecto benéfico de la utilización de la proteína al agregar al granillo de trigo oscuro diferentes niveles de harinas de pescado, de soya y de algodón, así como de levadura torula. Se comentan los resultados y se sugiere que la mejora observada en el valor nutritivo del granillo de trigo oscuro se debe principalmente a un incremento en la cantidad de la proteína en las dietas.

En cuanto a los ensayos de complementación, los resultados revelaron una asociación provechosa entre el granillo de trigo oscuro y la harina de soya. En el caso de la harina de semilla de algodón y de la harina de ajonjolí completa no se observó ninguna mejora en el valor nutritivo del granillo de trigo oscuro. En lo referente a estos últimos estudios, los resultados son discutidos en base al contenido y a la disponibilidad de los aminoácidos de los diferentes materiales investigados.

A partir de los resultados de suplementación y complementación con proteínas consideradas como fuentes adecuadas o buenas de lisina, se concluye que el granillo de trigo oscuro es un material apropiado para la suplementación de cereales.

¹ Científico de la División de Ciencias Agrícolas y de Alimentos del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá.

² Jefe de la citada División.

Publicación INCAP E-659.

Recibido: 15-8-1972.

INTRODUCCION

Una de las causas de la baja disponibilidad de alimentos en los países en vías de desarrollo es la utilización deficiente de sus recursos naturales. Ello se debe, por una parte, a la falta de una investigación sistemática de esos recursos, y por la otra, al desarrollo insuficiente de una tecnología apropiada que permita llevar a la práctica tales conocimientos.

Entre otros, los subproductos derivados de la industria de los cereales ofrecen grandes posibilidades de utilización en la alimentación humana, siempre y cuando sus propiedades químico-nutricionales y características funcionales sean estudiadas debidamente. En el primer trabajo de esta serie de estudios (1), se trató de determinar el valor nutritivo del granillo de trigo, y conocer también sus deficiencias en aminoácidos esenciales, a través de ensayos de suplementación con aminoácidos sintéticos.

El objetivo de este segundo estudio fue investigar el efecto suplementario y complementario de varios concentrados proteínicos de origen animal o vegetal, sobre el valor nutritivo del granillo de trigo.

MATERIALES Y METODOS

El granillo de trigo usado en el presente caso se obtuvo de molinos de trigo que operan en la ciudad de Guatemala, el cual se almacenó en un cuarto refrigerado hasta el momento de practicar los análisis químicos y las pruebas biológicas correspondientes. La caracterización química y biológica de este material fue descrita anteriormente (1, 2).

Para los ensayos biológicos se usaron ratas jóvenes de 21 días de edad, de raza Wistar, provenientes de la colonia animal del INCAP, integrándose varios grupos experimentales constituido cada uno por 8 animales en igual número y de ambos sexos. El agua y la comida fueron ofrecidos *ad libitum* por un período de 28 días; la ganancia ponderal y la ingesta de alimentos fueron registrados semanalmente con el objeto de calcular la eficiencia proteínica de las diferentes dietas experimentales al término del estudio.

Todas las muestras fueron analizadas por su contenido de nitrógeno, según el método de la AOAC (3). Los concentrados

proteínicos utilizados fueron los siguientes: harinas de pescado, de semilla de algodón, de soya y de ajonjolí, así como levadura torula.

Estudios de Suplementación

La dieta basal empleada en los estudios de suplementación contenía alrededor de 10% de proteína proveniente del granillo de trigo y, además, en términos de porcentaje, los siguientes ingredientes: minerales Hegsted, 4.0 (4); aceite de semilla de algodón, 5.0; aceite de hígado de bacalao, 1.0; solución de vitaminas, 5 ml/100 g (5), y almidón de maíz en cantidades suficientes para completar 100 gramos de dieta.

La suplementación de los diferentes concentrados proteínicos se llevó a cabo agregando a la dieta basal, niveles crecientes de éstos con variaciones de 0 a 10% para la harina de pescado³, 0 a 12% para las harinas de semilla de algodón⁴ y de soya,⁵ y de 0 a 14% para la levadura torula.⁶ El contenido de proteína, lisina y metionina de los distintos concentrados proteínicos usados, se da a conocer en el Cuadro No. 1. En la mayoría de los experimentos se usaron como controles una o varias dietas con niveles de proteína semejantes a los obtenidos mediante el agregado de los concentrados proteínicos.

Por otro lado, como parámetro adicional se calculó el índice de proteína utilizable, cuyo valor se obtiene a partir del valor nutritivo relativo de la dieta, usando caseína como patrón de referencia. Las fórmulas utilizadas para estos cálculos se describen seguidamente:

Valor nutritivo de la dieta en relación a la caseína

$$= \frac{\text{PER de la dieta} \times 75 (1)}{2.50} \text{ en donde,}$$

75 = Utilización neta de la proteína (UNP) de la caseína;

2.50 = PER de la caseína

$$\text{Proteína utilizable} = \frac{\text{UNP de la dieta} \times \% \text{ de proteína en la dieta}}{100}$$

³ Viobin Corporation, Monticello, Ill., E. U. A.

⁴ Borgonovo Hnos., Zaatecoluca, El Salvador.

⁵ General Mills, Minneapolis, Minn., E. U. A.

⁶ Lake State Yeast Corp., Rhinelander, Wisconsin, E. U. A.

CUADRO N° 1
CONTENIDO DE PROTEINA, LISINA Y METIONINA DE LOS CON-
CENTRADOS PROTEINICOS USADOS COMO SUPLEMENTOS AL
GRANILLO DE TRIGO

Suplemento	Proteína %	<u>Lisina</u> g/16 g N	<u>Metionina</u> g/16 g N
Harina de pescado (18)	82.5	9.71	2.66
Harina de algodón (19)	50.2	3.45*	2.16**
Harina de soya(18)	50.0	6.32	3.12**
Harina completa de ajonjolí (18)	19.3	3.02	5.86**
Levadura torula (18)	50.0	8.00	2.20**
Granillo de trigo (20)	19.0	4.34	1.62

* Lisina libre.

** Metionina + cistina.

Estudios de Complementación

En estos experimentos se estudió el valor complementario entre el granillo de trigo y los siguientes concentrados proteínicos: harinas de semilla de algodón, soya, y de ajonjolí completa. Para este propósito, en cada caso se preparó una serie de dietas en las que el nivel proteínico se mantuvo a 10%, aproximadamente. En una de las dietas la proteína provenía en su totalidad del concentrado proteínico, y en otra, del granillo de trigo, mientras que las restantes contenían cantidades proporcionales de las dos fuentes de proteína, pero con el mismo contenido total de proteínas.

RESULTADOS

Los datos resultantes de la suplementación del granillo de trigo oscuro con harina de pescado, se detallan en el Cuadro No. 2. Según se observa, el agregado creciente de la harina de pescado a la dieta de granillo produjo un aumento en la ganancia ponderal de los animales. Sin embargo, la eficiencia proteínica de las dietas disminuyó a medida que se aumentaba el nivel

CUADRO N° 2
EFFECTO DE LA SUPLEMENTACION DEL GRANILLO DE TRIGO OSCURO CON HARINA DE PESCADO

% de protefna en la dieta	<u>Distribución por peso en la dieta</u>			Ganancia de peso*	Eficiencia protefnica	Protefna utilizable %
	Granillo de trigo	Harina de pescado g	Gluten de trigo g			
13.6	59.00	---	---	124 ± 5.7**	2.03 ± 0.07**	8.31
14.2	59.00	2	---	142 ± 6.8	2.14 ± 0.05	9.07
15.1	59.00	4	---	152 ± 7.2	2.05 ± 0.07	9.29
16.8	59.00	6	---	150 ± 9.3	1.82 ± 0.06	9.17
17.9	59.00	8	---	156 ± 9.2	1.82 ± 0.07	9.77
19.4	59.00	10	---	154 ± 9.0	1.66 ± 0.07	9.66
12.7	59.00	---	1.50	120 ± 3.7	2.08 ± 0.03	7.92
15.9	59.00	---	4.50	130 ± 6.7	1.78 ± 0.04	8.45
19.1	59.00	---	7.50	138 ± 7.2	1.54 ± 0.04	8.82

* Peso inicial: 52 gramos.

** Error Stándard.

CUADRO Nº 3
EFFECTO DE LA SUPLEMENTACION DEL GRANILLO DE TRIGO OSCURO CON HARINA DE SEMILLA DE ALGODON

% de protefina en la dieta	Distribución por peso en la dieta		Ganancia de peso * g	Eficiencia protefnica	Protefina utilizable %
	Granillo de trigo g	Harina de algodón g			
11.24	52.60	---	112 ± 4.2**	2.36 ± 0.04**	7.96
12.09	52.60	2.00	98 ± 5.0	2.14 ± 0.07	7.72
13.11	52.60	4.00	118 ± 4.8	2.11 ± 0.04	8.30
14.41	52.60	6.00	123 ± 4.6	2.06 ± 0.04	8.86
15.05	52.60	8.00	124 ± 6.8	1.93 ± 0.07	8.67
15.50	52.60	10.00	138 ± 7.7	2.03 ± 0.07	9.39
16.66	52.60	12.00	119 ± 7.4	1.97 ± 0.13	9.85
11.00	----	22.00	102 ± 7.6	2.46 ± 0.07	8.13
12.00	----	24.00	113 ± 4.3	2.36 ± 0.07	8.50
13.00	----	26.00	127 ± 3.0	2.36 ± 0.03	9.20
14.00	----	28.00	137 ± 7.8	2.26 ± 0.06	9.49
15.00	----	30.00	143 ± 6.8	2.16 ± 0.05	9.72
16.00	----	32.00	150 ± 9.7	2.19 ± 0.09	10.51

* Peso inicial: 48 gramos.

CUADRO Nº 4
EFFECTO DE LA SUPLEMENTACION DEL GRANILLO DE TRIGO OSCURO CON HARINA DE SOYA

% de proteína en la dieta	Distribución por peso en la dieta		Ganancia de peso *	Eficiencia proteínica	Proteína utilizable %
	Granillo de trigo g	Harina de soya g			
9.63	59.00	----	117 ± 4.0 **	2.80 ± 0.08 **	8.06
10.50	59.00	2.00	128 ± 6.1	2.74 ± 0.10	8.63
11.70	59.00	4.00	139 ± 12.8	2.55 ± 0.13	8.95
12.11	59.00	6.00	140 ± 9.8	2.50 ± 0.11	9.08
13.36	59.00	8.00	142 ± 12.7	2.23 ± 0.10	8.94
15.01	59.00	10.00	145 ± 9.6	2.03 ± 0.08	9.14
15.30	59.00	12.00	149 ± 12.5	2.10 ± 0.10	9.64

11.23	-----	22.00	124 ± 7.9	2.42 ± 0.08	8.15
11.56	-----	24.00	130 ± 9.2	2.43 ± 0.10	8.43
12.84	-----	26.00	126 ± 6.9	2.21 ± 0.05	8.51
14.00	-----	28.00	137 ± 10.1	2.13 ± 0.10	8.95
15.00	-----	30.00	141 ± 15.2	2.11 ± 0.09	9.49
16.00	-----	32.00	145 ± 13.6	2.05 ± 0.12	9.84

* Peso inicial: 43 gramos.

** Error Estándar.

CUADRO Nº 5
EFFECTO DE LA SUPLEMENTACION DEL GRANILLO DE TRIGO
OSCURO CON LEVADURA TORULA

% de proteína en la dieta	Distribución por peso en la dieta		Ganancia de peso *	Eficiencia proteínica	Proteína utilizable %
	Granillo de trigo g	Levadura torula g			
10.7	52.60	----	87 ± 8.2**	2.13 ± 0.07**	6.84
11.2	52.60	2.00	106 ± 5.8	2.25 ± 0.05	7.56
11.9	52.60	4.00	113 ± 6.1	2.44 ± 0.05	8.71
13.1	52.60	6.00	131 ± 6.1	2.34 ± 0.05	9.20
13.8	52.60	8.00	135 ± 6.9	2.37 ± 0.06	9.81
14.7	52.60	10.00	139 ± 6.7	2.20 ± 0.07	9.70
15.7	52.60	12.00	145 ± 7.9	2.11 ± 0.07	9.94
16.6	52.60	14.00	138 ± 9.9	2.07 ± 0.07	10.31

* Peso inicial: 46 gramos.

** Error Estándard.

de harina de pescado adicionada. Las dietas en las que el nivel proteínico se elevó con la adición de gluten de trigo, se tradujeron en menores ganancias de peso y menores índices de eficiencia proteínica (PER), en contraste con aquellas suplementadas con harina de pescado, a un mismo nivel proteínico, y ligeramente superiores en cuanto a incremento en peso comparado con el que acusó el grupo control cuyas dietas no fueron suplementadas. Los valores de proteína utilizable revelaron una mayor utilización de las dietas suplementadas con harina de pescado, alcanzando éstas un punto máximo con el nivel de 8% de este concentrado proteínico. En comparación con los grupos control, cuyas dietas fueron suplementadas con gluten de trigo, dichos valores fueron superiores.

La adición de harina de semilla de algodón al granillo de trigo no indujo ningún mejoramiento significativo en los parámetros medidos. No obstante, según se aprecia en el Cuadro No. 3, sí se constató cierta tendencia a mayor ganancia ponderal y mejores índices de proteína utilizable en los grupos suplementados con 6, 8 y 10% de harina de algodón.

Los valores más altos en lo concerniente a incremento en peso, PER y proteína utilizable, fueron obtenidos en los gru-

pos alimentados con niveles proteínicos crecientes de harina de algodón.

En el Cuadro No. 4 se dan a conocer los resultados de la suplementación con harina de soya. De nuevo, en este caso también se observa que a medida que el nivel suplementario de la harina de soya se eleva, los animales acusaron un aumento gradual en peso. Con la dieta control se obtuvo una ganancia ponderal de 117 g, en contraste con 149 g de aumento obtenido con la dieta suplementada con 12% de harina de soya y un índice de proteína utilizable de 9.64. Como en el caso de la harina de pescado, el PER disminuyó a medida que el nivel suplementario de la harina de soya aumentaba. Según indican los diferentes parámetros medidos, los resultados que se obtuvieron con los grupos alimentados con las dietas que contenían niveles proteínicos semejantes de harina de soya, fueron similares.

El valor suplementario de la levadura torula en las dietas con proteínas de granillo de trigo se aprecia en el Cuadro No. 5. En este caso, tanto la ganancia, ponderal como el PER y la proteína utilizable, fueron mejores. La dieta control produjo un incremento en peso de 87 g y una eficiencia proteínica de 2.16; el mejor PER, de 2.45, se obtuvo con el agregado de 4% de torula. En lo que a la ganancia de peso se refiere, ésta siguió un ritmo paralelo a los niveles de torula agregados; el nivel de 12% indujo un valor de 145 gramos.

El Cuadro No. 6 compendia los resultados obtenidos al complementar las proteínas del granillo con proteínas de harina de semilla de algodón. Tal y como se observa, la combinación de estas dos proteínas no produjo mejoría alguna, ya que tanto el aumento en peso como la eficiencia proteínica se mantuvieron prácticamente iguales con cualesquiera de las combinaciones estudiadas.

El efecto complementario observado entre las proteínas de la harina de soya y del granillo, se aprecia en el Cuadro No. 7. En este caso, los datos indican que la mejor combinación es la de 40% de proteínas de granillo y 60% de proteínas de harina de soya. A este nivel, la ganancia ponderal fue de 106 g y el PER de 2.19, mientras que para la dieta cuyas proteínas provenían solo del granillo, esos valores fueron de 67 y 187 g, respectivamente.

Los resultados de complementar las proteínas del granillo con las de la harina de ajonjolí completa se detallan en el Cuadro No. 8. Según indican los datos, la complementación de estas dos proteínas no indujo ningún incremento en cuanto a ganancia en peso ni en lo referente a eficiencia proteínica. Por el contrario, se observó cierto descenso en estos dos parámetros a medida que las proteínas de la harina de ajonjolí completa reemplazaban las del granillo. La dieta a base de granillo se tradujo en una mejor eficiencia proteínica y una mayor ganancia ponderal, en comparación con la dieta a base de la harina de ajonjolí completa.

DISCUSION

Los resultados obtenidos al suplementar el granillo de trigo con los diversos concentrados proteínicos citados pueden explicarse a partir de dos factores fundamentales que influyen los parámetros utilizados en la presente investigación. Estos son: el contenido y la disponibilidad de aminoácidos del concentrado proteínico agregado, y el nivel proteínico de las diferentes dietas experimentales empleadas.

En un estudio previo (1) se encontró que el granillo de trigo oscuro es deficiente en los aminoácidos siguientes: metionina, treonina, valina y triptofano, en ese orden. De esta manera, la mejor ganancia en peso observada en los grupos de ratas cuya dieta fue suplementada con harina de pescado y harina de soya, se debió, en estos casos, al mayor nivel de proteínas en las dietas, y no a una corrección de la deficiencia de metionina, ya que ni la harina de pescado ni la de soya se consideran buenas fuentes de estos aminoácidos, aunque sí lo son de lisina (6-9).

Los menores índices de eficiencia proteínica obtenidos a medida que se aumentaba el nivel de harina de pescado usada como suplemento, reflejan evidencia adicional a este respecto. Por otro lado, es un hecho reconocido que entre la eficiencia proteínica y el nivel proteínico de la dieta existe una relación inversa (10). Los índices de proteína utilizable obtenidos en los estudios de suplementación fueron calculados con el propósito de eliminar el efecto del nivel proteínico sobre el PER. Estos valores indican que el efecto benéfico del agregado de harina de pescado y de harina de soya al granillo de trigo lo

CUADRO Nº 6

EFFECTO DE LA COMPLEMENTACION ENTRE LAS PROTEINAS DEL GRANILLO DE TRIGO OSCURO Y DE LA HARINA DE SEMILLA DE ALGODON

% de proteína en la dieta	% de distribución proteínica en la dieta		Distribución proteínica en la dieta		Distribución ponderal en la dieta		Ganancia de peso* g	Eficiencia proteínica
	Granillo de trigo	Harina de algodón	Granillo de trigo %	Harina de algodón %	Granillo de trigo g	Harina de algodón g		
11.4	100	0	11.40	---	52.60	---	103 ± 4.7**	2.11 ± 0.03**
11.8	80	20	9.44	2.36	42.10	4.00	103 ± 6.5	2.08 ± 0.05
11.5	60	40	6.90	4.60	31.60	8.00	96 ± 5.2	2.00 ± 0.06
11.2	50	50	5.60	5.60	26.30	10.00	100 ± 7.3	2.14 ± 0.07
11.2	40	60	4.48	6.72	21.00	12.00	98 ± 3.6	2.10 ± 0.03
12.4	20	80	2.48	9.92	10.50	16.00	105 ± 9.2	1.96 ± 0.09
12.4	0	100	---	12.40	---	20.00	92 ± 5.7	2.01 ± 0.05

* Peso inicial: 50 gramos.

** Error Estándar.

CUADRO N° 7
EFFECTO DE LA COMPLEMENTACION ENTRE LAS PROTEINAS DEL GRANILLO DE TRIGO OSCURO Y DE LA HARINA DE SOYA

% de proteína en la dieta	% de distribución proteínica en la dieta		Distribución proteínica en la dieta		Distribución ponderal en la dieta		Ganancia de peso*	Eficiencia proteínica
	Granillo de trigo	Harina de soya	Granillo de trigo %	Harina de soya %	Granillo de trigo g	Harina de soya g		
10.6	100	0	10.6	---	52.60	0	67 ± 5.7**	1.86 ± 0.10**
11.8	80	20	9.4	2.36	42.10	4.0	86 ± 6.3	1.95 ± 0.04
11.8	60	40	7.1	4.72	31.60	8.0	97 ± 4.4	2.11 ± 0.07
11.4	50	50	5.7	5.70	26.3	10.0	101 ± 3.3	2.20 ± 0.04
11.9	40	60	4.8	7.14	21.0	12.0	106 ± 7.0	2.18 ± 0.07
11.5	20	80	2.3	9.20	10.5	16.0	100 ± 4.9	2.16 ± 0.06
10.9	---	100	---	10.90	---	20.0	93 ± 5.9	2.41 ± 0.08

* Peso inicial: 48 gramos.

** Error Estándar.

CUADRO N° 8
EFFECTO DE LA COMPLEMENTACION ENTRE LAS PROTEINAS DEL GRANILLO DE TRIGO OSCURO Y DE LA HARINA DE AJONJOLI COMPLETA

% de proteína en la dieta	% de distribución proteínica en la dieta		Distribución proteínica en la dieta		Distribución ponderal en la dieta		Ganancia de peso *	Eficiencia proteínica
	Granillo de trigo	Harina de ajonjolí	Granillo de trigo %	Harina de ajonjolí %	Granillo de trigo g	Harina de ajonjolí g		
10.6	100	0	10.60	----	52.60	----	49 ± 4.2**	1.91 ± 0.09**
12.7	80	20	10.16	2.54	42.10	10.00	48 ± 4.0	1.62 ± 0.09
12.0	60	40	7.20	4.80	31.60	20.00	50 ± 2.6	1.68 ± 0.05
11.8	50	50	5.90	5.90	26.30	25.00	52 ± 3.3	1.68 ± 0.08
11.5	40	60	4.60	6.90	21.00	30.00	46 ± 4.8	1.65 ± 0.11
11.5	20	80	2.30	9.20	10.50	40.00	38 ± 3.4	1.44 ± 0.07
12.5	0	100	----	12.50	-----	50.00	33 ± 2.07	1.39 ± 0.08

* Peso inicial: 47 gramos.

** Error Estándar.

ejercen aportando una mayor cantidad de proteínas a la dieta, ya que como lo indican los valores del PER, no se obtiene ninguna mejoría en cuanto a calidad proteínica. Este efecto también puede apreciarse en los animales alimentados con las dietas que contenían una mayor cantidad de proteínas provenientes del gluten de trigo y de la harina de soya, respectivamente.

Los resultados que se obtuvieron al usarse harina de algodón como suplemento también pueden explicarse en base a su contenido de aminoácidos. Ello es factible, puesto que es un hecho de conocimiento general que este concentrado proteínico es deficiente en lisina, metionina y posiblemente en treonina (11), y según se señaló antes, el granillo de trigo oscuro también es deficiente en estos dos últimos aminoácidos.

El mayor incremento ponderal que acusaron los grupos de ratas suplementadas con levadura torula, no pueden explicarse tan solo a partir de un mayor contenido proteínico en las dietas, ya que en este caso, hasta con el agregado del suplemento al nivel de 8% se observó un aumento en la eficiencia proteínica. Bien puede ser que este incremento sea reflejo de un mejor balance global de los aminoácidos en las dietas y no el resultado de la corrección de la deficiencia, puesto que el aporte de metionina de la torula sería muy bajo, siendo este concentrado deficiente, en primer grado, en este aminoácido (12).

Los hallazgos referentes a los estudios de complementación proteínica pueden interpretarse en base al beneficio mutuo que las proteínas adquieren a través de la corrección de sus deficiencias en aminoácidos, así como porque a través de esta medida se logra un mejor balance total.

Los resultados de complementar las proteínas del granillo de trigo oscuro con las de la harina de semilla de algodón, indican que la falta de complementación entre estas proteínas se debe en parte a la deficiencia común de metionina de que adolecen las dos proteínas estudiadas.

En el caso de la complementación con harina de soya, la tendencia hacia un mayor incremento ponderal a medida que la soya sustituye el granillo, que se observó durante el estudio, puede haberse debido a un mejor balance de aminoácidos resultante de las combinaciones proteínicas, en comparación con el que acusan una y otra proteína consideradas individualmente.

Es posible también que esa mejoría se haya debido a que la deficiencia de metionina en el granillo de trigo sea de mayor magnitud que en la harina de soya. Esto explicaría el efecto benéfico que se observó al remplazar el granillo de trigo por la harina de soya.

La falta de complementación con la harina de ajonjolí completa —a pesar de ser ésta buena fuente de metionina (6, 13)— se debe posiblemente a que el ajonjolí se usó con su contenido total de grasa, lo que en términos de porcentaje del material, se traduce en una menor cantidad de metionina.

Además de que en este estudio se utilizaron como base dos métodos de evaluación proteínica ya conocidos (7), es de interés tener en cuenta que este índice puede ser influenciado por el patrón de aminoácidos resultante de la combinación de dos proteínas o más. Por otra parte, este patrón puede estar regido no solo por el grado de deficiencia del aminoácido o aminoácidos limitantes, sino también por el balance global de éstos entre las proteínas que se desea suplementar o complementar. Ello explica ciertas discrepancias que se observaron al lograr un efecto complementario positivo en calidad proteínica entre dos proteínas que adolecen de la deficiencia común de un aminoácido, pero en cuya asociación se llega a un punto en el que se alcanza un mejor balance global de aminoácidos que en las proteínas a nivel individual.

Los resultados obtenidos en el trabajo aquí descrito, así como en estudios anteriores (1, 14), sugieren que desde el punto de vista nutricional, el granillo de trigo oscuro constituye un material apropiado para la suplementación de los cereales, en los que, por lo general, la lisina es el aminoácido que ocupa el primer lugar como deficiente (15-17), siempre y cuando el material sea estandarizado en su procesamiento industrial. Por otro lado, desde el ángulo económico, la utilización de este subproducto de la molienda de trigo sería ventajosa, ya que su precio en el mercado compara favorablemente con el del maíz. Finalmente, con base en estos estudios podrían formularse raciones para animales, las que ayudarían a que los hallazgos de estos trabajos materializasen, traduciéndose en logros positivos en el campo práctico.

SUMMARY

Protein Value of By-Products of the Wheat Industry
II. Complementation and Supplementation of Wheat-Shorts with
Protein Concentrates

The present report summarizes biological studies on the nutritive value of wheat-shorts, supplemented or complemented with the following protein concentrates: fish protein concentrate, cottonseed, soybean and sesame flours, as well as Torula yeast.

The results of the studies where wheat-shorts were supplemented with increasing levels of fish protein concentrate, soybean and cottonseed flours, and Torula yeast, revealed an improvement in utilizable protein. These findings were interpreted to mean that the improvement in quality of the wheat-shorts was due to an increase in total dietary protein.

The results of protein complementation suggested a beneficial association in nutritive value between dark wheat-shorts and soybean flour. No improvement was observed when wheat-shorts were complemented with cottonseed nor with sesame flours. These findings were interpreted in terms of the limiting amino acids in the respective proteins, as well as in terms of the availability of the amino acids.

From the results of the supplementation and complementation studies carried out with proteins considered to be adequate or good sources of lysine, it was concluded that wheat-shorts could be good supplements for cereal grains.

BIBLIOGRAFIA

1. Elías, L. G. & R. Bressani. Valor proteínico de los subproductos de la industria del trigo. I. Composición química y suplementación del granillo de trigo con amino-ácidos. Arch. Latinoamer. Nutr., 20: 403-414, 1970.
2. Elías, L. G. & R. Bressani. Uso de recursos alimenticios centroamericanos para el fomento de la industria animal. V. Composición química de algunos subproductos derivados de la industria de los cereales: trigo, arroz y maíz. Turrialba, 20: 166-170, 1970.
3. Association of Official Agricultural Chemists. Official Methods of Analysis of the Association of Official Agricultural Chemists. 10th ed. Washington, D. C., The Association, 1965.
4. 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.
5. Manna, L. & S. M. Hauge. A possible relationship of vitamin B₁₃ to orotic acid. J. Biol. Chem., 202: 91-96, 1953.
6. Almquist, H. J. & C. R. Grau. Mutual supplementary effect of the proteins of soybean and sesame meals. Poultry Sci., 23: 341-343, 1944.
7. 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 & G. F. Stewart (Eds.) New York, Academic Press Ins., 1968, p. 1-103.

8. Carpenter, K. J. The estimation of available lysine in animal protein foods. *Biochem. J.*, 77: 604-610, 1960.
9. Smith, R. E. & H. M. Scott. Biological evaluation of fish meal proteins as sources of amino acids for the growing chick. *Poultry Sci.*, 44: 394-400, 1965.
10. Braham, J. E., L. G. Elías, S. de Zaghi & R. Bressani. Effect of protein level and duration of test on carcass composition, net protein utilization (NPU) and on protein efficiency ratio (PER). *Nutr. Dieta*, 9: 99-111, 1967.
11. Elías, L. G. & R. Bressani. Amino acid and protein supplementation of defatted cottonseed flour. *Arch. Latinoamer. Nutr.*, 21: 149-167, 1971.
12. Elías, L. G. & R. Bressani. Valor nutritivo de la proteína de la levadura torula y como complemento de concentrados proteicos. *Arch. Latinoamer. Nutr.*, 20: 135-149, 1970.
13. Grau, C. R. & H. J. Almquist. Sesame protein in chick diets. *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.*, 57: 187-189, 1944.
14. Cane, N. A. G., J. D. Summers, S. J. Slinger & G. C. Ashton. The nutritional value of wheat milling by-products for the growing chick. II. Evaluation of protein. *Cereal Chem.*, 42: 533-538, 1965.
15. Elías, L. G., R. Jarquín, R. Bressani & C. Albertazzi. Suplementación del arroz con concentrados proteicos. *Arch. Latinoamer. Nutr.*, 18: 27-38, 1968.
16. Bressani, R., L. G. Elías & J. E. Braham. Suplementación con aminoácidos, del maíz y de la tortilla. *Arch. Latinoamer. Nutr.*, 18: 123-134, 1968.
17. Bressani, R. & L. G. Elías. Suplementación de la avena con aminoácidos. *Arch. Latinoamer. Nutr.*, 17: 149-163, 1967.
18. Orr, M. L. & B. K. Watt. Amino acid content of foods. Washington, D. C., U. S. Department of Agriculture, 1957, 41 p. (Home Economics Research Report N° 4).
19. Bressani, R., L. G. Elías, S. de Zaghi, L. Mosovich & F. Viteri. The protein quality of cottonseed protein concentrate prepared by two industrial processes. *J. Agric. Food Chem.*, 14: 493-496, 1966.
20. Hepburn, F. N., W. K. Calhoun & W. B. Bradley. The distribution of the amino acids of wheat in commercial mill products. *Cereal Chem.*, 37: 749-755, 1960.

Composición química, contenido aminoacídico y calidad biológica del maíz opaco-2¹

ENRIQUE YÁÑEZ^{2, 3}, SUSANA GUIJUELOS⁴, DIGNA BALLESTER⁵
y FERNANDO MONCKEBERG⁶

Departamento de Nutrición y Tecnología de los Alimentos, Universidad de Chile,
Sede Santiago Sur, Casilla 5370, Santiago 3, Chile

RESUMEN

Se determinó la composición química y aminoacídica, contenido energético y calidad proteica de maíz normal y tres muestras de maíz opaco-2. El análisis químico reveló un contenido similar de proteína en todas las muestras analizadas. Las muestras de maíz opaco-2 mostraron una mayor proporción de fósforo y menor de calcio y hierro que el normal. La proteína del endosperma del maíz opaco-2 mostró un padrón aminoacídico más equilibrado siendo su contenido de lisina 53% superior al normal. El ensayo de calidad biológica reveló que las variedades opacas presentan una Eficiencia Proteica que varió entre 2.36 y 2.81 comparado con 1.52 obtenida con maíz normal. La digestibilidad fue similar en todas las muestras analizadas alcanzando un valor promedio de 79. De los resultados obtenidos se destaca la importancia de impulsar y fomentar el cultivo de maíz opaco-2 en nuestro país lo que incidiría en una real mejoría de la dieta, especialmente de aves y cerdos.

¹ Presentado a la II Reunión Científica de la SLAN, Viña del Mar, Chile Diciembre 1970.

² Departamento de Nutrición y Tecnología de los Alimentos, Universidad de Chile, Sede Santiago Sur.

³ Profesor de Química Orgánica, Facultad de Agronomía, Universidad de Chile.

⁴ Parte de los datos que aquí se presentan fueron obtenidos por la Srta. Guijuelos durante la elaboración de su trabajo de tesis para obtener el título de Químico-Farmacéutico de la Facultad de Química y Farmacia, Universidad de Chile.

⁵ Profesora de Nutrición de la Facultad de Química y Farmacia de la Universidad de Chile.

⁶ Director del Laboratorio de Investigaciones Pediátricas, Universidad de Chile.

Recibido: 11-7-1972.

INTRODUCCION

El maíz constituye la base de la alimentación de vastos conglomerados humanos por cuanto debido a su alto consumo, es una buena fuente de nitrógeno, carbohidratos y lípidos. La proteína del maíz está formada principalmente por zeína que carece casi por completo de lisina y triptofano y en consecuencia es incapaz de promover adecuadamente el crecimiento de animales jóvenes (1). Sin embargo, la introducción del gene mutante opaco-2 ha causado un cambio importante en el balance aminoacídico de la proteína del maíz. En esta variedad mutante se ha logrado reducir notablemente el contenido de zeína del endosperma y aumentar el de glutelina que es más rica en lisina y triptofano (2).

Estudios nutricionales con maíz opaco-2 han demostrado su superioridad sobre el común en ratas (3), cerdos (4), pollos (5) y humanos (6) (7). Estos resultados han interesado a investigadores e industriales en el desarrollo y producción de la variedad opaco-2 por la importancia que tiene en la alimentación animal y humana. En Chile, se están realizando ensayos experimentales de este híbrido a fin de difundir su cultivo. Por ello hemos realizado la presente investigación en la que se ha determinado la composición química, composición aminoacídica y calidad biológica de la proteína en muestras de maíz opaco-2 cultivado en nuestro país.

MATERIALES Y METODOS

Materiales

Se analizaron tres muestras de maíz opaco-2: una proveniente del Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Estación Experimental La Platina y dos provenientes de una industria privada, Tracy Maíz Híbrido y Cía. Ltda. Como control se utilizó una muestra de maíz normal proveniente de un pool de muestras obtenidas en el comercio.

Métodos

Las muestras se molieron en un molino de martillos (Maximilian Fuch & Co., Austria tipo La. Hann. M.), usando mallas de 2 y 3 mm.

Análisis químicos

Se realizaron determinaciones de humedad, cenizas totales, extracto etéreo, nitrógeno y fibra cruda según A.O.A.C. (8). También se determinó calcio por permanganometría por el método descrito por Schmidt-Hebbel (9), fósforo por determinación espectrofotométrica según Tausky y Shorr (10), hierro por espectrofotométrica con α , α -dipiridilo (9). El extracto no nitrogenado se calculó por diferencia. El contenido energético se determinó en una bomba calorimétrica Parr (Parr Instruments Co., Inc. Moline, Ill., U.S.A.).

Análisis aminoacídico. Se determinó solamente en la muestra de maíz opaco-2 procedente de La Platina y en el maíz normal. El análisis se efectuó en el endospermo del grano obtenido según la técnica utilizada por el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT). Una muestra equivalente a unos 50 mg de proteína se hidrolizó a 110° durante 22 horas con HCl 6N de acuerdo al procedimiento descrito por Kohler y Palter (11). El análisis cromatográfico se realizó en un analizador de aminoácidos Hitachi Perkin-Elmer (Modelo KLA-3B) de acuerdo al procedimiento de Spackmann, Stein y Moore (12). No se determinó triptofano.

Análisis biológico

Razón de Eficiencia Proteica (PER). Se determinó en ratas albinas de ambos sexos de 23 días de edad de acuerdo al procedimiento de Chapman et al. (13). La Tabla 1 muestra la composición de las dietas experimentales.

Digestibilidad de la proteína. Es el porcentaje de nitrógeno ingerido que es absorbido por el animal. El nitrógeno fecal se determinó en cada rata analizando el N excretado en las heces durante el período experimental y se calculó aplicando la siguiente fórmula:

$$\text{Digestibilidad} = \frac{I - F}{I} \times 100$$

en que I = nitrógeno ingerido y F = nitrógeno fecal.

RESULTADOS Y COMENTARIOS

Los resultados del análisis químico de las cuatro muestras de maíz analizadas se presentan en la Tabla 2. El maíz normal presenta una composición química que concuerda en general

TABLE N° 1
COMPOSICION DE LAS DIETAS EXPERIMENTALES (g/100g)

	Dietas	
	1, 2, 3, 4	5
Maíz	90	-
Caseína*	-	11.5
Almidón de maíz	-	68.5
Mezcla mineral USP XIV	4	4.0
Vitaminas (13)	1	1.0
Aceite de maíz	5	10.0
Celulosa no nutritiva*	-	5.0

* General Biochemicals, Chagrin Falls, Ohio, U.S.A.

con los datos de la literatura nacional (14) y extranjera (15). Las variedades híbridas analizadas muestran una estrecha semejanza en su composición química y a su vez no difieren apreciablemente del maíz normal.

El contenido de proteína de las variedades mutantes mostró un discreto aumento con relación a la muestra de maíz normal analizado; sin embargo, dichos valores son inferiores al comunicado por Cromwell et al. para maíz opaco (16). Análogamente, se observó una tendencia en las variedades opacas a un mayor contenido de fibra cruda y de cenizas totales.

El contenido de calcio y hierro fue inferior en las tres variedades opacas, especialmente en las Tracy; en cambio todas ellas contenían más fósforo que el maíz común, característica que es más acentuada en las variedades Tracy. El contenido energético fue similar en todas las variedades analizadas, siendo superior al comunicado para maíces normales y opaco-2 debido posiblemente a que nuestras muestras presentan una mayor proporción de extracto etéreo y un menor contenido de fibra.

El análisis aminoacídico del endosperma de maíz se presenta en la Tabla 3. El maíz opaco analizado contiene mayor proporción de lisina y treonina, pero menor proporción de leucina y

TABLA N° 2
COMPOSICION QUIMICA DE MAIZ COMUN Y DE TRES MUESTRAS
DE MAIZ OPACO-2

	opaco-2			
	Normal	Platina	Tracy 1	Tracy 2
	%	%	%	%
Materia seca	89.1	88.0	85.6	85.4
Proteína cruda (Nx6.25)	9.2	11.0	10.8	10.9
Extracto etéreo	6.0	6.3	6.1	5.7
Fibra cruda	2.4	2.8	3.0	2.8
Cenizas	1.4	1.9	1.8	1.8
Calcio (mg/100g)	36	29	18	24
Fósforo (mg/100g)	391	428	545	538
Hierro (mg/100g)	7.3	5.4	3.3	3.4
Extracto libre de nitrógeno	81.0	78.0	78.3	78.8
Energía (Cal /100g)	461	451	462	461

aminoácidos azufrados que el maíz normal. El contenido de lisina de la variedad mutante es 53% mayor, lo que se traduce en un aumento del cómputo proteínico de 45 a 62. Nuestros valores para maíz opaco-2 difieren en forma apreciable de los de Mertz y cols. (1) quienes han comunicado valores de 3.39 y 4.7 g de lisina por 100g de proteína. Cabe señalar que nuestro maíz opaco-2 contiene 22% menos de leucina que el normal. Esto produce una mejoría de la relación leucina: isoleucina que corrige el antagonismo natural existente en el maíz normal que ha sido descrito ampliamente por Harper (17).

La calidad biológica de la proteína del maíz se muestra en la Tabla 4. La Eficiencia Proteica del maíz normal fue baja, PER 1,52 y corrobora lo señalado por diferentes autores (3) (14). Este resultado se debe a la deficiencia de algunos aminoácidos esenciales principalmente lisina como lo ha demostrado el análisis aminoacídico.

TABLA Nº 3
COMPOSICION AMINOACIDICA DEL ENDOSPERMO DEL MAIZ OPA-
CO-2 Y DEL MAIZ COMUN EN COMPARACION CON VALORES HA-
LLADOS EN LA LITERATURA (g/100 g proteína) ^{1 2}

	Normal	Opaco-2	Opaco-2 (17)	Opaco-2 (1)
Arginina	3.5	4.7	5.1	5.2
Histidina	1.7	1.3	3.4	3.2
Lisina	1.7	2.6	3.4	3.7
Tirosina	2.0	2.8	4.7	3.9
Fenilalanina	5.4	4.9	5.0	4.9
Cistina	1.9	1.1	2.4	0.9
Metionina	1.8	1.8	2.0	1.8
Serina	4.8	4.0	5.0	4.8
Treonina	3.5	4.2	3.9	3.7
Leucina	14.0	10.9	11.6	11.6
Isoleucina	4.4	4.3	3.9	3.9
Valina	5.2	5.5	5.0	5.3
Acido glutámico	20.8	18.4	19.1	19.8
Acido aspártico	6.6	10.8	8.5	10.8
Glicina	3.2	3.9	4.0	4.7
Alanina	7.9	6.2	7.0	7.2
Prolina	12.5	11.2	9.4	8.6

¹ No se determinó triptofano

² La segunda columna corresponde a la muestra de "La Platina".

Las variedades mutantes presentan una calidad proteica superior a la del normal, siendo las variedades Tracy semejantes a la caseína. Las causas de este valor de Eficiencia Proteica pueden deberse a una mejoría general del padrón aminoácido de las variedades mutantes, especialmente del contenido de lisina que como ya se ha señalado mejoró su cómputo

TABLA N° 4
EFICIENCIA PROTEICA (PER) Y DIGESTIBILIDAD DEL MAIZ COMUN Y DE LAS MUESTRAS
DE MAIZ OPACO-2

	Ingesta (g)	Aumento peso (g)	PER	Digestibilidad (%)
Maíz normal	225 ± 7.9°	27 ± 2.6°	1.52 ± 0.09°	78 ± 0.75°
Opaco-2				
La Platina	337 ± 20.4	76 ± 6.8	2.36 ± 0.09	81 ± 0.83
Opaco-2 Tracy 1	307 ± 7.3	67 ± 7.3	2.67 ± 0.09	80 ± 0.95
Opaco-2 Tracy 2	308 ± 10.2	67 ± 2.9	2.81 ± 0.08	79 ± 0.75
Caseña	311 ± 9.5	81 ± 5.0	2.61 ± 0.08	97 ± 0.50

° Error standard

proteínico y finalmente en una disminución de la relación leucina: isoleucina, debido al menor contenido del primero de estos aminoácidos.

La mejor calidad biológica de los maíces opacos queda también claramente demostrada por las diferencias en crecimiento de los animales alimentados con las dietas a base de los distintos híbridos.

Los valores de Eficiencia Proteica son muy similares a los obtenidos por Bressani (3) en experiencias en ratas con maíz opaco, aunque en este caso el crecimiento fue ostensiblemente mayor debido a una mayor ingesta.

Los valores de digestibilidad no dieron diferencias entre maíz normal y variedades mutantes, resultados que concuerdan con los de Mertz y cols. (16) quienes concluyen que la digestibilidad no es un factor determinante de la capacidad promotora del crecimiento del maíz opaco-2.

SUMMARY

Chemical composition, amino acid content and biological quality of opaque-2 corn.

Chemical and amino acid composition, gross energy value and protein quality of common corn and three samples of opaque-2 corn were determined. The chemical analysis revealed a similar protein content in all of them. The opaque-2 corn samples showed a greater proportion content of phosphorus and less of calcium and iron than the normal. The endosperm protein of opaque-2 corn showed a better balanced amino acid pattern due mainly to its 53% higher lysine content than the control. The biological quality assay demonstrated that the opaque-2 varieties protein efficiency ratio ranged from 2.36 to 2.81 as compared with 1.52 obtained from common corn. The digestibility was similar in all of the samples analyzed reaching a mean value of 79%.

The results obtained show the importance of stimulating and augmenting the cultivation of opaque-2 corn in Chile which could result in a substantial improvement especially in the diet of poultry and swine.

BIBLIOGRAFIA

1. Mertz, E. T., O. E. Nelson, L. S. Bates and O. A. Veron Better protein quality in maize. In: World protein resources p. 228-242. Advances in Chemistry Series, R. F. Gould, Editor. American Chemical Society, Washington, D. C. 1966.
2. Johnson, V. A., P. J. Mattern and J. W. Schmidt. The breeding of wheat and maize with improved nutritional value. *Proc. Nutr. Soc.*, 29: 20-31, 1970.

3. Bressani, R., L. G. Elías and R. A. Gómez-Brenes. Protein quality of opaque-2 corn. Evaluation in rats. *J. Nutr.* 97: 173-180, 1969.
4. Cromwell, G. L., R. A. Pickett, T. R. Cline and W. M. Beeson. Nitrogen balance and growth studies of pigs fed opaque-2 and normal corn. *J. Animal Sci.*, 28: 478-483, 1969.
5. Drews, J. E., N. W. Moody, V. W. Hays, V. C. Speer and R. C. Ewan. Nutritional value of opaque-2 corn for young chicks and pigs. *J. Nutr.* 97: 537-541, 1969.
6. Bressani, R. Protein quality of opaque-2 maize in children. Proc. High-lysine corn. Conf. Corn Ind. Res. Found., Inc., 1001 Conn. Ave., Washington D. C., pp 34-39, 1966.
7. Clark, H. E. Opaque-2 corn as a source of protein for adult human subjects. Proc. High-lysine Corn Conf. Corn Ind. Res. Found., Inc. 1001 Conn. Ave., Washington D. C. pp 40-44, 1966.
8. Association of Official Agricultural Chemists. *Official Methods of Analysis* 10th ed. Washington D. C. 1965.
9. Schmidt-Hebbel, H. En: *Química y Tecnología de los Alimentos*, 1966. Editorial Salesiana, Santiago, Chile, 1966.
10. Tausky, H. and E. Shorr. A micromethod for the determination of inorganic phosphorus. *J. Biol. Chem.*, 202: 675-685, 1953.
11. Kohler, G. O., and R. Palter. Studies on methods for amino acid analysis of wheat products. *Anal. Chem.*, 44: 512-520, 1967.
12. Spackmann, D. H., W. H. Stein and S. Moore. Automatic recording apparatus for use in the chromatography of amino acids. *Anal. Chem.*, 30: 1190-1206, 1958.
13. Chapman, D. G., R. Castillo and J. A. Campbell. Evaluation of protein in foods. I. A method for determination of protein efficiency ratio. *Can. J. Biochem. Physiol.*, 37: 679-686, 1959.
14. Schmidt-Hebbel, H. En: *Tabla de composición química de alimentos*. Edit. Universitaria, S. A. Santiago, Chile, 1961.
15. Beeson, W. M., R. A. Pickett, E. T. Mertz, G. L. Cromwell and O. E. Nelson. Nutritional value of high lysine corn. A report on research with growing swine as well as rats. *Feedstuff* 38: 7-8, 1966.
16. Cromwell, G. L., J. C. Rogler, W. R. Featherston and T. R. Cline. A comparison of the nutritive value of opaque-2, floury-2 and normal corn for the chick. *Poultry Sci.* 47: 840-847, 1968.
17. Harper, A. E. In: *Mammalian protein metabolism*. H. N. Munro and J. B. Allison, ed., p. 125 Academic Press. 1964.

Efeito do nitrogênio, fósforo e potássio na produção e valor nutritivo do feijão (*Phaseolus vulgaris L*)

NELSON DE SOUZA*, JOSÉ RICARDO MACHADO*,
JULIO NAKAGAWA*, JOSÉ ERNESTO DOS SANTOS** e
JOSÉ EDUARDO DUTRA DE OLIVEIRA**

RESUMO

Em solo, classificado como Latosol Vermelho Amarelo fase arenosa, cuja análise química revelou ser muito pobre em nitrogênio, fósforo e potássio realizou-se um ensaio fatorial 3³ de produção e estudo do valor nutritivo do feijão (*Phaseolus vulgaris L*). As doses de fertilizantes utilizadas foram: 0-40-80; 0-60-120 e o 0-40-80 Kg/ha, respectivamente para nitrogênio, fósforo e potássio.

Os resultados obtidos demonstraram no que diz respeito à produção, uma resposta significativa para a adubação com nitrogênio. Esse efeito teve um comportamento linear. Para o caso do fósforo, obteve-se também uma resposta significativa, porém, neste caso a análise de regressão mostrou significância ao nível linear e quadrático. Não se observou nenhum efeito dos tratamentos com interações e nem da adubação com potássio isoladamente.

No que diz respeito ao valor nutritivo dos feijões determinou-se o teor de N₂ e o CUP a um nível de 10% de proteína. A concentração proteica variou de 18,5g% a 23,8g%. Com relação ao efeito dos fertilizantes no valor nutritivo observou-se um efeito favorável em algumas combinações, havendo uma interação tripla dos três elementos estudados.

A procura de novas fontes de proteínas de boa qualidade e, em quantidade suficiente para cobrir o deficit proteico demonstrado em diversas partes do mundo, tem sido a preocupação constante de muitos centros de investigação nestes últimos anos (1), (2).

(*) Faculdade de Ciências Médicas e Biológicas de Botucatu.

(**) Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto - Universidade de São Paulo - USP.
Recibido: 17-4-1972.

Essas fontes proteicas, para atingirem as suas finalidades, devem atender aos requisitos de serem de boa qualidade, produzidas em grande quantidade, de baixo custo e aceitáveis pela população. Entretanto, em que pese o grande número de produtos dessa natureza que foram desenvolvidos nesses últimos anos, todos eles de comprovado valor nutritivo, a desnutrição como um problema de saúde pública, continua tão grave como antes.

Esse fracasso, na grande maioria das vezes foi justificado pelo fato de que essas novas fontes proteicas, não são alimentos convencionais e não estão integradas nos hábitos e costumes alimentares das populações as quais se destinam.

Assim, novos estudos, tendentes a aumentar a disponibilidade e o valor nutritivo das fontes proteicas convencionais, já consumidas pelas populações, se apresentam como uma nova forma de combater a desnutrição.

Dessa maneira, várias pesquisas, procurando aumentar a produtividade de fontes proteicas convencionais através de melhoramentos genéticos ou de um emprêgo mais racional de fertilizantes tem sido realizados (3), (4), (5). Esses trabalhos em sua grande maioria não correlacionam êsse aumento em produção com o valor nutritivo do alimento produzido.

No Brasil, o feijão está perfeitamente integrado no cardápio diário da maioria da população e participa em determinadas regiões com mais de 60% da proteína da dieta.

O objetivo do presente trabalho é determinar o efeito de vários níveis de nitrogênio, potássio e fósforo na produtividade e no valor nutritivo do feijão.

MATERIAL E MÉTODO

A experiência constou de um esquema fatorial 3^3 para Nitrogênio, Fósforo e Potássio em blocos ao acaso, com 3 repetições.

Empregou-se doses de 0-40-80 Kg/ha de nitrogênio, como sulfato de amônio, 0-60-120 Kg/ha de P_2O_5 , como superfosfato triplo e 0-40-80 Kg/ha de K_2O como cloreto de potássio.

O fósforo e o potássio foram aplicados na ocasião do plantio, em sulcos, situados 5 cm ao lado e abaixo das sementes. O nitrogênio foi totalmente empregado em cobertura, 10 dias após a emergência das plantas.

Uma amostra composta, de solo, do local do experimento foi tirada de acôrdo com os métodos descritos por Catani et al (6) para posterior análise.

Os canteiros constaram de 5 fileiras de 5m de comprimento, com espaçamento de 40 cm, sendo aproveitadas sómente as três fileiras centrais, correspondentes a uma área de 4,8m². Nas fileiras, as covas ficaram distanciadas de 20 cm e cada uma recebeu 2 a 3 sementes de feijão, variedade bico de ouro, não se fazendo desbaste. O ensaio foi instalado no início de outubro de 1969 no Município de São Manuel em solo Latosol-Amarelo fase arenosa, segundo a classificação da comissão de solos (7).

Durante o ensaio, o tempo transcorreu sem anormalidades não se verificando também problemas fito-sanitários.

A colheita foi efetuada pelo processo comum, arrancando-se as plantas quando estavam quase sem fôlhas e com vagens maduras ou secas, o que ocorreu próximo aos 90 dias após o plantio.

Depois de secas em terreiro, as plantas foram batidas, determinando-se, então, o peso das sementes.

A seguir foi feito a mistura das 3 repetições, resultando em 27 amostras correspondentes aos 27 tratamentos.

Essas amostras, numeradas ao acaso de 1 a 27 foram estudadas quanto ao seu valor nutritivo, não se conhecendo previamente a que tratamento correspondia.

A fim de serem eliminados os fatores termolabeis do feijão, as mostras foram deixadas de molho em água, na proporção de dois volumes de água para um feijão por 12 horas. A seguir, autoclavadas a 120°C e 16 libras de pressão por 15 minutos, procedendo-se à secagem em estufa a uma temperatura não superior a 60°C, conforme método recomendado por Bressani et al (2).

Uma vêz sêco, êsse feijão foi moído a mais ou menos 60 mesh. Em tôdas as amostras o nitrogênio total foi determinado pelo método de Kjeldhal.

O valor nutritivo do feijão correspondente aos diferentes tratamentos, foi estudado através da determinação do Coeficiente de Utilização Proteica (CUP) (8) em ratos machos recém desmamados. Foram utilizados 6 ratos brancos, tipo Wistar, da Colonia F. C. M. B. B., para cada tratamento. Os animais foram colocados em gaiolas individuais, dotadas de fundo de tela, para evitar coprofagia e receberam durante 28 dias

uma dieta cuja proteina a um nível de 10% era fornecida exclusivamente através do feijão. Integrava também a dieta, 4% de mistura salina (9), 1% de mistura de vitamina (10), 5% de óleo de algodão e 1% de óleo de fígado de bacalhau. Para completar os cem por cento utilizou-se amido de milho.

Esses ratos recebiam água e dieta ad-libitum e tiveram seu peso e o consumo de alimentos anotados semanalmente durante 4 semanas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 1 encontram-se as características químicas do solo, mostrando que se trata de solo levemente ácido, pobre em matéria orgânica, fósforo solúvel e potássio trocável e com valores aceitáveis de cálcio e magnésio.

Na tabela 2, encontram-se os dados de produção. Podemos observar que as maiores produções foram alcançadas nos tratamentos que incluíam os três elementos considerados. Individualmente o fósforo apresentou efeito maior. Ainda nesta tabela podemos verificar as porcentagens de proteina correspondentes a cada tratamento. A maior concentração proteica encontrada correspondeu ao feijão produzido no solo em que apenas se administrou nitrogênio e potasio na proporção de 60 e 80 kg/ha respectivamente, seguida pelo tratamento que recebeu somente fósforo.

TABELA Nº 1
RESULTADOS DA ANÁLISE DO SOLO, DE UMA AMOSTRA COMPOSTA, UTILIZADO PARA O ENSAIO DE ADUBAÇÃO DO FEIJOEIRO (1)

Localização do Município	pH	Mo**	m. Eq/100 g de T.F.S.A.*					
			FO ₄₋₃	Al + 3	H+	K+	Ca+2	Mg+2
Fazenda Experimental da FCMBB	6,2	0,40	0,03	-	2,72	0,06	2,32	0,64
Município de São Manuel (SP)								

(1) Análise efetuada no Laboratório do Departamento de Agrotecnia e Biologia da FCMBB.

* Terra fina seca ao ar

** Matéria orgânica

TABELA Nº 2
PRODUÇÃO DE SEMENTES EM Kg/ha e PORCENTAGEM DE PROTEÍNA, OBTIDOS EM EXPERIÊNCIAS DE ADUBAÇÃO NA QUAL FOI ESTUDADO UM ESQUEMA FATORIAL 3³ E DOSES DE 0-40-80 Ka/ha DE N, 0-60-120 Ka/ha de P₂O₅ e 0-40-80 Kg/ de K₂ O (1)

Tratamento N P K	Produção Kg/ha	Proteína g%	Tratamento N P K	Produção Kg/ha	Proteína g%	Tratamento N P K	Produção Kg/ha	Proteína g%
0 0 0	585	22,0	1 0 0	740	19,0	2 0 0	872	19,7
0 1 0	1760	23,3	1 1 0	1320	19,5	2 1 0	2044	19,4
0 2 0	1707	22,1	1 2 0	2243	19,6	2 2 0	1927	19,9
0 0 1	633	19,7	1 0 1	662	19,0	2 0 1	811	18,8
0 0 2	727	20,9	1 0 2	762	23,8	2 0 2	1248	19,4
0 1 1	2238	21,0	1 1 1	1922	20,8	2 1 1	2125	21,2
0 2 2	1525	21,1	1 2 2	1904	21,0	2 2 2	2283	20,8
0 1 2	1456	18,5	1 1 2	1886	18,5	2 2 1	2142	20,8
0 2 1	1857	21,1	1 2 1	2075	20,6	2 1 2	2180	20,3

(1) Adubos usados: sulfato de Amônio, Superfosfato Triple e Cloreto de Potássio.

TABELA Nº 3

GANHO DE PÊSO EM GRAMAS E COEFICIENTE DE UTILIZAÇÃO PROTEICA (CUP) DE RATOS ALIMENTADOS COM DIETA DE FEIJÃO OBTIDOS ATRAVÉS DE UM ESQUEMA FATORIAL 3³ DE NITROGÊNIO, POTÁSSIO E FÓSFORO

Tratamento N P K	Ganho de Pê- so em g.	CUP (1)	Tratamento N P K	Ganho de - Pêso em g.	CUP (1)	Tratamento N P K	Ganho de pêso em g.	CUP (1)
0 0 0	14,75	1,22	1 0 0	24,75	1,13	2 0 0	28,50	1,54
0 1 0	18,00	1,29	1 1 0	- 6,75	-	2 1 0	17,75	1,02
0 2 0	-10,25	-	1 2 0	- 8,75	-	2 2 0	17,00	1,24
0 0 1	19,25	1,34	1 0 1	35,25	1,44	2 0 1	17,25	1,00
0 0 2	15,50	1,07	1 0 2	17,00	1,29	2 0 2	21,00	1,12
0 1 1	16,25	0,95	1 1 1	- 8,25	-	2 1 1	27,00	1,53
0 2 2	12,00	0,94	1 2 2	13,00	1,07	2 2 2	26,00	1,46
0 1 2	22,25	1,09	1 1 2	43,25	1,56	2 2 1	35,75	1,56
0 2 1	24,00	1,45	1 2 1	6,75	0,60	2 1 2	23,25	1,55

$$(1) \text{ CUP} = \frac{\text{Proteína consumida (g)}}{\text{Ganho de Pêso (g)}}$$

Não foi encontrada relação entre produção e concentração proteica. Os tratamentos que produzirão maior quantidade de proteína por hectare corresponderam ao solo adubado com 120 Kg/ha de nitrogênio acrescentando de potássio e fósforo indistintamente nas doses 1 e 2. Estes mesmos tratamentos corresponderam aos maiores Coeficientes de Utilização Proteica encontrados.

Os dados da tabela 3 mostram que quando não se adicionou fósforo ao solo a produção média de feijão foi de apenas 261 Kg/ha, ao passo que nos tratamentos em que se empregou a dose de 60 Kg/ha desse elemento a produção chegou a 627 Kg/ha, aumentando para 654 com a dose de 120 Kg/ha.

Embora menor que o do fósforo, o efeito do nitrogênio (sulfato de amônio) também foi apreciável. As respostas às doses de 40 Kg/ha e 80 Kg/ha corresponderam respectivamente a um aumento de produção de 38 e 117 Kg/ha ou 8,2% e 25,3% em relação aos tratamentos sem nitrogênio.

O aumento proporcionado pelas doses de 40 e 80 Kg/ha de potássio em relação aos tratamentos controles foi respectivamente 9,6% e 5,7%.

A análise estatística mostrou efeito significativo, do nitrogênio e do fósforo quando empregados isoladamente, não se verificando nenhuma interação significativa. Não foi constatado efeito significativo para o potássio.

A análise de regressão mostrou por sua vez, para o nitrogênio um efeito linear e para o fósforo um efeito linear quadrático.

Esses resultados concordam com aqueles apresentados nos trabalhos de Miyasaka et al (3), (4) e demonstraram a possibilidade de se aproveitar solos de baixa fertilidade, devendo-se principalmente dar atenção ao nitrogênio e ao fósforo.

Os resultados do ganho de peso e do Coeficiente de Utilização Proteica dos ratos alimentados com a feijão proveniente das 27 tratamentos são apresentados na tabela 4. Podemos observar uma grande variação em peso com valores que vão desde uma perda de 10,25 g a um aumento de 43,25 g correspondentes respectivamente aos tratamentos $N_0P_2K_0$ e $N_1P_1K_2$.

Esses tratamentos corresponderam também ao pior e ao melhor Coeficiente de Utilização Proteica.

As médias de produção, de ganho de peso e de Coeficiente de Utilização Proteica apresentadas na tabela 3, mostraram com relação ao ganho de peso um efeito para o nitrogênio apenas ao nível de 80 Kg/ha. Para o fósforo observou-se uma diminuição na média de ganho de peso a medida que aumentavam as doses desse elemento. Um resultado contrário foi observado com relação ao potássio em que doses crescentes desse elemento corresponderam a um maior ganho de peso.

TABELA Nº 4

MÉDIAS DE PRODUÇÃO, GANHO DE PÊSO E COEFICIENTE DE UTILIZAÇÃO PROTEICA OBTIDOS EM EXPERIÊNCIA DE ADUBAÇÃO, PRODUTIVIDADE VALOR NUTRITIVO DO FEIJÃO EM UM ESQUEMA FATORIAL 3^o DE NITROGENIO, FÓSFORO E POTÁSSIO

<u>Médias Produção Kg/ha</u>						
No	462	Po	261	Ko	498	CV* = 21,6
N ₁	500	P ₁	627	K ₁	536	
N ₂	579	P ₂	654	K ₂	517	
<u>Médias Ganho de Peso g.</u>						
No	14,64	Po	21,48	Ko	10,56	CV* = 26,6
N ₁	12,92	P ₁	16,98	K ₁	19,25	
N ₂	23,73	P ₂	12,84	K ₂	21,48	
<u>Médias CUP</u>						
No	0,86	Po	1,24	Ko	0,43	CV* = 29,8
N ₁	0,42	P ₁	0,09	K ₁	0,95	
N ₂	0,34	P ₂	0,06	K ₂	1,24	

(*) Coeficiente de Variação.

Verificou-se também que doses crescentes de nitrogênio e fósforo corresponderam a uma diminuição no Coeficiente de Utilização Proteica. Já para o potássio observou-se um aumento neste Coeficiente a medida em que se aumentavam as doses.

Em quatro tratamentos os ratos perderam pêso, sendo que todos receberam uma adubação em fósforo.

A análise estatística, mostrou entretanto haver tanto para o ganho de pêso como para o Coeficiente de Utilização Proteica uma interação tripla do nitrogênio do potássio e do fósforo o que vale dizer de que para cada dose de um desses elementos, deverá corresponder uma concentração ideal dos outros dois.

Como tôdas as amostras de feijão estudadas foram previamente submetidas ao mesmo tratamento térmico, que de acôrdo com trabalhos de Bressani et al (11) é suficiente para destruir todos os fatores tóxicos existentes no feijão sem alterar o seu valor nutritivo, as diferenças em pêso e CUP encontradas, não terão como responsáveis essas substâncias normalmente presente nos feijões em seu estado cru.

Trabalhos realizados por Bressani et al (12) estudando a composição em aminoácidos de várias amostras de feijão (*Phaseolus vulgaris L*) encontrados na América Central, demonstraram uma ampla variação tanto no total proteico como na composição percentual de vários de seus aminoácidos. Em tôdas as amostras estudadas, a metionina foi sempre o aminoácido mais limitante apresentando concentrações que variavam em mais de 100% de uma amostra para outra.

Em nosso estudo é provável que o efeito interativo do nitrogênio, potássio e fósforo, no ganho de pêso e CUP, seja um reflexo de alterações na composição de aminoácidos das várias amostras de feijão estudados, principalmente no que diz respeito a metionina, o que por sua vez poderá estar relacionado com a composição química do solo.

Por outro lado a possibilidade de ter havido uma melhora na digestibilidade desses feijões que normalmente é baixa também deve ser considerada.

Diante de tais resultados e levando-se em consideração que se trata de uma pesquisa de grande importancia, principalmente para os países onde uma maior disponibilidade de proteína de boas qualidade é requerida, outros estudos utilizando delineamentos mais simples e com possibilidades de dar maiores detalhes deverão ser realizados.

SUMMARY

Effect of nitrogen, phosphorus and potassium on the yield and nutritive value of beans (*Phaseolus vulgaris* L)

The experiment was carried in yellow dark latosol, sandy phase soil (São Manoel, SP., Brazil) poor in N, P and K. A 3³ factorial essay was used with the dosis of 0-40-80, 0-60-120 and 0-40-80 Kg/ha. of N., P. and K respectively.

The cropped beans were weighed, autoclaved and its nutritive value determined in rats using the PER technique at a level of 10% protein.

Results indicate a significant increase in yield with 40 Kg/ha of nitrogen and with 60 and 120 Kg/ha of phosphorus, being higher in the first of the two combinations. Potassium alone or in combination had no effect on yield.

Total protein values varied between 18.5 and 23.8g%. The higher PER was obtained with 40-60-80 Kg/ha of NPK and the lower PER with 120 Kg/ha of potassium alone.

There was no correlation between yield and nutritive value.

BIBLIOGRAFIA

1. Bressani, R., and L. G. Elias. Processed vegetable protein mixture for human consumption. *Advances Food Res.*, 16: 1-103, 1968.
2. Bressani, R., L. G. Elias, A. Aguirre and N. S. Scrimshaw. All-vegetable protein mixture for human feeding. III. The development of INCAP - Vegetable Mixture Nine. *J. Nutr.* 74: 201-208, 1961.
3. Miyasaka, S., E. S. Freire, T. Igue, N. S. Schmidt e N. Leite Adubação mineral do feijoeiro V. Efeito de N-P-K-S e de uma mistura de micronutrientes, em dois solos do Vale do Paraíba - *Bragantia* 25: 307-316, 1966.
4. Miyasaka, S., E. S. Freire, H. A. A. Mascarenhas, A. Pettinelli e T. Igue. Adubação mineral do feijoeiro. VIII - Efeito de N-P-K- e de uma mistura de micronutrientes, em novas experiências conduzidas em Tatui e Tiete. *Bragantia*, 25: 393-405, 1966.
5. Miyasaka, S., T. Igue, e E. S. Freire. Adubação do feijoeiro em solos derivados do arenito Bauru. *Bragantia*, 24: 231-245, 1965.
6. Catani, R. A., J. R. Gallo e H. Gargantini. Amostragens de solo, métodos de análise, interpretação e indicações gerais para fins de fertilidade. Instituto Agronômico, 1955, 29p. (Boletim N° 69).
7. Comissão de Solos, Serviço Nacional de Pesquisa Agronômica. Levantamento dos solos do Estado de São Paulo, Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura, 634 p., 1960 (Boletim N° 12).
8. Campbell, J. A. Methodology of protein evaluation. A critical appraisal of methods for evaluation of protein in food. Beirut - Lebanon - American University of Beirut - Publ. 21, 1963, 104 p.
9. Hegsted, D. M., R. C. Mills, C. A. Elveljem and E. B. Hort. Choline in the nutrition of chicks. *J. Biol. Chem.* 138: 459-466, 1941.
10. Manna, L. and S. M. Hauge. A possible relationship of vitamin B₁₃ to orotic acid. *J. Biol. Chem.* 202: 91-96, 1953.

11. Bressani, R.; A. T. Valente and C. E. Tejada. All vegetable protein mixture for human feeding. VI. The value of combinations of lime treated corn and cooked black beans. *J. Food. Sci.*, 27: 394-400, 1962.
12. Bressani, R. J. Mendes y N. S. Scrimshaw. Valor nutritivo de los frijoles Centro Americanos. III Variaciones en el contenido de proteínas, metionina, triptofano, tiamina, riboflavina y niacina de muestras de *Phaseolus vulgaris* cultivadas en Costa Rica, El Salvador y Honduras. *Arch. Venez. Nutr.* 10: 71-84, 1960.

Constantes físicas e químicas dos extratos etéreos de alguns peixes brasileiros

LUIZ A. DE ARRUDA CAMARGO*, WILSON J. YASAKA E SEIZI OGA
Departamento de Fisiologia e Farmacologia do Instituto de Ciências Biomédicas da
Universidade de São Paulo, Brasil.

RESUMO

Os autores estudaram as características físico-químicas dos extratos etéreos de alguns peixes brasileiros. Determinaram-se o ponto de fusão e índices de: acidez, iôdo, saponificação e refração, complementando com o teor de umidade e extrato etéreo, nas seguintes espécies de peixes de água-doce: *Leporinus copelandi* (piava), *Salminus maxillosus* (dourado), *Pimelodus clarias* (mandiua), *Prochilodus scrofa* (corimbatã) e *Leporinus piapara* (piapara). Das espécies analisadas a piava e a mandiua apresentaram maiores porcentagens de lipídeos: $(11,22 \pm 0,99)\%$ e $(14,88 \pm 0,99)\%$ respectivamente. O índice de acidez apresentou-se bastante elevado no corimbatã e dourado. O índice de saponificação foi praticamente igual em todas as espécies, podendo-se equiparar com os de outras espécies de peixes marinhos e de água doce. O ponto de fusão e índice de iôdo indicam que este peixes apresentam grande teor de ácidos graxos saturados.

INTRODUÇÃO

Os lipídeos, além do seu grande valor energético, servem como transportadores de vitaminas lipossolúveis e também como fornecedores de ácidos graxos essenciais.

A proporção de gordura nos alimentos naturais é variável, porém, de maneira geral, os animais oferecem maiores proporções que os vegetais, e entre os primeiros, os peixes constituem importantes fontes. Sendo os peixes e outros animais aquáticos fontes alimentares de capital importância para inúmeros

(*) Departamento de Ciências Fisiológicas da Faculdade de Farmácia e Odontologia de Araraquara, S. Paulo, Brasil.

Recibido: 2-3-1972.

grupos populacionais, a determinação das propriedades físicas e químicas dos óleos desses animais é fundamental para um melhor conhecimento do seu valor nutritivo. Os lipídeos são constituídos por uma mistura de vários glicerídeos, cuja proporção varia conforme a sua origem, e a sua identificação pode ser feita baseada nas suas propriedades físicas e químicas (17).

A finalidade do presente trabalho é a determinação de propriedades físico-químicas dos extratos etéreos obtidos de algumas espécies de peixes do rio Mogi-Guaçu, Estado de São Paulo.

MATERIAL E MÉTODOS

Peixes utilizados

As espécies estudadas foram: *Leporinus copelandi* (piava), *Salminus maxillosus* (dourado), *Pimelodus clarias* (mandiua), *Prochilodus scrofa* (corimbatá) e *Leporinus piapara* (piapara).

Foram utilizados 30 animais, sendo 6 de cada espécie e de cada animal foram preparadas três amostras para os ensaios. Os animais foram colhidos no rio Mogi-Guaçu, entre os municípios de Rincão e Ribeirão Preto, no período de junho a outubro.

QUADRO Nº 1
AS ESPÉCIES UTILIZADAS E RESPECTIVOS PESOS MÉDIOS

Nome vulgar	Nome científico	peso médio (gramas)
Piava	<i>Leporinus copelandi</i>	700 ± 50
Dourado	<i>Salminus maxillosus</i>	3.500 ± 200
Mandiua	<i>Pimelodus clarias</i>	550 ± 40
Corimbatá	<i>Prochilodus scrofa</i>	2.300 ± 150
Piapara	<i>Leporinus piapara</i>	1.800 ± 200

Todos os animais foram trazidos vivos ao laboratório e sacrificados alguns minutos antes da experiência.

Métodos empregados

Umidade

Os exemplares foram inicialmente submetidos à limpeza e retirado o "filé", o qual era homogeneizado e desidratado em

estufa a 105°C, conforme a técnica preconizada em normas analíticas do INSTITUTO ADOLFO LUTZ (7), para a determinação da umidade.

Extração dos lipídeos

O material desidratado foi submetido à extração contínua durante 12 horas, utilizando o éter etílico (8); a seguir, a camada etérea foi evaporada sob corrente de ar aquecido, obtendo-se assim o extrato etéreo (ou fração lipídica), no qual foram determinados o ponto de fusão e os seguintes índices: acidez, saponificação, iodo e refração.

Ponto de fusão

O extrato etéreo foi introduzido em tubos capilares e mantido à temperatura de 0°C durante o período de 12 horas e então foi realizado o aquecimento gradativo até completa fusão dos lipídeos (15).

Índice de saponificação

O índice de saponificação foi determinado após refluxo de 30 minutos com solução alcoólica de hidróxido de potássio a 4% e titulado com HCl 0,5N, conforme método A.O.A.C. (14).

Índice de iodo

A insaturação relativa foi determinada pelo MÉTODO DE HUBL (10), utilizando solução de iodo e bicloreto de mercúrio e titulado com tiossulfato de sódio 0,1N.

Índice de acidez

Os ácidos graxos livres foram determinados por titulação com hidróxido de sódio 0,1N, utilizando como indicador a fenolftaleína (9).

Índice de refração

O índice de refração foi determinado pelo REFRACTÓMETRO DE ABBEY à temperatura de 40°C, segundo técnica citada em A.O.A.C. (16).

RESULTADOS

Umidades e lipídeos

A maior porcentagem de umidade foi evidenciada no co-

rimbatá com $(78,07 \pm 0,82)\%$ e a menor porcentagem na mandiua com $(64,03 \pm 2,21)\%$, sendo que valores intermediários apresentaram a piapara com $(72,88 \pm 0,76)\%$, o dourado com $(72,33 \pm 1,65)\%$ e a piava com $(70,88 \pm 0,76)\%$ (Fig. 1).

Os maiores teores de extrato etéreo foram obtidos da mandiua e da piava com $(14,88 \pm 3,65)\%$ e $(11,22 \pm 0,99)\%$ respectivamente e o menor teor, do corimbatá com $(2,79 \pm 0,27)\%$; os valores intermediários foram apresentados pelo dourado com $(6,49 \pm 0,91)\%$ e pela piapara com $(6,18 \pm 0,33)\%$ (Fig. 1).

Ponto de fusão

Os pontos de fusão dos extratos etéreos variaram de 34°C a 43°C , correspondentes aos de dourado e de piapara, respectivamente. Os extratos etéreos dos demais, apresentaram os seguintes valores: piava 41°C , mandiua 40°C , e corimbatá 38°C (Quadro 2).

Índice de saponificação

A variação do índice de saponificação, entre as espécies estudadas, foi pequena. O maior índice foi observado na piapara com $188,48 \pm 26,23$, seguida pela piava, corimbatá, mandiua e dourado, respectivamente com os valores: $176,11 \pm 10,76$; $164,08 \pm 9,97$; $161,63 \pm 6,26$ e $147,52 \pm 13,76$ (Fig. 2).

Índice de iôdo

O índice de iôdo determinado nos extratos etéreos de 6 espécies de peixes apresentou pequena variação. Seus valores foram: mandiua $82,91 \pm 0,58$; corimbatá $80,58 \pm 2,62$; piapara $79,27 \pm 3,05$; dourado $77,82 \pm 0,51$ e piava $67,51 \pm 2,24$ (Fig. 3).

Índice de acidez

O maior valor do índice de acidez foi observado no corimbatá com $7,80 \pm 0,18$ e o menor na mandiua com $3,03 \pm 0,21$. Apresentaram valores intermediários o dourado $6,48 \pm 1,45$, a piava $4,54 \pm 0,57$ e a piapara $3,94 \pm 0,22$ (Fig. 4).

Índice de refração

O índice de refração apresentou valores aproximadamente iguais em todas as espécies analisadas, tendo como valores mínimos, 1,4595 a 1,4633, observados na piava e os máximos, 1,4639 a 1,4666, no corimbatá (Quadro 3).

QUADRO N° 2
PONTOS DE FUSÃO DOS EXTRATOS ETÉREOS OBTIDOS DE 6 ES-
ESPÉCIES DE PEIXES. CADA VALOR REPRESENTA A MÉDIA \pm S. E.
DE 18 LEITURAS EFETUADAS EM AMOSTRAS CORRESPONDENTES
A 6 ANIMAIS DA MESMA ESPÉCIE

Peixes	Pontos de fusão ($^{\circ}$ C)
Piava	41 \pm 1
Piapara	43 \pm 1
Dourado	34 \pm 1
Corimbatá	38 \pm 1
Mandiuva	40 \pm 1

QUADRO N° 3
INDICES DE REFRAÇÃO DOS EXTRATOS ETÉREOS OBTIDOS DE 6
ESPÉCIES DE PEIXES. CADA VALOR REPRESENTA A MÉDIA \pm S. E.
DE 18 LEITURAS EFETUADAS EM AMOSTRAS CORRESPONDENTES
6 ANIMAIS DA MESMA ESPÉCIE

Peixes	Índice de refração
Piava	1,4595 a 1,4633
Piapara	1,4612 a 1,4639
Dourado	1,4621 a 1,4658
Corimbatá	1,4639 a 1,4666
Mandiuva	1,4616 a 1,4636

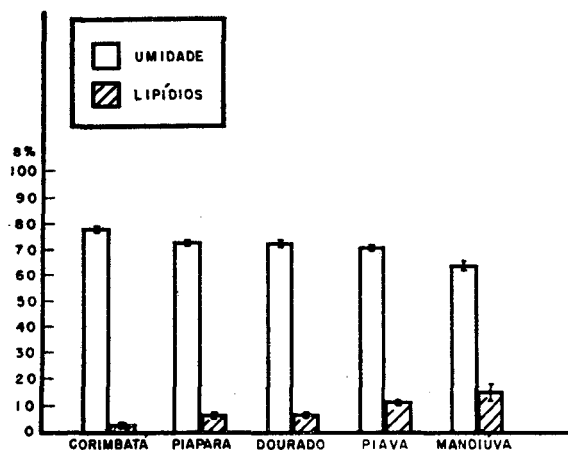


Figura 1.—O teor de umidade e lipídeos expresso em g/100g do material fresco. Cada valor representa a média \pm S. E. de 18 leituras efetuadas em amostras obtidas de 6 animais.

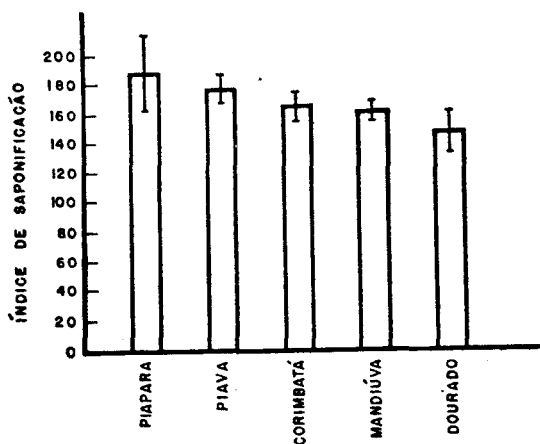


Figura 2.—Índices de saponificação dos extratos etéreos obtidos de 6 espécies de peixes. Cada valor representa a média \pm S. E. de 18 leituras efetuadas em amostras referentes a 6 animais da mesma espécie.

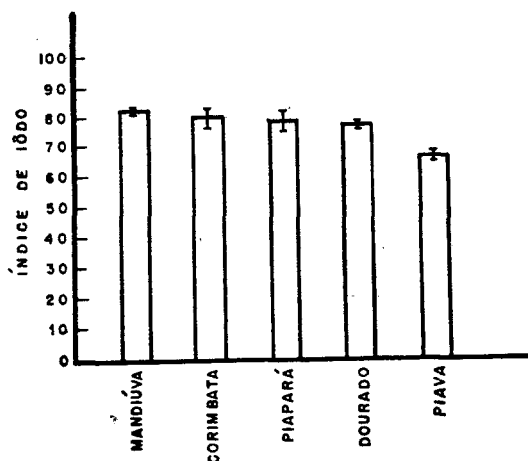


Figura 3.—Índices de iôdo dos extratos etéreos obtidos de 6 espécies de peixes. Cada valor representa a média \pm S. E. de 18 leituras efetuadas em amostras correspondentes a 6 animais da mesma espécie.

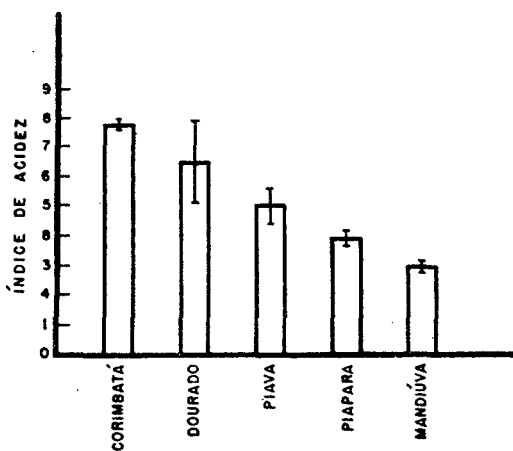


Figura 4.—Índices de acidez dos extratos etéreos obtidos de 6 espécies de peixes. Cada valor representa a média \pm S. E. de 18 leituras em amostras correspondentes a 6 animais da mesma espécie.

DISCUSSÃO

Os resultados obtidos evidenciam uma relação inversa entre a umidade e a quantidade de lipídeos (Fig. 1). O corimbatá apresentou maior porcentagem de umidade e menor porcentagem de extrato etéreo. Inversamente, a mandiua, "peixe de couro", apresentou maior porcentagem de extrato etéreo e menor de umidade.

Os "peixes de escama" parecem apresentar, de um modo geral, menor teor de lipídeos e entre os peixes de escama estudados a piava apresentou maior porcentagem de extrato etéreo.

Camargo e Belda Neto, em estudo efetuado com *Tilapia melanopleura* (tilápia) (3), encontraram valores de umidade e extrato etéreo semelhantes aos de corimbatá.

O índice de saponificação apresentou variações relativamente pequenas entre as espécies analisadas. Os nossos resultados comparados com os de outros pesquisadores (1 e 2), demonstram haver uma semelhança entre os peixes marinhos e os de água-doce, no que concerne à quantidade de ácidos graxos de baixo peso molecular.

Com relação ao índice de acidez, valores relativamente altos foram constatados com corimbatá e dourado. Os índices de acidez obtidos de mandiua, piava e piapara equiparam-se aos de outras espécies de peixes marinhos ou de água-doce.

O índice de iôdo apresentou variações a 67,51 a 82,90, indicando a presença de elevado teor de ácidos graxos saturados; aliás, este fato é confirmado pelos dados referentes aos pontos de fusão, que se apresentaram relativamente altos.

Os índices de iôdo por nós obtidos são baixos em relação aos de alguns peixes marinhos (1,5 e 6), entretanto, é interessante observar que são equiparáveis aos de alguns óleos vegetais, como o de oliva (12), amendoim (13) e rícino (4).

Quanto ao índice de refração, a variação foi pequena entre as espécies estudadas; seus valores são semelhantes aos de peixes marinhos (11).

CONCLUSÕES

1. Das espécies analisadas, a mandiua e a piava apresentam maiores quantidades de lipídeos, seguidos pelo corimbatá, dourado e pela piapara.

2. O corimbatá e o dourado apresentam índices de acidez relativamente altos.

3. O número de saponificação é praticamente igual em todas as espécies.

4. O ponto de fusão e o índice de iodo indicam que estes peixes apresentam um elevado teor de ácidos graxos saturados no seu extrato etéreo. Os índices de iodo são baixos em relação aos de alguns peixes marinhos.

5. Os índices de refração são aproximadamente iguais em todas as espécies.

SUMMARY

Physical and Chemical Properties of Ethereal Extracts from some Brazilian fresh water fishes

The authors studied the physical and chemical properties of ethereal extracts from the Brazilian fishes: *Leporinus copelandi* (piava), *Salminus maxillosus* (dourado), *Pimelodus clarias* (mandiua), *Prochilodus scrofa* (corimbatá) and *Leporinus piapara* (piapara), found in the Mogi-Guacu River, Sao Paulo.

The degree of humidity and the lipid content were established and, then the refractive index, the melting temperature and the acid, saponification and iodine values were measured.

The mandiua and the piava presented the greatest lipid contents, 14.88% and 11.22% respectively.

A relatively high acid value was observed in both corimbatá and dourado.

The saponification and the refractive index showed small variation among the five species, their values being approximately the same of those of other river and sea fishes.

The high melting temperature and the low iodine value indicate the presence of large amounts of saturated fatty acids.

BIBLIOGRAFIA

1. Bailey, B. E.,; Carter, N. M. & Swain, L. A. Marine Oils. Fisheries Research Board of Canada. Ottawa, 1952. Apud Bailey's Industrial Oil and Fat Products; N. York, Interscience, 1964, p. 232-233.
2. Brandt, K.; Whale Oil: An Economic Analisis. Food Research Institute. Stanford University, 1940. Apud Bailey's Industrial Oil and Fat Products; N. York, Interscience, 1964, p. 232-233.
3. Camargo, L. A. A. & Belda Neto, F. M. Aspectos Químicos Bromatológicos de *Tilápia Melanopleura*, Dumeril 1859. Rev. Fac. Farm. Odont. Araraquara, 3 (2): 259-265, 1969.
4. Farmacopéia dos Estados Unidos do Brasil, 2ª ed., São Paulo, Indústria Gráfica Siqueira, 1959, p. 614.

5. Ito, Y.; Sanches, L. & Silva, D. R. Seasonal Variation of the chemical composition of Sardine. *Cont. ções Inst. Oceanogr. Univ. S. Paulo, Ser. Tecnologia*, 6: 1-3, 1968.
6. Ito, Y. & Watanabe, K. Variations in chemical composition in the fillet of "corvina" and "Pescada-Foguete". *Cont. ções Inst. Oceanogr. Univ. S. Paul, Ser. Tecnologia*, 5: 1-6, 1968
7. São Paulo - Instituto Adolfo Lutz. Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. Métodos Químicos e Físicos para análise de Alimentos. São Paulo, 1967, 1 p. 12.
8. Idem, ibidem, p. 30-31.
9. Idem, ibidem, p. 169-170.
10. Idem, ibidem, p. 174-175.
11. Swern, D. *Bailey's Industrial Oil and Fat Products*; N. York, Interscience, 1964, p. 236-240.
12. *United States Pharmacopeia*, 17^ª ed. N. York, 1965; p. 424.
13. Idem, ibidem, p. 442.
14. *Washington Association of Official Agricultural Chemists; Official Methods of Analysis of the Association of Official Agricultural Chemists*, 1965 p. 414-415.
15. Idem, ibidem, p. 416.
16. Idem, ibidem, p. 420-421.
17. West, E. S.; Todd, W. R.; Mason, H. S. & Buggem, R. *Bioquímica Médica*, México, Ed. Interamericana S. A.; 1969. p. 110-111.

CARTAS AL EDITOR

Iron absorption from skim milk enriched with iron glycerophosphate *

Gentlemen:

A program aimed at the prevention of protein deficiency in pre-school children has been carried out by the Venezuelan National Institute of Nutrition since 1958 (1). Each child enrolled in this program is administered a daily dose of 60 g of dehydrated skim milk enriched with vitamins and minerals, dissolved in 250 ml of water. This product, referred to as "P.L." contains the following nutrients per 60 g of product:

Protein	16.2 g
Fat	0.5 g
Vitamin A	600 mcg retinol equivalents
Thiamine	0.75 mg
Riboflavin	1.26 mg
Niacin	7.01 mg
Vitamin B ₁₂	0.006 mg
Vitamin C	36.0 mg
Vitamin D	150 I. U.
Calcium	1.05 g
Phosphorus	0.74 g
Iron	7.37 mg
D. L-methionine	0.06 g
Food energy	213 kcal

P. L. is supplemented with iron in the form of glycerophosphate, a yellowish salt which, in the amount provided, neither

* The authors would like to thank Dr. Armando Machado, Medical consultant, and Miss Elisa Layrisse, Director of Colonia Hogar "Concepción Palacios" for their technical assistance.

changes the color of the powder nor modifies its taste. This iron salt has been used in the treatment of iron deficiency anemia for many years. Since phosphates inhibit iron absorption (2) we were interested in finding out the stability and the iron absorption value of this salt when it is mixed with skim milk. The results of a preliminary study are reported.

Radioisotope analysis of skim milk enriched with tagged iron glycerophosphate showed that this salt remains in solution for several days.

Tagged iron glycerophosphate with a specific activity of $2 \mu\text{Ci}/\mu\text{g}$ iron was mixed with a given amount of carrier salt and then mixed with iron free P. L. Nineteen children, aged 4 to 7 years, who resided at the nursing-home "Colonia Hogar Concepción Palacios" were studied. A dose of iron-free P.L. enriched with tagged ^{55}Fe -glycerophosphate (7 mg Fe) was administered in the morning after an overnight fast. Next day the children were given P.L., enriched this time with ^{59}Fe -labelled ferrous sulfate. Fifteen days later blood samples were taken and the subjects were then fed a reference dose of iron ascorbate (3 mg Fe) tagged with ^{59}Fe . Blood samples were again taken after 30 days. The hematological characteristics and the radioactivity were determined for each subject. The results of these studies are summarized in Table 1.

Absorption of iron glycerophosphate was slightly higher than that of ferrous sulfate; the mean absorption ratio was 1.23. The hemoglobin values, per cent of transferrin saturation, and absorption of a reference dose of iron ascorbate indicated that iron deficiency and iron deficiency anemia were present in only a few cases. Consequently, better absorption of this enriched milk can be expected in children with marked iron deficiency.

The daily physiological variations in iron absorption need to be taken into consideration when two simultaneous iron absorption tests are compared. In order to obtain more accurate results further experiment was carried out (Table 2) in which equal proportions of iron as glycerophosphate and sulfate tagged with different isotopes were administered with a single dose of P.L. in one meal to eleven adult subjects living in a rural community. The mean iron absorption from glycerophosphate and sulfate was 2.04 and 2.10% respectively. The mean ratio of ferric glycerophosphate to ferrous sulfate absorp-

TABLE N° 1
 IRON ABSORPTION FROM SKIM MILK ENRICHED WITH FERRIC
 GLYCEROPHOSPHATE

Identifi- cation	Age	Sex	Hb./ 100 ml.	Serum iron µg/100 ml	Trans- ferrin satura- tion (%)	Per cent of iron absorption		
						Skim milk enriched with	Iron glycer- phosphate (7 mg Fe) ⁵⁵ Fe	Ferrous sulfate (7 mg Fe) ⁵⁹ Fe
1) L.Q.	6	F	11.4	61	16	0.95	1.25	35.56
2) J.F.	6	F	12.5	64	21	1.06	1.12	22.49
3) M.A.M.	4	M	13.4	111	27	1.99	1.26	27.54
4) D.A.	6	M	11.6	56	16	2.50	2.96	16.14
5) D.J.V.	6	M	12.3	135	32	2.95	0.65	15.12
6) N.J.B.	5	M	12.5	72	18	3.79	3.96	20.23
7) W.J.S.	6	M	12.0	89	25	4.69	2.62	21.68
8) D.Ch.	7	F	12.5	49	11	5.13	4.41	38.52
9) R.J.V.	5	M	12.5	85	27	5.34	4.38	17.31
10) R.C.I.	4	F	11.7	86	22	5.53	3.74	31.98
11) D.P.	6	M	12.8	52	14	5.65	5.17	15.21
12) N.A.F.	4	F	12.5	30	7	6.06	6.94	31.35
13) P.D.P.	5	M	11.7	50	18	6.37	5.87	30.24
14) N.E.P.	6	F	13.0	63	15	8.12	11.56	41.14
15) J.J.S.	5	M	12.7	62	18	8.53	6.53	14.46
16) D.M.F.	5	F	11.9	105	28	10.01	8.27	53.48
17) I.M.M.	4	F	10.7	33	9	13.06	11.21	17.48
18) R.M.F.	4	F	12.5	56	17	13.80	9.87	39.51
19) E.M.Ch.	5	F	12.5	103	23	18.72	10.55	56.49
Mean						5.02	4.08	26.93
Limits 1 S.E.						(4.17 - 6.03)	(3.35 - 4.96)	(24.47-29.64)

TABLE Nº 2
ABSORPTION OF IRON GLYCEROPHOSPHATE AND FERROUS SULFATE
ADMINISTERED WITH SKIM MILK IN A MEAL

Identifi- cation	Age	Sex	Hb.g/ 100 ml.	Serum iron $\mu\text{g}/100$ ml.	Trans- ferrin satura- tion (%)	Per cent of iron absorption		
						Skim milk enriched with	Iron glyce- ro-phosphate (3.5 mgFe) ^{55}Fe	Ferrous- sulfate (3.5 mgFe) ^{59}Fe
1) L.P.	60	F	12.4	88	35	0.68	0.68	15.34
2) R.R.	62	M	12.8	111	28	0.62	0.73	22.76
3) J.E.A.	45	M	15.3	70	21	0.86	0.79	5.55
4) D.A.R.	23	M	16.3	201	52	1.16	1.26	4.81
5) M.U.	43	F	14.2	57	22	1.80	1.68	6.20
6) L.T.	36	F	13.0	136	36	1.90	1.79	5.25
7) D.S.	40	F	14.7	138	42	1.98	2.12	27.48
8) B.P.	60	F	12.0	63	15	4.90	4.65	22.79
9) J.P.R.	29	M	15.4	97	26	4.15	4.75	68.20
10) M.P.	32	M	14.3	88	25	5.94	6.62	28.02
11) B.L.	22	F	12.0	112	27	7.46	7.61	25.82
Mean						2.04	2.10	13.89
Limits 1 S.E.						1.56 - 2.66	1.60 - 2.75	10.61-18.19

tion was 0.95 with a standard error of only 0.04, indicating that iron utilization is similar when either one of these salts is administered with skim milk.

The subjects tested in the last experiment had better iron stores than those of the former; this is probably the main reason for the low absorption values observed.

If the absorption of ferrous sulfate in Table 2 is corrected to account for the differences found between the mean absorption of iron ascorbate in these two studies, the result is 4.07, which is the same as that found in the first experiment.

Milk ranks among the food products with the lowest iron content -0.1 to 0.3 mg per 100 ml. Its iron absorbability is also low: in six normal adult men the arithmetical mean was 3%, while in children below 5 years of age, whose iron stores were possibly reduced, it was 11% (3). Stekel (4) found 7% of iron absorption in children fed with lowfat milk enriched with 10 mg per liter of iron as ferrous sulfate. The present study shows a lower iron absorption than in Stekel's study, but iron concentration in the Venezuelan milk product is higher and the possibility exists that iron metabolic status of the groups studied was different.

Regarding the iron salt used in our study, Fritz et al (5) have shown in chicks that iron glycerophosphate is absorbed almost as well as ferrous sulfate.

The efficacy of the enriched skim milk (P.L.) in protecting children against protein deficiency was demonstrated by increases in height and weight of children receiving this food supplementation. The efficacy of its iron supplementation was also tested. It was found that in 28 children with marked anemia the mean hemoglobin value increased from 8.1 g % before supplementation started to 9.1 g% by the end of the second month and to 10.7 g% after six months of treatment (1).

These data seem to indicate that nutritional supplementation with P. L. is a good measure to prevent both protein and iron deficiency anemia in children.

Miguel Layrissa
Carlos Martínez-Torres
(Instituto Venezolano de
Investigaciones Científicas)
Caracas, Venezuela

Mauricio Ruphael Divo
Werner Jaffé
José Esteban Torres Suárez
(Instituto Nacional de
Nutrición)
Caracas, Venezuela

BIBLIOGRAPHY

1. Páez-Pumar, E., Liendo-Coll, P. and Ruphael-Divo, M.: Programa de protección al pre-escolar desnutrido con el suplemento nutricional "P.L." Instituto Nacional de Nutrición, Caracas, Venezuela. **Publicación N° 22.**
2. Botwell, T. H. and Finch, C. A.: **Iron Metabolism.** Little, Brown and Co., (Boston). 1962.
3. Schultz, J. and Smith, N. J.: Quantitative study of the absorption of food iron in infants and children. **Amer. J. Dis. Child.** 95:109-119, 1958.
4. Stekel, A.: Communication presented at Pan American Health Organization Meeting on "Food Fortification with Iron". Sao Paulo (Brasil), 1972.
5. Fritz, J. C., Pla, G. W., Roberts, T., Boehe, J. W. and Hove, E. L.: Biological availability in animals of iron from common dietary sources **Agr. Food Chem.** 18: 647-651, 1970.

BIBLIOGRAFIA LATINOAMERICANA

ARGENTINA

Anemias nutricionales.—F. G. Ojeda (Departamento de Hematología, Hospital de Niños, Córdoba). *Rev. Med. de Córdoba*, 60: 230-234, 1972.

Con arreglo a la definición de la OMS, respecto a anemia (cifra de hemoglobina), de los 81 desnutridos, 53 eran anémicos (65.4%), de los cuales el 75% eran ferropénicos. (Diagnosticados por el porcentaje de saturación de la transferrina) 23 referencias.

BRASIL

Ureic nitrogen/creatinine ratio in individuals with adequate and inadequate protein consumption. I. Salas Martins (Departamento de Nutrição da Faculdade de Saúde Pública de U. S. P.) *Rev. Saude publ.* 6: 115-123, 1972.

A study of ureic nitrogen/creatinine ratio in individuals of both sexes from 3 to 10 years, 11 to 15 years and over 15 years age groups, was carried out on sample of coastal populations from Vila de Icapara, Pontal do Ribeira and the city of Iguape, all of them located in south of the State of S. Paulo, Brazil. Adequate protein consumption of each family was calculated from the results of a nutrition survey using weighing procedure. Applying the X2 test X2; 0,05 a correlation of adequate family consumption and ureic nitrogen/creatinine ratio was encountered. 5 referencias.

Iron deficiency anaemia in populations of the Southern area of the State of S. Paulo, Brazil.—S. C. Szarfarc (Departamento de

Nutrição da Faculdade de Saúde Pública da U. S. P.) Rev. Saude Ppbl. 6: 125-133, 1972. A

A study of iron deficiency anaemia in seaside and mountain population of the southern area of the state S. Paulo, Brazil, was carried out. The towns studies were, Iguape, Pontal do Ribeira, Icapara, Apiai, Ribeira and Barra da Chapeu.

Studying the composition of foodstuff consumed a "per capita" average iron consumption was stablished for each town. Results showed that consumption of iron in Iguape was 9% of minimum needs. Pontal do Ribeira, 63%, Icapara, 81%, Apiai, 122%, Ribeira, 99% and Barra do Chapeu, 125%.

It was found that in most localities iron deficiency anaemia constitutes a public health problem. 8 referencias.

COLOMBIA

Planificación y organización de programas nacionales de nutrición.—J. M. Bengoa y R. Rueda-Williamson. *Bol. Ofic. Sanit. Panam.* 73: N° 5, 381-400, 1972.

La complejidad de los factores determinantes de la desnutrición exige la planificación de un programa nacional multisectorial coordinado en cada país, que responda a la formulación de una definida política nacional de alimentación y nutrición. Los diversos proyectos que constituyen este programa deberán ser ejecutados por los diferentes organismos sectoriales responsables del respectivo sector. El sector de la salud tiene responsabilidades muy definidas en la planificación y desarrollo de programas nacionales de alimentación y nutrición. 17 referencias.

Estudio sobre la fluoruración de la sal.—D. Restrepo G., G. M. Gillespie y H. Vélez (Departamento de Nutrición, Facultad de Medicina, Universidad de Antioquia, Colombia), Bol. Ofic. Sanit. Panam. 73: N° 5, 418-423, 1972.

En cuatro comunidades de Colombia se efectúa un programa de investigación clínica para investigar la factibilidad y efectividad de la adición de fluoruros a la sal de cocina como medida alternativa para prevenir la caries dental. Este artículo describe las razones, objetivos, metodología de esta medida de aplicación en masa, así como el posible impacto en la salud pública. 16 referencias.

Fluoruración de la sal. I Estudio censal y selección de la muestra.—D. Restrepo G., H. Vélez A., F. Espinal T. y N. Hernández A. (Departamento de Medicina Interna, Facultad de Medicina y Facultad de Odontología, Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia). Bol. Ofic. Sanit. Panam. 73: N° 5, 424-435, 1972.

El propósito de este estudio es determinar las posibilidades de la fluoruración de la sal común como método práctico de prevenir la caries dental en gran escala en cuatro comunidades colombianas. Los fines específicos son: a) determinar la eficacia de la sal como vehículo en los programas de fluoruración; b) comparar la eficacia del fluoruro de sodio con la del fluoruro de calcio como aditivos, y c) determinar los niveles óptimos de fluoruro. 10 referencias.

CUBA

Balace de aminoácidos: sus valores normales en nuestro medio. M. Amador, H. Pérez y E. Obregón. (Hospital Pediátrico Docente "William Soler", Ave. San Francisco 10112, Habana 8, Cuba) Rev. Cub. Ped. 44: 203-207, 1972.

Se determina la relación de aminoácidos no esenciales/ en 150 niños bien nutridos comprendidos entre 0 y 10 años de edad, mediante una modificación del método cromatográfico de Whitehead. Los valores obtenidos fueron de 1.04 ± 0.37 con un rango de 0.67-1.41 para ± 1 D. S. Se evidencia que estos valores son más bajos que los dados a conocer por otros autores extranjeros, hecho que puede atribuirse, bien a diferencias entre los métodos utilizados, o al hecho de que en los grupos de pacientes estudiados en países en desarrollo pudiera haber incluidas formas marginales de desnutrición proteicoalóricas no detectadas por la evaluación clinicoantropométrica. 12 referencias.

CHILE

Metas y estrategias de alimentación y nutrición para la década 1971-1980. Bol. Ofic. Sanit. Panam. 73: N° 5, 375-380, 1972.

Análisis de la situación de salud del Continente, efectuado en ocasión de la III Reunión Especial de Ministros de Salud de las Américas, celebrado en Santiago, Chile, del 2 al 9 de Octubre de 1972.

ECUADOR

Análisis químico y bacteriológico de las muestras de mantequilla que se consumen en la ciudad de Quito.—C. Dávila Saa y M. Lépez. Rev. Fac. Química y Farm. N° 17: 50-81, 1971.

Las mantequillas analizadas, tanto las de las fábricas como las de los expendios, poseen un alto porcentaje de contaminación bacteriana, especialmente en lo que respecta a los gérmenes del tipo colibacilar.

En los análisis realizados, las mantequillas que se expenden especialmente por libras, conservadas al aire libre, empacadas con papeles inadecuados, son las que mayores resultados de contaminación han presentado, y son las causantes de las graves infecciones que afectan a la salud del público consumidor.

Las mantequillas especialmente las no pasteurizadas que se consumen en Quito no están sometidas a ningún control eficaz, que regule y mantenga sus condiciones higiénico-sanitarias. Además están sometidas a fraudes que disminuyen su calidad, composición y valor nutricional.

En cuanto a los resultados químicos obtenidos en las pruebas realizadas, existe una pequeña variación de estos datos en relación a los valores límites permitidos por el Código Latinoamericano de Alimentos, lo que seguramente se debe a que hay diferentes factores que influyen directamente en la composición físico-química del mismo. 20 referencias.

MEXICO

Estudios de las algas comestibles del Valle de México.—M. M. Ortega (Dpto. de Ciencias del Mar y Limnología, Instituto de Biología, U. N. A. M.) Rev. Latinoamer. Microbiol. 14: 85-97, 1972.

Se exponen los antecedentes históricos del "tecuítlatl" o "cocolin" y "amomoxtle" que constituían un suplemento alimenticio humano en las épocas del florecimiento y esplendor de los pueblos del Anáhuac.

Se describe la evolución del gran Lago del Valle de México desde el Pleistoceno hasta nuestro días, y paralelamente la de este producto, así como la toponimia a que dió origen el "tecuítlatl" por su importancia económica.

Se presentan los resultados de las investigaciones en los mercados y los lagos actuales del Valle de México, así como la elaboración actual del "cocol" ("tecuítlatl").

Finalmente, se describen los componentes principales de estos productos: Cyanophyta *Phormidium tenue* (Menegh) Gomont y *Chroococcus turgidus* (Kuetz) Naegeli, especies reportadas por primera vez en México, y *Nostoc commune* Vaucher. 7 referencias.

PERU

Evaluación comparativa de características para deshidratados en seis variedades de cebolla blan-

ca (La Molina, 1968-1969).—G. Valdivia M. y M. Holle. (Departamento de Fitopatología, Estación Experimental Agrícola de La Molina, Aptdo. 2791, Lima, Perú). Invest. Agropec. Vol. II: 28-40, 1971.

Seis variedades de cebolla blanca, introducciones procedentes de Dessert Seed Co. El Centro California, se evaluaron comparativamente en sus características para el deshidratado.

Las características medidas fueron: Contenido de sólidos totales (en porcentaje), pungencia o carácter quemacérico (apreciada en memoles de ácido pirúvico/gr de cebolla), rendimientos de campo (Kg/Ha) e industrial bruto (Kg materia seca/Ha) y apreciación (en porcentaje).

La citada evaluación señala que Dehydrator N° 8 reúne condiciones deseables para el deshidratado: Alto contenido de sólidos totales (25.11% y fuerte pungencia (10.75 memoles de ácido pirúvico/gr de cebolla). Las demás variedades poseen algunas cualidades deseables, pero carecen de pungencia fuerte (10.50 memoles de ácido pirúvico/gr de cebolla), lo que no las califica completamente para el deshidratado. El rendimiento industrial bruto (Kg de materia seca/Ha) señala a Dehydrator N° 3 como la de mayor rendimiento, seguida en orden descendente por Imperial 48, White Mexican, Early Cristal 281, Dehydrator N° 8 y Dehydrator N° 6. Los resultados comparativos para esta última característica, en dos experimentos: Huaura, cosecha enero, 1967 y el presente caso. La Molina, cosecha enero 1969, indican que el comportamiento de las variedades ha sido distinto para ambas localidades a excepción de Dehydrator N° 8 que ocupó el mismo lugar. Estas diferencias pueden obedecer a diferentes grados de adaptación a dos medios ecológicos y agrológicos distintos. Los resultados del porcentaje de sólidos totales y pungencia, para ambos experimentos tuvieron un orden similar, pero fueron diferentes en las cifras absolutas. 6 referencias.

Digestibilidad de cogollo de caña fresca, ensilado normal y ensilado enriquecido.—H. Vidal D.

y F. López (Departamento de Ganadería y Forrajes de la Estación Experimental Agropecuaria de Lambayeque). Invest. Agropec. Vol. II: 41-45, 1971.

Diferentes formas de cogollo de caña (fresco colectado del campo, ensilado normal con pequeña cantidad de melaza, y ensilado enriquecido con úrea, soluble de pescado y melaza) y bagazo enriquecido con melaza, soluble de pescado y úrea, fueron evaluados mediante un ensayo de digestibilidad utilizando cuatro ovinos en un diseño de cuadrado latino 4 x 4 con periodo preliminar de 10 días de colección de 8 días. Determinaciones de humedad, grasa, proteína, cenizas y carbohidratos totales se efectuaron tanto en los alimentos como en las heces. Los coeficientes de digestibilidad de materia seca fueron de 65.5, 57.77, 60.3 y 56.4% en los cogollos frescos, ensilado normal, ensilado enriquecido y cogollo ensilado \pm bagazo respectivamente mostrando superioridad significativa ($P < .05$) del cogollo fresco sobre el resto. El contenido de nutrientes digestibles totales fue de 65.5, 45.6, 58.1 y 53.0% en los cogollos frescos, ensilado normal, ensilado enriquecido y ensilado \pm bagazo respectivamente; el cogollo fresco fue significativamente superior al resto, el cogollo enriquecido superó al ensilado normal y al ensilado \pm bagazo. No se encontraron diferencias significativas entre coeficientes de digestibilidad de la materia orgánica, de igual manera entre coeficientes de digestibilidad de grasa. El enriquecimiento del cogollo mejoró notablemente la digestibilidad de la proteína ya que el coeficiente obtenido (69.7%) fue estadísticamente superior a los otros (42.6, 36.2 y 47.6% en los cogollos frescos, ensilado normal y ensilado \pm bagazo respectivamente). La digestibilidad de los carbohidratos totales fue significativamente superior en el cogollo fresco en comparación al resto. 5 referencias.

Piruvicemia en niños escolares desnutridos de 7 a 9 años de edad.—J. Hurtado Smith (Departamento de Bioquímica y Fisiología, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima,

Perú). Rev. Fac. Química y Farm. N° 17: 82-89, 1971.

La tasa de piruvicemia disminuye gradualmente a medida que el niño aumenta en edad. La tasa de piruvicemia del niño es mayor que la del adulto. En los niños desnutridos la cifra de ácido pirúvico es mayor que en la de los niños aparentemente sanos. A medida que los enfermos desnutridos se van recuperando la tasa de piruvicemia tiende a ser normal. Las curvas ponderal y piruvicemia en los niños sanos son divergentes: a medida que aumenta en edad, el peso asciende y la piruvicemia disminuye. 12 referencias.

VENEZUELA

Efecto de la terapéutica con hierro-folato en la anemia nutricional de la embarazada. Comunicación preliminar.—R. A. Molina y M. Díez-Ewald (Hospital Chiquinquirá e Instituto de Investigación Clínica, Maracaibo, Venezuela). Invest. Clin. 13: N° 2, 44-57, 1972.

Se estudiaron 74 pacientes embarazadas divididas en tres grupos: 23 recibían 180 mg diarios de hierro como fumarato ferroso a partir del primer trimestre del embarazo, 33 recibieron la misma cantidad de hierro, más 2,5 mg diarios de ácido fólico, y 18 no tuvieron ningún tratamiento.

Al final del embarazo, se observó una mayor frecuencia de déficit nutricional y megaloblastosis en el grupo que no recibió tratamiento, pero también hubo alta frecuencia de megaloblastosis y déficit de folato en el grupo que recibió sólo hierro, siendo común la existencia de megaloblastosis en médula ósea, y altas cifras de hemoglobina. Estos resultados indican que la administración de hierro no es capaz de prevenir una hematopoyesis megaloblástica, así como el ácido fólico de la dieta de nuestras embarazadas no es suficiente para cubrir los requerimientos de la gestación, por lo que se recomienda la administración rutinaria de hierro y ácido fólico, como medida preventiva de la anemia nutricional del embarazo. 21 referencias.

LIBROS NUEVOS

World Review of Nutrition and Dietetics-Vol. 15.—Ed. G. H. Bourne (Atlanta, Ga.) S. Karger, AG. Basilea, 1972, 302 pág. \$31.95.

El decimoquinto de esta serie anual de artículos de revisión sobre temas de nutrición, presenta contribuciones sobre los siguientes temas:

Some Aspects of the Effects of Different Methods of Production and of Processing on the Nutritive Value of Food.
D. F. Hollingworth and P. E. Martin, London.

Nutrition and Brain Function.

R. Rajalakshmi and C. V. Ramakrishnan, Baroda.

Rickets in Developing Countries.

O. L. Oke, Ile-Ife.

Some Effects of Dietary Sucrose.

A. E. Bender and K. B. Damji, London.

Yam-A Valuable Source of Food and Drugs.

O. L. Oke, Ile-Ife.

Animal Disease as Contributors to Human Hunger. Problems of Control.

C. W. Schwabe and R. Ruppner, Davis, Calif.

Sulfur in Ruminant Nutrition.

P. D. Whanger, Corvallis, Oreg.

Field Trial of a Newly Developed Food for Prevention of Malnutrition.

J. E. Gordon and N. S. Scrimshaw, Cambridge, Mass.

La diversidad de los temas tratados es el principal atractivo de este volumen como los anteriores, aunque dificulta una revisión crítica y encierra el peligro de un tratamiento algo desigual de los distintos temas según la habilidad de los auto-

res respectivos. Se nota que algunas contribuciones se apoyan más en resultados propios y regionales en vez de brindar una visión general de la literatura mundial. El presente volumen al igual que los anteriores, es un valioso compendio de referencias sobre los temas tratados.

W. G. Jaffé

Consistency of Foodstuffs. Toshimara Sono.—Traducción del Japonés por: S. Matsumoto. D. Reidel Publ. Comp. Dordrecht, Hollanda 1972. FI 57.

El libro presenta un sumario interesante de estudios sobre la textura de un gran número de alimentos. El autor, un destacado reólogo japonés, presenta numerosas técnicas y resultados de trabajos efectuados principalmente en su país natal. Al mismo tiempo hay interesantes deducciones de la teoría de la ciencia de polímeros y de coloides que permiten ser aplicadas a las investigaciones de la textura y la estructura de ciertos alimentos.

El libro será de indudable valor para el técnico en alimentos aunque una descripción más detallada de algunas técnicas y una lista de firmas comerciales que suministran algunos de los equipos descritos, hubiera aumentado su valor práctico.

W. G. Jaffé

Manual on Feeding Infants and Young Children. For application in the developing areas of the world, with special reference to home-made weaning foods.—Margaret Cameron and Yngve Hofvander.—Prontein Advisory Group of the United Nations System. P. A. G. Document 1.14/26 1971, 239 pág.

El título algo largo de esta publicación describe adecuadamente su alcance. Escrito en términos sencillos, presenta una corta descripción del desarrollo normal de los niños hasta los 5 años, sus requerimientos nutricionales, la importancia de la lactancia, diagnóstico, prevención y tratamiento de las enfermedades diarreicas, prevención de la malnutrición, valor nutricional de los alimentos y su uso adecuado en la alimentación infantil con planes nutricionales concretos para las distintas edades y una lista de más de 100 fórmulas basadas en alimentos locales caseros, en su mayoría adaptados a las con-

diciones africanas. Estos se presentan con sus cálculos del valor calórico y en un anexo se encuentra una descripción sencilla para el cálculo del valor proteico NDp Cal%. En un breve capítulo del anexo se dan las instrucciones para la confección de ediciones de un manual similar para uso local en los distintos países con problemas nutricionales entre su población infantil.

Es de esperar que se encuentren grupos en América Latina, por ej. personal de las Escuelas de Nutrición y Dietética, que se dediquen a la tarea de traducir esta útil obra al castellano, adaptándola a las condiciones específicas de cada región.

W. G. Jaffé

Pflanzliche und Tierische Produktion in den Tropen und Subtropen (Producción Animal y Vegetal en los Trópicos y Subtrópicos).—P. von Blankenburg y H-D Cremer. Ed Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart 1971 1037 pág. DM 180.

En la presente obra se ofrece una revisión sobre las condiciones ecológicas y agronómicas de los trópicos con breves capítulos sobre cada uno de los productos vegetales de uso humano y, en una forma más general, también de las plantas forrajeras tropicales. En la segunda parte se describen los animales domésticos, se incluyen temas relativos a su mantenimiento e higiene y se dedica un capítulo a la pesquería.

Los capítulos finales tratan sobre almacenamiento, tecnología y transporte de los productos. No obstante con más de 50 colaboradores, especialistas cada uno en sus respectivos campos, se ha logrado una obra homogénea y completa, la cual presenta en forma condensada, una riqueza de datos valiosos relativos a la producción agro-pecuaria en los trópicos. Evidentemente fue escrita principalmente para ofrecer una información accesible a las numerosas personas de habla alemana que, de un modo u otro, se ocupan de la ayuda técnica agrícola. Como obra de referencia será de indudable utilidad para toda persona activa en la producción agrícola y para quien su redacción el idioma alemán no sea un impedimento.

W. G. Jaffé

OTRAS PUBLICACIONES RECIBIDAS

Comité Mixto FAO/OMS de Expertos en Nutrición. Octavo informe. Organización Mundial de la Salud, Serie de Informes Técnicos, 1971, N° 477; 98 páginas. Precio: \$1,25, Publicado también en francés, en inglés y en ruso.

El presente informe trata especialmente de dos aspectos de la nutrición que tiene una importancia internacional: el enriquecimiento de los alimentos y la desnutrición proteico calórica (DPC).

Los objetivos de los programas de enriquecimiento de los alimentos se analizan en el contexto de las políticas nacionales generales en materia de alimentos y de nutrición. Al pasar revista a algunos programas anteriores, el Comité señala que esos programas tienen sobre las medidas a largo plazo la ventaja de que permiten dar una solución rápida a ciertos problemas de desnutrición al facilitar el mejoramiento inmediato de la calidad de los alimentos disponibles.

En una sección dedicada a la formulación de un programa de enriquecimiento de alimentos se da una definición de los grupos objeto y se estudian la elección del vehículo y el nivel de enriquecimiento, los aspectos tecnológicos, la evaluación y vigilancia de los programas de enriquecimiento, las medidas legislativas y de fiscalización, y las consideraciones económicas. Se concede especial atención al enriquecimiento con hierro, vitamina D, y proteínas y aminoácidos. Asimismo se examinan ciertos problemas especiales de los programas de enriquecimiento de los alimentos en los países en desarrollo.

A pesar de que en estos últimos años se ha obtenido gran cantidad de datos nuevos sobre la etiología, la prevención y el tratamiento de la DPC y sus secuelas, en ciertos aspectos las opiniones siguen divergiendo, lo cual repercute considerablemente sobre las medidas que se adopten. En la segunda parte del informe se hace un amplio examen de la DPC con ánimo de contribuir a resolver algunas de esas dificultades, concediendo especial atención a los siguientes extremos: la urgente necesidad de estudiar la incidencia y la prevalencia de la DPC; la posibilidad de una tendencia mundial a la aparición más precoz de la DPC y las causas de esta tendencia; la evaluación de la importancia relativa de las carencias de proteínas, calorías y otros nutrientes en la etiología de la DPC; la intervención de las infecciones de la etiología de la DPC; los indicios, cada vez más evidentes, de que la desnutrición puede perturbar permanentemente el desarrollo mental y físico; la influencia de la desnutrición en la infancia y sus consecuencias para el desarrollo socioeconómico de un país; la

evaluación de las posibilidades prácticas de prevenir la DPC; y las relaciones entre la DPC y la nutrición de la madre y del feto.

El informe tiene dos anexos: en el primero se propone una clasificación de al DPC y en el segundo se examina el tratamiento.

En la tercera parte del informe se consideran ciertos problemas nutricionales relacionados no sólo con el enriquecimiento de los alimentos y la DPC sino también con otros programas y actividades de la FAO y la OMS en el campo de la nutrición. Entre esos aspectos cabe citar: la interpretación de las normas nutricionales; el valor nutricional y los efectos fisiológicos de las grasas; la repercusión de los programas de planificación familiar en la nutrición fetal y materna, y las actividades de formación profesional y educación en materia de nutrición.

Anemias nutricionales. Informe de un Grupo de Expertos de la OMS. Organización Mundial de la Salud, Serie de Informes Técnicos, 1972, N° 503; 32 páginas. Precio: \$1, Publicado también en francés, inglés y ruso.

En el informe se establecen las ingestas diarias recomendadas de hierro, folato y vitamina B₁₂, y se sugieren distintos medios para alcanzarlas, dedicando particular atención a los programas de enriquecimiento de los alimentos. Al organizar estos últimos hay que tener muy en cuenta la forma en que se emplea el hierro, los alimentos a los que se añade, la cantidad de esos alimentos consumida por los distintos grupos de población, el grado de absorción del hierro a partir de la alimentación enriquecida, y la aceptación del método de enriquecimientos por los consumidores y la industria de la alimentación. Como existen distintos factores que pueden inhibir la absorción del hierro, entre ellos el tipo general de dieta, conviene investigar los medios para favorecer dicha absorción, por ejemplo, la adición de ácido ascórbico.

Tiene especial importancia el aporte de suplementos de hierro y folato durante el embarazo y la lactancia, épocas en las que el organismo ha de hacer frente a un aumento de las necesidades nutricionales. En el informe se describen brevemente los programas ejecutados en la India, Israel y México, en los que las embarazadas anémicas no alcanzaron la concentración normal de hemoglobina pese a recibir un suplemento dietético aparentemente adecuado. Basándose en esos resultados y en ciertos datos recientes sobre la absorción del hierro, el Grupo de Expertos examina las medidas de salud pública necesarias para prevenir las anemias en el embarazo y especifica los suplementos recomendados de hierro y ácido fólico.

El Grupo hace hincapié en la necesidad de conocer mejor el contenido, la naturaleza y las posibilidades de absorción del folato y de la vitamina B₁₂ presentes en los distintos alimentos así como los efectos de la elaboración, la acción y la conservación. Pueden obtenerse datos sobre la

absorción del hierro mediante el empleo de marcadores extrínsecos. La evaluación de la prevalencia y de la importancia de las anemias y de las carencias nutricionales, así como de la eficacia de las medidas preventivas, ha de basarse en estudios epidemiológicos realizados mediante métodos válidos de encuesta y de muestreo. Conviene someter a ensayos controlados de doble anonimato las pautas de administración suplementaria de nutrientes ideadas para erradicar las anemias, así como evaluar después los efectos de esa erradicación sobre la morbilidad, el crecimiento y la capacidad de trabajo. Lo ideal sería que todas las recomendaciones relativas a las medidas de salud pública se basaran en ensayos de ese tipo.

NOTAS

SEMINARIO AVANZADO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

Realizado con el patrocinio del Gobierno de Colombia, Fondo Colombiano de Investigaciones Científicas y Proyectos Especiales "Francisco José de Caldas" COLCIENCIAS, el Gobierno de Israel (División de Cooperación Internacional del Ministerio de Relaciones Exteriores) y el Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico de la OEA, se celebrará en Bogotá, Colombia, el Seminario Avanzado de Tecnología de Alimentos, entre el 27 de Junio y el 5 de Julio de 1973.

Los temas de discusión se han distribuido de la siguiente manera:

- 1º Industrialización de Frutas y Legumbres.
- 2º Mercado y Control de Calidad.
- 3º Microbiología de Frutas y Legumbres Frescas y Procesadas.
- 4º Almacenamiento y Empaque.
- 5º Problemas Especiales en Preservación de Frutas.

Para mayor información favor dirigirse a COLCIENCIAS:

Calle 16, N° 9-64, Piso 2º
Apartado Aéreo 29.828
Bogotá, Colombia.

5º CONGRESO ARGENTINO DE NUTRICION

Entre los días 21 al 26 de Octubre de 1973 se celebrará en Buenos Aires el 5º Congreso Argentino de Nutrición, simultáneamente con la I Reunión Interamericana de Nutrición, teniendo como sede el Buenos Aires Sheraton Hotel.

El Presidente del Comité Organizador es el Dr. Carlos Delbue y el Secretario el Dr. León Press.

Para mayor información dirigirse a la Secretaría:

Cangallo 2049, Piso 10, Oficina 78, Buenos Aires. Argentina.

CURSILLO SOBRE GANADO DE CARNE Y SEPTIMA CONFERENCIA ANUAL SOBRE GANADERIA Y AVICULTURA EN AMERICA LATINA

La Conferencia Latinoamericana sobre Ganadería y Avicultura se llevará a cabo en cooperación con el Departamento de Agricultura del Estado de la Florida y el Consejo de Comercio Internacional Agrícola de la Florida. El Cursillo sobre Ganado de Carne estará patrocinado por el Instituto de Alimentos y Ciencias Agrícolas, Servicio de Extensión Cooperativa y por el Centro de Agricultura Tropical de la Universidad de Florida.

Ambos programas se celebrarán entre el 3 y el 11 de Mayo de 1973. Para mayor información favor a dirigirse a:

Dr. T. J. Cunha
253-B McCarty Hall
University of Florida
Gainesville, Florida 32603
U. S. A.

FE DE ERRATAS:

La dirección del autor del trabajo "The political economy of malnutrition: generalizations from two Central American case studies", publicado en el N° 4 del Volumen XXII, es la siguiente:

Dr. Thomas S. Bodenheimer
1624 Milvia Street
Berkeley, California 94709
U. S. A.

SOCIEDAD LATINOAMERICANA DE NUTRICION

(S. L. A. N.)

La Sociedad Latinoamericana de Nutrición (S. L. A. N.) fue creada el 10 de noviembre de 1965 en ocasión de celebrarse el Primer Congreso de Nutrición del Hemisferio Occidental, reunido en Chicago, Illinois, Estados Unidos de Norteamérica. La actual Junta Directiva de la SLAN está constituida por los siguientes miembros:

Presidente:	Dr. Jaime Páez F. (Colombia)
Vice-Presidente:	Dr. Guillermo Arroyave B. (Guatemala)
Secretario:	Dr. Franz Pardo T. (Colombia)
Tesorero:	Dr. José Obdulio Mora P. (Colombia)
Vocales:	Dr. Carlos Pérez H. (México)
	Dra. Lucila Sogandares (Panamá)
	Dr. Cecilio Abela Deheza (Perú)
	Dr. Joanito Campos (Brasil)
	Dr. Eleazar Lara P. (Venezuela)
	Dr. Sergio Valiente (Chile)
	Dra. Martha Coll de Velásquez (Puerto Rico)

Dirección actual: Apartado Aéreo 10814 - Bogotá, Colombia
Secretaría de la SLAN.

DIRECTORIO DE ARCHIVOS LATINOAMERICANOS DE NUTRICION

Integrado por los Miembros de la Junta Directiva de la Sociedad Latinoamericana de Nutrición

Editor General: Dr. WERNER G. JAFFE
Editor Asociado: Dr. JOSE FELIX CHAVEZ

Comité permanente de la Sociedad Latinoamericana de Nutrición para Archivos Latinoamericanos de Nutrición: Dr. Werner G. Jaffé, Dr. Guillermo Arroyave, Dr. José Félix Chávez y Dra. María Ester Río.

MIEMBROS DEL CUERPO EDITORIAL

Dr. Cecilio Abela Deheza	Dr. Nelson A. Fernández
Dr. Jaime Ariza Macías	Lic. Marina Flores
Dr. Jorge Alvarado	Dr. Silvestre Frenk
Dr. Carlos Alvarinas	Dr. José A. Goyco
Dr. Werner Ascoli	Dr. Alberto Guzmán Barrón
Dr. Conrado F. Asenjo	Dr. Miguel Guzmán F.
Dr. Antonio Bacigalupo	Dr. Miguel Layrisse
Dr. Carlos Bauza	Dr. Aaron Lechtig
Dr. Francisco Beas	Dr. Leonardo J. Mata
Dr. Moisés Béhar	Dr. Jaime Páez Franco
Dr. José María Bengoa	Dr. Carlos Pérez H.
Dr. Edgar Braham	Dr. Emilio Picón Reategul
Dr. Ricardo Bressani	Dr. Yaro Ribeiro Gandra
Dra. Marta Cancio de Toro	Dr. Juan Claudio Sanahuja
Dr. Adolfo Chávez	Dra. Esther Seijo de Zayas
Dr. Nelson Chaves	Dr. Leonardo Sinisterra
Dr. Eric Cruickshank	Dr. Hermann Schmidt-Hebbel
Dr. Romeo de León	Dra. María Angélica Tagle
Dr. Mario Desio de la Vega	Dr. Carlos Tejada
Dr. Gonzalo Donoso	Dra. Tamara de Vega
Lic. Luiz G. Elías	Dr. Fernando Viteri
Dr. Rafael Enderica Vélez	

ARCHIVOS LATINOAMERICANOS DE NUTRICION

Vol XXIII — N° 1 — Marzo 1973

CONTENIDO

	Pág
TRABAJOS DE INVESTIGACION	
METODOS DE EVALUACION DEL ESTADO NUTRICIONAL PROTEINICO-CALORICO EN PRE-ESCOLARES DE CONDICIONES SOCIO-ECONOMICAS DIFERENTES. REPERCUSION NUTRICIONAL DEL SARAMPION EN NIÑOS CRONICAMENTE SUB-ALIMENTADOS.—FERNANDO E. VITERI, LEONARDO J. MATA Y MOISES BEHAR.	13
ANEMIAS NUTRICIONALES EN CENTRO AMERICA, INFLUENCIA DE INFECCION POR UNCINARIA.—FERNANDO E. VITERI, MIGUEL A. GUZMAN Y LEONARDO J. MATA.	33
EXTRACCION Y PRECIPITACION DE PROTEINA DE SEMILLA DE ALGODON POR VIA HUMEDA.—HECTOR MAYORGA, EDWIN QUINTANILLA, JAIME GONZALEZ, ALBERTO ARZU, JUAN FRANCISCO MENCHU Y CARLOS ROLZ.	55
ESTUDIO DE LA PROTEINA EXTRAIDA DE LAS SEMILLAS DE LINO. VALOR NUTRITIVO E INOCUIDAD.—M. E. SAMBUCETTI, G. GALLEGÓS Y J. C. SANAHUJA	79
VALOR PROTEINICO DE LOS SUBPRODUCTOS DE LA INDUSTRIA DEL TRIGO. COMPLEMENTACION Y SUPLEMENTACION DEL GRANILLO DE TRIGO CON CONCENTRADOS PROTEINICOS.—LUIZ G. ELIAS Y RICARDO BRESANI.	95
COMPOSICION QUIMICA, CONTENIDO AMINOACIDICO Y CALIDAD BIOLOGICA DEL MAIZ OPACO.—ENRIQUE YANEZ, SUSANA GUIJUELOS, DIGNA BALLESTER Y FERNANDO MONCKEBERG.	113
EFEITO DO NITROGENIO, FOSFORO E POTASIO NA PRODUÇÃO E VALOR NUTRITIVO DO FEIJAO (PHASELUS VULGARIS L).—NELSON DE SOUZA, JOSE RICARDO MACHADO, JULIO NAKAGAWA, JOSE ERNESTO DOS SANTOS E JOSE EDUARDO DUTRA DE OLIVEIRA.	123
CONSTANTES FISICAS E QUIMICAS DOS EXTRATOS ETHEREOS DE ALGUNS PEIXES BRASILEIROS.—LUIZ A. DE ARRUDA CAMARGO, WILSON J. YASAKA E SEIZI OGA	135
CARTAS AL EDITOR. IRON ABSORPTION FROM SKIM MILK ENRICHED WITH IRON GLYCEROPHOSPHATE.—MIGUEL LAYRISSE, CARLOS MARTINEZ TORRES, MAURICIO RUPHAEL DIVO, WERNER JAFFE, JOSE ESTEBAN TORRES SUAREZ	145
BIBLIOGRAFIA LATINOAMERICANA	151
LIBROS NUEVOS	155
OTRAS PUBLICACIONES RECIBIDAS	159
NOTAS	163
FE DE ERRATA	164