

ARCHIVOS
LATINOAMERICANOS
DE
NUTRICION



CONTINUACION DE
ARCHIVOS VENEZOLANOS DE NUTRICION



ORGANO OFICIAL DE LA SOCIEDAD
LATINOAMERICANA DE NUTRICION

VOL. XXXVI

DICIEMBRE, 1986

No. 4

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

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

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

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

Dirección: Archivos Latinoamericanos de Nutrición

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

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

Arch. Latinoamer. Nutr.

ALAN-VE ISSN 0004-0622

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

Productos de distinción para la alimentación infantil

Wyeth*

FORMULA S-26*

La primera fórmula infantil en ofrecer proteína en la que predomina la lactalbúmina
Y la proporción proteica fisiológica de la leche materna.

Wyeth*

SMA*

Nutrición equilibrada administrada a millones de lactantes
Fortificada con vitaminas y minerales esenciales.

**La elección lógica
en más de 100 países en todo el mundo**



A la vanguardia en el campo de la nutrición infantil

La leche materna es la mejor para el bebé. El objetivo de la fórmula para la alimentación infantil es el de reemplazar o complementar la leche materna cuando la crianza al pecho no es posible o resulta insuficiente o bien cuando la madre decide no amamantar.

La buena nutrición de la madre es importante para poder establecer y mantener la alimentación al pecho. El uso parcial prolongado o extenso de fórmulas para la alimentación infantil antes de haberse establecido firmemente la crianza al pecho puede dificultar el mantenimiento de la misma. Podría resultar difícil establecer posteriormente la alimentación al pecho si ésta no se emplea desde el principio.

En asuntos relacionados con la alimentación infantil deben seguirse los consejos del profesional respectivo. La fórmula para la alimentación infantil debe ser preparada y usada según indican las instrucciones. El uso innecesario o incorrecto de la fórmula para la alimentación infantil puede crear riesgos para la salud. Deben tenerse presentes las consideraciones sociales y económicas al decidir qué tipo de alimentación habrá de utilizarse.

Wyeth International Limited, Philadelphia, PA 19101 U.S.A.

* marca registrada

Copies of articles from this publication are now available from the UMI Article Clearinghouse.

For more information about the Clearinghouse, please fill out and mail back the coupon below.

UMI Article Clearinghouse

Yes! I would like to know more about UMI Article Clearinghouse.

I am interested in electronic ordering through the following system(s):

DIALOG/Dialorder

ITT Dialcom

OnTyme

OCLC ILL Subsystem

Other (please specify) _____

I am interested in sending my order by mail.

Please send me your current catalog and user instructions for the system(s) I checked above.

Name _____

Title _____

Institution/Company _____

Department _____

Address _____

City _____ State _____ Zip _____

Phone (_____) _____

Mail to: University Microfilms International
300 North Zeeb Road, Box 91 Ann Arbor, MI 48106

ARCHIVOS LATINOAMERICANOS DE NUTRICION

ORGANO OFICIAL DE LA
SOCIEDAD LATINOAMERICANA DE NUTRICION

VOL. XXXVI

DICIEMBRE, 1986

No. 4

CONTENIDO

	Página
EDITORIAL	567
ARTICULOS GENERALES	
Impacto potencial de la biotecnología en el Grupo Andino. — <i>Galo Montaña Pérez</i>	571
TRABAJOS DE INVESTIGACION	
NUTRICION HUMANA	
Relación de los hábitos de alimentación y el estado nutricional en niños preescolares en una comunidad rural. — <i>Martha Patricia Coello, Sara Elena Pérez-Gil R., y Lucía Batrouni Kerkebe</i>	587
Home for the migrants: The Pueblos Jóvenes of Lima. A study of socioeconomic determinants of child malnutrition. — <i>Pauline Herold and Diva Sanjur</i>	599
Trends and differentials in dietary patterns and nutrient intake among migrant Puerto Rican families. — <i>Diva Sanjur, M. D.C. Immink, M. Colón, L. Bentz, M. Burgos and S. Alicea-Santana</i>	625
Diagnóstico da situação da hipovitaminose A e da anemia nutricional na população do Vale do Jequitinhonha, Minas Gerais, Brasil. — <i>Rocival L. Araujo, M. Beatriz D.G. Araujo, Reinaldo O. Sieiro, Rosângela D.P. Machado, e Brigitte Vinçon Leite</i>	642
Prevención de la carencia de hierro en lactantes mediante la fortificación de la leche. I. Estudio sobre el terreno de una leche semidescremada. — <i>Abraham Stekel, Manuel Olivares, Fernando Pizarro, Patricia Chadud, Marisol Cayazzo, Inés López y Mirna Amar</i>	654
NUTRICION EXPERIMENTAL	
Influência da desnutrição proteica sobre a função fagocitária de neutrófilos de ratos. — <i>Primavera Borelli García, e Domênico Barbieri</i>	662

Metabolismo energético durante el desarrollo de la placenta en ratas. Efecto de la desnutrición materna crónica. — <i>Julia Araya, Manuel Ruz y Ana María Aguilera</i>	678
Effects of some carbohydrates on iron absorption. — <i>Martha Pabón de Rozo, Darrell VanCampen and Dennis D. Miller</i>	688
Dietary protein supplementation. Fundamentals and examples of practical application. — <i>J.J. Dreyer</i>	701
Efectos aditivos de la malnutrición proteínica y el cortisol sobre proteínas plasmáticas e inmunoglobulinas de ratas gestantes y sus neonatos. — <i>Emilia Muñoz-Martínez, Ascensión Marcos, Pilar Varela, María Teresa Unzaga y Gregorio Varela</i>	714
CIENCIAS DE ALIMENTOS	
Potentialization of the lactoperoxidase system for preservation of raw milk in the tropic. — <i>M.A. Aparicio, L.M.Peralta and H.S. García</i>	725
Descascarado de sorgo en molino de abrasión. — <i>Julio Ramón Corimayo, Rubén Ramón Gutiérrez y Marta Hilda Gómez</i>	734
Efeito da torrefação no perfil cromatográfico obtido por filtração em gel de extratos de café Arábica. — <i>Luiz C. Trugo</i>	745
COMUNICACION BREVE	
Algunos alimentos de humedad intermedia en el mercado chileno. — <i>José Miguel Aguilera R., Soledad Kozma O., Marcela Olivares H., Margarita Andrade C. y Guillermina Neimann K.</i>	754
NUEVOS LIBROS	759
NOTAS	763
CONTENIDO DE LA REVISTA TURRIALBA, Vol. 36, No. 1, 1986	766
INDICE GENERAL DEL VOLUMEN XXXVI, 1986	769
INDICE POR MATERIA	774
INDICE POR AUTORES	777
INFORMACION PARA LOS AUTORES	784

ARCHIVOS LATINOAMERICANOS DE NUTRICION

ORGANO OFICIAL DE LA
SOCIEDAD LATINOAMERICANA DE NUTRICION

VOL. XXXVI

DECEMBER, 1986

No. 4

CONTENTS

	Page
EDITORIAL	567
GENERAL ARTICLES	
Potential impact of biotechnology in the Andean Group. — <i>Galo Montaña Pérez</i>	571
RESEARCH PAPERS	
HUMAN NUTRITION	
Relation between food habits and nutritional status of preschool children in a rural community. — <i>Martha Patricia Coello, Sara Elena Pérez-Gil R. and Lucía Batrouni Kerkebe</i>	587
Home for the migrants: The Pueblos Jóvenes of Lima. A study of socio-economic determinants of child malnutrition. — <i>Pauline Herold and Diva Sanjur</i>	599
Trends and differentials in dietary patterns and nutrient intake among migrant Puerto Rican families. — <i>Diva Sanjur, M. D. C. Immink, M. Colón, L. Bentz, M. Burgos and S. Alicea-Santana</i>	625
Nutritional status of the population of Vale do Jequitinhonha, Minas Gerais, Brazil, concerning vitamin A deficiency and iron-deficiency anemia. — <i>Rocival L. Araujo, M. Beatriz D. G. Araujo, Reinaldo O. Sieiro, Rosângela D. P. Machado, and Brigitte Vinçon Leite</i>	642
Prevention of iron deficiency in infants by milk fortification. I. A field trial with a low-fat milk. — <i>Abraham Stekel, Manuel Olivares, Fernando Pizarro, Patricia Chadud, Marisol Cayazzo, Inés López and Mirná Amar</i>	654
EXPERIMENTAL NUTRITION	
Effect of protein deficiency on the phagocytic function of neutrophils in rats. — <i>Primavera Borelli Garcia and Domênico Barbieri</i>	662

Energy metabolism during placental development in rats. Effect of chronic maternal malnutrition. — <i>Julia Araya, Manuel Ruz and Ana María Aguilera</i>	678
Effects of some carbohydrates on iron absorption. — <i>Martha Pabón de Rozo, Darrell VanCampen and Dennis D. Miller</i>	688
Dietary protein supplementation. Fundamentals and examples of practical application. — <i>J. J. Dreyer</i>	701
Additive effects of protein malnutrition and cortisol on plasma proteins and immunoglobulins of rat dams, and their offspring. — <i>Emilia Muñoz-Martínez, Ascensión Marcos, Pilar Varela, María Teresa Unzaga and Gregorio Varela</i>	714
FOOD SCIENCE	
Potentialization of the lactoperoxidase system for preservation of raw milk in the tropic. — <i>M. A. Aparicio, L. M. Peralta and H. S. García</i>	725
Sorghum grain dehulling by abrasion mill. — <i>Julio Ramón Corimayo, Rubén Ramón Gutiérrez and Marta Hilda Gómez</i>	734
Effect of roasting on the molecular weight profile of Arabica coffee extracts. — <i>Luiz C. Trugo</i>	745
BRIEF COMMUNICATION	
Some foods of intermediate moisture in the Chilean market. — <i>José Miguel Aguilera R., Soledad Kozma O., Marcela Olivares H., Margarita Andrade C. and Guillermina Neimann K.</i>	754
NEW BOOKS	759
NOTES	763
CONTENTS OF THE JOURNAL TURRIALBA, Vol. 36, No. 1, 1986	766
GENERAL INDEX OF VOLUME XXXVI, 1986.	769
SUBJECT INDEX	774
AUTHOR INDEX	777
INSTRUCTIONS TO AUTHORS	784

EDITORIAL

LA SEGURIDAD ALIMENTARIA

En la jerarquía de necesidades del hombre, es indudable que el alimento ocupa el primer lugar, habiendo sido la inseguridad de su abastecimiento, precisamente, lo que dio origen a lo que hoy día se denomina "Agricultura". A pesar de los grandes adelantos que en el desarrollo de esta actividad se ha logrado, aún persiste el sentimiento de esa inseguridad alimentaria que claramente existe, y que ha sido inducida por múltiples factores, sobre todo en los denominados "países en desarrollo". No podemos pasar desapercibido el hecho de que hoy día todavía hay grandes grupos poblacionales que no se alimentan y, mucho menos, que se alimenten bien.

Esta realidad cobra evidencia irrefutable a través de los problemas nutricionales que a diario observamos, como son las deficiencias proteínico-calóricas, las de vitamina A y hierro, al igual que las deficiencias de otros nutrientes que afectan a los grupos más vulnerables, como son los niños, las mujeres embarazadas y las madres lactantes. No obstante, los nutrientes deficitarios, al igual que todos en general, se pueden y deben obtener a través del consumo habitual de una dieta adecuada.

La meta de eliminar el hambre y la mala nutrición del mundo en general, y del mundo en desarrollo en particular, no es una meta novedosa. Más bien diríamos que data hace ya de más o menos 40 ó 50 años, época en que comenzaron a salir a luz los problemas nutricionales que afectan a la población de los países en desarrollo. En efecto, fue a raíz de la crisis alimentaria que se suscitó a principios de 1970, que en la Organización para la Agricultura y la Alimentación de las Naciones Unidas (FAO), surgió el concepto de "Seguridad Alimentaria". Su objetivo final, como sabemos, es lograr que todos los seres humanos puedan y estén en todo momento en condiciones de producir, obtener, consumir y aprovechar biológicamente los alimentos que requieren para el logro de un desarrollo fisiológico adecuado. La Seguridad Alimentaria viene, pues, a reforzar el derecho fundamental de todo individuo, de estar protegido en contra del hambre y la nutrición deficitaria.

Por consiguiente, el concepto incorpora la necesidad de poder lograr al menos tres resultados concretos: primero, la producción de un volumen apropiado y variado de alimentos, de acuerdo a la dieta habitual de la población; segundo, el aumento en la estabilidad de la oferta de alimentos, y tercero, el asegurar su acceso a la población. De esta forma se evi-

tarán, en lo posible, los riesgos que implica la importación desordenada de alimentos que pueden crear dependencia y retraso en el desarrollo agropecuario del país.

No obstante, es necesario que exista un ambiente apropiado para producir, y que en el receptor, exista también un ambiente físico y condiciones socioeconómicas adecuadas para la utilización eficiente de los nutrientes provistos por los alimentos. En este sentido, el concepto de Seguridad Alimentaria no difiere del concepto de productividad agropecuaria, el cual tiene lugar sólo cuando todos los elementos requeridos por la planta o el animal se combinan, complementan y suplementan para lograr la mayor producción por unidad productiva.

A nuestro juicio, la Seguridad Alimentaria debe ser un concepto por completo dinámico y permanente, fundamentado en la Cadena Alimentaria como eslabón multifacético central. Este une el ambiente ecológico —como substrato para la producción de los alimentos que conforman una dieta nutricionalmente adecuada— con el ambiente de calidad económica y social de la población —como receptor— para lograr el mayor acceso y la mejor utilización de los nutrientes provenientes de los alimentos que conforman la dieta.

Hoy, más que nunca, cada cual en su respectivo campo, debemos luchar uniendo nuestros esfuerzos en el logro de tan ansiada meta.

ARTICULOS GENERALES

IMPACTO POTENCIAL DE LA BIOTECNOLOGIA EN LA REGION ANDINA

*Galo Montaña Pérez*¹

Financiera Manabi, S. A.
Quito, Ecuador

INTRODUCCION

El Programa Tecnológico del Grupo Andino, aprobado por la Junta del Acuerdo de Cartagena, no contempla proyecto alguno referente al potencial de la biotecnología en los países que lo integran. Investigué personalmente en Bolivia, en Chile, en la Junta, con sede en Lima Perú, y en el Ecuador, cuál era la situación en ese sentido, y encontré que la preocupación sobre la biotecnología es tan sólo incipiente, y tal vez, marginal. No he logrado todavía recopilar información al respecto en Colombia ni Venezuela.

Esta ausencia de interés, podríamos decir, contrasta con el de los países europeos y asiáticos que han promovido ya la formación de un centro de investigaciones biogenéticas y de biotecnología en Italia, y en la India.

El presente trabajo tiene por objeto comunicar los resultados de las investigaciones que en relación con el estado actual de la biotecnología en nuestros países de la Región Andina, he podido llevar a cabo, así como las perspectivas futuras de este rubro de tan vital importancia.

BIOTECNOLOGIA EN LA REGION ANDINA

En los países andinos se han elaborado algunos trabajos sobre la producción de metano a partir de biomasa procedente de materiales de desecho. En el caso de Bolivia, particularmente de bagazo y otros desperdicios de la industria azucarera. Mediante fermentación anaeróbica, éstos se transforman en fertilizantes orgánicos; su función es devolver paulatinamente la capa de humus perdida por erosión y manejo deficiente de los

Manuscrito original recibido: 26-2-86.

¹ Presidente Ejecutivo, Financiera Manabi, S. A., Edificio "Comonsa", Avenida Amazonas 2374 - Pisos 8 y 9, Apartado Postal 282 A, Quito, República de Ecuador.

suelos agrícolas del departamento de Santa Cruz, aledaños a la producción de la industria azucarera. La producción de metano tiene un significado económico marginal, considerando que dicho departamento goza de abundantes recursos de gas natural. De todas formas, la producción de gas a partir de la biomasa, tendería a reducir los costos de producción de la industria.

Se han repetido experiencias similares en pequeña escala, en otros países de la Región, con miras a facilitar la obtención de un combustible barato que abastecería de energía a pequeñas granjas familiares.

En los países del Grupo Andino, otro tema que ha sido objeto de cierta consideración, es la fermentación alcohólica a partir de diversas materias con altos contenidos de carbohidratos, es decir, patata, yuca, maíz, sorgo y caña de azúcar.

La tecnología para la obtención de alcohol a partir de esas materias primas, se conoce perfectamente desde hace muchos años, y no ofrece un atractivo especial por su originalidad.

El hecho relevante es que en nuestros países, la producción de alcohol no ha alcanzado la eficiencia suficiente para reemplazar, como carburante, aunque sea parcialmente, a la gasolina.

De todas formas, es una perspectiva que existe y que puede explotarse en el futuro, sobre todo considerando los altos rendimientos de caña de azúcar por hectárea que se consiguen en zonas tropicales y semi-tropicales de América del Sur (de 100 a 200 toneladas por hectárea).

La exportación del azúcar parece estar condenada a desaparecer, en vista de la sustitución de la fructosa por otros azúcares más baratos y por edulcorantes sintéticos. Como es de conocimiento general, estos últimos se han puesto de moda, dentro del afán de reducir la obesidad.

También se ha experimentado con procesos para la obtención de proteínas unicelulares a partir de la melaza (Ecuador), y de licores sulfúricos procedentes de la industria de papel (Chile). Los resultados a nivel de laboratorio han sido satisfactorios desde el punto de vista técnico; a pesar de ello, no se ha escalado al nivel industrial de producción, debido a ciertas limitaciones en el uso de estas levaduras del género *Sacharomices*, del género *Torula utilis*, *Candida* y otros que se utilizan con propósitos alimenticios.

Ajeno a los problemas inherentes al costo, dichas levaduras contienen algunos componentes que producen empalago o saciedad, de manera que pueden usarse solamente en proporciones discretas. Han encontrado aplicación en salsas especiales, junto con otros elementos saborizantes.

Otra de sus limitaciones es el alto contenido de purina, la cual puede ser dañina para personas con disturbios metabólicos conducentes a la formación de ácido úrico (gota).

Por otra parte, existen algunas producciones industriales de interés como la fabricación de ácido cítrico a partir de melazas y de varios tipos de enzimas. No se ha informado la producción de vitaminas (riboflavina) por fermentación, si bien existen proyectos para la fabricación de antibióticos.

Los procesos de fermentación láctica, ácido acético y ácido glucónico también son conocidos. Asimismo, se ha actualizado el interés por retornar a la fabricación de acetona butanol por medio de procesos de fermentación.

Aparte de los campos citados, no hemos encontrado áreas novedosas y de contenido económico significativo, a excepción de los siguientes rubros: la biotecnología aplicada a la reproducción de plantas vegetales por meristemas; a la reproducción de especies animales de alta pureza por medio de la ovulación artificial en el huésped —que ya se aplica en algunos países para el mejoramiento del ganado de carne o de leche— y por último y más importante, su extraordinaria aplicación en la producción de especies bioacuáticas en cautiverio.

En nuestro criterio, es en estos tres campos donde radica un potencial económico de grandes alcances y profundidad.

En efecto, en el curso de estimaciones elaboradas con la asistencia técnica de expertos israelitas y norteamericanos, se han identificado posibilidades de expandir considerablemente la producción frutícola en climas templados y tropicales, así como la producción de hortalizas y de flores para la exportación, mediante la normalización y calidad del material genético reproducido por meristemas.

De acuerdo con tales estudios, Ecuador acusa un potencial de exportación cercano a 200 millones de dólares de los Estados Unidos de América, sin contar con la producción y exportación de especias como gengibre, comino, pimienta, menta, achiote, azafrán y otras.

La propagación de especies vegetales por meristemas ha significado una verdadera revolución en la producción agrícola, campo en el que existen posibilidades enormes para los países del Grupo Andino.

Se sabe de algunos pequeños laboratorios de reproducción por meristemas ya existentes en nuestros países, aunque la mayor parte del material genético de plantas todavía se importa de los Estados Unidos, Israel o Europa.

Conviene, por lo tanto, que los países del Grupo Andino concentren esfuerzos en el desarrollo de un laboratorio para la reproducción de meristemas, que opere en forma centralizada, y que ofrezca servicios a todos los demás.

Deliberadamente, he dejado para la segunda parte de este artículo, la discusión de una de las áreas más fascinantes y de mayor potencial en la aplicación de la biotecnología al acuacultivo de determinadas especies alimenticias, fundado en la extraordinaria dotación de condiciones naturales altamente favorables que se encuentran presentes en las costas, esteros, marismas y estuarios del litoral de nuestros países. En pocas palabras, me refiero al cultivo del camarón como un ejemplo del potencial productor de alimentos que ofrece nuestra naturaleza americana.

CULTIVO DEL CAMARON

El acuacultivo del camarón (prawn) se ha convertido en una de las industrias de exportación más importantes de la República de Ecuador. En la actualidad, posiblemente sea ésta una de las más interesantes del mundo.

El Ecuador tiene alrededor de 52,000 hectáreas bajo cultivo, y en 1985 exportó 22,000 toneladas de camarones por un valor de 164 millones de dólares EUA, cifra que corresponde al 23.20/o promedio de las exportaciones de productos primarios perecibles en los últimos seis años.

El cultivo del camarón se inició hacia el año 1966, y ha logrado un desarrollo cada vez más sólido. Ello ha sido posible debido a que hay mayor dependencia de la investigación científica y de la aplicación de la biotecnología en todas sus fases y últimamente en la reproducción en cautiverio.

Las costas ecuatorianas están dotadas de ecosistemas favorables para el desarrollo de especies bioacuáticas como la langosta, camarón, mejillones, ostras, calamares, etc. Se logró, pues, revertir la industria del camarón —que dependía exclusivamente de la pesca— en un cultivo sistemático y de mayor rendimiento.

El camarón o langostino goza de especial aceptación y popularidad en los mercados norteamericanos y japoneses, en los que la demanda crece constantemente, con tasas hasta de 20^o/o anual. Los mercados europeos muestran igual avidez por estos productos del mar.

En 1985, las importaciones norteamericanas se sitúan estimativamente en el orden de 165,700 toneladas, y las importaciones japonesas en 204,300 toneladas.

La exportación ecuatoriana corresponde al 13.2^o/o de las importaciones norteamericanas, siendo el Ecuador el segundo o tercer proveedor de camarones, para los Estados Unidos, después de la India y México.

Esta industria cuyo desarrollo tuvo lugar hacia fines de la década de 1960, sobre una base más o menos empírica, ha cobrado importancia económica. Esta ha sido de tal naturaleza que ha logrado alcanzar cierto grado de maduración desde el punto de vista de los requerimientos de personal técnico especializado y de investigación científica básica. Ese personal ha llegado con procedencia de los centros más importantes del mundo, los Estados Unidos, Japón, Francia y Taiwan.

Así, hoy día podemos hablar de una producción continua y normalizada, que se fundamenta en la recolección natural de las larvas que —dentro de su ciclo vital— descansan en determinadas playas, marismas y estuarios de los manglares (*Rizophora mangle*).

La rápida expansión de la industria no ha podido evitar cierta deprecación de los manglares, que constituyen el habitat natural y más favorable para el desarrollo de las larvas. En los últimos años ello ha causado, por lo tanto, escasez de larvas naturales para alimentar a todas las piscinas de cultivo.

Este hecho aparentemente negativo, ha estimulado la investigación y formación de laboratorios para la reproducción y desarrollo de larvas de camarón en cautiverio a fin de suplir la escasez de larvas naturales, con la ventaja de garantizar una especie uniforme, libre de enfermedades y con menor tasa de mortalidad.

Por selección natural, esta crisis ha determinado que permanezcan dentro de la industria, aquellos cultivadores que han logrado superar los conocimientos suficientes sobre las técnicas y condiciones científicas de este cultivo.

En el momento actual existen 12 laboratorios de reproducción con una capacidad que se aproxima a 400 millones de larvas, frente a una demanda total de 9,000 millones, demandas que también deben ser abastecidas en forma natural (ciclo natural) y por la producción de los laboratorios.

El rendimiento promedio por hectárea de cultivo que se sitúa en 423

kg, podría alcanzar 800 kg por hectárea en un futuro cercano, mediante el mejoramiento de técnicas de cultivo y alimentación que día a día se perfeccionan.

ESPECIES DE CAMARON EN EL LITORAL ECUATORIANO

En el Litoral Pacífico existen varias especies de camarones que, según sus nombres comunes, se clasifican en blancos, acanalados, zebra, tití y pomada.

Las especies más importantes de camarón blanco se dividen en *Penaeus occidentalis*, que en promedio constituye el 70% de la captura normal por pesca, *Penaeus estylirostris* y *Penaeus vannamei*. Estas dos últimas especies se han adaptado maravillosamente al cultivo en piscinas artificiales.

El *Penaeus estylirostris* corresponde aproximadamente al 25% promedio de la captura por pesca.

Las demás especies, *Penaeus vannamei*, *californienses* y *brevirostris* no sobrepasan del 2 al 3% de los desembarques por captura. En el período 1965-1976, los desembarques de camarón alcanzaron un promedio de 6,800 toneladas por año.

CICLO DE VIDA DEL CAMARON *Penaeus vannamei* y *Penaeus estylirostris*

La fecundación se produce en mar abierto por medio del espermatóforo colocado por el macho en el abdomen de la hembra. Es desove ocurre también en el mar, de modo que las primeras etapas de desarrollo del huevo hasta convertirse en larva (nauplio, protozoa y mysis) transcurren en el mar, medio natural adecuado que suministra el plancton necesario para atender su alimentación. El mysis migra hacia los marismas, los esteros o las bahías y se desarrolla como postlarva, juvenil, subadulto y adulto que, de nuevo, migra hacia el mar abierto hasta llegar a los caladeros de pesca.

La migración está regulada por las presiones osmóticas marinas, la temperatura, salinidad del agua, las corrientes, la marea y la abundancia de plancton.

El estadio de desarrollo del camarón, desde huevo hasta adulto, se clasifica en diferentes etapas, de acuerdo con la dimensión que alcanza, empezando desde 0.2 mm hasta 14 mm y más en el adulto.

El estadio de larva, según se dijo, comprende tres etapas: nauplio, protozoa y mysis; se alimenta básicamente de algas, entre las que varias especies tales como diatomea, erisofilea y la cloroisea han sido identificadas.

Las algas que se emplean normalmente para la cría de peneidos son *Monocrisis sutheri*, *Tebracelmi*, *Tethratele*, *Tethracelmi chui*, *Tetracelmi suecica*, *Cilindrotheca* e *Hizocrisis*.

Se ha experimentado también con algas de la especie *Sketetonema*, *Thalassiosira*, *Ceratanlina*, *Ciclotella nana*, *Gymnodinium*, *Exuviella* y otras.

La postlarva alcanza de 4 a 24 mm, y se alimenta preferentemente de *Artemia salina nauplii*, pequeño crustáceo que de adulto alcanza 5 mm de largo y cuyo cultivo artificial también se ha emprendido.

Los juveniles y subadultos se alimentan de aminoácidos, carbohidratos, minerales y vitaminas, así como de moluscos, poliquetos y crustáceos. Aparentemente la ingestión de alimentos vivos estimula las funciones sexuales. En las piscinas de cultivo se utiliza un alimento balanceado que, además de proteínas, contiene grasas y carbohidratos, vitaminas y minerales.

CULTIVO ARTIFICIAL DEL CAMARON

Con base en el conocimiento del ciclo vital del camarón, biología, fisiología, sistema de reproducción, costumbres alimenticias e influencia de los aspectos ecológicos, se ha logrado reproducir con éxito las condiciones más favorables de crecimiento en cautiverio relativo, de las dos variedades que se prestan más favorablemente a este sistema. Estas son, *Penaeus vannamei* y *stylirostris*.

El proceso clásico empieza con la captura de larvas en los marismas, estuarios y playas; se clasifican y se trasladan a pequeñas piscinas denominadas precriaderos, donde se alimentan hasta el estado de juveniles. Los juveniles se trasladan a la piscina de crecimiento o engorde, donde permanecen de cinco a siete meses hasta alcanzar el tamaño más deseable para su comercialización.

El crecimiento de los camarones depende de varios factores como la salinidad del agua que al principio debe ser baja y aumentar progresivamente a medida que crece. Se estima que en peso, esa salinidad debe oscilar de 5 a 30 partes por mil.

La temperatura es otro factor condicionante. El camarón es poiquiloterio, o sea que soporta diversas temperaturas; sin embargo, a mayores temperaturas su metabolismo reacciona más rápido. En efecto, la digestión dura seis horas cuando el agua se encuentra a 25°C y 10 horas cuando se encuentra a 11°C. Para un rápido crecimiento, la temperatura óptima del agua, por lo tanto, se ubica entre 26 y 30°C.

El oxígeno también desempeña un papel fundamental en el agua de las piscinas. Su concentración, a la vez, depende de la temperatura, salinidad, materias en suspensión, producción de organismos fotosintéticos y/o del ritmo característico de cada ecosistema.

El camarón requiere de cinco a siete partes por 1,000.

El Dr. Addison Lawrence, de la Universidad de Texas en Galveston, EUA, sostiene que el crecimiento de los camarones puede mejorar ostensiblemente mediante la oxigenación directa del agua por burbujeo. Se logra así activar el proceso de fotosíntesis y la formación de algas y fitoplancton, que son los alimentos deseados por la postlarva.

El agua es otro de los medios fundamentales para el desarrollo del camarón. Preferiblemente, debe ser agua estuarina, es decir, rica en plancton procedente de los marismas o de los manglares. En los cultivos artificiales el agua se canaliza y se dispone de agua dulce y de agua salina que se puede bombear alternativamente de acuerdo a las necesidades, a fin de mantener las condiciones óptimas en el ecosistema artificial que se ha formado en cada piscina.

A título ilustrativo, seguidamente se incluye la Tabla 1, que proporciona información detallada en lo concerniente al proceso que exige la cría del camarón.

TABLA 1

PROCESO A SEGUIR PARA LA CRIA DEL CAMARON

Siembra

Período de crianza:	5-7 meses (2-3 cosechas por año)
Salinidad:	10-20 partes por mil, pH: neutro
Temperatura:	26-30°C
Alimentación:	Plancton, fito y zoo Fitoplancton: diatomeas, dinoflagelados, algas Zooplancton: protozoos (ciliados) metazoos (celenterios microscópicos) invertebrados (sinóforos, poliquetos) moluscos, equinodermos.
El plancton viene por sondeo del agua estuarina. El fitoplancton se favorece por fertilización previa de las piscinas (PO ₄ , NH ₄ , urea, elementos menores) y por fotosíntesis y oxigenación.	
Balanceados. artificiales	
Oxigenación:	5 a 7 partes por mil. Renovación del agua y oxigenación artificial.
Cuidado de depredadores:	Jaiba (<i>callinectes toxates</i>), corvina, lisa, mojarra, róbalo, chame. Pato cuervo, piquero, garza, pataleta, etc.
Control biológico:	Refractómetro, salinómetro, oxigenómetro, termómetro, pH. Crecimiento, peso, sanidad.
Cosecha:	Eliminación del agua y pesca por atarrayas o chinchorros.
Producción:	800 - 3,000 libras por hectárea (1,200 libras por hectárea).
Post-cosecha:	Dejar la piscina seca de 2 a 3 semanas. Limpieza total, oreo, desecación.

EL MANGLE

Estos bosques tropicales que crecen a la orilla del mar, conforman un ecosistema rico en alimentos que nutren a una abundante fauna y microflora. Su potencial para alimentación de crustáceos, peces y moluscos es extraordinario.

El *Rhizophora mangle*, que constituye la principal variedad de los manglares rojos, arroja más de 7.5 toneladas de hojas por hectárea, por año. Las hojas soportan gran número de organismos vivos, y ayudan a la fabricación de detritus. En un proceso de degradación, los detritus reducen los sulfatos a sulfuros, contribuyendo así a aumentar el potencial

proteínico alimenticio a favor de los organismos que viven en los manglares.

Los últimos absorben nutrientes en forma de fosfatos y nitratos que se transfieren a las hojas; son devueltos por degradación a los sedimentos y al medio acuoso.

Las raíces del mangle, amplias y entrelazadas, conservan los sedimentos y preservan de la erosión, amortiguando las corrientes de las mareas y capturando los materiales orgánicos e inorgánicos así como las reservas planctónicas procedentes del mar.

En el manglar, la alta producción de material orgánico y detritus es suplementada por la producción de microalgas bénticas (fondo), macroalgas epifíticas (superficiales), fitoplancton, zooplancton y fanerógamas marinas. Constituyen, pues, un ecosistema natural de extraordinaria riqueza alimenticia para peces, invertebrados, crustáceos y moluscos.

LA CONSTRUCCION DE LA CAMARONERA

Las camaroneras han sido construidas en las zonas de salares, junto a los esteros y a los manglares a fin de asegurar una provisión de agua rica en plancton y en la cercanía de las playas, donde se recogen las larvas de camarón que cumplen su ciclo vital normalizado.

Usualmente se construyen piscinas artificiales que miden desde una hectárea hasta 60 hectáreas, pudiendo afirmarse que la extensión más favorable para un manejo eficiente está en el límite de 10 hectáreas por piscina. Estas alcanzan una profundidad de 1.50 m a 1.80 m, y deben llenarse con agua estuarina, guardando las proporciones de salinidad, contenido de oxígeno, nutrientes, movimiento del agua y pH.

Los camarones en estado de larva se "siembran" en las piscinas más pequeñas denominadas precriaderos, donde deben alcanzar el crecimiento de "juveniles".

Estos a su vez, se "siembran" en las piscinas de tamaño industrial. Se procede luego a alimentarlos mediante suplementos alimenticios balanceados a base de harina de pescado, harina de cabeza de camarón y harinas proteínicas de soya juntamente con carbohidratos, vitaminas y minerales.

El conocimiento tecnológico de la alimentación suplementada para camarones ha avanzado notoriamente. Los perdigones de suplemento alimenticio deben tener una densidad suficiente para que al caer se depositen en el fondo de la piscina, sin desaglomerarse, a fin de evitar la turbidez del agua.

Dependiendo de las técnicas de cultivo que pueden admitir variaciones, se logra entre dos y tres cosechas por año, llegando hasta cerca de 1,000 kilos por hectárea en los cultivos mejor manejados.

El Dr. Addison Lawrence, Decano de la Facultad de Maricultura de la Universidad de Texas A & M, EUA, sostiene que mejorando las técnicas de cultivo y normalizando cuidadosamente la alimentación, así como la insuflación de oxígeno, se puede lograr rendimientos multiplicados por un factor de 4, en el mismo espacio actualmente dedicado al cultivo.

Terminado el ciclo de "engorde" se puede suspender el proceso de acuerdo con los datos de peso y tamaño, y se procede a vaciar la piscina, recogiendo los camarones con a tarrayas.

Una vez vaciada la piscina, se deja secar sometida a los rayos del sol para eliminar los microorganismos indeseables, durante un período de dos a tres semanas. Se procede entonces a la fertilización del fondo de la piscina aplicando fertilizantes ricos en nitrógeno, fósforo, potasio y elementos menores. La fertilización es indispensable para mejorar el rendimiento y producción de algas por fotosíntesis, que constituye parte importante de la alimentación de los camarones.

Se requiere especial cuidado para evitar la presencia de depredadores o competidores en la captura de alimento dentro de la piscina. Para ello se utilizan compuertas con mallas que impiden el acceso de peces, crustáceos como la lisa y la jaiba, y otros competidores.

Terminada la cosecha los camarones usualmente se descabezan, limpian y se congelan en proceso de "flash freezing", manteniendo un sello hermético de hielo en las cajas de 5 lb c/u, que son las estándar para la exportación.

Los camarones se clasifican de acuerdo con su tamaño y según el número de colas por libra (Tabla 2). Asimismo, en las Tablas 3, 4 y 5 se detalla una operación comercial promedio, la inversión requerida para el desarrollo de un proyecto de mayores dimensiones y, finalmente, las ganancias y pérdidas a visualizar en lo referente a esta importante industria.

TABLA 2

CATEGORIAS COMERCIALES DEL CAMARON, SEGUN TAMAÑO
(Sin cabeza)

Denominación	No. por libra	Clasificación comercial
Extra colosal	Menos 10	U-7 U-8 U-9
Colosal	10-15	U10-U15
Extra Jumbo	16-20	U16-U20
Jumbo	21-25	U21-U25
Grande	31-35	U31-U35
Medio grande	36-42	U36-U42
Mediano	43-50	U43-U50
Pequeño	51-60	U51-U60
Extra pequeño	61-70	U61-U70
Diminuto	Menos 70	U71 y más

TABLA 3

RESUMEN DE UNA OPERACION COMERCIAL PROMEDIO

Larvas por hectárea	60,000 unidades
Mortalidad de larva a camarón	15 - 40%o
Densidad de la población cosecha/ha	50,000 camarones
Peso aproximado del camarón	20 g
Peso de la cabeza	32%o del peso total
Alimentación suplementaria, kg	1: 0.5 camarón cosechado

TABLA 4

INVERSION EN UN PROYECTO DE 80 HECTAREAS

	Millones de sucres	%o
Terreno	8.9	15.9
Construcciones	29.3	52.5
Maquinaria y equipo	10.0	17.9
Capital de trabajo	7.6	13.6
Inversión	55.8	100.0
Inversión por hectárea: S/. 700,000, o US\$6,000 por ha.		

LABORATORIO DE LARVAS

La producción de camarones por los medios descritos antes no enfrenta mayores problemas y se ha normalizado. No obstante, una excesiva depredación en la tala de manglares en determinadas zonas y la intensidad propia del proceso productivo en cautiverio, han disminuido notablemente el número de larvas disponibles. Ello ha afectado sobre todo las zonas camaroneras de las Provincias de El Oro y Guayas.

Esta súbita disminución del número de larvas que se ha suscitado en los dos últimos años, ha impulsado poderosamente la necesidad de instalar laboratorios para obtener la reproducción y el desarrollo de las larvas en cautiverio.

Originalmente, por medio de la pesca los laboratorios recogían ejemplares vigorosos de camarón-hembra en proceso de gestación. Estos se utilizaban para provocar la eclosión y el cuidado de los nauplios, garantizando una supervivencia mucho más elevada que en el proceso natural, donde la mortalidad es muy alta por acción de los depredadores que operan en los marismas, estuarios y manglares.

Hoy día, en los laboratorios se han diseñado técnicas que provocan la fecundación de hembras vigorosas con la intervención de machos seleccio-

TABLA 5
GANANCIAS Y PERDIDAS

	(Millones de sucres)	o/o
Ventas	66.9	100.0
Costos de producción	33.2	49.6
Utilidad bruta	33.7	
Gastos por ventas	2.4	3.6
Gastos de administración y generales	3.4	5.1
Utilidad	27.9	
Gastos financieros	4.7	7.1
Utilidad	23.2	
Reparto 15 ^o /o	3.5	5.2
Impuesto de utilidad	4.4	6.6
Utilidad neta	15.3	22.8

nados, así como la ovulación, eclosión y cultivo de los nauplios hasta el grado de mysis para entregar a los cultivadores.

Evidentemente, la presencia de los laboratorios es fundamental en esta etapa de desarrollo del cultivo. Se garantiza así una "semilla" normalizada de una variedad determinada de peneus, con un coeficiente muy bajo de mortalidad y con características genéticas y de crecimiento muy vigoroso, por efecto de la alimentación cuidadosa y dosificada que se pueda administrar en el laboratorio de larvas.

Fundamentalmente, el laboratorio constituye un receptáculo de fecundación y/o de inseminación artificial. Asimismo, se cuenta con métodos de laboratorio que permiten captar y producir alimentos naturales "fitoplacton" (algas) y "zooplancton" (*Artemia nauplii*), garantizando así el crecimiento vigoroso de las larvas.

Científicamente, se han desarrollado los conocimientos suficientes para manejar con alta eficiencia un laboratorio de esta naturaleza. Las tecnologías más conocidas han sido perfeccionadas en los Estados Unidos por Ralston Purina, que tiene un laboratorio de producción de larvas en Panamá. Este se encuentra en capacidad de suplir de larvas a varios países como Venezuela, Colombia, Ecuador y Perú.

Los franceses, japoneses y taiwaneses también han logrado sus metodologías y procesos científicos propios. Estos están siendo igualmente implementados en el Ecuador. Así, se puede afirmar, que en forma paralela y simultánea se someten a ensayo todos los conocimientos científicos actualizados en estas técnicas.

El laboratorio debe criar diversas especies de algas que se consideran las más adecuadas para la alimentación de la larva, así como rotíferos y artemia salina.

Este alimento, cultivado en el propio laboratorio, por el momento tiene un precio bastante alto. El kilo de artemia salina cuesta US\$80,

y se considera un factor de crecimiento indispensable e insustituible para las larvas.

En forma paralela, los belgas han desarrollado una tecnología altamente sofisticada para la producción de artemia salina *nauplii*. Este crustáceo posee características extraordinarias y, en estado adulto, alcanza una longitud de 5 mm. Perteneció al género branquiopodo, urihalino resistiendo contracciones hasta de 200 gramos de sal por litro.

Es notable por las razas anfigónicas y pantenogenéticas, algunas diploides (48 cromosomas), tetraploides (84 cromosomas) y octoploides (164 cromosomas); dependiendo de la salinidad, su comportamiento puede ser ovíparo y vivíparo.

Absorben hasta el 60% de su peso en proteínas y se multiplican cada cuatro días, produciendo de 100 a 400 descendientes.

Una de las características más relevantes de esta especie de crustáceo es el hecho de que se puede usar como vehículo para la transmisión de esquemas alimentarios, a partir de la absorción de nutrientes de fórmulas conocidas, a través de la artemia al camarón, y de éste al ser humano. En otros términos, los camarones podrán "fabricarse" con altos contenidos de vitaminas del complejo B si a la artemia se le alimenta con ese alto contenido.

Esta forma se ha denominado bioencapsulación e indudablemente, presenta perspectivas extraordinarias, y de proyecciones revolucionarias en el proceso de la alimentación humana.

Por este motivo los científicos belgas que dirigen este proyecto hablan de la revolución azul. Dicho término aplica a la tecnología que se ha empezado a desarrollar en el dominio de la maricultura, y que puede ser una de las respuestas a las deficiencias alimenticias proteínicas que actualmente enfrenta la humanidad.

PERSPECTIVAS FUTURAS

El dominio del conocimiento científico y de las tecnologías bioacuáticas y/o de acuacultivos de variedades de crustáceos, moluscos y peces, constituye un activo que se ha venido acumulando durante los últimos 20 años en el Ecuador. Ese logro puede ser utilizado también por otros países con ecosistemas similares o parecidos al del Ecuador.

En Venezuela, Colombia y Perú se han desarrollado también, aunque en forma limitada, algunos cultivos de camarón, siempre con perspectivas de exportación a los mercados externos.

Brasil, por su parte, ha emprendido en forma muy vigorosa, extensos cultivos de camarón, de variedades diferentes, pero con eficiencias comparables a las del Ecuador.

Ecuador podría duplicar su producción por hectárea, mejorando paulatinamente la eficiencia de sus cultivos, y afinando las tecnologías de alimentación y de manejo de todos los factores que influyen en el ecosistema artificial que se crea dentro de la piscina.

Conocidas las técnicas generales de cultivo, se puede aplicar por extensión a otras variedades económicamente útiles como el chame (pez de agua semidulce), la jaiba, camarones de río, ostiones, mejillones, conchas, calamares y otras.

Este proceso de cultivo sistemático y de alto rendimiento podría constituir una respuesta favorable al dilema del déficit alimentario de proteínas, que afecta a nuestras poblaciones.

En todo caso, plantea un desafío extraordinario para los investigadores científicos y técnicos especialistas en biotecnología, que tendrán que enfrentar el reto.

TRABAJOS DE INVESTIGACION

RELACION DE LOS HABITOS DE ALIMENTACION Y EL ESTADO NUTRICIONAL DE NIÑOS PREESCOLARES EN UNA COMUNIDAD RURAL

Martha Patricia Coello¹, Sara Elena Pérez-Gil R.¹ y Lucía Batrouni Kerkebe¹

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

RESUMEN

En este trabajo de investigación se analizaron los hábitos alimentarios con respecto al estado nutricional de niños preescolares, y su situación socioeconómica. El estudio se llevó a cabo en Cuetzalan, Estado de Puebla; se estudiaron todas las familias, y ajeno a la presencia de un niño preescolar, se aseguró que el padre y la madre vivieran en la misma casa. Se seleccionaron 40 niños que fueron considerados como bien nutridos, y por otra parte, 40 mal nutridos, tomándose como límites los que establece la clasificación de Gómez.

Con el propósito de definir las diferencias socioeconómicas entre los dos grupos, la muestra de población se dividió en diferentes niveles, con los resultados siguientes. El nivel socioeconómico de los niños bien nutridos guardó correlación con los estándares de vida de sus familias. En el caso opuesto, o sea en el de las familias de bajo estado socioeconómico, los niños acusaron más problemas nutricionales.

A cada madre seleccionada se le aplicó un cuestionario que incluía dos temas. 1) En el caso del primero, tratamos de evaluar la actitud de la madre con respecto a los hábitos alimentarios y enfermedades de los niños. 2) En el caso del segundo, se evaluaron los conocimientos de las madres en cuanto al embarazo, la alimentación al seno materno, alimentación del niño durante el primer año de vida, tabúes, creencias y otros aspectos que podrían estar relacionados con la nutrición.

En síntesis, se alcanzó el objetivo principal de este estudio, ya que se constataron diferencias significativas entre los dos grupos. Primero, se encontró una buena relación entre los hábitos alimentarios y el buen estado nutricional de los niños. Segundo, las madres con niños bien nutridos tenían mejores hábitos alimentarios y gozaban de mejor estado socioeconómico que aquéllas con niños cuyo estado de salud era deficiente y, por consiguiente, de estado socioeconómico más bajo.

Manuscrito modificado recibido: 1-16-87.

¹ Investigadores de la División de Nutrición de Comunidad, Instituto Nacional de la Nutrición "Salvador Zubirán", Calle Vasco de Quiroga 15, Delegación Tlalpan, 14000 México D. F., México.

INTRODUCCION

Investigaciones relativas al problema nutricional (1-3), señalan que la desigualdad socioeconómica trae como consecuencia que el 55% del total de la población consuma una dieta monótona y pobre que ocasiona un estado de desnutrición crónica que se agudiza en el medio rural y en la población infantil. En tanto que un pequeño sector de la población consume dietas excesivas y sofisticadas que sólo en algunas ocasiones pueden ser correctas (4). Además del factor económico, como factor causal de la desnutrición se encuentran los hábitos alimentarios que, por sí solos no pueden considerarse como la única causa del problema. Tal y como lo señala Bonfil (5), los hábitos de alimentación, "no pueden entenderse en sí mismos, sino en relación con otros factores como serían, en el orden intelectual, las categorías de salud y enfermedad, las concepciones religiosas, los criterios de clasificación del mundo orgánico, todo ello derivado de una experiencia histórica penosamente elaborada". Lo anterior es interesante, ya que la mayoría de los estudios sobre el tema se reducen a describir exclusivamente los hábitos de consumo como pautas culturales que señalan "qué se come, cuándo se come y quién lo come" (5), sin analizar algunas otras consideraciones que intervienen en la formación de las costumbres y tradiciones.

Por otra parte, conocer cómo se relacionan los hábitos alimentarios con la desnutrición, resulta igualmente importante que analizar la etiología de los mismos.

En el presente trabajo se pretendió dar otro enfoque al estudio sobre hábitos, analizando éstos en función de la situación nutricional de niños preescolares y de su situación socioeconómica. Para ello se seleccionó la comunidad de Cuetzalan en el Estado de Puebla, en donde el Instituto Nacional de la Nutrición "Salvador Zubirán" de México tiene un Centro de Investigaciones Rurales. Cuetzalan es la cabecera municipal de una serie de poblados, en su mayoría habitados por indígenas Nahuas y totónacos dedicados a actividades agrícolas, cefetaleras principalmente, y en menor escala al cultivo de productos semi-tropicales. Específicamente, la cabecera municipal, o sea Cuetzalan, funciona como centro regional coordinador de la Sierra Norte de Puebla, en donde los grupos indígenas y mestizos se reúnen una vez por semana para realizar varias de sus actividades de mercadeo. Además de ello, es el centro, en el que por sus características jurídico-políticas, la población se ve forzada a resolver otro tipo de asuntos. En Cuetzalan se encuentran también todos los servicios médicos del Sector Salud, —clínicas indigenistas, de seguridad social y de asistencia—, así como escuelas, teléfono, telégrafos, banco, etc. Asimismo, existen varios comercios, que junto con el "tianguis" que se realiza el día domingo, aprovechan los indígenas para ofrecer sus productos comestibles o artesanales. Es importante señalar que existe una marcada división social entre los mestizos y los indígenas, ya que los primeros se autodenominan "gente de razón" y a los segundos les llaman "inditos" (6, 7). La proporción de indígenas en la zona es de alrededor de 55%, mientras que la de mestizos es de 45%.

Por último, cabe mencionar que como parte de sus características geográficas, al igual que la mayoría de las poblaciones rurales del país, los alrededores de Cuetzalan están más desprovistos de servicios públicos,

por lo que la marginación se hace más evidente.

Finalmente, conviene aclarar que este estudio correspondió a la primera fase de las acciones programadas en el Centro de Investigaciones Rurales, con la finalidad de tener un mayor acercamiento físico con la comunidad. Otro propósito fue de orden cultural, el que permitiera conocer los hábitos y conocimientos que sobre nutrición y alimentación tuviera la población.

Por otro lado, la información obtenida sirvió de base para la programación de actividades educativas. Así pues, el objetivo central de la presente investigación fue, determinar la relación existente entre los hábitos alimentarios de las madres y el estado nutricional de sus hijos preescolares. Los objetivos específicos, por su parte, fueron: a) conocer los hábitos alimentarios de las mujeres durante el embarazo y el período de lactancia, b) conocer el patrón de ablactación de los niños menores de cinco años, c) determinar el estado nutricional de los niños preescolares y, d) determinar el nivel socioeconómico de los preescolares.

MATERIAL Y METODOS

Las características de esta investigación fueron las siguientes:

1. Transversal, ya que se realizó en un momento determinado y no se pretendió medir la evolución del fenómeno (hábitos, conocimientos y estado nutricional del niño).
2. Observacional, debido a que no se efectuó ninguna actividad que diera lugar a algún cambio o transformación.
3. Comparativo, porque el análisis se llevó a cabo en función de dos poblaciones, es decir, preescolares bien y mal nutridos.
4. Prospectiva, dado que las variables e indicadores utilizados se planearon para esta investigación específica.

Selección de la Población Objetivo

Se realizó un censo en la comunidad con el objeto de seleccionar, en base a las cédulas censales, la población objetivo. Los indicadores utilizados fueron los siguientes: composición familiar por edad y sexo, escolaridad, ocupación del jefe de la familia y estado nutricional de los niños menores de cinco años, de acuerdo a la clasificación de Gómez y a las tablas de referencia del Dr. Ramos Galván. Posteriormente, se seleccionaron aquellas familias que reunían los siguientes criterios de inclusión: a) tener niños en edad preescolar; b) vivir, tanto el padre como la madre, en la misma casa; c) tener completa la antropometría de los preescolares; y d) aceptación de la familia para la ejecución del estudio. Se excluyeron aquellas familias que no reunían los criterios anteriores y no se planteó ningún criterio de eliminación.

Los dos grupos de comparación se integraron en base al estado nutricional de los niños preescolares más pequeños. Por este motivo se consideraron como "bien nutridos", a aquéllos que tuvieran una adecuación de 900/o o más del peso para la edad y como "mal nutridos" a los que estuviesen por debajo del peso recomendado.

La Encuesta

El cuestionario sobre hábitos y conocimientos incluyó tanto preguntas cerradas, como abiertas. Es importante mencionar que, para las finalidades de esta investigación, se consideró como "hábitos alimentarios" lo que las madres "acostumbran consumir durante el período de embarazo y lactancia y lo que los niños acostumbran consumir durante el primer año de vida". El concepto "conocimiento", se refirió a lo que "las madres saben acerca de los alimentos", sin importar si lo aplican o no. Así pues, las preguntas se plantearon en función de lo que la señora acostumbra comer durante el embarazo y lactancia y lo que ella sabía que debía comer; se le interrogó sobre los "antojos" durante el embarazo, alimentos que producen más leche, causas de la disminución de la leche materna, y "remedios" para producir más. Se le interrogó, asimismo, sobre el tipo de lactancia y de ablactación que el niño recibía. Previo a la aplicación del cuestionario, se hizo una visita con el objeto de comunicar a las madres el propósito del estudio, y una más en la que se recabó la información. Además, se interrogó a las madres sobre la ocupación y el nivel de escolaridad de los jefes de familia.

RESULTADOS

Como ya se mencionó, se determinó el estado nutricional de los niños y por medio de tablas aleatorias, se seleccionaron 40 niños bien nutridos y 40 malnutridos, de un total de 155 familias que reúnan los criterios de inclusión (Tabla 1).

TABLA 1
CLASIFICACION DE LOS NIÑOS DEL ESTUDIO SEGUN SU
ESTADO DE NUTRICION

Sexo	Grados de desnutrición*									
	N		I		II		III		Total	
	No.	o/o	No.	o/o	No.	o/o	No.	o/o	No.	o/o
Femenino	41	26.4	25	16.1	5	3.2	1	0.9	72	46.5
Masculino	34	21.9	43	27.7	6	3.8	0	0.0	83	53.5
Total	75	48.3	68	43.8	11	7.0	1	0.9	100	100.0

* Clasificación del Dr. Federico Gómez.
 N 90 - 110% del peso ideal para edad.
 I 75 - 90%
 II 60 - 75%
 III Menos del 60%

Del examen de la Tabla 1 se desprende que de los 155 preescolares estudiados, el 48.30/o fueron considerados como normales (54.60/o de sexo femenino y 45.40/o masculino), y el 51.90/o acusaba algún grado de desnutrición. En otros términos, la mitad de los niños de la comunidad de Cuetzalan tenía, en la época del estudio, el peso adecuado para su edad. Esta cifra resultó ser más elevada en comparación con la de otro estudio realizado en comunidades aledañas a la cabecera municipal, en las que sólo se encontró un 360/o clasificado como normal (8). Esto se explica al analizar la diferencia en cuanto a la situación socioeconómica prevalectante entre la población de Cuetzalan y los pequeños poblados en los que se efectuó la otra investigación. Como ya se mencionó, la situación del indígena y de algunos mestizos de la zona es, por cualquier lado que se analice, de una completa marginación. Respecto a los casos con desnutrición, llama la atención el único caso con grado III, lo cual indica un grave problema, si se considera que dentro de la comunidad existen diferentes instituciones de salud y que, supuestamente, la situación socioeconómica de gran parte de la población, no es tan dramática como ocurre en el caso de los indígenas nahuas y totonacas.

Para tener un panorama de la ocupación de los jefes de cada una de las familias, y relacionarla con el estado nutricional de los preescolares, se presenta la Tabla 2. Conviene aclarar que las ocupaciones se agruparon de acuerdo a la siguiente clasificación: en el estrato I se incluyeron aquellos jefes de familia dueños de medios de producción o de comercios y empleados calificados; en el II, se incluyeron los profesionistas, técnicos y obreros calificados; y en el III, los obreros no calificados, jornaleros y campesinos sin tierras. No hubo ningún caso de desempleo.

TABLA 2

CLASIFICACION DE NIVELES SOCIOECONOMICOS Y
ESTADO NUTRICIONAL DE LOS PREESCOLARES

Nivel SE	Bien nutridos		Mal nutridos	
	No.	o/o	No.	o/o
I	17	42.5	3	7.5
II	13	32.5	14	35.0
III	10	25.0	23	57.5
Total	40	100.0	40	100.0

En la misma Tabla 2 se observa que el 42.50/o de las familias con niños bien nutridos tenían una ocupación mejor remunerada económicamente que las de los niños mal nutridos, en las que sólo el 70/o quedó incluida en este nivel o estrato. En cuanto al nivel II, la situación fue muy parecida; sin embargo, en lo referente al estrato III, se registró un 250/o para las familias con niños bien nutridos, mientras que un 570/o de los mal nutridos correspondió a este nivel. Lo anterior significa que aquellas

familias en las que no se encontró deficiencias nutricionales, se dedican a actividades mejor calificadas, como lo son la posesión de un establecimiento donde las percepciones económicas son más altas. De hecho, en la comunidad de Cuetzalan existen comercios de abarrotes o de otros productos que son de gran importancia a nivel regional y cuyas ventas, los días domingo, son en gran escala.

Ahora bien, es interesante establecer que de 40 familias con niños mal nutridos, 23, o sea el 57.50/o, se dedican a actividades mal remuneradas. En este estrato entran todos aquellos jefes que, aun cuando en ciertas ocasiones reciban un salario fijo, como son el caso de los jornaleros agrícolas y de los obreros no calificados, su situación socioeconómica es de privación, debido a que el salario mínimo no llega a cubrir las principales necesidades.

Respecto al nivel de escolaridad de los jefes, únicamente se encontraron diferencias significativas en lo correspondiente a la madre ($P < 0.005$) ya que el 62.50/o de las mujeres con niños bien nutridos cursaron estudios superiores a la primaria, en tanto que sólo el 17.50/o de las madres con niños mal nutridos realizó estos mismos estudios.

Hábitos y Conocimientos sobre Alimentación

Se comparó el patrón de ablactación de ambos grupos antes de los cuatro meses de edad, encontrándose diferencias significativas, especialmente en la introducción del grano de frijol, huevo, carnes, verduras, frutas y otras leches (alimentos industrializados). En los niños cuyo estado nutricional era normal, el 500/o de las madres manifestaron que fueron ablactados antes de los cuatro meses de vida, con cereales; con huevo, 62.50/o; con frutas y verduras, 77.50/o; con carne, 17.50/o. En cambio, los niños que acusaban algún grado de desnutrición, presentaron los siguientes porcentajes: 22.50/o para cereales y huevo, 27.50/o para frutas y verduras, y para carne, sólo el 50/o (Tabla 3).

En suma, se observa que el patrón de ablactación resultó más tardío e inadecuado para aquellos niños con algún problema de nutrición, mientras que los niños clasificados con estado nutricional normal, tuvieron, de acuerdo a la madre, una ablactación más temprana y adecuada.

Se partió del hecho de que la lactancia al seno materno durante los primeros meses de vida del recién nacido, resulta indispensable para protegerlo contra algunas enfermedades. Se vio así la necesidad de incluir dentro del cuestionario una pregunta acerca de ¿por qué se debe alimentar al niño con leche materna? Las respuestas se muestran en la Tabla 4, de la que se desprende que las madres con niños bien nutridos tienen una idea más acertada de la función que cumple la lactancia materna. El 32.50/o y el 17.50/o respondieron a las dos primeras preguntas consideradas como las adecuadas en cuanto a que la leche materna resulta indispensable para proteger al niño contra enfermedades y para ayudarlo a crecer. Las madres con niños mal nutridos se dispersaron más en sus respuestas y esto se observa al analizar 16 de ellas. El 400/o dieron respuestas muy variadas como "no tenía dinero para la leche de bote", "es más higiénico", "mis papás no quisieron que le diera leche de bote" y "por no pararme en las noches". Por lo tanto, puede concluirse que, al menos en este rubro, las madres con niños bien nutridos tienen una idea más clara sobre una de

TABLA 3

TIPO DE ABLACTACION DE ACUERDO AL ESTADO NUTRICIONAL
DE LOS PREESCOLARES

Alimentos*	Bien nutridos		Mal nutridos	
	No.	o/o	No.	o/o
Caldos de frijol y de carne	37	92.5	20	50.0
Frutas y verduras	31	77.5	11	27.5
Huevo	25	62.5	9	22.5
Sopa de pasta, pan y galletas	20	50.0	9	22.5
Alimentos industrializados	12	30.0	0	0.0
Carne	7	17.5	2	5.0
Grano de frijol	6	15.0	2	5.0

* Introducción de alimentos antes de los 4 meses de vida.

TABLA 4

¿POR QUE SE DEBE ALIMENTAR AL NIÑO CON LECHE MATERNA?

Respuestas	Conocimiento			
	Madres con niños bien nutridos		Madres con niños mal nutridos	
	No.	o/o	No.	o/o
Protege contra enfermedades	13	32.5	6	15.0
Para un mejor crecimiento y desarrollo del niño	7	17.5	9	22.5
Porque es buena	6	15.0	9	22.5
Otros	14	35.0	16	40.0
Total	40	100.0	40	100.0

En la respuesta "otros", quedaron comprendidas "no tenía dinero para leche de bote", "es más higiénico", "mis papás no quisieron que le diera leche de bote", "por no pararme en las noches", etc.

las principales ventajas que presenta la lactancia al seno materno, a diferencia de las madres con niños desnutridos.

En relación al embarazo, se formularon dos preguntas: ¿Qué comió usted cuando estaba embarazada? (hábito) y ¿Qué debe comer una mujer embarazada? (conocimiento). En la Tabla 5 se aprecia que un 27.20/o de las madres con niños bien nutridos dieron la respuesta considerada como correcta, a diferencia del 100/o de las madres con niños mal nutridos. Sin embargo, no hubo diferencias en cuanto a la segunda respuesta, "igual que

TABLA 5

¿QUE COMIO UD. CUANDO ESTABA EMBARAZADA?

Respuestas	Hábito			
	Madres con niños bien nutridos		Madres con niños mal nutridos	
	No.	o/o	No.	o/o
Lo mismo, aumentando los más nutritivos	11	27.2	4	10.0
Igual que siempre	15	37.5	14	35.0
Comer más	7	17.5	10	25.0
Comer menos	2	5.0	9	22.5
Otros	5	12.5	3	7.5
Total	40	100.0	40	100.0

 $X^2 = 8.24, g.l. = 3; P > 0.05.$

siempre", ya que para el primer grupo fue de 37.50/o, y para el segundo, de 350/o.

Las madres con niños desnutridos, manifestaron, en un 22.50/o, que comieron menos cuando estaban embarazadas. En la Tabla 6 se muestra el conocimiento de lo que debe comer una mujer embarazada y también se encontraron diferencias entre los dos grupos. Sin embargo, lo que más llama la atención es que al comparar las Tablas 5 y 6, se observa que las madres con niños mal nutridos fueron constantes en sus respuestas, ya que las mismas señoras contestaron exactamente igual a la interrogante de ¿qué comió y que debe comer una mujer embarazada? Resulta interesante que el hábito se relacione tan estrechamente con el conocimiento, ya que la experiencia obtenida en otros estudios habla de que la mayoría de las personas aun cuando tienen el conocimiento sobre algo, no siempre lo llevan a la práctica, es decir, no se convierte en hábito (9, 10). En cuanto a las madres con niños bien nutridos, se observan ciertas diferencias en las respuestas de las Tablas 5 y 6, pero se sigue manteniendo la significancia al comparar un grupo con otro, es decir que las respuestas más adecuadas para fines de este estudio correspondieron a las madres con niños normales (400/o).

Otra pregunta formulada sobre el mismo tema fue: Cuando estaba usted embarazada ¿comió de todos los alimentos que se le antojaron? En caso de que su respuesta fuese positiva, se le interrogó acerca de cuáles. No se encontraron diferencias significativas entre los grupos en relación a lo que las madres habían consumido (hábito). No obstante, en la pregunta relacionada con el conocimiento (Tabla 7), sí hubo diferencias estadísticamente significativas. La interrogante se formuló de la siguiente manera: ¿Sabe usted si le sucede algo al niño si no come algún alimento que se le antoje? Los resultados muestran que el 67.50/o de las madres con niños bien nutridos dieron una respuesta negativa. De manera totalmente opuesta se comportó el grupo con niños mal nutridos, cuyas madres en un

TABLA 6

¿QUE DEBE COMER UNA MUJER EMBARAZADA?

Respuestas	Conocimiento			
	Madres con niños bien nutridos		Madres con niños mal nutridos	
	No.	o/o	No.	o/o
Lo mismo, aumentando lo más nutritivos	16	40.0	4	10.0
Igual que siempre	15	37.5	14	35.0
Comer más	3	7.5	10	25.0
Comer menos	4	10.0	9	22.5
Otros	2	5.0	3	7.5
Total	40	100.0	40	100.0

$X^2 = 13.92$, g.l. = 3; $P < 0.01$.

70% contestaron que sí le sucedía algo al niño cuando no cumplían sus antojos; sólo 27.5% de ellas respondió que "no pasaba nada". Cabe señalar que al preguntar sobre qué sucedía, las dos respuestas que más predominaron fueron: "se provoca un aborto" y "nacen con la boquita abierta, babeando y con la lengua de fuera, pero no mueren". En relación a los remedios más comentados para evitar el aborto, que fue otra pregunta del cuestionario, se mencionaron los siguientes: "un té que se prepara hirviendo hojas de plátano largo, un anillo de oro y muez moscada; la infusión se toma e inmediatamente la señora se acuesta con los pies levantados, esto durante tres días seguidos"; otro es; "tomar siete tragos de agua si la señora no puede comer lo que se le antojó". Resulta interesante lo expuesto anteriormente, ya que pareciera ser que la mayoría de las madres con niños bien nutridos tienen menos creencias sobre los antojos, a diferencia de las madres con niños mal nutridos quienes opinaron que sí ocurre algo, cuando no se satisface algún antojo.

Lo anterior no significa, de ninguna manera, que las creencias *per se* sean el origen de la desnutrición, ya que se caería en un análisis cultural simplista que no conduciría a la realidad. Únicamente se pretende comentar la asociación que en este trabajo se dio entre una creencia y las madres de niños con algún problema de desnutrición. Ahora bien, en cuanto a los hábitos sobre lactancia, los hallazgos correspondientes a la pregunta: ¿tomó usted algún alimento que le ayudara a tener más leche?, no revelaron grandes diferencias. A pesar de ello, es importante mencionar que un buen número de madres contestaron en forma afirmativa, tanto a la pregunta de hábito como de conocimiento. Los alimentos que fueron señalados en mayor número de casos fueron: los atoles, principalmente de masa y de ajonjolí, el aguacate, la carne de cerdo, la cerveza, la matriz de puerca, etc. Hubo algunos tan originales, como por ejemplo, "el atole de lombrices hervidas con leche" o "la suciedad de ratón". Tampoco se observaron diferencias significativas en relación a la

TABLA 7

¿SABE SI LE SUCEDE ALGO AL NIÑO SI UD. NO COME ALGUN ALIMENTO QUE SE LE ANTOJE?

Respuestas	Conocimiento			
	Madres con niños bien nutridos		Madres con niños mal nutridos	
	No.	o/o	No.	o/o
No	27	67.5	11	27.5
Sí	12	30.0	28	70.0
No contestaron	1	2.5	1	2.5
Total	40	100.0	40	100.0

$X^2 = 13.20$, g.l. = 2; $P < 0.005$.

pregunta, ¿se le fue a usted la leche o se le agrió alguna vez mientras estaba dando el pecho a su niño? y ¿conoce usted a alguna persona que haya padecido algunos de estos problemas? Como se dijo anteriormente, los dos grupos se comportaron de manera semejante, y ambos estuvieron de acuerdo en mencionar que sí habían tenido ese problema o bien, que conocieron a alguna mujer que lo tuvo. Lo que se comentó más frecuentemente fue el hecho de que “se les fue la leche”, y lo atribuyeron a diversos factores tales como: “haber sufrido un susto”, “que cayó una gota de leche al suelo y se la comieron las hormigas”, etc. El remedio más común fue, “freir el miembro del puerco y dárselo a la señora, para que vuelva a tener más leche”.

La creencia más común sobre la causa de que “la leche se agrie” fue “porque la leche se calienta”, lo que a su vez se debe a “que las mujeres están cerca del fuego” o “por hacer labores del hogar”.

DISCUSION

Es importante informar que una de las principales limitantes del presente estudio fue el número tan reducido de entrevistas a las madres, ya que con una o dos, no fue posible captar toda la información que permitiese ahondar en el tema. No obstante, teniendo presente ésta y otras limitaciones, se cumplió con el objetivo general de conocer la repercusión de los hábitos alimenticios sobre la situación nutricional de los niños, así como los objetivos específicos. En términos generales, se encontraron diferencias en la ocupación del jefe de familia y en las respuestas de hábitos, entre el grupo con niños bien y mal nutridos, ya que los padres de los primeros tenían ocupaciones mejor remuneradas que los segundos, y las respuestas de las madres sobre hábitos y conocimientos también fueron diferentes. Las madres con niños bien nutridos sabían más acerca de la importancia de la leche materna, de lo que debe comer una mujer emba-

razada, de la edad en que se debe ablactar a un niño y, en general, tenían menos creencias consideradas como "negativas" sobre éstos y otros temas. En otras palabras, manifestaron tener menos hábitos perjudiciales para la salud de ellas y de sus hijos. Resulta necesario señalar que en este estudio no se concluye que los hábitos y conocimientos fueron los causantes directos del estado de desnutrición del niño, ya que pudieron haber intervenido otras variables que no se utilizaron y que probablemente actuaron en un período diferente. Sin embargo, debido a que estadísticamente sí se encontraron diferencias entre los dos grupos, podemos considerar que sí tuvieron alguna relación para que el niño sufriera o no desnutrición. Se sugiere, a partir de los hallazgos, continuar con esta línea de investigación valorando nuevas metodologías.

SUMMARY

RELATION BETWEEN FOOD HABITS AND NUTRITIONAL STATUS OF PRESCHOOL CHILDREN IN A RURAL COMMUNITY

Food habits in regard to the nutritional status of preschool children and their socioeconomic situation were analyzed in this research. The study was carried out in Cuetzalan, State of Puebla; all families were studied and, besides the presence of a preschool child in the home, both father and mother should also be living in the same house. Forty children considered as well nourished and 40 malnourished in the opposite case, were selected, taking the limits of the Gómez classification.

In order to define socioeconomic differences between the two groups, the sample population was divided into different levels, with the following results. The socioeconomic level of the well-nourished children did correlate with a good living standard of their families; in the other case, families with a low socioeconomic status, presented more nutritional problems.

A questionnaire was applied to every mother selected. This included two items: a) In the first case, we tried to assess the mother's attitude towards food habits and children's illnesses. b) In the second case, the mother's knowledge concerning pregnancy, breast feeding, feeding of the child during the first year of life, taboos, beliefs and other aspects which could be related to nutrition.

On the whole, the main objective of this study was attained, because significant differences were found between these two groups. Firstly, a good relationship between food habits and good nutritional status of the children was found. Secondly, mothers with well-nourished children had better food habits and better socioeconomic status than mothers having children with poor health status, and therefore, of a lower socioeconomic status.

BIBLIOGRAFIA

1. División de Nutrición del INN. Encuestas Nutricionales en México. Vol. I, 2a. ed. México, D. F., 1974. (Publ. Div. de Nutrición, INN, L-1).
2. División de Nutrición del INN. Encuestas Nutricionales en México — Encuestas Familiares. Vol. II. México, D. F., 1976. (Publ. Div. de Nutrición, INN, L-21).
3. División de Nutrición del INN. Encuestas Nutricionales en México — Estudios en Grupos Especiales. Vol. III. México, D. F., 1977 (Publ. Div. de Nutrición INN, L-33).

4. Bourges, H. Panorama alimentario de México. **Cuadernos de Nutrición**. Vol. 5, No. 1, julio-agosto-septiembre, 1981.
5. Bonfil, G. Notas sobre cultura y nutrición. En: **Lineamientos para el Desarrollo de un Plan Nacional de Alimentación y Nutrición**. México, D. F., CONACyT, 1976.
6. Arizpe, Lourdes. **Nican Pehua Zacatipan: El Ciclo de Desarrollo del Grupo Doméstico entre los Nahuas de la Sierra Norte de Puebla**. Tesis Profesional, E.N.A.H., México, 1970.
7. Paré, Luisa. Relaciones interétnicas y relaciones de clase. La Sierra Norte de Puebla. **Rev. Mex. Sociología**, No. 10, 1973.
8. González, R. A., F. H. Madrigal, A. Naranjo & O. Moreno Terrazas. Consumo de alimentos, estado nutricional y parasitosis intestinal en una comunidad indígena. **Rev. Salud Pública de México**, 27(4):jul-agto., 1985.
9. Muñoz, M., S. E. Pérez-Gil, C. Diez & J. De Regt. Diffusion of new concepts regarding child nutrition in rural environment. In: **Proc. 9th. Internat. Congress Nutrition, México, September 3-9, 1972**. Vol. 4. Basel, Switzerland, Karger-Basel, 1975.
10. Hernández, M., S. E. Pérez-Gil, J. Aguirre, *et al.* **Las Prácticas de Alimentación Infantil en el Medio Rural Mexicano**. México, D.F., CONACyT-PRONAL, 1975. (Publicación Div. de Nutr. INN, L-24).

**HOMES FOR THE MIGRANTS: THE PUEBLOS JOVENES OF LIMA--
A STUDY OF SOCIOECONOMIC DETERMINANTS OF CHILD
MALNUTRITION¹**

Pauline Herold² and Diva Sanjur³

Division of Nutritional Sciences,
Cornell University
Ithaca, N. Y.

SUMMARY

The family ecology of 68 preschool children attending a health care center in a *pueblo joven* (low-income peripheral settlement) of Lima, Perú, was investigated to determine its bearing on their nutritional status. Some of the variables studied included family income, income available to mothers, household composition, migratory history of mothers, child feeding practices and housing conditions. Nutritional status of the children was assessed through anthropometric and dietary means. Results indicated that chronic malnutrition was widespread. Breast-feeding was common, but the weaning diets had little diversity and low-caloric value. The family diet relied heavily on soups and starchy foodstuffs, and children participated fully in the family meals by the age of two. Child growth was negatively correlated with the number of preschool children and birth order, and positively correlated with income spent on water. In its turn, the children's diet was positively correlated with the income available to the mothers and the income spent on food.

RURAL-URBAN MIGRATION IN PERU

Urbanization is occurring at a rapid rate in the developing countries.

Manuscrito modificado recibido: 26-5-86.

- 1 Research supported in part by Grants from the Division of Nutritional Sciences, and the Latin American Studies Program at Cornell University, Ithaca, New York, USA.
- 2 This paper is based on the thesis submitted to the Graduate School by Pauline Herold, in partial fulfillment of the requirements for a degree of Master of Science in Nutrition.
- 3 Professor, Division of Nutritional Sciences, Cornell University, Ithaca, New York, 14853, USA, to whom all correspondence should be addressed.

The growth of cities is an alarming phenomenon, as the population is increasing at a faster rate than can be adequately absorbed. Perú is an example of a country that is quickly becoming urbanized. In 1961 its population was just under 10 million, and 5.2 million (over 50^o/o) lived in the rural areas. Twenty years later, its population was over 17 million and 6 million (about 35^o/o) lived in the rural areas (1). (Figure 1).

The capital city of Lima, with a population estimated at 4.6 million in 1981 (1) is the most frequent destination of the country's internal migrants. Greatly as a result of this influx, the city's population increased five-fold between 1940 and 1973 (2). Lima is an "overurbanized" city in the sense that it cannot provide more than the most minimal public services to a majority of its residents, and job opportunities are insufficient. In 1978, for example, it was estimated that only 52^o/o of the city work force was adequately employed (3).

Perhaps the most obvious sign of the city's inability to satisfy the basic needs of many of its residents has been the expansion of squatter settlements or shanty-towns, termed *pueblos jóvenes*, in and around the city. No public services are provided and living conditions are very unsanitary, but these must be the homes of half of the city population (4) unable to afford more conventional housing. The first homes of *pueblo joven* residents were made of *esteras* (reed mats) and poles (Figures 2, 3). Over a number of years and as each family's economic situation allows, the building of homes of sturdier materials is being carried out. Improvement of the physical conditions of the *pueblos jóvenes*, such as the construction of roads, the building of schools and community buildings, and the installation of electricity, potable water and sewerages, occurs mainly through community self-help projects.

GOALS, SETTING, AND METHODOLOGY OF THE STUDY

In environments characterized by poverty and unsanitary conditions such as the *pueblos jóvenes*, the health and nutritional status of preschool children is frequently compromised and found to be negatively affected. Nevertheless, to fully understand why malnutrition occurs, knowledge of the preschoolers' family environment is necessary. The purposes of this study were to assess the nutritional status of a sample of preschool children from the *pueblos jóvenes* through anthropometric and dietary means and after doing so, identify the demographic and socioeconomic characteristics of families that were most strongly associated with poor nutritional status among their preschool children. Only after understanding the family ecology can community interventions directed to improve the nutritional status of preschool children be successful. The demographic and socioeconomic characteristics of the families that were hypothesized to be associated with the growth and food intake of the children were the following:

father's occupation	mother's educational level
family income	mother's occupation
income available to the mother	mother's migratory status
income spent on food	housing conditions
household size	infant and child feeding practices
number of independents	home-raising of animals and food
number of preschool children	birth order of child

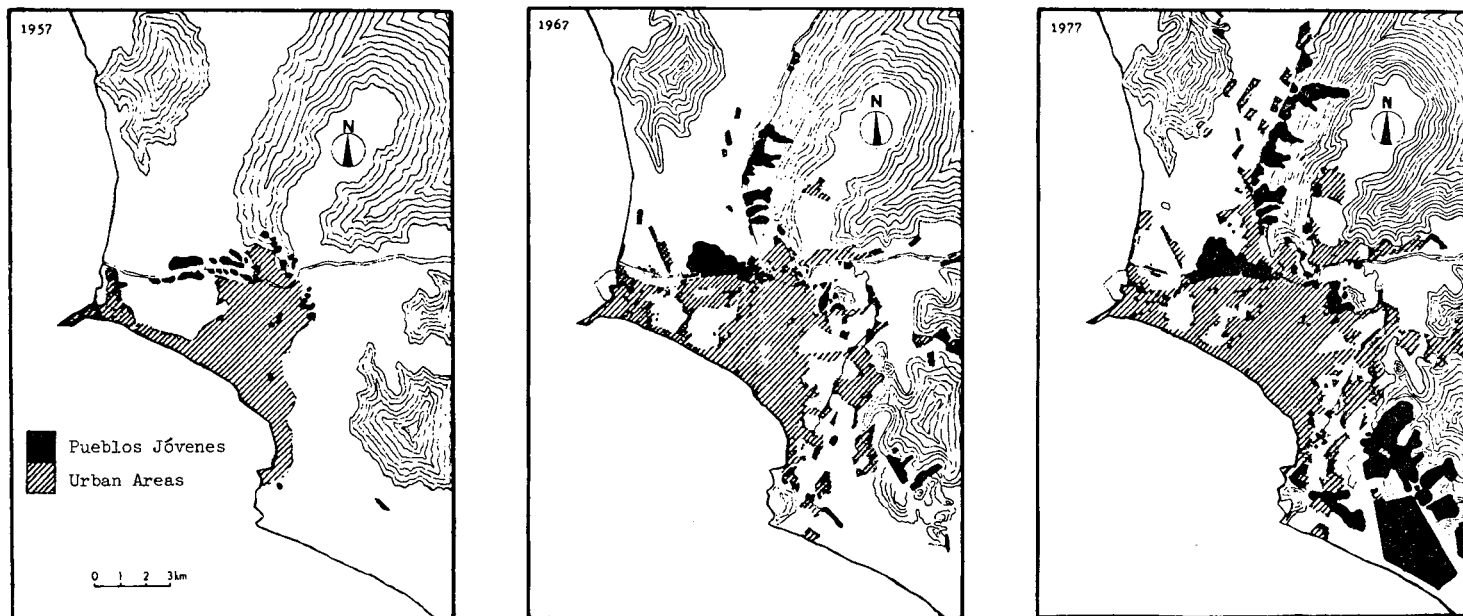
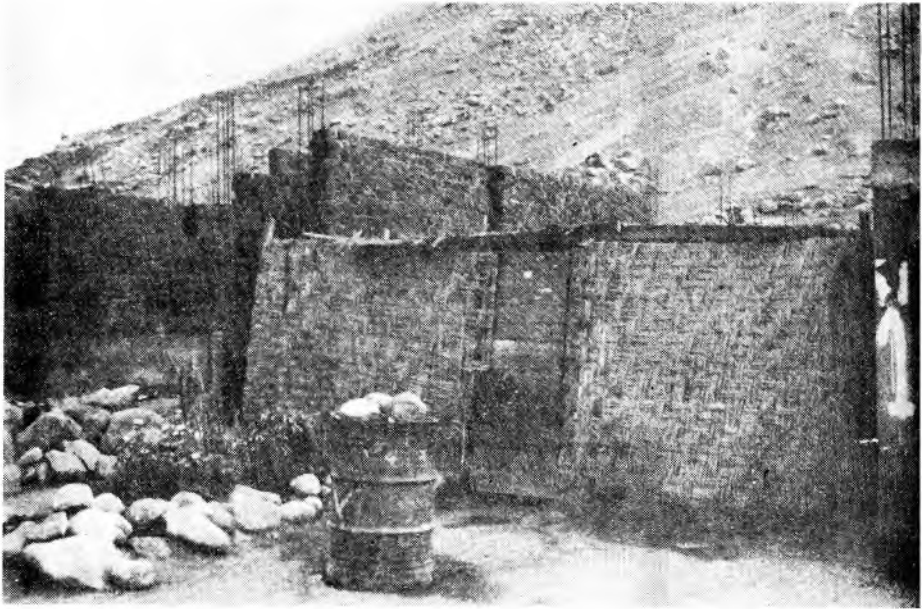


FIGURE 1

THE PUEBLOS JOVENES OF LIMA, 1957, 1967, 1977*

*Reproduced from: José Matos Mar, *Las Barriadas de Lima*, 1957. 2nd. ed.,
 Instituto de Estudios Peruanos, Lima, Perú, 1977

FIGURE 2

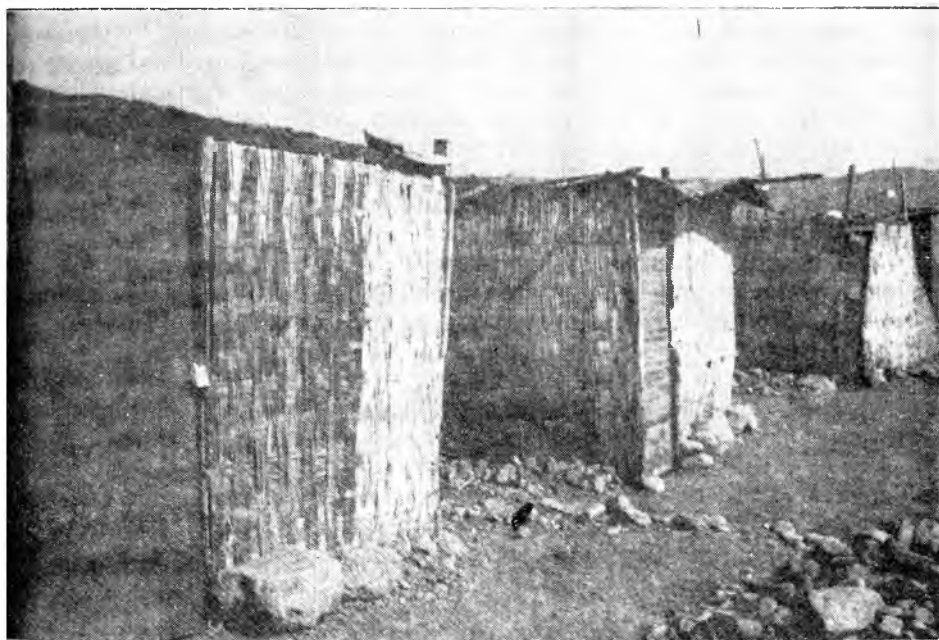


Families improve their homes as their economic situation allows. Home construction continues over many years



Public services such as electricity, water, sewerage and roads often take many years to be installed in *pueblos jóvenes*. To supply themselves with water, dwellers purchase it from tanker-trucks which have regular routes in the *pueblos jóvenes*. Water is stored in oil drums or in brick tanks.

FIGURE 3



Shacks made of *esteras* (reed mats) and wood poles are the first homes in a *pueblo joven*. This *pueblo* has formed as a result of government authorization. Each shack is built on the family's assigned lot.

The study was carried out in a health care center in a *pueblo joven* located northeast of Lima. There was little physical development in the area. No public services had been installed and there were no paved roads. About half of the homes were still made of *esteras*.

The sample was made up of 68 preschool children. These were randomly selected among those brought to the health care center by their mothers between June and August 1981.

The research tool used to gather data on family demographic and socioeconomic characteristics was a questionnaire. This was administered to mothers of the children included in the sample, in private interviews and after obtaining the mothers' consent to participate.

The 24-hour food recall was the research method chosen to collect dietary intake data. With this information, the children's diet was evaluated on a qualitative basis to measure its diversity and quality. Each diet was given a score, called the *Food Diversity Score*, based on the variety of foods consumed. Previous studies (5,6) have shown that the greater the diversity of food eaten, the greater the nutrient intake and the greater the likelihood of meeting the body's nutritional needs. To calculate the Food Diversity Scores all the foods recorded on all the 24-hour recalls were entered on tally sheets to calculate how many individuals in the sample consumed each food. Foods that were found to have been consumed by 15% or more of the sample made up what could be called the "diversity list". Each individual in the sample was assigned one point for each food on the "diversity list" eaten in the period under study. The total number of points (equal to the total number of foods on the list consumed) was the child's Food Diversity Score. The dietary quality, on the other hand, was evaluated on the basis of the extent to which the child's diet in the period under study satisfied the four-food group pattern. This score, termed the *Dietary Quality Score*, was high when the child's diet included food groups not frequently consumed by others in the sample (7). The highest score was given when a child consumed foods from all food groups. Thus, methodologically, the use of these techniques is justified, since one measures one dimension — *food complexity*, while the other measures *food quality*.

For the anthropometric assessment of nutritional status, measurements of weight and height were taken. Among children aged less than 24 months, recumbent length was measured instead of height. Children were barefoot or in stocking-clad feet with all outer clothing removed. The youngest children were weighed on an infant scale accurate to the nearest 100 grams; the older ones were also weighed, but on a bathroom scale accurate to the nearest 500 grams. Measurements of recumbent length were taken using an infantometer accurate to the nearest 0.5 cm.; height was measured to the nearest centimeter using a metric tape glued to a wall.

Each mother was asked her child's birth date. This information was verified on the health care center records. Each child's age was then calculated, estimated to the nearest month.

Nutritional status of the children, as assessed by their growth, was classified according to the Gómez (8) and the Waterlow (9) classifications (Table 1) using the NCHS growth standards of comparison (10).

A sub-sample of 15 homes was chosen randomly for visits. These were

TABLE 1
GOMEZ AND WATERLOW CLASSIFICATION OF MALNUTRITION

A Gómez Classification of Malnutrition — Weight for Age

Classification	Per cent standards*	N	o/o
BOYS N = 27			
Normal	≥ 90	2	7
First degree	89.75	12	44
Second degree	74.60	11	41
Third degree	< 60	2	7
GIRLS N = 39			
Normal	≥ 90	7	18
First degree	89.75	26	67
Second degree	74.60	4	10
Third degree	< 60	2	5

*Based on per cent of the 50th percentile of the NCHS growth standards for weight for age.

B Waterlow Classification of Malnutrition

Grade of stunting	Grade of wasting			
	0	1	2	3
A. BOYS N = 23				
0	1 (4 ^o /o)	0	0	0
1	2 (8 ^o /o)	4 (17 ^o /o)	1 (4 ^o /o)	0
2	9 (39 ^o /o)	3 (13 ^o /o)	0	0
3	2 (8 ^o /o)	0	1 (4 ^o /o)	0
B. GIRLS N = 23				
0	2 (9 ^o /o)	3 (13 ^o /o)	0	0
1	13 (56 ^o /o)	0	0	0
2	5 (22 ^o /o)	0	0	0
3	0	0	0	0

Grading: Wasting 0 = > 90^o/o weight for length or height
1 = 90-80^o/o weight for length or height
2 = 79-70^o/o weight for length or height
3 = < 70^o/o weight for length or height

(NCHS 50th percentile for weight for length or height as standard)

Stunting 0 = > 95^o/o height for age
1 = 95-90^o/o height for age
2 = 89-85^o/o height for age
3 = < 85^o/o height for age

(NCHS 50th percentile for weight for length or height as standard)

done to unobtrusively observe the living conditions so as to verify information provided during the interview. In no case was there found to be any discrepancy.

Data were analyzed on a DEC computer using the SCSS conversational system (11). Part of the analysis was done using descriptive univariate statistical procedures. Other statistical methods used included chi-square analysis, Kendall Tau-c analysis, Student's T-test, analysis of variance, and correlational analysis using the Pearson product moment correlation coefficient.

RESULTS

Demographic and Socioeconomic Characteristics of the Families

Various demographic and socioeconomic characteristics of the families of the children included in the sample, are summarized in Table 2. In addition to the characteristics listed, the responses to the questionnaire revealed that the grave problems of under- and unemployment in the city of Lima were reflected in the situation of the families. The fathers of the children held a variety of jobs, in the service or construction sectors. About half of the men were self-employed and could be classified as being in the informal service sector. Among other occupations, they worked as street vendors, shoe shiners, carpenters, painters, porters or electrical or mechanical handymen. The other half of the fathers were employees, and their most frequent occupations were as construction workers or unskilled factory laborers. A third of the fathers had had their current job for less than six months or were employed as construction workers whose job exists only for the duration of the construction project.

The father's employment was the principal, and when the mother did not work, the only source of family income. In a few of the families, school-aged children, adolescents or young adults also earned some income through employment. Twenty mothers stated that they did not know what their husband or partner earned and, thus, a weekly family income figure could not be calculated. Instead, they provided information on the amount of money they received regularly from their husbands or partners. To this was added income earned by the mother if she worked outside the home, and the weekly amount available to the mothers was calculated.

The weekly amount spent on food was compared to the weekly family income and the weekly income available to the mother. It was equal on average to 77⁰/o of the weekly family income, and 83⁰/o of the weekly income available to the mother. Adding the expenditure for food, water (which due to the inexistence of a home potable water service had to be bought from tanker trucks) and kerosene (the principal cooking fuel), it was found that on the average, these amounted to 88⁰/o of the weekly family income and to 96⁰/o of the money available to the mother.

Anthropometry

The sample was composed of 68 children, 28 boys and 40 girls with ages ranging from two to 75 months. The mean age of the boys was 25.9 months (\pm 19.1 months), while the girls tended to be older, having a mean

TABLE 2
DEMOGRAPHIC AND SOCIOECONOMIC CHARACTERISTICS OF FAMILIES
(N = 68)

I. Mothers:		
Age:	29.2 ± 6.4 yrs	
Years of schooling:	None	18°/o
	Incomplete primary	35°/o
	Complete primary	25°/o
	Incomplete secondary	17°/o
	Complete secondary	5°/o
Occupación:	Housewives	73°/o
	Part-time ^a	12°/o
	Full-time	15°/o
Migratory status:	City natives	18°/o
	Migrants	82°/o
	Age of arrival in Lima	16.4 ± 7.7 yrs
	Length of time in Lima	13.5 ± 7.1 yrs
II. Household size and Composition		
Household size (N = 67)	<u>Mean ± SD</u>	<u>Range</u>
Number of household members	6.7	4 - 13
0-14 yrs (N = 67)	4.0	2 - 9
Number of household members, 0-5 yrs	2.5	1 - 5
Birth order of child:	First-born	12°/o
	Second or third-born	48°/o
	Fourth or fifth-born	31°/o
	Sixth or seventh-born	3°/o
	Eighth or ninth-born	3°/o
	Tenth-born	3°/o
III. Living conditions:		
Home construction materials:	<u>Esteras</u>	57°/o
	<u>Brick and esteras</u>	10°/o
	Brick and cement	19°/o
	Other materials	14°/o
Floor:	Dirt	82°/o
	Cement	18°/o
Latrine:	Yes	47°/o
	No	53°/o
IV. Income:		
Weekly family income ^b	Median (in soles)	Range
Weekly income available to mothers	10499	4400-18900
	6995	3500-14000
V. Weekly expenditures		
water ^c	<u>Mean ± SD (in soles)</u>	<u>Range</u>
Kerosene ^d	500	110-1540
Food	387	170- 770
	6946	2000-17500

^a Defined as less than 8 hrs/day of work outside the home.

^b In the period during which the interviews were conducted, the Peruvian currency dropped in value from US\$1 - 418 soles, to US\$1 - 434 soles. For conversions from one monetary unit to another, US\$1 - 425 soles is used as the exchange rate.

^c Being home potable water service inexistente, it was bought from tanker trucks and stored in oil drums or brick tanks outside the home.

^d Cooking fuel used by families.

age of 39.7 months (± 18.1 months). Anthropometric data for 66 children were available; for two of them (one boy and one girl) data were found to be misrecorded and thus, were discarded.

Table 1-A shows the results attained following the Gómez classification of nutritional status using the NCHS 50th percentile as standards. Less than 10% of the boys and 20% of the girls included in the sample could be classified as being in a normal state of nutrition; a little less than half of the boys and two-thirds of the girls had first-degree malnutrition; over a third and a tenth, respectively, had second-degree malnutrition and about 5% of both boys and girls had third-degree malnutrition.

The results corresponding to the Waterlow classification and the NCHS 50th percentile as standards are shown in Table 1-B. The NCHS tables of weight for height have 90 cm as the lowest value for height. Some of the children in the sample (4 boys and 16 girls) on whom such a measurement was taken, had a height of less than 90 cm. Thus, they were not included in this analysis. As observed, among both sexes there was a predominance of children with marked deficits in height for age and normal weight for length or height, suggesting a high prevalence of chronic malnutrition.

Child Feeding Practices

Breast-feeding — A child was considered to have been breast-fed when he or she had received breast milk for a week or more after birth, either exclusively or along with other foods. Children who had received breast milk for less than a week were classified as not having been breast-fed. Using this classification, 56 (82%) of the mothers had breast-fed their child, while 12 (18%) had not done so.

The length of the breast-feeding period (either exclusively or along with other foods) ranged from half a month to 42 months, the mean period being 8.9 months (± 8.2 months). While a quarter of the mothers had breast-fed for less than three months, almost half of them had done so for a year or more.

The use of breast milk as the sole food for infants was discontinued at an earlier age. Six of the mothers who had breast-fed had given their infants other foods since their birth. Among the other 50 mothers, the mean age at which exclusive breast-feeding stopped was 4.4 months (± 3.1 months). The age at which this occurred ranged from less than a month to 12 months. A third of the mothers had stopped feeding their infants exclusively breast milk by three months of age. On the other hand, another third of them stated to have fed their infants solely breast milk for more than six months.

The 12 mothers who had not breast-fed their children gave various reasons for not doing so. The most common reason given by five of them was that they had not had any milk or they had had insufficient quantities to satisfy their child's hunger. Other reasons were that the child had not wanted the mother's breast, the mother had had a breast infection, the mother or the child had been hospitalized after the child's birth, or the child had been unable to suckle properly causing milk secretion to stop.

The Kendall Tau-c analysis showed that there was no association between the practice of breast-feeding and the mother's ages (Kendall

Tau-c = -0.107 ; not statistically significant at the $p \leq 0.05$ level) and educational level (Kendall Tau-c = 0.036 ; not statistically significant at the $p \leq 0.05$ level). No association was seen either between the practice of breast-feeding and two variables related to the mother's migratory status, the age upon arrival in Lima and the number of years in Lima (Kendall Tau-c = -0.068 and 0.013 respectively; neither statistically significant at the $p \leq 0.05$ level).

Among the breast-feeding mothers, the relationships between the duration of the breast-feeding period and the mother's ages, educational level and migratory status were also analyzed. No significant differences in the duration of the breast-feeding period were found between mothers older or younger than the median age of 28 ($T = 0.8331$, not statistically significant at the $p \leq 0.05$ level) or mothers with varying educational levels ($F = 0.5953$; not statistically significant at the $p \leq 0.05$). In regard to migratory status, city natives and mothers who had arrived to Lima before or after the age of 14, had breast-fed their children for periods that were not significantly different ($F = 2.2995$; not statistically significant at the $p \leq 0.05$ level). However, as Table 3-A shows, migrant mothers who had lived for varying numbers of years in the city breast-fed their infants for periods that were significantly different. Mothers who were natives to the capital city breast-fed their infants over two months less than mothers who had lived in Lima for more than 14 years. This group, in turn, breast-fed their infants for an average of six months less than did the group of mothers who had arrived in Lima 14 years or less before.

The relationships between mother's age, educational level, migratory status and the period of exclusive breast feeding were similar to the above findings for breast feeding, with or without administering them other foods. Again, mothers who had lived for varying numbers of years in Lima had fed their infants exclusively breast milk for periods that were significantly different (see Table 3-B). Those who had lived in the city for less than 14 years fed their infants solely breast milk for, on the average, about three months longer than did mothers who had been in the city for more than 14 years and those that were city natives. Since breast feeding until a child is a year or more is customary in the rural areas of Perú, these findings suggest that among the lifestyle changes women gradually make upon arriving in the city, is a decrease in the period they breast-feed their infants rather than an abandonment of the practice altogether.

Weaning foods — A variety of liquid and semi-solid foods were given to the children as weaning foods (see Table 4). Half of the mothers gave powdered or canned milk to their children as their first weaning food. Another fifth of the mothers gave them milk, as well as other foods such as broths, pureed vegetables, fruits and porridges. In total, over 70% of the mothers stated to have given their child milk, either alone or along with other foods as the first weaning foods. The rest of the children were given broths, pureed vegetables, fruits, porridges or herbal teas.

With the exception of milk, weaning foods were generally not foods that were bought or prepared especially for the infant. Rather, among the foods consumed by the entire family, mothers would select some to feed their infants. For this purpose, broths would be separated from soups, and fruits would be mashed or sliced into tiny pieces.

TABLE 3

**A LENGTH OF BREAST FEEDING AMONG MOTHERS WHO HAVE LIVED
FOR VARYING NUMBERS OF YEARS IN LIMA^a**

(one-way analysis of variance)

	Number of Years Mother Has Lived in Lima			Total
	Born in Lima	> 14 yrs	≤ 14 yrs	
Months of breast-feeding	4.3 ± 3.9 N = 9	6.6 ± 6.5 N = 20	12.8 ± 9.0 N = 21	8.9 ± 8.2 N = 50

F = 5.4512; significant at the p < 0.05 level

^a Mothers who had not breast-fed or were still breast feeding their child at the time of the interview were not included in the analysis.

**B LENGTH OF EXCLUSIVE BREAST FEEDING AMONG MOTHERS WHO
HAVE LIVED FOR VARYING NUMBERS OF YEARS IN LIMA^a**

(one-way analysis of variance)

	Number of Years Mother Has Lived in Lima			Total
	Born in Lima	> 14 yrs	≤ 14 yrs	
Months of breast feeding	2.9 ± 2.5 N = 9	3.4 ± 2.6 N = 20	6.0 ± 2.8 N = 21	4.4 ± 3.1 N = 50

F = 5.7914; significant at the p < 0.05 level

^a Mothers who had not breast-fed or were still breast feeding their child at the time of the interview were not included in the analysis.

When comparing the use of milk as a weaning food, it was more common for mothers native to Lima to use it than for mothers who were migrants. The chi-square analysis showed that this difference had a significance barely over p = 0.05. Because milk is a relatively high-cost product, one could propose that the difference merely reflected family income levels. Among those families of which income was known, however, no significant differences in income and in income available to the mothers

TABLE 4
WEANING FOODS
(N = 67)

Foods	Number of mothers who used the foods
Milk (powdered or canned)	34 (51 ^o /o)
Broth	8 (12 ^o /o)
Pureed vegetables	2 (3 ^o /o)
Milk and broth	5 (7 ^o /o)
Milk, broth and pureed vegetables	5 (7 ^o /o)
Milk, pureed vegetables, fruit and porridges	4 (6 ^o /o)
Broth, fruit	4 (6 ^o /o)
Broth, pureed vegetables	2 (3 ^o /o)
Pureed vegetables, porridges	2 (3 ^o /o)
Herbal tea	1 (1 ^o /o)

were found between families where the mother was a native and families where she was a migrant ($T = -1.49$; not significant at the $p \leq 0.05$). It is possible that migrant mothers were using foods that are the customary weaning foods of the rural areas, where milk is less readily available. Indeed, a few of the migrant mothers mentioned that they had fed their children as was usually done in the highlands. Mothers born in Lima, on the other hand, might have been more familiar with the use of powdered and canned milk for feeding infants, and so chose to use it.

Feeding during illness – It was more common for mothers to state that they fed their children differently when he or she had diarrhea than in cases of fever. Less than a third of them stated that they varied their pattern of child feeding when he or she had a fever, while over three-fourths of the mothers did so when the child had diarrhea.

During times of fever, a majority of mothers limited the foods given their child to liquids of solid or semi-solid foods considered to be *suaves* (literally, soft). These foods included teas and “waters”, broths and porridges. Other mothers stated that the child’s diet remained much the same with only selected foods being withdrawn. These included milk, fatty foods and vegetables.

When a mother varied her habits of child feeding because her child had diarrhea, it was most common for her to restrict the child’s intake to *panetela*, a liquid made by boiling water with toasted rice and bread, carrots and cinnamon. The mixture is cooled and strained before giving it to the child. Over a third of the mothers stated that this was the only food their child received while ill with diarrhea. In addition, eight of them stated that their children’s diet remained much the same, with only selected foods being withdrawn. The food that most commonly was not given to the child while ill with diarrhea was milk.

In *pueblos jóvenes*, where environmental sanitation conditions are so often very poor, children are prone to suffer a high incidence of fevers

and diarrhea. The widely-practiced custom of limiting their intake to low-nutritive value liquid and semi-solid foods can easily negatively affect the children's growth and development, and probably makes recovery from their illnesses more prolonged.

Family Food Acquisition

Food purchases — It was the mothers' practice to shop daily for the family food at markets or small stores in the *pueblos jóvenes*. Nevertheless, in many of the families, due to the unstable nature of the father's employment or his variable earnings, there were frequent economic constraints to food purchasing. On occasions, mothers could not follow their habit of going regularly to the market, but only went when they had enough money. For the same reasons, their expenditures on food could vary greatly. Thus, expenditures on food discussed above and the "market basket" described below, should be considered to be that occurring during times when family incomes were relatively more plentiful, rather than the actual practice at all times.

Mothers were asked to recall foods they commonly bought at the market and their frequency of purchase. From the responses of all them, a "typical market basket" was developed.

Beef, the preferred and most expensive source of animal protein, was consumed frequently by very few of the families. Only two respondents mentioned buying it daily, and 12 (18^o/o) bought it at least once a week. Those women who did buy it, bought only small amounts. *Poultry*, bought in the same small quantities, was consumed by a greater number of families (51^o/o bought it at least once a week). Some varieties of ocean fish were relatively inexpensive and were the most common animal protein source, with 63^o/o buying fish at least once a week.

Meals began with soups twice a day; the minimal and essential components of soups were the "soup vegetables": carrots, celery, *zapallo* (a type of squash), leeks and turnips⁴. All these foods were bought daily by more than half of the mothers while two-thirds of them bought them at least once a week. These vegetables can be considered the most indispensable purchases; mothers mentioned that when they had little money and not enough to make a complete meal, they at least made a soup to feed their families.

A variety of vegetables were purchased for other purposes. Tomatoes and onions, which are used in the *aderezo* (seasoning) of many dishes, were the vegetables most frequently purchased. About 25^o/o bought both of them at least once a week. Other vegetables included broad beans, cauliflower, cabbage, spinach, string beans, peas and lettuce.

Among the starchy products, rice, noodles, and potatoes were the food items most frequently purchased. Over two-thirds of the respondents bought the three foodstuffs at least once a week. These foods were eaten as the bulkiest part of the *segundo* (the course of a meal following the soup), or as an ingredient in soups.

4 Other ingredients that could be added were noodles, rice, potatoes, chicken and additional vegetables.

Dry legumes were purchased occasionally by a small number of mothers. Their relatively high cost and the long cooking period they require were mentioned as reasons for not consuming them more often.

Bananas, an inexpensive fruit available year round, was the fruit purchased by the greatest number of mothers; about a third of them bought some at least once a week. Other fruits mentioned less frequently to have been bought included oranges, tangerines and apples. Fruits were considered by most of the mothers as "extras", or as treats for their children to be bought whenever there was a little additional money. Many stated to be unable to ever buy fruit.

Gardening and raising of animals — Home-growing of vegetables or fruits was done by only one of the families interviewed. Mothers cited the difficulties for obtaining water, the inadequate soil (the *pueblo joven* was located on a sandy plain) and the small size of their lots, as reasons for not practicing gardening.

On the other hand, two-thirds of the families kept animals: ducks and/or chickens were raised by almost all of them. Comments made by mothers regarding the raising of animals suggested that this practice made a significant contribution to the family diet. For many, the raising of animals was a kind of "food insurance": "at times when we do not have enough income to purchase all the needed food, one of the animals can be killed to include in the day's meals". Thus, the infrequent purchasing of animal products seen above may not have reflected the actual consumption of the families.

Child Food Intake — Analysis of the 24-hr Food Recalls

Children up to one year of age — Thirteen children included in the sample were aged 12 months or less. Four of these were being breast-fed at the time of the interview, but all were being fed other foods as well. Breast milk was given on demand during day or night. All other foods were fed in three daily meals.

Liquid foods predominated in the diet of children of one year or less (Table 5-A). Milk, in either a powdered or canned form, was the food most commonly fed. Over three-fourths of the mothers stated to have fed it to their children at least once in the 24 hours previous to the interview. The frequent consumption of milk in this and other age groups was because, as the children were clinic patients, their mothers periodically received powdered milk free.

For the non-breast feeding child in this age range, the morning meal consisted of either milk or sugared tea, fed with a bottle or a cup and spoon. At noontime or in the early afternoon the child was fed a cupful of broth and small pieces of the solid ingredients in the soup. From the family's *segundo*, several tablespoons of rice or a mashed piece of potato or *zapallo* may also be given or bite-size pieces of chicken or fish. But exactly what foods are fed to the child depends on what the family meal is.

Seven food categories (1. milk (powdered or canned); 2. broths; 3. fish, poultry or beef; 4. potatoes; 5. teas and herbal teas; 6. Sugar; 7. breast milk) were consumed by at least 15% of the children and were used to calculate the children's Food Diversity Scores. Out of a possible

TABLE 5

CHILDREN'S FOOD CONSUMPTION

A. Foods Consumed by Children Twelve Months of Age or Less
N = 13

A. <i>By over 50% Food</i>	<i>N</i>	<i>o/o</i>	<i>Varieties of food</i>
Milk	10	77	Powdered, canned
Sugar	7	54	
Broths	7	54	Vegetable, vegetable and noodle, chicken, chicken and vegetable
Teas and herbal teas	7	54	Tea, fennel seed water, <i>yerba luisa</i>
B. <i>By over 15% Fish, poultry or beef</i>	5	38	
Potatoes	5	38	
Breast milk	4	30	

B. Foods Consumed by Children Between the Ages of One and Two Years
N = 14

A. <i>By over 50% broth or soups</i>	11	79	Vegetable, vegetable and noodle, chicken, fish
Rice	11	79	
Milk	10	71	Powdered, canned
Bread	8	57	
Potatoes	8	57	
Fish, poultry or beef	8	57	
Tea or herbal tea	8	57	Tea, chamomile, <i>yerba luisa</i>
Sugar	7	50	
B. <i>By over 15% Margarine</i>	4	29	
Tomatoes	3	21	

C. Foods Consumed by Children Above the Age of Two Years

N = 41

N = 41

A. <i>By over 50% Tea and herbal tea</i>	34	83	Tea, fennel seed water, <i>yerba luisa</i>
Rice	34	83	
Soups	31	76	Vegetable, vegetable and noodle, chicken, noodle
Bread	31	76	
Milk	30	73	Powdered, canned
Sugar	26	63	
Fish, poultry or beef	21	51	
B. <i>By over 15% Rolled oats</i>	20	49	
Potatoes	19	46	
Bananas	9	22	
Eggs	7	17	
Beans	7	17	

Food Diversity Score of seven, the children's scores ranged from one to six ($\bar{x} = 3.4 \pm 1.6$).

The Dietary Quality Scores and the classification of foods used to calculate them are shown in Table 6-A. Breast-fed children were not included in this tabulation because it was impossible to know how much breast milk they received and, therefore, to what extent it compensated for a lack of one or more of the food groups in the diet. None of the children had consumed vitamin C-rich foods. Only one child had consumed food from the four main groups and had had, among these foods, a vitamin A-rich one.

Children between one and two years of age — Fourteen of the children included in the sample were between one and two years of age. Two of them were still being breast-fed. In this age range, boiled rice and broths or soups were found to be the foods most commonly fed (see Table 5-B). Several of the children were given only the broths of the family soups, but a majority were fed soups with all the solid ingredients.

Ten food categories (1. milk (powdered or canned); 2. soups or broths, 3. fish, poultry or beef, 4. rice, 5. potatoes, 6. tomatoes, 7. bread, 8. margarine, 9. teas and herbal teas, 10. sugar, were consumed by at least 15% of the children and were used to calculate the children's Food Diversity Scores. From a possible Food Diversity Score of ten, the children's score ranged from one to ten with half the children having a score of six or more ($\bar{x} = 5.4 \pm 2.7$). Thus, compared to the younger children, those in this age range received a more diversified diet.

The Dietary Quality Scores and the classification of foods used to calculate them are shown in Table 6-B. Vitamin C-rich foods were not consumed by any of the children, only one child had had foods from the four main food groups and among the fruits and vegetables eaten, one rich in vitamin A. Over three-fourths of the children had had foods from all food groups but one. Thus, comparing their intake to that in the younger group, an improvement in the quality of the diet is seen.

Children above the age of two — Forty-one of the children were over the age of two. Teas, boiled rice, soups and bread had been fed to over three-fourths of the children and milk, sugar and fish, poultry or beef had been fed to over half of them (Table 5-C).

Twelve food categories (1. milk (powdered or canned), 2. soups, 3. fish, poultry or beef, 4. rice, 5. potatoes, 6. bread, 7. teas and herbal teas, 8. sugar, 9. rolled oats, 10. bananas, 11. eggs, 12. beans) had been consumed by over 15% of the children and were used to calculate the Food Diversity Scores. Out of a maximum Food Diversity Score of 12, the children ranged from one to 11 and had a median score of seven ($\bar{x} = 6.5 \pm 2.0$). The data reveal, compared to the other two age groups, this one had the greatest dietary diversity.

The children's Dietary Quality Scores are shown in Table 6-C. In contrast to the younger ones, three of those in this age range obtained the maximum quality score. About a third of them had consumed foods from the four food groups, and among them a vitamin A-rich fruit or vegetable. In this age range, children received the diet of highest quality.

Overview of dietary changes with age — The collection of 24-hour food recalls shows that as children grow, their diets become more diversified and of better quality due to the inclusion of solid foods. Apparently,

TABLE 6

DIETARY QUALITY SCORES

A. Dietary Quality Scores of Non-Breast Feeding Children Twelve Months of Age or Less. N = 9

Dietary quality level	Score	No. of children receiving score	% of children receiving score
1. Present in 24-hour recall: Four food groups ^a and a vitamin C-rich fruit, or vegetable ^b , and a vitamin A-rich fruit or vegetable ^c	6	0	0
2. Four food groups and a vitamin A-rich fruit or vegetable	5	1	11
3. Four food groups	4	2	22
4. Milk, cereal, fruits, and vegetables	3	1	11
5. Milk, cereal	2	3	33
6. Milk	1	2	22
7. None of the groups	0	1	11

B. Dietary Quality Scores of Non-Breast Feeding Children Between One and Two Years
N = 12

1.		6	0	0
2.	Same	5	1	8
3.	levels	4	6	50
4.	as	3	4	33
5.	above	2	0	0
6.		1	0	0
7.		0	1	8

C. Dietary Quality Scores of Children Above the Age of Two Years
N = 41

1.		6	3	7
2.	Same	5	14	34
3.	levels	4	10	24
4.	as	3	10	24
5.	above	2	2	5
6.		1	1	2
7.		0	1	2

^a These are the following: 1. dairy products; 2. cereals; 3. beef, poultry, fish, eggs, dry beans; 4. fruits and vegetables.

^b Defined as a fruit or vegetable containing at least 30 mg of ascorbic acid per 100 g edible portion (Perú, Ministerio de Salud, Instituto de Nutrición, *La Composición de los Alimentos Peruanos*, 1974).

^c Defined as a fruit or vegetable containing at least 1666 IU of vitamin A per 100 g edible portion (Perú, Ministerio de Salud, Instituto de Nutrición, *La Composición de los Alimentos Peruanos*, 1974).

as children grow, mothers feel that more and more of the foods consumed by the rest of the family are appropriate for them. By the age of two, most of the children appear to be eating the majority of foods served to other members of the family.

Children under the age of one who are not receiving breast milk seem to be receiving a diet that could be insufficient to cover their nutritional needs. Foods customarily given to children of that age are mostly of low-caloric density. If milk is not provided daily, and during times it was not provided by the clinic, —as it appears was the case— the only other source of animal protein are small bits of chicken or fish. This age appears to be the most nutritionally vulnerable.

The scarcity of fruits and vegetables in the diet of preschoolers of all ages may also be cause for concern. Apparently, the main source of vegetables (other than potatoes) are those used in soups, but the custom of boiling these for long periods of time and feeding the children only the broths, may decrease the vitamins available to them. As stated above, fruits were not purchased often by the mothers, and their children seemed to receive them only infrequently.

Relationships between family characteristics and child growth and food intake — In this analysis, the indices of child growth used are height-for-age (in children under the age of two, length for age) and weight-for-height (in children under the age of two, weight for length) using the NCHS 50th percentiles as standards. The measures of the children's food intake used are food diversity and dietary quality. Because in computing the Food Diversity Scores, the children were divided into three age groups and each of these had different "diversity lists", it was necessary to standardize their scores before grouping the children together to perform the analysis. This was done by converting each child's Food Diversity Score to its "Z" value, using as mean and standard deviation that of its age group. The three age groups of children had a very similar ordering of food groups for the dietary quality scoring so no standardization of these scores was done.

Family characteristics and child growth — Associations between economic characteristics of the families such as father's occupation, family income, income available to the mother, food expenditures and per cent income spent on food and child growth were examined. The growth of children whose fathers were self-employed at the time of the interview, was compared to that of those whose fathers were employees. Children of self-employed men had lower mean height-for-age and weight-for-height values, but the differences were not significant at the $p \leq 0.05$ level (T values equal to 0.9418 and 0.0283 respectively).

The correlations between other economic characteristics of the family and child growth are shown in Table 7. There are no statistically significant correlations in the expected direction. Perhaps this was not seen due to the frequently changing earnings of the father (see above) which made the economic characteristics of the family learned during the interview, unrepresentative of the long-term economic situation of the families.

Relationships between selected family socio-demographic characteristics and growth of the children were also examined. As Table 2 shows, among the variables related to family size and composition, only the

TABLE 7

**FAMILY ECONOMIC CHARACTERISTICS CORRELATED WITH INDICES
OF CHILD GROWTH**

(Expressed as Pearson product moment correlation coefficients;
absolute numbers in parentheses)

Economic characteristics	(Per cent of NCHS 50th percentile)	
	Height for age ^c	Weight for height ^d
Weekly family income	0.096 (37)	-0.034 (37)
Weekly family income <i>per capita</i>	-0.006 (36)	-0.076 (36)
Weekly income available to mother	-0.437 ^e (20)	0.298 (20)
Weekly income available to mother <i>per capita</i>	-0.426 ^e (20)	0.361 (20)
Weekly income spent on food	-0.052 (63)	-0.029 (63)
Per cent income spent on food	-0.028 (37)	-0.020 (37)
Per cent income available to mother spent on food	0.248 (20)	0.281 (20)

Household size	-0.011 (64)	0.054 (64)
Number of household members less than 14 years of age	-0.113 (64)	0.037 (64)
Number of household members less than five years of age	-0.227 ^h (64)	0.011 (64)
Birth order of child	-0.198 ^h (65)	0.036 (65)
Mother's education	0.191 (62)	0.029 (62)
Income spent on water	0.220 ^h (51)	-0.039 (51)
Length of breast-feeding period (Children who were not breast-fed are excluded)	0.158 (47)	0.230 (47)

^c With children under the age of two, the index was length for age.

^d With children under the age of two, the index was weight for length.

^e Significant at the $p < 0.05$ level.

^h Significant at the $p < 0.05$ level.

number of household members less than five years of age and the child birth order were significantly negatively correlated to height-for-age. This suggests that large families *per se* may not increase the nutritional risks to preschool children. On the contrary, they may be of nutritional benefit to young children for in them there may be more members contributing economically. Families in which there are several non-economically contributing preschool children, however, may be in a very different situation. In addition to a deteriorating economic situation, there could be less maternal care devoted to the child.

As far as the mother's education and occupation is concerned, Table 8 shows that the first of these variables was not significantly correlated with child growth. The growth of children whose mothers worked part-time and full-time away from their homes and the children of housewives was compared using one-way analysis of variance. In spite of difficulties of child care encountered by working mothers, no significant differences in height-for-age and weight-for-height were found ($F = 0.3640$ and 1.5040 respectively; both not significant at the $p \leq 0.05$ level).

TABLE 8

GROWTH OF CHILDREN AND FAMILY SOCIAL CHARACTERISTICS
(Student's T test)

	(Per cent of NCHS 50th percentile)	
	Height for age	Weight for height
Existence of latrine ^a	T = 0.8679	T = 1.6351
Breast-feeding ^b	T = 0.1296	T = 1.1025
Change of feeding during diarrhea ^c	T = 0.9089	T = 1.2655
Change of feeding during fever ^d	T = 0.1241	T = 1.0089
Raise animals	T = 0.8786	T = 1.0105

^a Respondents were asked whether or not they had a latrine.

^b Respondents were asked whether or not the child had been breast-fed for a period greater than one week.

^c Respondents were asked whether or not they changed their child's feeding during episodes of diarrhea.

^d Respondents were asked whether or not they changed their child's feeding during times of fever.

^e Significant at the $p \leq 0.05$ level.

Poor environmental conditions may play a significant role in growth retardation. As shown in Table 7, the income spent weekly on water was found to be positively correlated in a statistically significant way with height for age. All mothers bought water at the same price per volume, so that income spent on water is a proxy for amount of water purchased. The association of increasing family expenditure on water and improved child growth can be explained by the fact that families who purchase more water have more available for tasks such as washing and bathing,

lessening the risks of contamination and infections.

Using one-way analysis of variance to compare the growth of children whose mothers differed in migratory status, no statistically significant differences in height-for-age and weight-for-height were found between children of city natives and of mothers who arrived in Lima before or after the age of 14 ($F = 0.6386$ and 2.2639 respectively; both not statistically significant at the $p \leq 0.05$ level). A similar result was obtained when the growth of children of native mothers and migrant mothers who had lived for different numbers of years in the city was compared.

Neither the breast-feeding practice (Table 8) nor its duration (Table 7) had any significant relationship with the measures of child growth. A similar result was found for the practice of varying child feeding patterns at time of illness and the raising of animals for consumption (Table 8).

Family characteristics and child food intake — Relationships between economic characteristics of the families and the diversity and quality of the children's diet were examined. Children of fathers who were self-employed and those of fathers who were employees consumed diets of similar diversity and quality ($T = 0.8857$ and 0.5880 respectively, both not significant at the $p < 0.05$ level). Table 9 lists other family economic characteristics and their correlation with child food diversity and dietary quality. A significant correlation with family income was not found; yet, a positive one did exist between the income available to the mother and food diversity. This suggests that it is the income available to the mother rather than the family income *per se* which more closely determines child food intake and through that, perhaps child well-being. The weekly income spent on food was also positively correlated in a statistically significant way with child food diversity and dietary quality.

The relationships between selected family socio-demographic characteristics and the food intake of the children were also examined, as Table 9 depicts. Characteristics related to family composition were not associated in a statistically significant way with child food intake, but indicate a tendency for there to be less diversity and quality in the children's diet with greater family size and greater number of children.

Mother's occupational status was not associated in a significant way with child food diversity nor dietary quality ($F = 2.1446$ and 1.8842 ; both not statistically significant at the $p \leq 0.05$ level). Food intake of children of native mothers, and mothers who arrived in Lima early or later in life, were not found to be significantly different in either diversity or quality ($F = 0.6235$ and 2.2168 respectively; not statistically significant at the $p \leq 0.05$ level). Neither did the children of families who raised animals have significantly different food diversity and dietary quality, compared to those of families who did not to do so ($T = 0.6084$ and 0.2958 respectively; neither statistically significant at the $p \leq 0.05$ level).

TABLE 9

**FAMILY ECONOMIC CHARACTERISTICS CORRELATED WITH
MEASURES OF CHILD FOOD INTAKE**
(Expressed as Pearson product moment correlation coefficients;
absolute numbers in parentheses)

Economic characteristics	Food diversity (Food diversity score converted to its Z value)	Dietary quality (Dietary quality score)
Weekly family income	0.169 (37)	0.070 (37)
Weekly family income <i>per capita</i>	0.172 (36)	0.038 (36)
Weekly income available to mother	0.368* (20)	0.322 (20)
Weekly income available to mother <i>per capita</i>	0.110 (20)	0.042 (20)
Weekly income spent on food	0.215* (65)	0.241* (65)
Per cent income spent on food	0.094 (37)	0.243 (37)
Per cent income available to mother spent on food	-0.316 (20)	0.136 (20)
Household size	-0.022 (67)	0.004 (67)
Number of household members less than 14 years of age	-0.123 (67)	-0.048 (67)
Number of household members less than five years of age	-0.017 (67)	-0.085 (67)
Child birth order	-0.105 (68)	-0.175 (68)
Mother's education	0.094 (65)	0.059 (65)

* Significant at the $p < 0.05$ level.

DISCUSSION

This study reveals that families of the *pueblos jóvenes* of Lima live in situations that can easily compromise their health and nutritional status. Their low income forces an average of nearly 80% of it to be spent on food. It has been stated that when food expenditures constitute such a large proportion of family income, it is not possible to make

a varied selection of foods for the diet to be quantitatively and qualitatively adequate. Instead, earnings are used to buy food that will best satisfy feelings of hunger (12). It seems to be occurring among these families, since ingredients for soups and bulky, starchy foods are the main purchases. As family income increases, a smaller proportion of it is spent on such food, and food diversity and dietary quality improve.

The nutritional status of children was found to be poor; various factors put them at great nutritional risk. Firstly, there is a decline in the duration of breast-feeding after mothers arrive in Lima. Many of the more commonly fed weaning foods are of low caloric density and animal products, vegetables and fruits are only fed in small amounts or infrequently. It is only by the age of two that children receive a more diversified and better-quality diet that includes a majority of the foods served in the family meals. Therefore, it would be beneficial to promote the continuation of breast feeding (while supplementing the diet with other foods) until past the first year of life, when sufficient animal protein, solid and calorie-dense foods start to be given.

Instructing mothers about low-cost nutritious foods that would be more appropriate as weaning foods would also be beneficial. Nevertheless, because mothers choose foods for their infants from those included in the family meal, the weaning foods must be ones that can also be included as part of the meal for the entire family. Perhaps a nutrient-rich food that could be added to soups so as to enhance their flavor for the rest of the family members while dissolving in the broth fed to the youngest child might be beneficial. The need to supplement a breast-feeding infant's diet after the age of six months should also be expressed to avoid having infants fed solely breast milk until a later age, as it was found a group of mothers stated to have done. Any efforts at nutrition education must take into consideration the mothers' educational level as well as other aspects of their social and economic milieu.

The poor sanitary conditions in the *pueblos jóvenes* bring about infections and illnesses, and are an additional risk to the children. It is noteworthy that child height-for-age is positively correlated to income spent on water, a proxy variable for the amount of water purchased.

Poor sanitary conditions are likely to continue to be one of the main factors having a negative effect on child growth for a long time to come. Installation of potable water services for Lima's *pueblos jóvenes* present formidable problems. Many *pueblos jóvenes* have formed at such far distances from the city or on such steep hills, that supplying them with water has a prohibitive cost. Even if the costs were not as great as they are, it would still be impossible to establish the service because the city water supply is insufficient (13). Currently, a vast project to supply water to the city by diverting it from the highland Mantaro river is underway. Water from that source will begin to be available in 1986 but the urban area's growing needs will only years later surpass its capacity (14).

In determining child food intake, a greater importance of the income available to the mother rather than family income was seen. Thus, measures that would increase mothers' purchasing power could perhaps more directly enhance child well-being than could measures directed to increase family income.

Children of families with a greater number of non-economically con-

tributing members seem to be at greater nutritional risk. Limiting family size through an easier availability of effective birth control methods may be a way to improve the nutritional status of children.

The raising of animals appears to increase the availability of animal products to the family and can provide meals when there are economic constraints to food purchasing. No benefit to the nutritional status of the children, as assessed by their growth and food intake, is seen. The association with nutritional status needs to be investigated more closely. Studies such as that of Immink, Sanjur and Colón (15) have shown that home gardens play a role in improved child nutritional status and intuitively, it seems the raising of animals could have the same effect.

The above measures, valuable as they may be in helping to meet the nutritional needs of children in the *pueblos jóvenes*, do not address the ultimate cause of their malnutrition: the poverty of their families. This will only be alleviated through an increase in the employment opportunities in the city, and more fully, through improvements in the living conditions throughout Perú, so as to decrease Lima's attractiveness to migrants. That will ultimately require profound social and economic changes in Peruvian society.

RESUMEN

HOGARES PARA LOS MIGRANTES: LOS PUEBLOS JOVENES DE LIMA — UN ESTUDIO DE LOS FACTORES SOCIOECONOMICOS DETERMINANTES DE LA DESNUTRICION INFANTIL

Se investigó la ecología familiar de un grupo de 68 niños preescolares que asistían a un centro de salud en un *pueblo joven* de Lima, Perú, con miras a determinar su influencia en el estado nutricional de esos niños de escasos recursos económicos. Algunos de los parámetros sometidos a estudio incluían el ingreso familiar, el ingreso disponible a las madres de los niños, la composición familiar, la historia de migración de las madres, las prácticas alimentarias de los niños, y las condiciones de la vivienda familiar. El estado nutricional de los niños fue evaluado a través de la antropometría nutricional y la dieta acostumbrada. Los resultados sugieren la existencia de desnutrición generalizada. Si bien la práctica de la lactancia materna se acostumbraba, una vez ocurría el destete, las dietas de los niños eran pobres en calorías y poco variadas. La dieta familiar se caracterizaba por sopas y alimentos ricos en carbohidratos, y los niños participaban de ella por completo al alcanzar la edad de dos años. Su crecimiento se encontró asociado negativamente con el número de preescolares y su orden de nacimiento, y positivamente asociado con la cantidad de ingreso gastado en la compra de agua. Se encontró que la dieta de los niños, a su vez, estaba positivamente asociada con el ingreso disponible a las madres, así como con el ingreso empleado en la adquisición de alimentos.

BIBLIOGRAPHY

1. Instituto Nacional de Estadística del Perú. Censos Nacionales - VIII de Población - III de Vivienda, Resultados Provisionales del Censo de Población. Lima, 1981.

2. Instituto Nacional de Estadística del Perú. **La Población del Perú en el Período 1979-2000**. Lima, Perú, 1978. (**Boletín de Análisis Demográfico 19**).
3. Figueroa, A. Crecimiento, empleo y distribución de ingresos en el Perú. In: **Problemas Poblacionales Peruanos**. R. Guerra García, L. Ruiz Carrillo and V. Sara Iafosse (Eds.). Lima, Perú, AMIDEP, 1980.
4. Lima, Perú, Diario **El Comercio**, Jan. 3, 1982.
5. Schorr, B. C., D. Sanjur & E. C. Erickson. Teen-age food habits. **J. Am. Dietet. Assoc.**, **61**:415-420, 1972.
6. Abernethy, Becky Jo. **The Impact of Migration on Diet and Growth of Children in Mothers' Clubs in La Paz, Bolivia**. M. S. Thesis, Cornell University, 1982.
7. Sanjur, Diva. **Social and Cultural Perspectives in Nutrition**. Englewood Cliffs, N.J., Prentice-Hall, Inc., 1982.
8. Gómez, F., R. Ramos-Galván, S. Frenk, J. Cravioto Muñoz, A. Chávez & J. Vásquez. Mortality in second and third-degree malnutrition. **J. Trop. Pediat.**, **2**: 77-83, 1955.
9. Waterlow, J. C. Classification and definition of protein-energy malnutrition. In: **Nutrition and Preventive Medicine**. J. M. Bengoa (Ed.). Geneva, WHO, 1976.
10. Hamill, P. V. V., T. A. Drizd, C. L. Johnson, R. B. Reed, A. F. Roche & W. M. Moore. Physical growth: National Center for Health Statistics percentiles. **Am. J. Clin. Nutr.**, **32**:607-629, 1979.
11. Nie, N. H., C. Hadlai Hull, M. N. Franklin, J. G. Jenkins, K. J. Sours, M. J. Norusis & V. Beadle. **A User's Guide to the SCSS Conversational System**. New York, N. Y., 1980.
12. Nelson, J. & P. E. Mandl. Peri-urban malnutrition, a neglected problem. **Carnets d l'Enfance**, **43**:25-46, 1978.
13. Lima, Perú, Diario **El Comercio**, Jan. 6, 1981.
14. Lima, Perú, Diario **El Comercio**, Feb. 8, 1982.
15. Immink, M., D. Sanjur & M. Colón. Home gardens and the energy and nutrient intake of women and preschoolers in rural Puerto Rico. **Ecol. Food Nutr.**, **11**: 191-199, 1981.

TRENDS AND DIFFERENTIALS IN DIETARY PATTERNS AND NUTRIENT INTAKE AMONG MIGRANT PUERTO RICAN FAMILIES

*Diva Sanjur¹, M. D. C. Immink², M. Colón², L. Bentz², M. Burgos²
and S. Alicea-Santana²*

Division of Nutritional Sciences
Cornell University
Ithaca, N. Y.

SUMMARY

Preoccupation to define the nutritional status of Puerto Rican families migrating to the United States, motivated the present research. A total of 526 families residing in the South Bronx, New York, and four communities in Puerto Rico, were therefore studied.

Results in regard to nutrient intake suggest that the mothers' diets appear to be adequate in the South Bronx as well as in Puerto Rico, except in iron consumption, in the latter. Furthermore, the data show an apparent tendency to overconsumption of certain foods in both the South Bronx and Puerto Rico, particularly of the protein group, as well as a high consumption of sugar and carbonated beverages in Puerto Rico.

Dietary data were corroborated through nutritional anthropometry, conforming a tendency for overweight and obesity among the women studied.

Detailed information on the dietary changes occurred during the last five years, is provided. Educational programs such as EFNEP, availability of new foods, and the food preferences of children in their homes, seem to be influencing factors in the dynamics of food modifications within societal groups in transition.

INTRODUCTION

Migration is one of the oldest forms of adjustment to personal difficulties or environmental change. Still today, migration remains a common

Manuscrito modificado recibido: 26-5-86.

1 Professor, Division of Nutritional Sciences, Cornell University, Ithaca, New York 14853-4401, USA., to whom all correspondence should be addressed.

2 Members of the above-mentioned Division.

response to economic or environmental change. Migration may be forced, as by war or natural disaster, or it may be voluntary, as when in search for greater opportunities (1). Assimilation of migrants, and their incorporation into the population at destination, set up stresses for both migrants and indigenous groups which have biological, as well as sociological consequences. The mass movements of populations are, therefore, a growing problem of world-wide concern.

Migration is also due to the pressures of rural population growth, mechanization of agriculture and investments in improved rural services which serve to increase the aspirations and migration capability of rural workers. The decision to migrate is thought to be made on the basis of the expected rural-urban income differential, or the income differential adjusted to the probability of finding an urban job.

The mixing of previously separate communities and sudden increase in population density may adversely affect the quality of housing, sanitation and distribution of food. It is obvious that successful adjustment to the new conditions requires knowledge or appreciation of the many different patterns of the population-ecosystem interaction.

Puerto Ricans have been migrating to the United States mainland for over a hundred years, but only since the end of World War II has migration taken a social and economic significance. The United States mainland and Puerto Rico represent quite different macro environments. Coming primarily from an agrarian lifestyle, another language, and different traditions, the Puerto Rican who migrated to the mainland were required to respond to changes in their environment. The United States dietary patterns have affected the migrants in terms of exposure to new foods, availability and prices of traditional foods, and changes in lifestyle which have altered their feeding habits (2-8). Brand new foods, brand new shopping experiences, and brand new decisions can be perplexing to the immigrant and threatening, too. Neighborhood Spanish groceries may carry specialties and imported traditional foods (but often at a higher price), thus allowing cultural traditions to continue.

Concern for the nutritional problems of low-income rural to urban migration has prompted this investigation, since nutritional and dietary information of Puerto Rican families who have moved to the mainland are quite scanty.

The principal objectives of the present investigation were:

- a) To measure and compare food consumption patterns of Puerto Rican families living in New York and in Puerto Rico.
- b) To determine the nutritional status of the homemakers residing in South Bronx, and in four communities in Puerto Rico, primarily through the use of two indicators: nutritional anthropometry and nutrient intake.
- c) To determine existing nutritional practices concerning food purchasing, food consumption, and changes in dietary patterns among the families under study.

It is hoped that results and implication of the study can assist in the development of nutritional strategies designed for nutrition action programs, and that the nutritional consequences of those dietary changes can be integrated in the nutrition education efforts aimed for such target

METHODOLOGY

Research Setting

As stated previously, the study took place among Puerto Rican households residing in the South Bronx, New York, and in four communities of Puerto Rico. The latter were chosen because they are located in areas of Puerto Rico from where large proportions of the sample of South Bronx households migrated. Three of these communities (Fajardo, Luquillo and Rio Grande) are located east of San Juan. They are coastal communities in contrast to the fourth (Naranjito) which is located in the highlands, southwest of San Juan.

The total Puerto Rican population living on the US mainland was estimated at 1.8 million in March 1978, more than half of whom were living within a 400-mile radius of New York City (9). During the 1970's the Puerto Rican population resident in the United States grew by 3-4% annually. The 1978 median household income for Puerto Rican families was estimated at US \$8,282/year, lower than the median income for Cuban households (US \$15,326/year) and Mexican-American households (US \$12,835/year) (10). Thus, the Puerto Rican, as a group, are the worst off economically of the Hispanic population in the United States. In 1975, the total population of the South Bronx was estimated at 274,185, of whom, 85% were classified as Hispanic.

The nutritional problems found most prevalent in the South Bronx population include inadequate intake of iron and of vitamins A and C. Also observed were high intakes of sodium, fats and refined sugars, and nutrition-related diseases include obesity, growth retardation among children, nutritional anemias, high-blood pressure, and diabetes (11).

Sample Selection Procedures

The sample base consisted of 350 Puerto Rican households which were participating in EFNEP in the South Bronx at the time of the survey in 1980. Five EFNEP aides were instructed to select each 40 households of those they normally visit as part of EFNEP activities for a total of 200 households.

Two sources of sample selection were used in Puerto Rico. In Fajardo and Naranjito this was relied on the registry of medical records. In Rio Grande and Luquillo, the registry of the participants in the WIC Program was used. Three nutritionists conducted the interviews in the four communities selected in Puerto Rico, for a total of 326 households.

The sample selection procedure used in the four communities was the same. Each household in the sample base was assigned a number. With the use of a table of random numbers, an initial sample of households was drawn, with a number of households as replacements.

The Puerto Rican and South Bronx sample generally represents low-income households. Involved here was a purposeful sampling procedure which took as the sample base households qualifying for participation in the Expanded Food and Nutrition Education Program (EFNEP), or Women, Infants and Children (WIC) Program, or which made use of public medical facilities. Generalization of findings of the study must be

confined to the low-income population in Puerto Rico and in South Bronx.

Measurements

Data were obtained by means of a pre-designed questionnaire during an interview conducted in the homes of the sample households. The questionnaire was pre-tested in the field among households living in the South Bronx. Based upon these results, the questionnaire was further modified, and an instrumentation manual was prepared for use as a back up reference by the interviewers. Training workshops were also conducted to provide specific instructions to the interviewers. The respondent was the person identified as the homemaker, i.e., the person principally responsible for food purchasing and meal preparation.

Data Variables

Demographic and socioeconomic data were obtained for each sample household: sex and age composition, level of education attainment and occupation of each household member, income, participation in public food distribution program, food expenditure, food purchasing practices and home food production. A life-time migration history of the respondent was obtained. The respondent also was asked questions related to changes in her dietary patterns during the last year and the last five years.

A 24-hour recall food intake record was obtained for the homemaker. The food intake data were converted into energy and nutrient intake using two food composition tables, one of which is specifically for Puerto Rican food and dishes (12). The energy and nutrient intake were then expressed as per cent of the 1979 National Academy of Sciences (NAS) recommended daily allowances. The nutrients analyzed were vitamins A and C, iron, calcium and riboflavin, in addition to protein and energy. Height and weight measurements were also taken of the homemaker. The latter measurements were expressed as per cent of appropriate standards found in Jelliffe (13).

RESULTS AND DISCUSSION

Sample Characteristics

The total sample of 526 households consisted of 2,434 persons. The mean homemaker's age in South Bronx was 39 vs 33 years old in Puerto Rico, while the median household size was five in Puerto Rico, vs four in the South Bronx. Comparing the South Bronx and Puerto Rico samples, a tendency for the latter to have achieved a higher level of education was observed: 20% of the South Bronx heads of household, and 29% of the Puerto Rican heads of household completed high school. This percentage was the highest in Fajardo (43.5%) and the lowest in Rio Grande (22.1%). The most frequently reported occupation of all heads of household in the South Bronx was that of housewife, due, in part, to

the fact that 52^o/o of the heads of household were females. Eighty-six per cent of the female heads of household in the South Bronx classified their primary occupation as housewife. Of the remaining heads of household in the South Bronx, 20^o/o were skilled, and 17^o/o worked in semi-skilled occupations.

Within the context of the present study, the momemaker's life-time migration history reflects her exposure to different social, cultural and economic environments. This exposure may in turn be reflected in her current food habits, food beliefs and preferences, and food purchasing behavior. The migration history of the South Bronx homemakers reveals that few (5.5^o/o) were born in the South Bronx. The majority of them moved once or twice during their lifetime. Of those who had moved at least once during their life, few (15.3^o/o) had moved within Puerto Rico. Instead, almost all (96.8^o/o) had moved directly to the US mainland. Fifty-seven per cent of those homemakers moved once from Puerto Rico and settled at once in the South Bronx, while 43^o/o moved first elsewhere in the US before settling in the South Bronx. The migration patterns that emerge is that most of the South Bronx homemakers migrated in one direction: from Puerto Rico to US mainland, either settled right away in the South Bronx, or first in another US community before arriving in the South Bronx. A considerable percentage (41^o/o) of the homemakers in Puerto Rico had never moved, e.i., were born in the communities where they were living at the time of the survey. Slightly more than one-third of the homemakers had moved once or twice, and only a few more than four times during their lifetime.

The total number of lifetime moves completed at any point in time depended on the age of the migrant. Under equal conditions, older individuals were likely to have completed more moves than the younger ones. Thus, differences in the age distribution of the respective sample of homemakers. However, it is clear that major differences in age between the various samples do not exist. Thus, in this case, the age of the homemakers may not be an important factor in explaining differences in their migration patterns.

The median household income levels in the South Bronx and Puerto Rico were comparable in 1978: \$5,518 and \$5,388/annum, respectively; nevertheless, it is worth noting that the median household size was larger in Puerto Rico. At least half of the South Bronx and Puerto Rico households fell below the established poverty level of \$5,850 for a household of four members (14).

Among the different sources of household income, food stamps were the most important in both places: 57 and 83^o/o of the households in each place, respectively, participated in the Food Stamp-Program. A higher percentage of the South Bronx households (51^o/o) received some form of public assistance as compared to Puerto Rico households (42^o/o). As expected, home gardens were virtually not present among the South Bronx households; however, for a significant percentage (55^o/o) of the Puerto Rican households, home gardens were an important source of their food supply during part of the year (15).

Food Purchasing and Consumption

It is important to examine food shopping practices since they can

be assumed to be a proxy for family food consumption.

In the present investigation, monthly food expenditures for the South Bronx were \$195.58 vs Puerto Rico = \$256.93, when compared against the monthly income mean (South Bronx = \$547.30 vs Puerto Rico = \$458.13), (1980). The percentage of income utilized for food was higher for the Puerto Rican families (56⁰/o) than for their counterparts in the South Bronx (36⁰/o). Both in South Bronx and in Puerto Rico the homemaker is basically the person responsible for the grocery shopping (88 vs 52⁰/o). A large number of the families under study did their shopping either once a week (56⁰/o), or twice per month (32⁰/o) in the South Bronx; while in Puerto Rico, most of the families did it once a week (38⁰/o), and once a month (30⁰/o).

Differential Meal Patterns

Table 1 illustrates the consumption of 23 food groupings from dietary data collected among the 526 families participating in this study, representing a total of 1,676 individuals.

As one examines the findings shown in the Table, the following comparison can be established between South Bronx and Puerto Rico: (a) the families in the South Bronx appear to exhibit a higher diversity or complexity in their food intake, as evidenced by the fact that of the 23 food groupings, 12 groupings were consumed by 50⁰/o or more of the sample. In contrast, on the Island only eight groupings were consumed by 50⁰/o or more of the families. Thus, it appears from the data that the migrant families in the South Bronx consume a more varied diet. (b) The last column of the Table also illustrates the percentage differences in food grouping intake (expressed in pluses or minus) for the two research settings. These data reveal that mothers in the South Bronx sample appear to consume higher intakes of 15 different food groupings, while in Puerto Rico, higher intakes were noted for the remaining eight food groupings. (c) Striking differential intakes (that is, higher intake in the order of 25⁰/o or more), appear to be present in the South Bronx data for the following groups: fresh fruits (51⁰/o), fruit juices (41⁰/o), leafy, raw and other vegetables (38⁰/o) white bread (38⁰/o) eggs (27⁰/o) and beef (26⁰/o). Conversely, two groups appear with higher intakes in the order of 25⁰/o or more for Puerto Rico, namely, sugar (38⁰/o) and soft drinks (27⁰/o). (d) Milk continues to be a favorite food among Puerto Ricans, thus making it the highest ranked food consumed among the 23 food grouping (100⁰/o in the South Bronx and 87⁰/o in Puerto Rico). Its preferred form of consumption appears to be in combination with coffee. The second ranked food consumed was leafy vegetables (93⁰/o) for the Bronx, and starchy vegetables and rice (81⁰/o each) for Puerto Rico.

The reported increased use of fresh fruits, juices and leafy raw vegetables by the South Bronx mothers is very encouraging. Conversely, the increased use of sugar and soft drinks by the Puerto Rican families sample is somewhat disturbing. Implications for nutrition education programs in the Island are self-evident.

Sample menus for the South Bronx and East Harlem collected during 1980 and 1972, respectively, are presented in Table 2. An attempt is made here to discuss these data, not only on the basis of the *changes* it has

TABLE 1
DIFFERENTIAL INTAKE OF 23 FOOD GROUPS CONSUMED IN SOUTH BRONX AND PUERTO RICO

Food grouping	(Based on a 24-hour recall method)					
	South Bronx		Puerto Rico		Per cent differences	
	(N)	o/o	(N)	o/o	South Bronx	Puerto Rico
Milk	200	100	283	87	+ 13	-
Leafy raw and other vegetables	186	93	178	55	+ 38	-
Coffee	179	90	247	76	+ 14	-
Fats and oils	175	88	217	67	+ 21	-
Breads (mostly white)	168	84	150	46	+ 38	-
Rice	158	79	265	81	-	+ 2
Fruit juices	144	72	101	31	+ 41	-
Starchy vegetables	135	68	265	81	-	+ 13
Fruits	134	67	51	16	+ 51	-
Legumes	131	66	192	59	+ 7	-
Eggs	118	59	103	32	+ 27	-
Beef	105	53	88	27	+ 26	-
Sugar	83	42	261	80	-	+ 38
Chicken	75	38	147	45	-	+ 7
Cheese	70	35	66	20	+ 15	-
Fish, tuna fish, codfish	61	31	78	24	+ 7	-
Cooked and dry cereal	52	26	52	16	+ 10	-
Canned fruits	39	20	4	1	+ 19	-
Cold cuts	39	20	97	31	-	+ 11
Pork	39	20	82	25	-	+ 5
Pasta	37	19	32	10	+ 9	-
Crackers	33	17	77	24	-	+ 7
Soft drinks	8	4	103	31	-	+ 27

TABLE 2
 CHANGES IN MEAL PATTERNS — EAST HARLEM (1972) AND
 SOUTH BRONX (1980)*

	<u>Soth Bronx (1980)</u>	<u>East Harlem (1972)</u>
Sample 1 ↑ Break fast: Lunch: Dinner: ↓ Before bed snack:	orange juice white bread boiled eggs coffee w/milk	orange juice unsalted crackers Gouda cheese coffee w/milk
	milk or juice sandwich fresh fruit	coffee w/milk serenata** vianda
	rice beans stewed or fried chicken lettuce and tomato salad	rice beans fried pork chop canned peas and carrots coffee w/milk
	milk cakes, cookies	none
Sample 2 ↑ Break fast: Lunch: Dinner: ↓ Before bed snack:	orange juice white bread oatmeal w/milk coffee w/milk	orange juice unsalted crackers Gouda cheese coffee w/milk
	sandwich lettuce and tomato salad coffee w/milk	fried eggs ripe plantain (plátano) canned vegetables & lettuce coffee w/milk
	a. rice beans "pernil" or "chuleta"● watercress, lettuce and tomato	a. rice Rosita (pink) beans beef stew lettuce and tomato salad w/ oil and vinegar
	b. rice beans steak w/onions or beef stew lettuce and tomato salad	b. rice w/pidgeon peas steak w/onions tostones●● coffee w/milk
Before bed snack	coffee w/milk crackers	none

* Recent food consumption data in Puerto Rico have been reported previously (4, 11, 15).

● Roasted pork, or pork chops.

●● Fried green plantain.

** A mixture of hard-boiled eggs, onions, tomatoes, codfish, vinegar and oil.

undergone in recent years, but also in terms of seeking to define *stability of cultural dietaries*, and *traditional foods* which are still maintained in these two neighborhoods in New York City.

Breakfast: Two major changes are observed on the breakfast menus of Sample 1. First, with respect to the substitution of unsalted soda crackers for white bread, and second, with respect to the use of boiled eggs instead of Gouda cheese. In Sample 2, oatmeal, prepared with milk, sometimes replaces the consumption of boiled eggs. The pattern of orange juice, and coffee with milk, appears to continue.

Lunch: Major changes have taken place in the lunch patterns. Firstly, the South Bronx is a light pattern in both sample menus, while in East Harlem is a heavy lunch, which includes traditional dishes, such as *serenata* (starchy vegetables with codfish), or ripe plantain with fried eggs. Notice the inclusion of fresh fruit juices in the 1980 menus. Interestingly enough, a marked preference for sandwiches (Big Mac, Quarter Pounder, frankfurters) bought at fast food chains, appear to be emerging in the new patterns.

Dinner: Traditional Puerto Rican foods still prevail among these families, as reflected by the consumption of rice and beans, and the preparation of the meat dish—in a Puerto Rican style (i.e., fried thin steak with onions). Although not so strong or adhered to as in the past, dinner has changed the least of the three meals. This finding is not entirely unexpected, since dinner is usually eaten at home, with most family members attending.

As in the 1972 data, rice and beans continue to be favorites among Puerto Ricans. Many varieties of beans were mentioned in our 1980 study, particularly red kidney beans in contrast to “rosita” (pink) beans reported for East Harlem. In addition to traditional preferences for lettuce and tomato salad, watercress was often mentioned as a favorite leafy vegetable in the South Bronx.

Before bed snack: Of the 200 women studied in Puerto Rico, only 114 (57%) reported any kind of snacking pattern. Of these, 58 (51%) informed fresh whole milk as their preferred beverage, while 56 (49%) chose coffee with milk. A minor percentage (31%) accompanied it with either cakes, cookies or Graham crackers.

Nutrient Intake

Using the frame work of the 1979 Recommended Dietary Allowances, Figure 1 shows the percentage of homemakers that consumed less than 34% of the RDA, between 34 and 66 and more than 66% of the RDA's established for the selected nutrients. Less than two-thirds is frequently used as a quantitative measurement for nutritional adequacy.

As the data reveal, in the South Bronx more than 50% of the mothers met more than two-thirds of the recommendations for all the nutrients: protein (100%), vitamin C (99%), riboflavin (99%), vitamin A (97%), calories (95%), calcium (93%) and iron (72%). In Puerto Rico the results were different: more than 50% of the families met more than two-thirds of the recommendation for protein (89%), riboflavin (78%) and calories (62%). There was almost an equal distribution between the percentage of the population that met less than two-

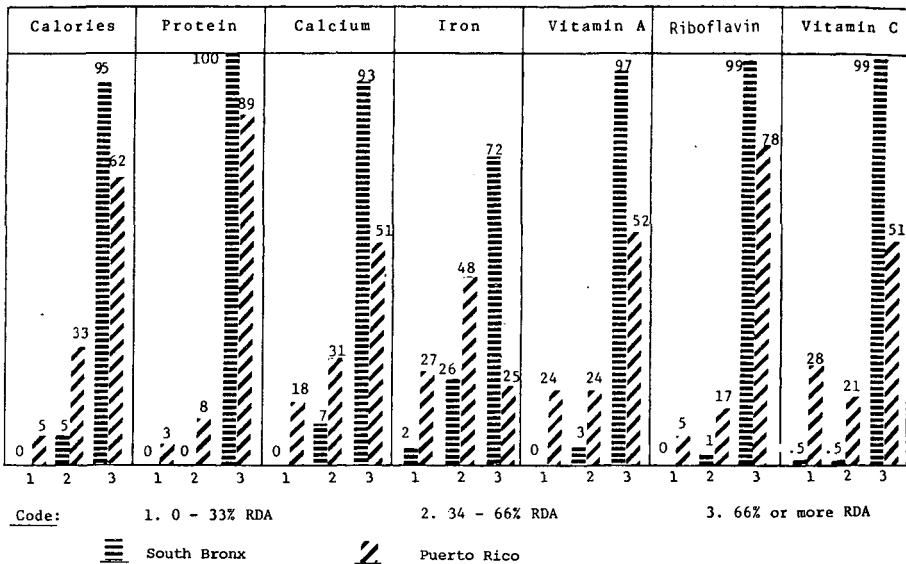


FIGURE 1

PER CENT OF ADEQUACY OF ENERGY AND NUTRIENT INTAKES OF WOMEN IN SOUTH BRONX AND PUERTO RICO

thirds of the recommended allowance in relation to those that met more than two-thirds for the following nutrients: calcium (49 vs 51%), vitamin A (48 vs 52%) and vitamin C (49 vs 51%). Iron (75%) was the only nutrient that met less than two-thirds of the recommendation.

Providing additional support to the nutrient data shown in Figure 1, Table 3 presents the nutrient intake of mothers, illustrated with the minimum and maximum intake values for these nutrients. Standard deviations are shown (in parentheses) to provide the reader with pictures of the large variability of the nutrient intake among the mothers.

Dietary Changes

In this section, an attempt is made to assess the recent and past changes in dietary patterns of the homemakers and the reasons for such changes. Although data were collected for both groups, findings notified herein only refer to the 200 Puerto Rican women residing in the South Bronx.

All housewives in South Bronx interviewed reported changes in their diet during the last year previous to the interview, and also during the last five years. In both periods, the reasons for changes were primarily of personal and family nature, followed by health reasons. The types of changes in food items exhibited by homemakers were basically in two

TABLE 3

MATERNAL NUTRIENT INTAKE FOR SOUTH BRONX AND PUERTO RICO

Nutrient	Mean (\pm SD)	South Bronx Minimum Value	Maximum Value	Mean (\pm SD)	Puerto Rico Minimum Value	Maximum Value
Calories (Kcal)	1,985 (\pm 461)	892	3,055	1,588 (\pm 730)	258	6,914
Protein (g)	93 (\pm 25)	45	181	61 (\pm 31)	6	200
Calcium (mg)	931 (\pm 290)	308	2,165	592 (\pm 351)	14	2,618
Iron (mg)	16 (\pm 6)	4	38	9 (\pm 5)	0.2	35
Vitamin A (IU)	10,400 (\pm 14,127)	1,154	80,984	2,842 (\pm 4,189)	0.0	47,278
Riboflavin (mg)	2.6 (\pm 1.3)	0.7	8.0	1.4 (\pm 0.8)	0.1	5.4
Vitamin C (mg)	187 (\pm 86)	20	481	64 (\pm 66)	0.0	369

directions: either increased or decreased consumption of certain foods.

Table 4 shows specific changes which occurred during the last and past five years. In the case of last year, the most outstanding change was an increased consumption of vegetables in general (45^o/o), change which is supported as well by the consumption data collected among these homemakers in the South Bronx. Other foods mentioned with an increased consumption (in descending order), were fruits (34^o/o), three types of milk (23^o/o), fruit juices (23^o/o), "all foods in general" (10^o/o) and lastly, fish, eggs and cereal and whole wheat with 6, 5 and 5^o/o, respectively.

Decrease in consumption on the South Bronx families was reported for the following: fried food or fatty dishes (31^o/o), salt (21^o/o), "all foods in general" (8^o/o), and sugar, soda and "malts". Decreased consumption of bread and rice were also mentioned.

Direct quotations of reasons given by the mothers for their dietary changes are shown in Table 5.

Nutritional Status

Height and weight were the anthropometric measurements taken to assess nutritional status. Among the homemakers the prevalence of obesity appears to be the most serious nutritional problem. Thirty-five per cent of the women in the South Bronx weighed 20^o/o or more than their reference weight, based on height (Figure 2).³ Twenty-six per cent were moderately overweight, and 33^o/o had a normal body weight. A higher prevalence of obesity among women in Puerto Rico had been reported by our research team earlier (11). A number of years ago, Fernández and co-workers reported that 22^o/o of females aged 19-39 years, and 38^o/o of females aged 40-59 years, weighed 20^o/o or more than their reference weight. By comparison then, the sample of South Bronx homemakers showed a somewhat higher prevalence of obesity.

Data from the 1971 - 74 Health and Nutrition Examination Survey in the US revealed that 16.9^o/o of women comprised between the ages of 18 and 64 years, weighed more than 170 lb (17).⁴ A weight which exceeds 170 lb is taken as crude evidence of obesity. In the sample of South Bronx homemakers, only 9.5^o/o weighed more than 170 pounds. This would indicate a less than average prevalence of obesity among the South Bronx homemakers.

CONCLUSIONS

In light of the reported findings we can note, firstly, that in both South Bronx and Puerto Rico, the food intake of the families appears to

³ Body weights are unadjusted for pregnancy and lactation status.

⁴ The 1948-70 Ten-State Nutrition Survey found that among women in the age-group 21-60 years, 31^o/o were obese, using the triceps fatfold measurement of greater than 25.1 mm as a criterion to define obesity in women (14).

TABLE 4
 SPECIFIC DIETARY CHANGES DURING THE PAST YEAR
 AND LAST FIVE YEARS

Type of change	Last year		Past five years	
	Foods	o/o	Foods	o/o
Consumed less amount of:	Fried foods, fat, greasy foods, stop using lard	31	Salt	16
	Salt	21	Fried foods, fat grease	14
	"All foods"	8	Sugar and sweets	14
	Sugar	4	Do not buy any more sodas and maltas	11
	Stop buying sodas and maltas	4	"All foods"	4
	Bread	3		
	Rice	3		
Increased consumption of:	Vegetables	45	Vegetables	28
	Fruits	34	Fruits	23
	Powder milk, whole milk and skim milk	23	Whole milk, skim milk and powder milk	14
	Fruit juices	23	Fish	10
	"All foods"	10	"All foods"	6
	Fish	6	Eggs	3
	Eggs	5	Chicken and beef	3
	Cereal and whole wheat	5		

TABLE 5

MOTHERS' REASONING FOR THEIR DIETARY CHANGE IN SOUTH BRONX

- "I eat more fruits, more strawberries, apples and peaches, and I give more importance now to the green vegetables..."
- "Because of my health and my child's health, I have learned to do different dishes, now I eat carrots and spinach, and I use less fat in cooking..."
- "I eat more green vegetables now, like spinach, broccoli, and watercress..."
- "I drink skim milk now, I bake meats; I eat more vegetables and less starchy vegetables, because I need to lose weight..."
- "Before I did not use to have breakfast, but now I do, besides, now I eat more vegetables like cabbage, carrots and broccoli..."

- "Since I began participating in this program, I have learned to eat vegetables like spinach and carrots..."
- "I do not put salt in my food, I learned it in the Nutrition Program; now I eat more vegetables and fruits..."
- "I do not cook with lard anymore, I use the oven more often. Now in my family they are more aware of their diet..."
- "Now I do not fry food so much; rather I bake it, particularly the meat, because it is more healthy..."
- "I use the oven more often, I use less fat. I eat vegetables like spinach, sweet potatoes, carrots; I have learned in this Program to prepare them in different ways..."

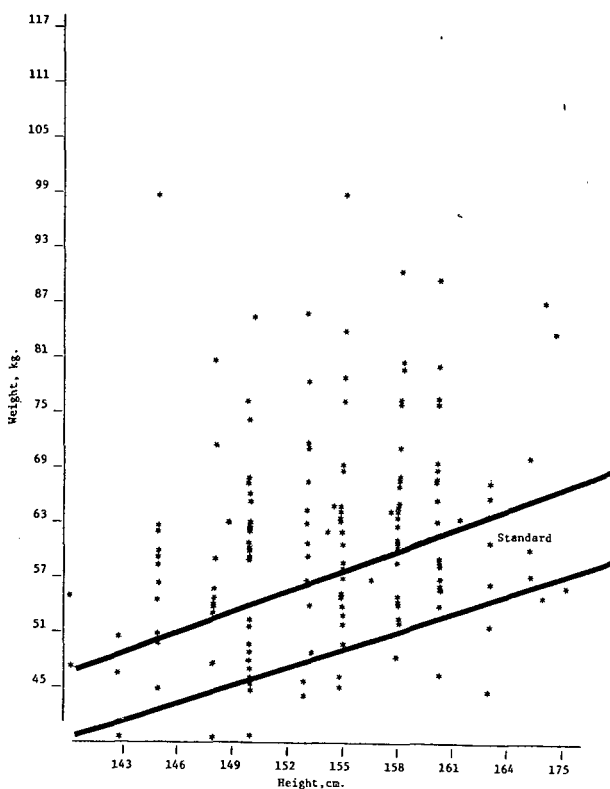


FIGURE 2

MEAN PERCENTAGE OF ADEQUACY OF WEIGHT FOR HEIGHT OF MOTHERS

(USING JELLIFFE'S STANDARDS)

S. BRONX - N = 200

adequate, as judged by the per cent adequacy of various nutrients (except for iron in Puerto Rico). In fact, the data suggest an overconsumption of certain foods, particularly within the protein group, in both the South Bronx and Puerto Rico, and of higher consumption of sugar and soft drinks in Puerto Rico.

The trends for the overall consumption of food observed in Puerto Rico and the South Bronx appear to be supported by the anthropometry data, which show a tendency for overweight, as well as obesity among the women studied.

With respect to the actual dietary changes, in general it can be readily appreciated that there is great awareness in the South Bronx women as to the need to change their food practices. The ongoing dietary changes alluded by the women, can be classified in two categories: a) those suggesting increased or decreased use of certain food items, and b) those suggesting modification of food preparation methods. Specifically, the data indicate that there is a tendency for increased consumption of fruits and vegetables, followed by a current decrease in the consumption of sweets, and carbonated beverages and "malts". There is also a trend for a decreased consumption of salt, as well as of fat and fatty foods. There is acute awareness among the women with respect to the need for shifting from "...frying on top of the stove..." to the use of the oven for baking or broiling, especially the meats, which they used to fry before. And lastly, if one were to identify potential influential factors fostering these dietary changes, in this sample, women's responses seem to suggest that "...through their participation in the Expanded Food and Nutrition Education Program (EFNEP), they became aware of these necessary modifications in their diet, to reduce weight and live a healthy life..." Additional factors, such as exposure to new and convenient foods, and their own children's food preferences also contributed to the exhibited dietary changes. The role of bilingual children in promoting dietary modifications (18) within societal groups in transition is beginning to be recognized as a powerful influence in the dietary acculturation process.

RESUMEN

TENDENCIAS Y DIFERENCIALES EN LOS PATRONES ALIMENTARIOS E INGESTA DE NUTRIENTES ENTRE FAMILIAS PUERTORRIQUEÑAS MIGRANTES

La presente investigación la motivó la preocupación por definir el estado nutricional de familias puertorriqueñas que migran hacia los Estados Unidos de América. Con esta finalidad, se estudió un total de 526 familias residentes en el Sur del Bronx, Nueva York, y cuatro comunidades en Puerto Rico.

Los resultados referentes a la ingesta de nutrientes sugieren que la dietas de las madres son bastante adecuadas, en el Sur del Bronx y en Puerto Rico, salvo en lo concerniente al consumo de hirro, en Puerto Rico. Más aún, los datos muestran una aparente tendencia al alto consumo de alimentos, particularmente de tipo proteínico en ambos lugares; revelan, asimismo, un alto consumo de azúcar y bebidas carbonatadas en Puerto Rico.

Estos datos dietarios fueron corroborados mediante antropometría nutricional,

confirmando cierta tendencia al sobrepeso y obesidad en las madres estudiadas.

Se informan en detalle cambios ocurridos en la dieta en el transcurso de los últimos cinco años. Los programas educativos como el de EFNEP, la disponibilidad de nuevos alimentos y la influencia de los niños en el hogar a través de sus propias preferencias, figuran como factores influyentes en la dinámica de cambios alimentarios de sociedades en transición.

BIBLIOGRAPHY

1. UNESCO Expert Panel on Project 12. **Interactions Between Environmental Transformation and Genetic and Demographic Changes in the Program on Man and the Biosphere (MAB)**, Final Report, Paris, 1972.
2. Duyff, R. L., D. Sanjur & H. Y. Nelson. Food behavior and related factors of Puerto Rican-American teenagers. *J. Nutr. Educ.*, 7:99-103, 1975.
3. Dewey, K. G., M. Strode & Y. Ruiz Fitch. Dietary change among migrant and nonmigrant Mexican-American families in northern California. *Ecol. Food Nutr.*, 14:11-24, 1984.
4. Black, S. J. & D. Sanjur. Nutrition in Rio Piedras: A study of internal migration and maternal diets. *Ecol. Food Nutr.*, 10:25-33, 1980.
5. Parker, S. L. & J. Bowering. Folic acid in diets of Puerto Rican and Black women in relation to food practices. *J. Nutr. Ed.*, 8(2):73-76, 1976.
6. Bentz, L. & D. Sanjur. The effect of environmental changes on nutrient intake among Puerto Rican families. *Fed. Proc.*, 40(3):946, 1981.
7. Tirado, Nilda. The changing Puerto Rican diet: Implications for nutrition education. Presented at: **Ethnic Foods Symposium, New York Medical College, March 8, 1978.**
8. Rodríguez-Cabanillas, Berta. **El Puertorriqueño y su Alimentación a través de su Historia.** San Juan, Puerto Rico, Instituto de Cultura Puertorriqueña, 1973.
9. National Puerto Rican Forum: **Fact Sheet on the Puerto Rican Community in the Mainland United States.** New York, N. Y., 1980.
10. U. S. Bureau of the Census: **Current Population Reports.** Washington, D. C., October, 1979 (Series P-20).
11. Immink, M. D. C., D. Sanjur & M. Burgos. Nutritional consequences of U. S. migration patterns among Puerto Rican women. *Ecol. Food Nutr.*, 13:139-148, 1983.
12. Colón de Reguero, L. & S. Rodríguez de Santiago. **Tabla de Composición de Alimentos de Uso Corriente en Puerto Rico.** San Juan, Puerto Rico, Editorial Universidad de Puerto Rico, 1978.
13. Jelliffe, D. B. **The Assessment of Nutritional Status in the Community.** Geneva, World Health Organization, 1966. (WHO Monograph Series No. 53).
14. The United States Food and Agriculture Act of 1977.
15. Immink, M. D. C., D. Sanjur & M. Colón. Home gardens and the energy and nutrient intake of women and preschoolers in rural Puerto Rico. *Ecol. Food Nutr.*, 117:191-199, 1981.
16. Fernández, N. A., J. C. Burgos, C. F. Asenjo & L. Rosa. Nutritional status of Puerto Rican population (Supplement). *Bol. Asoc. Méd. Puerto Rico*, 63(4):1-46, 1971.

17. U. S. Department of Health, Education and Welfare. **Nutritional Center of Health Statistics: Weight and Height of Adults 17-74 Years of Age: United States, 1971-74.** Hyattsville, Maryland, May 1979 (DHEW Publication No. (PHS) 79-1959).
18. Melville, M. B. Selective acculturation of female Mexican migrants. In: **Twice a Minority: Mexican-American Women.** M. B. Melville (Ed.). St. Louis Missouri, C. V. Mosby, 1980, p. 155-163.

DIAGNOSTICO DA SITUAÇÃO DA HIPOVITAMINOSE A E DA ANEMIA NUTRICIONAL NA POPULAÇÃO DO VALE DO JEQUITINHONHA, MINAS GERAIS, BRASIL¹

Rocival L. Araujo,² M. Beatriz D.G. Araujo,³ Reinaldo O. Sieiro,⁴ Rosângela D.P. Machado⁵ e Brigitte Vinçon Leite⁶

Faculdade de Ciências Médicas de Minas Gerais da Fundação Educacional "Lucas Machado" (FELUMA), e Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Minas Gerais, Brasil

RESUMO

Com o objetivo de avaliar o estado nutricional em relação à hipovitaminose A e à anemia nutricional ferropriva, com vistas a se implantar o "Programa de Combate à Hipovitaminose A e a Anemia Nutricional Ferropriva em Bolsões de Pobreza de Minas Gerais" pelo Instituto Nacional de Alimentação e Nutrição (INAN), uma amostra aleatória de 2,357 crianças das cidades de Turmalina, Minas Novas e Capelinha (Vale do Jequitinhonha), Minas Gerais, Brasil (1,604 da região urbana e 753 da região rural), foram submetidas a exame ocular, sendo colhido sangue em uma subamostra também aleatória destas crianças (157 na área urbana e 107 na região rural) com o objetivo de se detectarem possíveis problemas nutricionais. Foram encontrados os seguintes resultados (pré-escolares e escolares respectivamente): 1 — Hemoglobina: 23.9 e 20^o/o na área urbana; 34.6 e 18.2^o/o na área rural, de valores deficientes e baixos; 2 — Hemató-

Manuscrito modificado recebido: 3-2-86.

1 Este trabalho foi financiado pelo INAN e pela CEME, através de Convenio INAN/CEME/FELUMA, 1982-1983.

2 Professor Titular de Fisiologia, Depto de Ciências Físio-Morfológicas, Faculdade de Ciências Médicas de Minas Gerais da FELUMA, e Professor Adjunto, Fisiologia da Nutrição, Depto de Fisiologia e Biofísica, Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Minas Gerais, Caixa Postal 1756, Belo Horizonte, 30.000, MG, Brasil.

3 Estagiária - bolsista do Laboratório de Nutrição do Depto de Ciências Físio-Morfológicas, FCMMG, FELUMA.

4 Oftalmologista e Professor Assistente do Depto de Ciências Físio-Morfológicas, FCMMG, FELUMA.

5 Professora Assistente do Depto de Fisiologia e Biofísica, ICB, UFMG.

6 Estagiária do Laboratório de Nutrição, Depto de Fisiologia e Biofísica, ICB, UFMG.

crito: 1.5 e 2.2^o/o na área urbana; 17.3 e 5.5^o/o na área rural, de valores baixos; 3 - Vitamina A: 8.9 e 4.4^o/o na área urbana e 5.8 e zero^o/o na área rural, de valores deficientes (< 10 µg/dl); 26.9 e 31.1^o/o na área urbana, 26.9 e 23.6^o/o na área rural de valores baixos (10 — 20 µg/dl). Os resultados encontrados sugerem a ocorrência de anemia nutricional e hipovitaminose A nas crianças estudadas. Exame ocular realizado nas 2,357 crianças mostrou alta incidência de xerose conjuntival (3.16 e 6.04^o/o na área urbana, 7.7 e 12.6^o/o na área rural, respectivamente em pré-escolares e escolares); foram encontrados cinco casos (0.2^o/o) de xerose conjuntival com mancha de Bitot, dois casos (0.08^o/o) de xerose corneal e um caso (0.04^o/o) de ceratomalácia. O teste terapêutico com 200,000 UI de vitamina A oral mostrou-se mais eficiente em pré-escolares (90.3^o/o de respostas positivas) que em escolares (25.9^o/o de respostas positivas), estando em estudo as causas das diferentes respostas.

INTRODUÇÃO

É amplamente conhecido que o estado nutricional e alimentar deficiente da população da América Latina é problema de profundas repercussões sociais, econômicas e políticas. A desnutrição endêmica em várias áreas do Brasil tem sido revelada em trabalhos de diversos autores, existindo vários estudos e trabalhos de pesquisas que permitem considerar a hipovitaminose A e a anemia nutricional como problemas de saúde pública (1-19).

A hipovitaminose A é uma enfermidade geral que afeta estruturas epiteliais de diversos órgãos, sendo o olho o exemplo mais evidente, com a expressão clínica de cegueira noturna, xeroftalmia e, finalmente, cegueira. Na deficiência de vitamina A a resistência a infecções está muito reduzida, há uma elevada mortalidade, presença de mecanismos defeituosos de defesa imunológica e déficit de crescimento. O grupo populacional mais vulnerável a esta carência nutricional é constituído por crianças de zero a doze anos, e no Brasil a causa mais comum de hipovitaminose A é a baixa disponibilidade desta vitamina na dieta.

A anemia por deficiência de ferro, por outro lado, produz alterações na capacidade de trabalho muscular, reduzindo a capacidade para tarefas que exijam energia (diminuindo portanto a produtividade). Além, disto a carência de ferro diminui a resposta imunitária, aumenta a propensão a infecções respiratórias, leva a alterações na síntese proteica e nos mecanismos de regulação da temperatura corporal, produz modificações da conduta e de determinados processos relacionados com a aprendizagem (como a capacidades de atenção, percepção e memória) e aumenta a mortalidade global associada à desnutrição. Os períodos em que é mais provável a carência de ferro são precisamente aqueles em que as necessidades deste nutriente são máximas, ou seja, durante a primeira infância, nos pré-escolares, escolares, gestantes, nutrízes e mulheres em período fértil. Nos países subdesenvolvidos as causas mais correntes de anemia ferropriva são a pobreza de ferro na dieta e o aumento de perda deste elemento por infestações parasitárias.

O objetivo do presente trabalho é avaliar os problemas de hipovitaminose A e de anemia nutricional na população do Vale do Jequitinhonha, região altamente carente de Minas Gerais, Brasil, visando estabelecer um diagnóstico mais preciso e ampliado dessas carências, e servindo de base

para implantação na região do "Programa de Combate à Hipovitaminose A e à Anemia Nutricional Ferropriva em Bolsões de Pobreza de Minas Gerais" pelo Instituto Nacional de Alimentação e Nutrição (INAN), órgão do Ministério de Saúde, Brasil.

MATERIAL E METODOS

Inicialmente realizaram-se visitas a várias cidades do Vale do Jequitinhonha, região altamente carente situada no nordeste de Minas Gerais, Brasil, sendo estudadas as condições para desenvolvimento do trabalho, bem como mantidos contatos com profissionais da área de saúde da região (Senador, Mourão, Chapada do Norte, Turmalina, Couto Magalhães, Itamarandiba, Capelinha, Felisberto Caldeira, Minas Novas, Senador Modestino Gonçalves, Desembargador Otoni, Planalto de Minas, Itacambira, Botumirim, Cristália e Grão Mogol).

Em seguida sortearam-se três cidades (Turmalina, Capelinha e Minas Novas) para realização do experimento, sendo instalado no Hospital de Turmalina um pequeno Laboratório. As pesquisas visando a padronização da colheita e armazenamento das amostras de plasma para dosagens foram realizadas no Laboratório de Nutrição da Faculdade de Ciências Médicas de Minas Gerais. A estimativa da população infantil (0 a 12 anos) nas cidades de Turmalina, Capelinha e Minas Novas é de cerca de 3,300, 4,200 e 6,000 crianças, respectivamente. Estudou-se uma amostra aleatória constituída de 2,357 crianças, o que corresponde a 17.50/o do grupo populacional infantil exposto a risco. Na área urbana das três cidades foi estudada uma amostra aleatória constituída de 1,604 crianças. Na área rural de Turmalina foi estudada uma amostra aleatória constituída de 753 crianças. A área rural compreende as seguintes localidades: Veredinha, Mendonça, Caçaratiba, Campo Alegre e José Silva.

Nossa amostra foi constituída de 844 escolares e de 760 pré-escolares da região urbana de Turmalina, Capelinha e Minas Novas. Constituíu-se ainda de 492 escolares e 261 pré-escolares da região rural de Turmalina. Estas crianças foram submetidas a exame ocular à luz ambiente e sem uso de lentes ou aparelhos. As crianças que apresentavam lesão ocular sugestiva de hipovitaminose A foram submetidas a teste terapêutico com vitamina A. A dose de vitamina A utilizada para o teste terapêutico foi determinada seguindo-se as recomendações do IVACG (20), que são as seguintes. imediatamente após o diagnóstico, administrarem-se 200,000 UI oral de solução oleosa de vitamina A; no dia seguinte administrarem-se novamente 200,000 UI a fim de se aumentarem as reservas hepáticas, e no momento da alta administrarem-se novamente 200,000 UI. Modificou-se o esquema administrando-se imediatamente após o diagnóstico 200,000 UI de solução oleosa de vitamina A (cápsula gelatinosa - UNICEF), via oral. Sete dias depois examinavam-se as crianças e, caso a lesão ocular não houvesse desaparecido, administravam-se novamente 200,000 UI de retinol. Examinavam-se novamente as crianças no. 15o. e 30o. dia. No. 30o. dia nova dose de vitamina A de 200,000 UI era administrada a todas as crianças via oral. As crianças que apresentavam xerose corneal receberam 200,000 UI imediatamente após o diagnóstico e 200,000 UI no dia seguinte. A resposta positiva (RPTT) é aquela em que a lesão ocular desaparece 7, 15 ou 30 dias após administração de uma ou duas doses de vitamina A.

Para avaliação bioquímica seguiram-se as recomendações da OMS (21) e do IVACG (22). A recomendação para avaliação da vitamina A sérica é de que a subamostra para exames bioquímicos seja de uma para cada vinte crianças submetidas a exame ocular, para um grau de precisão confiável. Neste trabalho a subamostra aleatória era constituída de aproximadamente uma para cada dez crianças da amostra examinada.

Nas crianças desta sub-amostra colhia-se sangue em jejum, o sangue era heparinado, sendo realizada a dosagem de hemoglobina (pelo método da cianometahemoglobina) e determinado o hematócrito (pelo método de microhematócrito). Parte do sangue colhido era imediatamente centrifugado, sendo realizada a dosagem de vitamina A por método colorimétrico (23).

Para análise estatística utilizou-se o teste de X^2 (qui-quadrado).

RESULTADOS

As Tabelas 1 e 2 mostram a prevalência de lesões oculares em pré-escolares e escolares das regiões urbana e rural de cidades do Vale do Jequitinhonha. Os resultados do teste terapêutico realizado com 200,000 ou 400,000 UI de vitamina A via oral são mostrados nas Tabelas 3 e 4. Foi encontrada alta incidência de Xerose Conjuntival e de Mancha de Bitot com Xerose Conjuntival, tanto em pré-escolares como em escolares. Entretanto o teste terapêutico com vitamina A mostrou-se mais eficiente nos pré-escolares.

Assim, 80 a 95^o/o dos pré-escolares com lesão ocular responderam positivamente ao teste terapêutico com 200,000 ou 400,000 UI de vitamina A oral, enquanto apenas 20 a 30^o/o dos escolares com lesão ocular responderam positivamente ao mesmo teste.

A colheita de sangue realizou-se em uma subamostra aleatória constituída de 144 crianças (67 pré-escolares e 90 escolares) da região urbana de Turmalina, Minas Novas e Capelinha e 107 crianças (52 pré-escolares e 55 escolares) da região rural de Turmalina. Para hemoglobina e hematócrito usaram-se como referência para valores normais (de acordo com idade e altitude), as recomendações do INCAP (24, 25) e para retinol sérico as recomendações de valores normais do ICNND (26).

As Tabelas 5 e 6 mostram os resultados das dosagens de hemoglobina e vitamina A e da determinação do hematócrito nestas sub-amostras. Nas crianças da área urbana foi encontrada alta prevalência de valores deficientes de vitamina A tanto entre os pré-escolares (8.9^o/o) como entre os escolares (4.4^o/o). Quanto ao hematócrito foi encontrada baixa prevalência de valores baixos nas crianças mas valores deficientes e baixos de hemoglobina foram encontrados em 23.9^o/o dos pré-escolares e 20^o/o dos escolares. Nas crianças da área rural foi encontrada alta prevalência de valores deficientes de vitamina A plasmática apenas entre os pré-escolares (5.8^o/o), sendo encontrados 23.6^o/o de escolares com valores baixos de vitamina A (10 μ — 20 μ g^o/o). Quanto ao hematócrito forma encontrados 17.3 e 5.5^o/o de valores baixos (30.7 μ — 33.5^o/o) respectivamente, entre os pré-escolares e escolares da área rural de Turmalina. Nestas crianças foram encontrados 34.6 e 18.2^o/o de valores deficientes e baixos de hemoglobina, respectivamente em pré-escolares e escolares.

TABELA 1

PREVALÊNCIA DE LESÕES OCULARES EM 1,604 CRIANÇAS
DA ÁREA URBANA DE TURMALINA, MINAS NOVAS E CAPÉLINHA,
VALE DO JEQUITINHONHA, MINAS GERAIS

	Pré-escolares (n = 760)		Escolares (n = 884)	
	No.	%	No.	%
Xerose conjuntival	25	3.16	51	6.04
Mancha de Bitot com xerose conjuntival	0	0	1	0.12

TABELA 2

PREVALÊNCIA DE LESÕES OCULARES EM 753 CRIANÇAS
DA ÁREA RURAL DE TURMALINA, VALE DO JEQUITINHONHA,
MINAS GERAIS

	Pré-escolares (n = 261)		Escolares (n = 492)	
	No.	%	No.	%
Xerose conjuntival	20	7.66	62	12.60
Mancha de Bitot com xerose conjuntival	1	0.38	3	0.
Xerose corneal	1	0.38	1	0.20
Ceratomalácia	0	0	1	0.20

A análise estatística a través do teste do X^2 (qui-quadrado) dos dados das Tabelas 5 e 6 mostrou não haver diferença nos parâmetros estudados entre pré-escolares e escolares na área urbana e rural, exceto para os valores de hematócrito dos pré-escolares. Neste último grupo a diferença foi significativa ($p < 0.05$) entre pré-escolares da área urbana e rural e entre pré-escolares e escolares da área rural.

DISCUSSÃO

A anemia ferropriva, sendo hipocrômica e microcítica, caracteriza-se por diminuições concomitantes dos valores de hemoglobina e hematócrito.

TABELA 3

FREQUÊNCIA DE RESPOSTAS POSITIVAS AO TESTE TERAPÊUTICO (RPTT) COM VITAMINA A (200,000 OU 400,000 UI, oral*) EM CRIANÇAS DA ÁREA URBANA DAS CIDADES DE TURMALINA, MINAS NOVAS E CAPELINHA, VALE DO JEQUITINHONHA, MINAS GERAIS

	Pré-escolares (n = 760)		Escolares (n = 884)	
	c/lesão ocular	c/RPTT	c/lesão ocular	c/RPTT
Xerose conjuntival	25	21	51	15
Mancha de Bitot com xerose conjuntival	0	0	1	1

* Ver Material e Metodos.

6

TABELA 4

FREQUÊNCIA DE RESPOSTAS POSITIVAS AO TESTE TERAPÊUTICO (RPTT) COM VITAMINA A (200,000 OU 400,000 UI, oral*) EM CRIANÇAS DA ÁREA RURAL DE TURMALINA, VALE DO JEQUITINHONHA, MINAS GERAIS

	Pré-escolares (n = 261)		Escolares (n = 492)	
	c/lesão ocular	c/RPTT	c/lesão ocular	c/RPTT
Xerose conjuntival	20	19	62	13
Mancha de Bitot com xerose conjuntival	1	1	3	3
Xerose corneal	1	1	1	1

* Ver Material e Metodos.

A utilização destes valores como índice de ferropenia em avaliações populacionais tem suas limitações, pois são parâmetros que revelam anemia avançada. A OMS (27) sugere que se determine, sempre que seja possível, ferro sérico, porcentagem de saturação de transferrina ou ferritina sérica. Entretanto os esquemas propostos pela OMS para estabelecimento de sistemas de vigilância nutricional (28) classificam as informações referentes à concentração de hemoglobina como prioritárias, destacando, a um só tempo, a importância da anemia entre os problemas de saúde pública e a importância deste indicador bioquímico no diagnós-

TABELA 5

DISTRIBUIÇÃO DE FREQUÊNCIA ABSOLUTA E PERCENTUAL DOS NÍVEIS SANGUÍNEOS DE VITAMINA A, HEMATÓCRITO E HEMOGLOBINA EM 144 CRIANÇAS DA ÁREA URBANA DAS CIDADES DE TURMALINA, MINAS NOVAS E CAPELIÑHA, VALE DO JEQUITINHONHA, MINAS GERAIS

		Pré-escolares (n = 67)		Escolares (n = 90)	
		No.	%	No.	%
Vitamina A					
Deficiente	(< 10µg ^o /o)	6	8.9	4	4.4
Baixo	(10 — 20µg ^o /o)	18	26.9	28	31.1
Aceitável	(≥ 20µg ^o /o)	43	64.2	58	64.5
Hematócrito					
Deficiente	(< 30.7 ^o /o)	0	0	0	0
Baixo	(30.7 — 33.5 ^o /o)	1	1.5	2	2.2
Aceitável	(≥ 33.5 ^o /o)	66	98.5	88	97.8
Hemoglobina					
Deficiente	(< 10.3g ^o /o)	5	7.5	5	5.6
Baixo	(10.3 — 11.3g ^o /o)	11	16.4	13	14.4
Aceitável	(≥ 11.3g ^o /o)	51	76.1	72	80.0

TABELA 6

DISTRIBUIÇÃO DA FREQUÊNCIA ABSOLUTA E PERCENTUAL DOS NÍVEIS SANGUÍNEOS DE VITAMINA A, HEMATÓCRITO E HEMOGLOBINA EM 107 CRIANÇAS DA ÁREA RURAL DA CIDADE DE TURMALINA, VALE DO JEQUITINHONHA, MINAS GERAIS

		Pré-escolares (n = 52)		Escolares (n = 55)	
		No.	%	No.	%
Vitamina A					
Deficiente	(< 10µg ^o /o)	3	5.8	0	0
Baixo	(10 — 20µg ^o /o)	14	26.9	13	23.6
Aceitável	(≥ 20 g ^o /o)	35	67.3	42	76.4
Hematócrito					
Deficiente	(< 30.7 ^o /o)	0	0	0	0
Baixo	(30.7 — 33.5 ^o /o)	9	17.3	3	5.5
Aceitável	(≥ 33.5 ^o /o)	43	82.7	52	94.5
Hemoglobina					
Deficiente	(< 10.3g ^o /o)	8	15.4	3	5.5
Baixo	(10.3 — 11.3g ^o /o)	10	19.2	7	12.7
Aceitável	(≥ 11.3g ^o /o)	34	65.4	45	81.8

tico desta anemia nutricional.

Portanto, as medidas da concentração de hemoglobina e do hematócrito podem trazer informações sobre a distribuição destes valores, permitindo no caso do Vale do Jequitinhonha, verificar-se a alta prevalência de anemia na região. Outras determinações não foram realizadas em virtude de dificuldades várias: difícil acesso à região, ausência de recursos locais, dificuldade de armazenamento e transporte de sangue, etc.

Quanto ao teste terapêutico com vitamina A, observou-se que o número de escolares portadores de xerose conjuntival que não responderam à dose de vitamina A foi alto. Isto não significa que a eficiência do tratamento desta lesão com retinol em escolares foi baixa, pois a xerose conjuntival se presta particularmente a confusões. É um importante sinal de xerofthalmia e, estando presente na criança recebendo dieta deficiente em vitamina A, indica que lesões destrutivas dos olhos podem se instalar rapidamente. Entretanto, segundo Tielsch e Sommer (29), a deficiência crônica de vitamina A pode originar placas engrossadas na conjuntiva que persistem por grande tempo depois que se normaliza a situação da hipovitaminose A, ou seja, por razões não conhecidas as lesões podem persistir após os níveis séricos de vitamina A retornarem ao normal. No caso dos escolares, as lesões podem ser inclusive seqüelas de velhas e corrigidas deficiências de vitamina A. Por estas razões não se recomenda o emprego da xerose conjuntival como critério único para o diagnóstico de coletividade, mas sim elevada frequência desta lesão associada a dados bioquímicos, como foi o caso da amostra estudada, em que a alta incidência de valores deficientes e baixos de vitamina A plasmática nos leva a pensar na possibilidade da cegueira por hipovitaminose A poder vir a ser problemas nestra região.

Por outro lado sabe-se que as modificações bioquímicas precedem as alterações clínicas, podendo detectar precocemente hipovitaminose A e indicar o nível de risco a esta carência. A prevalência de crianças em alto risco na região é alta.

Apesar das diferenças de estilo de vida entre as populações das áreas urbana e rural, não se encontrou diferença significativa dos parâmetros bioquímicos nas crianças destas regiões, exceto para o hematócrito, cujos valores foram mais baixos em pré-escolares da área rural. Não se encontrou explicação plausível para este fato.

Os resultados observados neste trabalho apontam a deficiência de ferro como sendo um problema de saúde pública de grande prevalência na região, bem como mostram haver hipovitaminose A em nível de problema de saúde pública nesta população, de acordo com critérios do ICNND (26). Evidentemente a alimentação precária da população provoca uma deficiência nutricional global, em que estas carências nutricionais específicas (hipovitaminose A e anemia) são apenas um dos aspectos.

Com base nestes resultados, e com o objetivo de se erradicar a hipovitaminose A e a anemia ferropriva no Vale do Jequitinhonha, o Instituto Nacional de Alimentação e Nutrição (INAN), órgão do Ministério de Saúde do Governo Brasileiro, implantou na região do Vale do Jequitinhonha o "Programa de Combate à Hipovitaminose A e à Anemia Nutricional Ferropriva" que consiste na administração semestral de sulfato ferroso, vermífugo polivalente e dose maciça de vitamina A a todas as crianças da região, bem como administração de sulfato ferroso às gestantes

no 3o. trimestre da gravidez e de dose maciça de vitamina A a todas as nutrizes. Paralelamente estão sendo realizadas intervenções em educação nutricional, incentivo à produção e consumo de alimentos fontes de vitamina A e tratamento de casos diagnosticados de hipovitaminose A.

As gestantes foram incluídas no programa de intervenção pelo fato da anemia ser grave neste grupo populacional, aumentando a morbidade e mortalidade maternas. Quanto à nutriz, sabe-se que a administração de 200,000 UI oral de solução oleosa de vitamina A aumenta a quantidade deste nutriente no leite de modo apreciável, durante várias semanas, o que justifica a inclusão das nutrizes no programa de intervenção.

A recomendação para administração de vermífugos está apoiada em dados da literatura que mostram haver correlação entre parasitose intestinal e anemia ferropriva (21 e 30).

A administração oral de sulfato ferroso na dose sugerida pelo INACC (31), foi o tratamento de eleição, por sua boa absorção e menor custo. Todas as alterações de carência de ferro são reversíveis com uma terapia adequada com ferro, a curto prazo, o que justifica programas preventivos em grupos selecionados da população.

Finalmente, entre as estratégias para combate à hipovitaminose A, o INAN optou pela dose maciça semestral de vitamina A, nas dosagens sugeridas pelo IVACG (22).

SUMMARY

NUTRITIONAL STATUS OF THE POPULATION OF VALE DO JEQUITINHONHA, MINAS GERAIS, BRAZIL, CONCERNING VITAMIN A DEFICIENCY AND IRON-DEFICIENCY ANEMIA

A survey was carried out with the purpose of evaluating the nutritional status of the population of Jequitinhonha Valley in regard to vitamin A deficiency and iron-deficiency anemia. A Program — "Programa de Combate à Hipovitaminose A e à Anemia Nutricional Ferropriva em Bolsões de Pobreza de Minas Gerais" — is being implanted by the Instituto Nacional de Alimentação e Nutrição (INAN) aiming to the prevention of such deficiencies.

A random sample of 2,357 children from the towns: Turmalina, Minas Novas and Capelinha (Vale do Jequitinhonha), Minas Gerais (1,604 living in the urban and 753 in the rural areas) was submitted to an eye examination. Blood was drawn from a random subsample of these children (157 from the urban area and 107 from the rural area), in order to detect possible nutritional problems. The following results were observed (preschool children and school children, respectively):

1. Hemoglobin: 23.9^o/o and 20^o/o of the population in the urban area, 34.6 and 18.2^o/o in the rural area, had low and deficient values, respectively.
2. Hematocrit: 1.5 and 2.2^o/o of the population in the urban area, 17.3 and 5.5^o/o in the rural area, had low values.
3. Vitamin A: 8.9 and 4.4^o/o of the population in the urban area, 5.8 and 0^o/o in the rural area, had deficient values (< 10µg/dl); 26.9 and 31.1^o/o in the urban area, 26.9 and 23.6^o/o in the rural area, had low values (10 — 20µg/dl).

These results show the occurrence of nutritional anemia and vitamin A deficiency in the observed children. As to the eye examination this was performed in 2,357 children. A high incidence of conjunctival xerosis (3.16 and 6.04^o/o in the urban area,

7.7 and 12.6^o/o in the rural area, in preschool and school children, respectively), was detected. Five cases of conjunctival xerosis with Bitot spot (0.2^o/o), corneal xerosis (0.08^o/o) and kerotomalacia (0.04^o/o) were observed. The therapeutic effect of 200,000 UI of oral vitamin A was more efficient in preschool children (90.3^o/o of positive reactions) than in school children (25.9^o/o of positive reactions). The causes of the different reactions are now under study.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a população do Vale do Jequitinhonha; aos professores, aos prefeitos, aos médicos e as Autoridades da região; ao **SERVAS**; ao Professor Enio Cardillo Vieira, e à Almir Assis Braga e Maria Célia da Silva Costa.

BIBLIOGRAFIA

1. Araújo, R.L., M.S.L. Souza, A.J. Mata-Machado, L.T. Mata-Machado, M.L. Melo, T.A. Costa Cruz, E.C. Vieira, D.W.C. Souza, R.D. Palhares & E.L. Borges. Response of retinol serum levels to the intake of vitamin A fortified sugar by preschool children. *Nutr. Reps. Internat.*, 17:307, 1978.
2. Barreto, S.P. Hipovitaminose A e xeroftalmia no Sudeste e no Nordeste do Brasil. Em: 4o. Congresso Brasileiro de Prevenção da Cegueira, Belo Horizonte, Relatório Oficial: grupos de trabalhos e conferências, V.2, 1980, p. 262.
3. Batista, M. Filho, N. Chaves, R.M. Varela, M.H. de Souza Martins, A. C. Salzano, M.O. Bazante, S.M. Teixeira, S. Gomes, E.S.C. Lima, F.M. Reis, G.C. Martins & E.R. Linhares. Inquérito nutricional em área urbana da Zona da Mata, nordeste brasileiro - Agua Preta, Pernambuco. *O Hospital. Rio de Janeiro*, 79(5): 139, 1971.
4. Batista, M. Filho & S.M.F. Gomes. Níveis séricos de vitamina A e caroteno em diferentes grupos etários. *O Hospital, Rio de Janeiro*, 76(2): 489, 1969.
5. Borges, E.L. Efeito do Consumo de Açúcar Fortificado com Vitamina A por Pré-escolares. Belo Horizonte, Instituto de Ciências Biológicas da UFMG, Tese de Mestrado, 1978, p. 61.
6. Chaves, J.G., Maria das Graças de P. Tavares, R.L. Araújo & U.B. de Melo. Avaliação nutricional da população infantil de duas cidades do Norte de Minas. *Ciênc. Cult.*, 31(7): 664, 1979.
7. Gandra, Y.R. La anemia ferropénica en la población de America Latina y el Caribe. *Bol. Of. Sanit. Panam.*, 68: 353, 1970.
8. Gandra, Y.R., D. Wilson, H.A.P.C.S. Baldo, I.S. Martins, M.J. Roncada, S.C. Szarforc, M.L.F. Cavalcanti, R.S. Mazilli, A.M.X. Bon, D. Giacomo, M. Miguel, M. Ishii, S.M. Silva & F.O. Vallaba. Situação nutricional de algumas populações do Estado de São Paulo. Em: *Simp. Fisiol. Nutr. Brasília*, 1976, p. 16.
9. Gomes, S. & M. Batista. Variabilidade dos níveis séricos de retinol em grupos populacionais do Nordeste açucareiro. *Rev. Bras. Pesquisa Med. Biol. São Paulo* 3(5): 59, 1970.
10. Gomes, S.F., M. Batista, R.M. Varela, M.O. Bazante & A.C. Salzano. Plasma retinol levels of pre-school children in the sugar cane area of northeast Brazil. *Arch. Latinoamer. Nutr.* 20(4): 445, 1970.
11. Jelliffe, D.B. La Nutrición Infantil en las Zonas Tropicales y Subtropicales.

- Ginebra, Organización Mundial de la Salud, 1970, 361 p. (OMS, Serie de Monografías 29).
12. Machado, Rosângela D.P. **Alguns Aspectos Nutricionais da População de Belo Horizonte**. Belo Horizonte, Instituto de Ciências Biológicas da UFMG, Tese de Mestrado, 1982, 80 p.
 13. Miranda, P.S.C., J.H.O. Perpétuo, T.S. Parreiras, G.F. Silva & M.F. Fassy. A desnutrição na clientela do Centro de Saúde do Vale do Jequitinhonha. *Saúde em Debate*, 3. 49, 1977.
 14. Roncada, M.J. Hipovitaminose A. Níveis séricos de vitamina A e carotenos em populações litorâneas do Estado de São Paulo, Brasil. *Rev. Saúde Pública*, 6. 3, 1972.
 15. Roncada, M.J., D. Wilson, A.L. Netto, O.B. Netto, A.C. Kalil, M.F. Nunes & E.T. Okani. Hipovitaminose A em filhos de migrantes nacionais em trânsito pela capital de São Paulo, Brasil. Estudo clínico-bioquímico. *Rev. Saúde Pública*, 12: 345, 1978.
 16. Santos, Leonor M.P., J.M. Dricot, Luiza S. Ascitti, Maria José C.N. Benigna & Christiane Dricot d'Ans. Estudo epidemiológico da xeroftalmia no Estado da Paraíba. *Rev. Bras. Med.*, 40 (11/12): 419, 1983.
 17. Tavares, A. de P. **Avaliação Nutricional de Gestantes de Baixa Renda Atendidas por Pré-natal em Belo Horizonte**. Belo Horizonte, Instituto de Ciências Biológicas da UFMG, Tese de Mestrado, 1979, p. 67.
 18. Tavares, A. de P., R.L. Araújo, C.B.P. Freitas, S.M. Signoretti, M. M. Gonçalves, R.M. da Silva, A.J. Mata-Machado, L.T. Mata-Machado, M.S.L. Souza & T.A. Costa Cruz. Avaliação nutricional de gestantes atendidas pelo Hospital Maternidade da Faculdade de Medicina da UFMG, *Ciênc. Cult.*, 29(7):771, 1977.
 19. Varela, R.M., S.G. Teixeira & M. Batista. Hypovitaminosis A in the sugarcane zone of southern Pernambuco State, Northeast Brazil. *Am.J. Clin. Nutr.*, 25: 800, 1972.
 20. IVACG Report. **The Safe Use of Vitamin A**. International Vitamin A Consultative Group. New York, N.Y., Secretariat, Nutr. Foundation, 1980.
 21. Organización Mundial de la Salud. **Anemias Nutricionales**. Informe de un Grupo de Expertos de la OMS, 1972 (Serie de Informes Técnicos No. 503).
 22. IVACG- **International Vitamin A Consultative Group. Guidelines for the Eradication of Vitamin A Deficiency and Xerophthalmia**. New York, The Nutrition Foundation, 1975.
 23. Neeld, J.B. Jr. & W.N. Pearson. Macro and micromethods for the determination of serum vitamin A using trifluoroacetic acid. *J.Nutr.*, 79: 454, 1963.
 24. INCAP. **Evaluación Nutricional de la Población de Centro América y Panamá**. 6 Vol. (Costa Rica, Guatemala, Honduras, Nicaragua, El Salvador and Panamá). Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá, Guatemala, 1969.
 25. **Nutritional Evaluation of the Population of Central America and Panama. Regional Summary**. Institute of Nutrition of Central America and Panama (INCAP) and Nutrition Program, Center for Disease Control (formerly Interdepartmental Committee on Nutrition for National Development). Washington, D.C., US Department of Health, Education and Welfare, 1972, 165 p. (DHEW Publication No. (HSM) 72-8120).
 26. ICNND - Interdepartmental Committee on Nutrition for National Defense. **Manual for Nutrition Surveys**. 2nd ed. Washington, D. C., U.S. Government Printing Office, 1963.

27. World Health Organization. **Control of Nutritional Anaemia with Special Reference to Iron Deficiency.** Report of an IAEA/USAID/WHO Joint Meeting. Geneva, WHO, 1975 (Technical Report Series No. 580).
28. OMS. **Risk Approach for Maternal and Child Health Care.** Geneva, 1978.
29. Tielsch, J.M. & A. Sommer. The epidemiology of vitamin A deficiency and xerophthalmia. *Ann. Rev. Nutr.*, 4: 183, 1984.
30. Layrisse, M. & M. Roche. The relationship between anemia and hookworm infection. *Am. J. Hygiene*, 79: 270, 1964.
31. INACG – **Iron Deficiency in Infancy and Childhood.** A Report of the International Nutritional Anemia Consultative Group. New York, N.Y., The Nutrition Foundation, 1979.

PREVENCIÓN DE LA CARENCIA DE HIERRO EN LACTANTES, MEDIANTE LA FORTIFICACIÓN DE LA LECHE

I. ESTUDIO SOBRE EL TERRENO DE UNA LECHE SEMIDESCREMADA¹

*Abraham Stekel,² Manuel Olivares,³ Fernando Pizarro,³
Patricia Chadud,³ Marisol Cayazzo,³ Inés López³ y Mirna Amar³*

Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos (INTA),
Universidad de Chile, Santiago de Chile

RESUMEN

Durante un año a partir de los tres meses de edad, se entregó a las madres de lactantes sanos, nacidos a término, una leche semidescremada en polvo, fortificada con hierro (15 mg/100 g como sulfato ferroso). El grupo control recibió el mismo producto no fortificado. Del total de 510 niños que ingresaron al estudio, se analizaron 388 casos a los nueve meses de edad, y 314 a los 15 meses. El consumo de la fórmula fortificada se controló mediante la determinación de hierro en las heces.

Los valores promedio de hemoglobina fueron significativamente más altos en el grupo que recibió la fórmula fortificada a los nueve y 15 meses de edad: 11.7 ± 1.0 vs 11.4 ± 1.1 y 12.0 ± 1.1 vs 11.4 ± 1.2 g/dl, respectivamente. En el grupo fortificado, el 14.8% acusaba anemia ($Hb < 11$ g/dl) a los nueve meses, y el 7.0%, a los 15 meses, siendo los porcentajes en el grupo control de 27.7% y 35.3%, respectivamente. El porcentaje de sujetos deficientes en hierro ($Fe/TIBC < 9\%$) fue más bajo en el grupo fortificado (28.0% vs 49.1% a los nueve meses y 20.0% vs 41.8% a los 15 meses de vida).

Se concluye que si bien la fórmula láctea utilizada mejora significativamente la nutrición de hierro del lactante, no logra prevenir del todo la deficiencia de este nutriente. Es posible que ello se deba a la baja biodisponibilidad del hierro agregado a leches no modificadas.

Manuscrito modificado recibido: 24-4-86.

- ¹ Este trabajo fue financiado con fondos provenientes de una subvención otorgada por la Research Corporation, Estados Unidos de América.
- ² El primer autor, Dr. Stekel, lamentablemente falleció durante la preparación de este manuscrito (R.I.P.).
- ³ Miembros de la Unidad de Hematología, División de Nutrición Humana y Ciencias Médicas, Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos (INTA), Universidad de Chile, Casilla 15138, Santiago 11, Chile

INTRODUCCION

La deficiencia de hierro es una de las carencias nutricionales más frecuentes y la causa principal de anemia en la infancia (1). Por su elevada velocidad de crecimiento y bajo aporte de hierro a través de su dieta, constituye uno de los grupos etarios más vulnerables. Estudios realizados en Chile, muestran que el 28^o/o de los niños menores de dos años presenta anemia y un 65^o/o tiene una saturación de transferrina < 15^o/o (2).

Existe consenso entre los expertos que el mejor método de prevenir esta carencia, es mediante la fortificación de los alimentos (3-5), siendo la leche y los cereales los vehículos ideales para este propósito en la infancia.

En la prevención de la deficiencia de hierro en lactantes, se han utilizado exitosamente leches fortificadas (6-8), las que por ser altamente modificadas, resultan ser bastante caras. La información disponible en cuanto al efecto de leches en polvo, adicionadas de hierro, es escasa. Por este motivo, se acordó estudiar el efecto de la nutrición de hierro, administrada mediante una leche en polvo semidescremada y enriquecida con 15 mg de Fe por 100 g de polvo.

MATERIAL Y METODOS

En Chile existe un Programa Nacional de Alimentación Complementaria (PNAC) que cubre alrededor del 80^o/o de la población infantil. Este suministra a la nodriza, para el lactante, 3 kg/mes de una leche en polvo no fortificada, a partir del nacimiento hasta los seis meses de vida, y 2 kg/mes hasta los dos años. Al momento de efectuarse este estudio, se les entregaba una leche semidescremada (12^o/o materia grasa).

En el período comprendido entre 1972 y 1975, se inició un estudio prospectivo en tres consultorios pertenecientes al Servicio Nacional de Salud. La población investigada provenía de un estrato socioeconómico bajo de la ciudad de Santiago, con una duración promedio de la lactancia materna de cuatro meses.

Previo consentimiento de los padres, se seleccionó a niños destetados espontáneamente en forma parcial o total antes de los tres meses de edad, los que debían cumplir los requisitos siguientes: tener un peso al nacer, mayor de 2,500 g, ausencia de anomalías congénitas graves o de afecciones perinatales y malnutrición, que no hubiesen recibido terapia con hierro ni transfusión sanguínea.

A los lactantes se les administró la leche fortificada o control (no fortificada) durante un año a partir de los tres meses de vida. Cada sujeto fue asignado al azar a los siguientes grupos:

Grupo fortificado: Un total de 278 niños recibió una leche semidescremada (12^o/o grasa) en polvo, enriquecida con 15 mg de hierro por 100 g de polvo como sulfato ferroso.

Grupo no fortificado: Un total de 232 niños recibió una leche semidescremada en polvo, no fortificada.

El producto fortificado se distribuyó en envases de latón, no apreciándose cambios organolépticos hasta los dos años de almacenamiento a temperatura ambiente.

Ambos preparados lácteos se utilizaron diluidos al 10^o/o con agua y se adicionaron de 5^o/o de sucrosa y 3^o/o de harina de maíz. La introducción de alimentos sólidos fue similar en ambos grupos, indicándose huevo y frutas a los cuatro meses, carne y vegetales a los cinco meses, legumbres a los seis a siete meses, y la alimentación corriente del hogar a los nueve a 12 meses de edad.

A los tres, nueve y 15 meses de edad, se realizó un control antropométrico (peso, talla y perímetro craneano) y se extrajo en ayunas una muestra de sangre venosa. Esta se sometió a las siguientes determinaciones: hematocrito (microhematocrito), hemoglobina (Hb) (9), hierro sérico (Fe), capacidad total de combinación de hierro (TIBC), porcentaje de saturación de la transferrina (Fe/TIBC) (10), y protoporfirina libre eritrocitaria (FEP) (11). Una enfermera visitó cada hogar cada 15 días para monitorizar y fomentar el consumo de las leches, así como para realizar una encuesta alimentaria. Quincenalmente se estudió además el contenido de hierro en deposiciones. De acuerdo a estudios llevados a cabo en nuestro laboratorio (12), los niños que consumen consistentemente la fórmula fortificada, excretan más de 15 mg de hierro por 100 g de deposiciones.

Se excluyó del análisis a los lactantes que carecían de muestra sanguínea a los nueve meses de edad. Todos los lactantes que a esa edad acusaron una concentración de hemoglobina < 9 g/dl, se sometieron a tratamiento, y no se les incluyó en el análisis de los 15 meses.

Las principales causas de pérdidas en el seguimiento fueron el cambio de domicilio y el rechazo a los procedimientos.

Para definir anemia se consideró una Hb < 11 g/dl (13) y deficiencia de hierro a una Fe/TIBC < 9^o/o y una FEP > 120 µg/dl gr a los nueve meses y > 100 µg/dl gr a los 15 meses de edad (2).

Para el análisis estadístico se utilizaron las pruebas "t" de Student y Chi cuadrado (14).

RESULTADOS

Los grupos fortificado y control no fortificado presentaron un peso de nacimiento semejante, sin que hubiese diferencias en la evolución ponderal. La frecuencia de consultas por diarrea o infección respiratoria baja fue similar en ambos grupos.

Al analizar los resultados de laboratorio que se exponen en la Tabla 1, se puede apreciar que a los tres meses de edad no existían diferencias entre los grupos, salvo en lo que respecta a la saturación de transferrina, que fue significativamente más alta en el grupo control. A los nueve meses (Tabla 2) se observaron diferencias significativas a favor del grupo fortificado en la concentración de hemoglobina y saturación de transferrina. A los 15 meses (Tabla 3), sólo persistían diferencias significativas en los niveles de hemoglobina y protoporfirina libre eritrocitaria.

Con la finalidad de disponer de un grupo de lactantes en los que existiera la certeza de que hubiesen consumido regularmente la fórmula fortificada, se seleccionó a aquellos sujetos que excretaron un promedio igual o mayor de 15 mg de hierro por 100 g de deposiciones. La Figura 1 muestra los resultados hematológicos obtenidos en 88 niños que cumplían este requisito a los nueve meses, y en 71 a los 15 meses. Las diferencias

TABLA 1

VALORES HEMATOLOGICOS A LOS TRES MESES DE EDAD*

Grupos	Hb (g/dl)	Fe/TIBC (°/o)	FEP (µg/dl gr)
Leche fortificada n = 213	11.1 ± 0.9*	15.6 ± 7.1	92.8 ± 49.8
Control n = 163	11.1 ± 0.9	17.5 ± 7.2	96.4 ± 43.1
P	NS	< 0.02	NS

* Promedio ± 1 DE.

TABLA 2

VALORES HEMATOLOGICOS A LOS NUEVE MESES DE EDAD*

Grupos	Hb (g/dl)	Fe/TIBC (°/o)	FEP (µg/dl gr)
Leche fortificada n = 222	11.7 ± 1.0*	12.6 ± 8.1	88.2 ± 36.5
Control n = 166	11.4 ± 1.1	10.5 ± 6.2	91.9 ± 44.5
P	< 0.02	< 0.01	NS

* Promedio ± 1 DE.

TABLA 3

VALORES HEMATOLOGICOS A LOS 15 MESES DE EDAD

Grupos	Hb (g/dl)	Fe/TIBC (°/o)	FEP (µg/dl gr)
Leche fortificada n = 181	12.0 ± 1.1*	13.0 ± 6.3	92.2 ± 31.6
Control n = 133	11.4 ± 1.2	12.6 ± 7.8	106.8 ± 54.0
P	< 0.001	NS	< 0.01

* Promedio ± 1 DE.

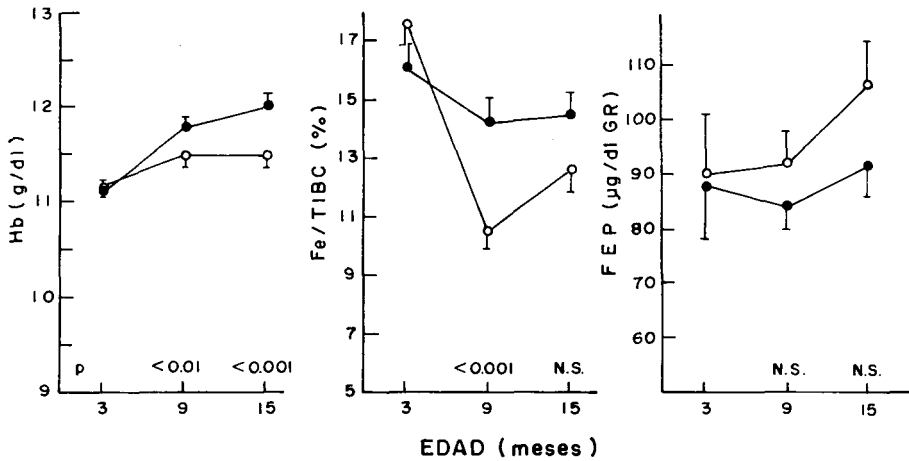


FIGURA 1

Promedio \pm EE de hemoglobina, saturación de transferrina y protoporfirina libre eritrocitaria, en lactantes que recibieron consistentemente una leche fortificada con hierro

estadísticas obtenidas fueron más altas que las encontradas al considerar el grupo total de niños fortificados.

El porcentaje de sujetos anémicos entre los niños que consumieron regularmente la leche fortificada, según se aprecia en la Figura 2, fue de 14.8% a los nueve meses, y 7.0% a los 15 meses de edad, en contraste con los valores correspondientes en el grupo control, que fueron de 27.7% y 35.3% respectivamente. También se constataron diferencias significativas entre los grupos en la proporción de sujetos que tenían una $Fe/TIBC < 9\%$.

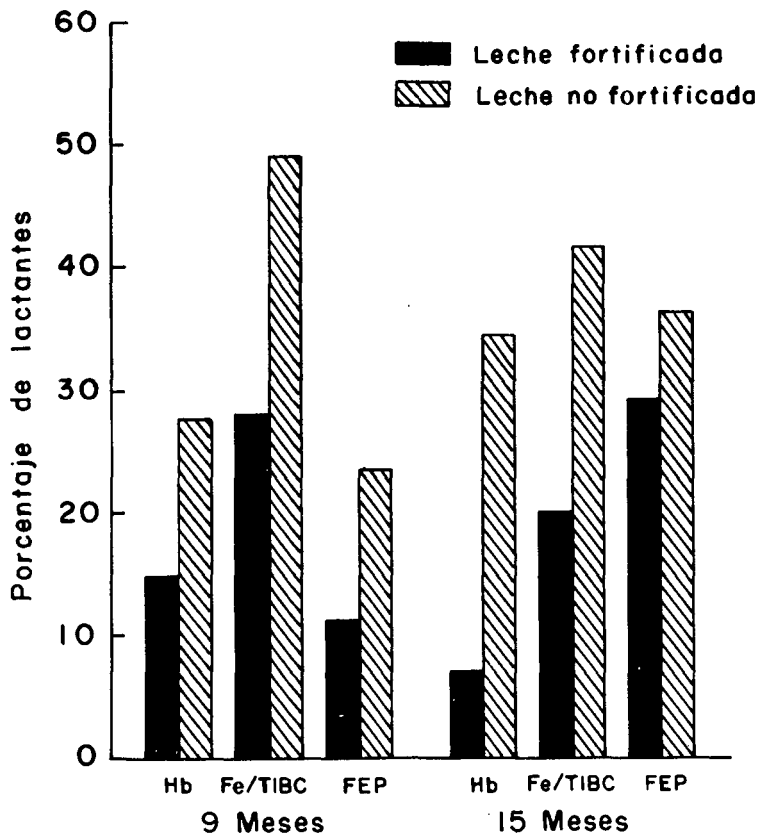


FIGURA 2

Porcentaje de deficientes en hierro a los 9 y 15 meses, en lactantes que recibieron consistentemente una leche fortificada con hierro

DISCUSION

La dieta habitual del lactante de estrato socioeconómico bajo, no es suficiente para cubrir los requerimientos de hierro. Este hecho determina que un elevado porcentaje de estos sujetos esté expuesto a experimentar una deficiencia de hierro. March, Long y Stierwalt (6), así como Andelman y Sered (7) fueron los primeros en demostrar la efectividad de una leche maternizada, fortificada con 12 mg/l de hierro elemental para prevenir

la deficiencia de hierro. Más recientemente, Saarinen (8), utilizando una leche enriquecida con 11 mg/l de hierro elemental, corroboró la eficacia de este procedimiento.

La fortificación de una leche semidescremada, en polvo, con 15 mg/l de hierro elemental, fue capaz de reducir drásticamente la prevalencia de anemia a sólo 7^o/o, siendo esta prevalencia de 35.3^o/o en el grupo control. El efecto de la fórmula fortificada sobre la prevalencia de la deficiencia de hierro fue menos notorio, habiendo todavía 20.0^o/o de niños con una saturación de transferrina < 9^o/o en el grupo fortificado.

Fundamentalmente, estos resultados pueden atribuirse a la baja disponibilidad del hierro agregado a la leche en cuestión. Estudios isotópicos efectuados en lactantes con una alta prevalencia de carencia de hierro, acusaron un promedio geométrico de absorción del hierro agregado a esta leche, de 3-4^o/o (15). Asumiendo un consumo diario de 750 ml de leche, los lactantes absorberían de 0.3 a 0.4 mg de hierro al día, cantidad que no fue suficiente para complementar el aporte de hierro extra lácteo. El agregado de 100 mg/l de ácido ascórbico mejoró sustancialmente la absorción de hierro de esta fórmula, obteniéndose un promedio geométrico de absorción de 8 a 11^o/o (15). Esta cantidad cubriría totalmente los 0.8 a 0.9 mg requeridos diariamente por el lactante (16).

SUMMARY .

PREVENTION OF IRON DEFICIENCY IN INFANTS BY MILK FORTIFICATION I. A FIELD TRIAL WITH A LOW-FAT MILK

Healthy term infants were given a low-fat powdered milk fortified with 15 mg/100g of iron, as ferrous sulphate, for one year, starting at three months of age. The control group received non-fortified milk. A total of 510 infants entered the study, and 314 could be studied at the age of 15 months. Consumption of the fortified formulas was monitored through iron determinations in stools. Groups had a comparable hemoglobin concentration at the age of three months. Hemoglobin was higher in the fortified group at nine months (11.7 ± 1.0 vs 11.4 ± 1.1 g/dl, $p < 0.02$), and 15 months (12.0 ± 1.1 vs 11.4 ± 1.2 , $p < 0.001$). The percentage of subjects with anemia (Hb < 11.0 g/dl) was lower in the fortified group: 14.8^o/o vs 27.7^o/o of the controls at nine months and 7.0^o/o vs 35.3^o/o at 15 months.

Percentages of subjects with iron deficiency (Fe/TIBC < 9^o/o) were lower in the fortified group: 28.0^o/o vs 49.1^o/o of the controls at nine months, and 20.0^o/o vs 41.8^o/o at 15 months.

Although the fortified milk markedly improved iron nutrition, deficiency of this mineral was still high in the group receiving it. This was probably due to the low bioavailability of iron when administered with non-modified milks.

BIBLIOGRAFIA

1. Florentino, R.F.R. & R.M. Guirriec. Prevalence of nutritional anemias in infancy and childhood with emphasis on developing countries. In: *Iron Nutrition in Infancy and Childhood*. A. Stekel (Ed). New York, N.Y., Raven Press, 1984, p. 61-74.

2. Ríos, E., M. Olivares, M. Amar, P. Chadud, F. Pizarro, & A. Stekel. Evaluation of iron status and prevalence of iron deficiency in infants in Chile. In: **Nutrition Intervention Strategies in National Development**. B.A. Underwood (Ed). New York, N.Y. Raven Press, 1983, p. 273-283.
3. World Health Organization. **Control of Nutritional Anaemia with Special Reference to Iron Deficiency. Report of an IAEA/USAID Joint Meeting**. Geneva, WHO, 1975 (WHO Technical Report Series No. 580).
4. International Anaemia Consultative Group (INACG). **Guideline for the Eradication of Iron Deficiency Anaemia**. A Report of the International Nutritional Anaemia Consultative Group. New York, N.Y., and Washington, D.C., The Nutrition Foundation, 1977, p. 1-29.
5. Committee on Nutrition of the American Academy of Pediatrics. The use of whole cow's milk in infancy. **Pediatrics**, **72**: 253-255, 1983.
6. Marsh, A., H. Long, & R.N. Stierwalt. Comparative hematologic response to iron fortification of a milk formula for infants. **Pediatrics**, **24**: 404-412, 1959.
7. Andelman, M.B. & B.R. Sered. Utilization of dietary iron by term infants. **Am. J. Dis. Child.**, **111**: 45-55, 1966.
8. Saarinen, U.M. Need for iron supplementation in infants on prolonged breast-feeding. **J. Pediatr.** **93**: 177-180, 1978.
9. International Committee for Standardization in Haematology. Recommendations and requirements for haemoglobinometry. **J. Clin. Path.**, **18**: 353-355, 1965.
10. Fischer, D.S. & D.C. Price. A simple serum iron method using the new sensitive chromogen tripyridyl-s-triazine. **Clin. Chem.**, **10**: 21-30, 1964.
11. Heller, S.R., R.F. Labbe & J.A. Nutter. A simplified assay for porphyrins in whole blood. **Clin. Chem.**, **17**: 525-528, 1971.
12. Amar, M., F. Pizarro & A. Stekel. Determination of iron in stools as a method to monitor consumption of iron fortified products in infants. **Pediat. Res.**, **14**: 74, 1980 (Abstract).
13. WHO. **Nutritional Anaemias**. Technical Report of a WHO Expert Group. Geneva, 1972. (Technical Report Series No. 503).
14. Colton, T. **Statistics in Medicine**. Boston, Little Brown, 1974.
15. Stekel, A., M. Olivares, F. Pizarro, P. Chadud, I. López & M. Amar. Absorption of fortification iron in milk by infants. (A ser publicado).
16. Stekel, A. Iron requirements in infancy and childhood. In: **Iron Nutrition in Infancy and Childhood**. A. Stekel (Ed). New York, N.Y., Raven Press, 1984, p. 1-10.

INFLUÊNCIA DA DESNUTRIÇÃO PROTEICA SOBRE A FUNÇÃO FAGOCITÁRIA DE NEUTRÓFILOS DE RATOS

Primavera Borelli Garcia¹ e Domênico Barbieri¹

Faculdade de Ciências Farmacêuticas
Universidade de São Paulo
São Paulo, Brasil

RESUMO

Estudou-se os efeitos da carência proteica sobre a função fagocitária de neutrófilos do sangue e do exsudato peritoneal de ratos.

Os animais carentes apresentaram valores significativamente menores para o número de leucócitos e de neutrófilos, para os testes de redução do NBT, para a atividade da peroxidase e para a atividade bactericida. A ingestão de *S. aureus* e de partículas inertes não mostrou diferença entre os grupos. A fosfatase alcalina leucocitária apresentou-se aumentada nos neutrófilos dos animais deficientes.

INTRODUÇÃO

A fagocitose induz nos granulócitos dos mamíferos alterações metabólicas que conduzem a um aumento do consumo de oxigênio (1, 2), estimulação da via glicolítica e da via da hexosemonofosfato (2, 3), produção de H_2O_2 (1) e de radicais de superóxidos (4), geração de quimioluminescência (5) e redução de sais de tetrazólio (1). Em decorrência desse estímulo surgem substâncias tóxicas (1, 4) que levam à destruição do material ingerido através de mecanismos dependentes e independentes do oxigênio (6).

O binômio infecção-desnutrição está estabelecido, tanto por critérios clínicos, como de caráter epidemiológico, sendo que de uma maneira geral a incidência de doenças infecciosas, bem como a sua severidade, encontram-se aumentadas em indivíduos desnutridos (7). A desnutrição geralmente atua sinergicamente (8) com as doenças alterando os mecanismos de defesa do organismo (8); por sua vez, a própria doença agrava o estado nutricional do indivíduo, conduzindo a um balanço nitrogenado negativo (8).

Manuscrito modificado recebido: 4-6-86.

1 Professores de Hematologia da Faculdade de Ciências Farmacêuticas da Universidade de São Paulo, Caixa Postal No. 30.786, São Paulo, Brasil.

A carência proteica conduz, na fagocitose, a alterações diversas não tendo, até o momento, sido perfeitamente esclarecidos os mecanismos afetados (9) visto encontrarem-se resultados controversos quanto aos parâmetros estudados. Indivíduos desnutridos e infectados apresentam respostas deficientes de polimorfonucleares (PMN) tanto no sangue como nos tecidos, o que segundo alguns dever-se-ia a uma redução na produção de células mielóides (10); porém Aschkenasy (10) não relata o achado de aplasia medular em casos de má nutrição. Os granulócitos apresentam comprometimento de funções metabólicas (11, 12) e bacteridas (13) e, também aqui, os resultados são inconclusivos. Para Belghiti *et al.* (11), a via glicolítica e da hexosemonofosfato e o consumo de oxigênio encontram-se diminuídos. Porém Balch e Spencer (14) relatam não haver diferença significativa da via de hexosemonofosfato entre os grupos. Os testes de redução do azul de nitrotetrazólio (NBT) apresentaram valores baixos para Shousha e Kamel (15), enquanto que Schopfer e Douglas (16) citam o encontro de valores normais para o teste. A concentração de lactato e piruvato (12) bem como de AMP e ATP encontra-se diminuída e a atividade bacterida, segundo a maioria dos autores (17, 18), reduzida nos estados carenciais.

Frente a estas informações interessou-nos estudar a influência da carência proteica sobre alguns aspectos da função fagocitária dos neutrófilos oriundos do sangue e do exsudato peritoneal de ratos.

MATERIAL E METODOS

Animais e Ração

Foram utilizadas 42 fêmeas adultas da linhagem Wistar, sendo 17 destinadas ao grupo Controle (peso médio de 195.88 g) e 25 ao grupo Carente (peso médio 203.60 g). Os animais receberam água e ração *ad libitum* por 29 dias. Os animais do grupo Controle e Carente foram alimentados, respectivamente, com as rações I y II contendo 20% (19) e 4% (20) de proteínas (Tabela 1), sendo a caseína empregada como fonte proteica.

Sangue

Foi obtido por punção cardíaca, empregando-se heparina como anti-coagulante (75 UI/ml) (21). Para as determinações citotóxicas não se utilizou anticoagulante.

Exsudato Peritoneal

No 29º dia do experimento injetou-se intraperitonealmente, 10 ml de solução de glicogênio (tipo II-Sigma) 05% em NaCl 085% (22); 12 horas após, o abdomen foi lavado com tampão de Hank contendo heparina (10 UI/ml). As células foram a seguir lavadas por tres vezes com o referido tampão (700 xg, 5 minutos, 4°C).

TABELA 1

COMPOSIÇÃO PERCENTUAL DAS RAÇÕES

Constituintes	Ração I	Ração II
Caseína	20	4
Mistura salina	4	4
Mistura vitamínica	1	1
Sacarose	10	10
Oleo	8	8
Celulose	1	1
Amido q.s.p.	100	100

Viabilidade Celular

A viabilidade celular foi avaliada pelo teste do azul de tripano (23), sendo utilizadas as amostras contendo 99% de células viáveis.

Proteína Plasmática

A proteína plasmática total e a fração albumínica foram determinadas pelo método do Biureto (24) e eletroforese em acetato de celulose (25), respectivamente.

Fagocitose de Partículas Inertes — Índice de Fagocitose

O teste foi realizado em granulócitos neutrófilos do sangue e do exsudato peritoneal, empregando-se a técnica de Garcia e Barbieri (26). O índice de fagocitose (I. F.) foi obtido através da fórmula:

$$IF = \frac{\text{No. de neutrófilos com partículas fagocitadas}}{\text{No. neutrófilos sem partículas}} \times 100,$$

sendo apresentado em valores percentuais e por mm³.

Fosfatase Alcalina

Utilizamos a técnica citoquímica de Kaplow (27) e os resultados foram expressos segundo o índice de positividade ("score") em valores percentuais e por mm³, para os neutrófilos obtidos do sangue e apenas em valores percentuais para os neutrófilos do exsudato.

Peroxidase

Empregamos a técnica de Graham (28) modificada (29, 30). O critério de positividade adotado para os neutrófilos do sangue foi o proposto por Meloni-Bruneri e Barbieri (31). Para os neutrófilos do exsudato peritoneal elaboramos novo critério: Reação negativa (-): citoplasma

sem grânulos corados; Reação positiva (+): citoplasma com raros grânulos corados em azul; Reação (++) : diversos grânulos corados; Reação positiva (+++): citoplasma com frequentes grânulos corados, agrupados; Reação positiva (++++): numerosos grânulos corados, ocupando todo o citoplasma. Os resultados foram expressos analogamente ao item anterior.

Teste do Azul de Nitrotetrazólio (NBT)

Foi realizado em neutrófilos do sangue e do exsudato peritoneal segundo a técnica de Park, Fikrig e Smithwick (21), modificada (31, 32), tendo sido por nós adaptada: em cubetas plásticas, adicionamos 100 µl de tampão fosfato 0.2M; pH 7.2; 10 µl de NaCl 0.85^o/o; 50 µl de NBT (grau III-Sigma) 0.2^o/o em NaCl 0.85^o/o, e 100 µl de suspensão celular. A mistura foi homogeneizada, mantida em câmara úmida a 37^oC por 10 minutos e a seguir, por mais 10 minutos à temperatura ambiente. Como critério de positividade utilizamos o proposto por Meloni-Bruneri e Barbieri (31), sendo os resultados expressos analogamente ao teste da Peroxidase.

Teste do Azul de Nitrotetrazólio Estimulado

A técnica utilizada foi semelhante a anterior sendo a solução de NaCl 0.85^o/o substituída por igual volume de suspensão de partículas de látex 0.82 µ (Difco). O critério de positividade foi semelhante ao citado (31), considerando-se como positivas as células contendo 10 ou mais partículas de látex no citoplasma (33). Os resultados foram expressos como índice de positividade.

Foi realizado em granulócitos do exsudato peritoneal, segundo a técnica de Baehner (34), e os resultados expressos como Absorbância (30 minutos, 25 x 10⁶ granulócitos/ml).

Empregamos a técnica de Solberg (35) e de Solberg e Hellum (36) por nós adaptada. Utilizamos os meios de tripticase-soja e agar Müller-Hinton (Difco); as alíquotas das suspensões celulares foram obtidas com auxílio de pipetas automáticas e as suspensões bacterianas foram semeadas na superfície do meio de cultura.

Métodos Estatísticos

A análise foi feita através de dois métodos nao-paramétricos: o Teste U de Mann e Whitney e o Coeficiente de Correlação de Spearman (37). O Teste U de Mann e Whitney foi aplicado para verificar-se a existência ou não de diferença significativa entre os resultados obtidos com os grupos Controle e Carente. Neste teste para que haja diferença significativa, o U* deve ser menor que o U** tabela.

U* Valor de U do Teste de Mann e Whitney obtido com as amostras em estudo.
U** Valor crítico para U do Teste de Mann e Whitney, obtido em tabela, conforme o número de dados.

O Coeficiente de Correlação de Spearman foi utilizado para verificar a existência ou não de correlação entre os testes executados. Nos casos de existir a correlação $r_{s^{***}}$ é menor que $r_{tabela^{****}}$ e quando não houver correlação, r_s é igual a zero.

RESULTADOS

Os animais alimentados com a ração hipoproteica (ração II) apresentaram valores significativamente (37) mais baixos para o peso corporal (11.80 g contra 220.59 g do grupo Controle), consumo diário e total de ração, consumo total de proteínas, proteínas totais, albumina, número de leucócitos e de neutrófilos (Tabelas 2 e 3).

TABELA 2

RESULTADOS, EM VALORES MEDIOS, DE PESO INICIAL (PI), PESO FINAL (PF), CONSUMO DIÁRIO DE RAÇÃO (CDR), CONSUMO TOTAL DE RAÇÃO (CTR) E CONSUMO TOTAL DE PROTEÍNAS (CTP) DOS RATOS PERTENCENTES AO GRUPO CONTROLE E CARENTE, SÃO PAULO, 1983

Grupo	PI (g)	PF (g)	CDR (g)	CTR (g)	CTP (g)
Controle	195.88	220.59	11.52	354.35	68.53
Carente	203.60	118.80	7.64	229.32	8.31

g = grama.

Índice de Fagocitose

Não houve diferença significativa (37) entre o índice de Fagocitose nos grupos Controle e Carente, tanto para os neutrófilos do sangue como do exsudato (Tabela 4). Não houve correlação (38) entre os resultados dos testes e as concentrações de proteínas e albumina (Tabela 5).

Fosfatase Alcalina

A atividade da enzima, quer nos neutrófilos do sangue quer nos do exsudato, revelou ser mais intensa no grupo Carente (Tabela 6), embora a diferença não tenha sido significativa (37). Os resultados revelaram que a

$r_{s^{***}}$ Coeficiente de Correlação de Spearman obtido com as amostras em estudo.

$r_{tabela^{****}}$ Coeficiente de Correlação de Spearman, obtido em tabela, conforme o número de dados.

TABELA 3

RESULTADOS, EM VALORES MEDIOS, DA CONCENTRAÇÃO PLASMÁTICA DE PROTEÍNAS TOTAIS E ALBUMINA E DO NÚMERO DE LEUCÓCITOS E DE GRANULÓCITOS NEUTRÓFILOS DOS ANIMAIS PERTENCENTES AOS GRUPOS CONTROLE E CARENTE EM PROTEÍNAS. SÃO PAULO, 1983

Grupo	Proteínas (g ^o /o)	Albumina (g ^o /o)	Leucócitos (/mm ³)	Neutrófilos (%o)	Neutrófilos (/mm ³)	
Controle	7.09	3.69	Sangue	7,364.71	45.35	3,418.41
			Exsudato	25,073.53	71.12	18,885.12
Carente	4.50	2.44	Sangue	4,016.00	49.48	1,977.00
			Exsudato	14,672.00	85.00	12,471.20

atividade enzimática foi mais intensa no sangue que no exsudato, independentemente do grupo a que pertença o animal. Encontramos correlação (37) entre a albuminemia e a atividade da enzima nos neutrófilos do sangue (Tabela 7).

Peroxidase

No grupo Controle os neutrófilos do sangue exibiram significativamente maior (37) atividade enzimática do que no grupo Carente (Tabela 4). A atividade enzimática exibiu correlação (37) com a proteinemia (Tabelas 8 e 9).

Testes de Redução do NBT

Nos testes de redução do NBT, espontâneo e estimulado, os neutrófilos peritoneais e sanguíneos dos animais carentes revelaram, em valores percentuais, maior atividade redutora (Tabela 4) sem, contudo haver diferença significativa (37). Entretanto, em valores absolutos, esta atividade apresentou-se significativamente (37) menor que a do grupo Controle (Tabela 4). A determinação espectrofotométrica do NBT (Tabela 3) revelou valores menores, mas não significativos (37), para o grupo Carente. O teste estimulado em neutrófilos sanguíneos do grupo Controle exibiu correlação (37) com a proteinemia (Tabela 8).

Atividade Bactericida

A atividade bactericida dos neutrófilos do exsudato peritoneal, nos animais carentes, apresentou-se reduzida em relação aos controles. Em média, o grupo Carente fagocitou 51.71% das bactérias enquanto que nos controles, a fagocitose foi de 67.40% (Tabela 9). O número de

TABELA 4

RESULTADOS, EM VALORES MEDIOS, DOS TESTES DE FAGOCITOSE DE PARTÍCULAS INERTES, FOSFATASE ALCALINA, PEROXIDASE, TESTES CITOQUÍMICOS, ESPONTÂNEO E ESTIMULADO, E ESPECTROFOTOMÉTRICO DE REDUÇÃO DO NBT, REALIZADOS EM NEUTRÓFILOS DO SANGUE E DO EXSUDATO PERITONEAL DOS ANIMAIS DO GRUPO CONTROLE E CARENTE EM PROTEÍNAS E EXPRESSOS EM ÍNDICE DE POSITIVIDADE EM VALORES PERCENTUAIS (IP_p) E EM VALORES ABSOLUTOS (IP_a)

		Fagocitose de partículas	Fosfatase alcalina	Peroxidase	NBT		Espectrofotométrico
					Espontâneo	Estimulado	
Grupo Controle	Exsudato (IP _p)	63.88	152.00	203.69	43.50	106.33	0.03567*
	Sangue (IP _p)	29.13	211.69	197.75	32.13	64.18	—
	(IP _a)	1,068.38	7,020.00	6,553.25	1,089.25	2,822.27	
Grupo Carente	Exsudato (IP _p)	76.20	165.33	157.52	63.83	169.24	0.02873*
	Sangue (IP _p)	41.67	228.73	167.00	39.18	97.39	—
	(IP _a)	626.89	3,998.00	3,561.00	813.73	1,702.61	

IP_p = (% de neutrófilos x respectivo grau de intensidade da reação).

IP_a = (No. de neutrófilos /mm³ x respectivo grau de intensidade da reação).

* = Δ Absorbância (30 minutos, 25 x 10⁶ granulócitos/ml).

TABELA 5

COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO DE SPEARMAN ENTRE ALBUMINA E OS TESTES DE: ÍNDICE DE FAGOCITOSE (IP_p e IP_a), FOSFATASE ALCALINA (IP_p e IP_a), NBT ESPONTANEO (IP_p e IP_a), NBT ESTIMULADO (IP_p e IP_a) E NÚMERO DE LEUCÓCITOS (/mm³), REALIZADOS EM NEUTRÓFILOS DO SANGUE DE RATOS DOS GRUPOS CONTROLE E CARENTE

	Grupo Controle			Grupo Carente		
	r _s (IP _p)	r _s (IP _a)	r _{tab}	r _s (IP _p)	r _s (IP _a)	r _{tab}
Índice de fagocitose	0.23	0.40	0.60	0.08	0.13	0.58
Peroxidase	0.21	0.18	0.41	0.00	0.04	0.34
Fosfatase alcalina	0.25	0.06	0.41	0.09	0.58*	0.40
NBT espontâneo	0.07	0.13	0.53	0.26	0.25	0.40
NBT estimulado	0.28	0.44	0.53	0.48*	0.07	0.40
Número de leucócitos	+	0.40	0.41	+	0.13	0.34

r_s (IP_p) = Coeficiente de Correlação de Spearman obtido com os resultados, em valores percentuais, das amostras em estudo;

r_s (IP_a) = Coeficiente de Correlação de Spearman obtido com os resultados de Spearman, em valores absolutos, das amostras em estudo;

r_{tab} = Coeficiente de Correlação de Spearman, obtido em tabela de acordo com o número de dados.

* = Correlação obtida . + = Correlação não efetuada.

TABELA 6
ATIVIDADE BACTERICIDA EM NEUTRÓFILOS DO EXSUDATO PERITONEAL DE RATOS.
MÉDIAS

	No. de colônias iniciais (x 10 ⁹ col/ml)	No. de colônias viáveis após 120 minutos (x 10 ⁸ col/ml)	Colônias fagocitadas após 120 minutos (x 10 ⁸ col/ml) o/o		Colônias viáveis intracelulares após 120 minutos (x 10 ⁷ col/ml) o/o	
Grupo Controle	2.20	7.40	16.40	67.40	22.20	19.20
Grupo Carente	2.00	10.00	10.00	51.71	5.00	52.00

TABELA 7

COMPARAÇÃO ENTRE OS GRUPOS CONTROLE E CARENTE EM PROTEÍNAS QUANTO A: CONSUMO DIÁRIO E TOTAL DE RAÇÃO; VARIAÇÃO DE PESO; PROTEÍNAS TOTAIS; ALBUMINA; NUMERO DE LEUCÓCITOS E DE NEUTRÓFILOS, NO SANGUE, ATRAVÉS DO TESTE U DE MAN E WHITNEY A NÍVEL DE 50/o

Testes	U	U _T
Consumo diário de ração	49*	135
Consumo total de ração	49*	135
Variação de peso	0*	135
Proteínas totais	0*	135
Albumina	13.5*	135
Número de leucócitos	45*	135
Número de neutrófilos (/mm ³)	73.5*	135

U = Valor para U do teste de Mann e Whitney obtido com as amostras em estudo.

U_T = Valor crítico para U do teste de Mann e Whitney, obtido em tabela, de acordo com o número de dados.

* = Encontram-se as diferenças significativas.

bactérias viáveis intracelulares foi significativamente (37) maior no grupo Carente do que nos controles, sendo encontrada correlação (34) entre o teste e a proteinemia (Tabela 9).

Verificamos ainda, existir correlação (37) nos testes realizados com neutrófilos do sangue (em valores absolutos), entre a peroxidase e índice de fagocitose (grupo Controle); fosfatase alcalina (grupo Carente); NBT espontâneo e estimulado (grupo Controle e Carente), conforme revela a Tabela 6.

DISCUSSÃO

A importância dos neutrófilos atuando como células fagocitárias evidencia-se pela incidência e severidade das infecções em pacientes que apresentam alterações destas células como, por exemplo, na doença Granulomatosa Crônica (38). A má nutrição proteica poderia ser considerada como uma deficiência adquirida da célula fagocitária.

A leucopenia neutropenica observada no grupo Carente, não nos surpreendeu, visto admitir-se que a desnutrição conduza a um estado de hipoplasia medular (19). Entretanto são relatados casos de Kwashiorkor sem leucopenia, havendo casos acompanhados por leucocitose e neutrofilia (16, 18).

Os neutrófilos exercem, na maioria das vezes, função em situs extravasculares, acreditando-se que a deficiente mobilização extravascular dos leucócitos possa estar relacionada com a susceptibilidade às infecções (39). O número de leucócitos e de neutrófilos do exsudato dos animais

TABELA 8

COEFICIENTES DE CORRELAÇÃO DE SPEARMAN ENTRE PROTEÍNAS TOTAIS E OS TESTES DE: ÍNDICE DE FAGOCITOSE (IP_p e IP_a), PEROXIDASE (IP_p e IP_a), FOSFATASE ALCALINA (IP_p e IP_a), NBT ESPONTÂNEO (IP_p e IP_a), NBT ESTIMULADO (IP_p e IP_a), NÚMERO DE LEUCÓCITOS ($/mm^3$), REALIZADOS EM NEUTRÓFILOS DO SANGUE DE RATOS DOS GRUPOS CONTROLE E CARENTE EM PROTEÍNAS

	Grupo Controle			Grupo Carente			
	r_s (IP_p)	r_s (IP_a)	r_{tab}	r_s (IP_p)	r_s (IP_a)	r_{tab}	
Proteínas totais	Índice de fagocitose	0.16	0.02	0.60	0.18	0.08	0.58
	Peroxidase	0.04	0.31	0.41	-0.34*	0.28	0.34
	Fosfatase alcalina	0.01	0.28	0.41	0.39	0.29	0.40
	NBT espontâneo	0.28	0.39	0.53	0.04	0.05	0.40
	NBT estimulado	0.45	0.56*	0.53	0.26	0.18	0.40
	Número de leucócitos	+	0.64*	0.41	+	0.09	0.34

r_s (IP_p) = Coeficiente de Correlação de Spearman obtido com os resultados, em valores percentuais, das amostras em estudo.

r_s (IP_a) = Coeficiente de Correlação de Spearman obtido com os resultados, em valores absolutos, das amostras em estudo.

r_{tab} = Coeficiente de Correlação de Spearman, obtido em tabela, de acordo com o número de dados.

* = Correlações obtidas.

+ = Correlação não efetuada.

TABELA 9

COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO DE SPEARMAN ENTRE PROTEÍNAS TOTAIS E OS TESTES DE: ÍNDICE DE FAGOCITOSE, PEROXIDASE, FOSFATASE ALCALINA, ATIVIDADE BACTERICIDA, NBT ESPONTÂNEO, NBT ESTIMULADO E NBT ESPECTROFOTOMÉTRICO, REALIZADOS EM NEUTRÓFILOS DO EXSUDATO PERITONEAL DE RATOS DOS GRUPOS CONTROLE E CARENTE EM PROTEÍNAS

	Grupo controle		Grupo carente	
	r_s	r_{tab}	r_s	r_{tab}
Proteínas totais				
Índice de fagocitose	0.05	0.60	0.25	0.55
Peroxidase	-0.14	0.43	-0.38*	0.34
Fosfatase alcalina	-0.42	0.48	0.37	0.40
Atividade bactericida	0.70	0.80	0.71*	0.68
NBT espontâneo	-0.36	0.60	0.28	0.50
NBT estimulado	0.03	0.53	0.05	0.41
NBT espectrofotométrico	-0.19	0.77	0.43	0.53

r_s = Coeficiente de Correlação de Spearman, obtido com as amostras em estudo.

r_{tab} = Coeficiente de Correlação de Spearman, obtido em tabela, de acordo com o número de dados.

* = Correlações obtidas.

carentes foi cerca de 610/o menor que o dos controles. Admite-se ainda que a redução na mobilização dos granulócitos esteja relacionado às taxas plasmáticas de cortisol que encontram-se elevadas na deficiência proteica (39).

Embora alguns autores relatem alterações no processo de ingestão de partículas (40) não encontramos diferença entre os grupos estudados, seja quanto à ingestão de partículas inertes seja quanto à de bactérias, assim, não nos parece que o processo de englobamento de partículas pelos neutrófilos tenha sido afetado pela privação proteica.

As granulações específicas dos granulócitos de ratos exibem reação fortemente positiva para a fosfatase alcalina. A função desta enzima ainda não foi esclarecida admitindo-se que possa estar envolvida com a glicogênese e formação de ácidos nucleicos (41), ou reflita o desempenho das granulações específicas (40), ou ainda que, juntamente com a lisozima, exerça função na fase digestiva da fagocitose (42). O comportamento da fosfatase alcalina, em situações de carência proteica não está perfeitamente estabelecido, sendo relatado o aumento de sua atividade em crianças desnutridas. Os nossos resultados demonstram aumento de atividade enzimática nos neutrófilos do sangue e do exsudato dos animais carentes.

A avaliação de alguns mecanismos bactericidas dos neutrófilos pode ser realizada através da determinação de peroxidase, da redução do NBT e da atividade bactericida. Os resultados obtidos indicam que os neutrófilos do exsudato e do sangue dos animais carentes apresentaram menor atividade enzimática da peroxidase que os respectivos controles, fato este

que pode ser relacionado à alteração da atividade bactericida. A maior atividade de enzima em neutrófilos do exsudato parece indicar que, nessas condições, as células encontram-se sob maior atividade metabólica.

Nos polimorfonucleares humanos, durante a fagocitose, a atividade de enzimas relacionadas à função bactericida, como NADPH oxidase e a mieloperoxidase, encontram-se significativamente aumentadas. Nos estados carenciais surgem alterações no metabolismo celular durante a fagocitose. Os dados da literatura quanto à peroxidase são contrários: Avila *et al.* (42), Schopfer e Douglas (16), encontraram valores normais, enquanto Felsenfeld e Gyr (40) relatam valores elevados para esta enzima. Apesar destas divergências, julgamos provável que um dos mecanismos afetados pela carência envolva a peroxidase. Nossos resultados corroboram esta hipótese pois os animais carentes exibiram menor atividade juntamente com uma redução da atividade bactericida.

Introduzimos alguma modificação no teste citoquímico para o NBT espontâneo e estimulado, objetivando conseguir adequada proporção entre células e reagente visando a manutenção da integridade celular e maior intensidade de reação. Reduzimos o tempo originalmente recomendado (21, 32) para a incubação, visto o mesmo acarretar intensa degeneração celular, especialmente nos neutrófilos do exsudato peritoneal. Nos testes de redução do NBT os neutrófilos dos animais carentes exibiram, em valores percentuais maior capacidade redutora. Estes resultados não eram os esperados pois julgávamos que devido a desnutrição uma das prováveis alterações ocorreris em relação às oxidases NADPH ou NADH e seria evidenciada pela diminuição da atividade redutora do teste do NBT. Contudo quando os resultados foram expressos em valores absolutos, demonstrou-se que as células dos animais carentes exibiram menor capacidade em reduzir o NBT, conforme hipótese inicial. A determinação espectrofotométrica do NBT demonstrou que o grupo Carente tem diminuída a sua capacidade em reduzir o corante, reforçando a idéia de que na carência proteica ocorram alterações nos mecanismos oxidativos.

As células do exsudato peritoneal, independentemente do grupo animal, exibiram maior capacidade em reduzir o NBT que os neutrófilos do sangue, o que seria explicável devido à maior ativação dessas células.

A atividade bactericida exibida pelos granulócitos é diretamente proporcional ao número de bactérias mortas e inversamente ao de bactérias viáveis intracelulares (43). Os nossos resultados revelaram que o número de bactérias viáveis intracelulares foi significativamente maior nos animais Carentes do que nos Controles, havendo pois, correlação entre a atividade bactericida e a concentração proteica. Nossos resultados são concordantes com os da literatura, justificando a idéia de que há maior susceptibilidade às infecções nos desnutridos. Estes resultados nos induzem a concluir que na desnutrição proteica ocorram alterações de mecanismos envolvidos no "burst" respiratório (17, 18).

Os neutrófilos provenientes do exsudato peritoneal e do sangue apresentaram comportamento semelhante quanto ao tipo de resposta frente aos testes executados, diferindo no que se refere à intensidade da reação. Esta diferença provavelmente decorre de modificações e estímulos a que estão expostos os neutrófilos peritoneais, fato este que deve ser considerado quando da análise de resultados.

CONCLUSÕES

O processo de ingestão de partículas inertes e bacteriais não é comprometido pela carência. Nossos resultados demonstraram que na carência proteica os neutrófilos dos animais Carentes apresentaram diminuição da capacidade das células em reduzir o NBT, diminuição da atividade enzimática e da atividade bactericida. Houve correlação direta entre a atividade da peroxidase, atividade bactericida e a concentração proteica plasmática. Acreditamos ocorrerem alterações no metabolismo oxidativo, provavelmente nas oxidases NADH ou NADPH e no sistema envolvendo a peroxidase, acarretando em diminuição da capacidade bactericida dos neutrófilos. Estas alterações contribuem para a maior susceptibilidade às infecções observadas nos estados de má-nutrição. Os neutrófilos obtidos do exsudato peritoneal exibiram reações mais intensas nos testes da peroxidase, de redução de NBT e da fagocitose de partículas de látex.

SUMMARY

EFFECT OF PROTEIN DEFICIENCY ON THE PHAGOCYtic FUNCTION OF NEUTROPHILS IN RATS

A study was carried out to determine the effect of protein deficiency on the phagocytic function of blood neutrophils and of peritoneal exudate of rats.

The deficient animals exhibited significantly lower leukocyte and neutrophil values, as well as NBT reduction and diminished peroxidase and bactericidal capacity. Englobement of *S. aureus* and latex particles was found to be normal in both groups. Alkaline phosphatase activity in the neutrophils appear to be increased in the deficient animals.

BIBLIOGRAFIA

1. Babior, B.M. Oxygen-dependent microbial killing by phagocytes. *N. Engl. J. Med.*, **298**: 659-668, 1978.
2. Sbarra, J.A. & M.L. Karnovsky. The biochemical basis of phagocytosis. *J. Biol. Chem.* **234**: 1355-1362, 1959.
3. Karnovsky, M.L. & J.A. Sbarra. Metabolic changes accompanying the ingestion of particulate matter by cells. *Am. J. Clin. Nutr.* **8**: 147-155, 1960.
4. Babior, B.M., R.S. Kipnes & J.T. Curnutte. The production by leukocytes of superoxide, a potential bactericidal agent. *J. Clin. Invest.*, **52**: 741-744, 1973.
5. Allen, R.C., R.L. Stjernholm & R.H. Steele. Evidence for the generation of an electronic excitation(s) in human polymorphonuclear leukocytes and its participation in bactericidal activity. *Biochem. Biophys. Res. Commun.*, **47**: 679-684, 1972.
6. Robbins, S.L. & R.S. Cotran. *Pathologic Basis of Disease*. Philadelphia, PA., W.B. Saunders, 1979, p. 68.
7. Scrimshaw, N.S. Nature of protein requirements. *J. Am. Diet. Assoc.*, **54**: 94-102, 1969.
8. Lamus, L.R. Desnutrición e infecciones. Importancia en la salud pública. *Arch. Venez. Pueric. Pediatr.*, **41**: 75-93, 1975.

9. Suda, A.K., M. Mathur, K. Deo & M.G. Deo. Kinetics of mobilization of neutrophils and their marrow pool in protein - calorie deficiency. **Blood**, **48**: 865-875, 1974.
10. Aschkenasy, A. On the pathogenesis of anemias and leukopenias induced by dietary deficiency. **Am. J. Clin. Nutr.**, **5**: 14-25, 1975.
11. Belghiti, J., G. Goldfard, H. Gantero, F. Fekete & P. Boivin. Impaired *in vitro* bactericidal power of polymorphonuclear leukocytes in patients with protein-calorie malnutrition. **Surg. Gynecol. Obstet.**, **156**: 489-492, 1983.
12. Yoshida, T. & J. Metcalf. Intermediary metabolites and adenine nucleotides in leukocytes of children with protein-calorie malnutrition. **Nature**, **214**: 525-526, 1967.
13. Ratnakar, K.S., M. Mathur, V. Ramalingaswami & M.G. Deo. Phagocytic function of reticuloendotelial system in protein deficiency - A study in Rhesus monkeys using P-labeled *E. coli*. **J. Nutr.**, **102**: 1233-1237, 1972.
14. Balch, H.H. & M.T. Spencer. Phagocytosis by human leukocytes. Relation of nutritional deficiency in man to phagocytosis. **J. Clin. Invest.**, **33**: 1321-1328, 1954.
15. Shousha, S. & Kamel. Nitro-blue tetrazolium test in children with kwashiorkor with a comment on the use of latex particles in the test. **J. Clin. Pathol.**, **25**: 497, 1972.
16. Schopfer, K. & S.D. Douglas. Neutrophil function in children with kwashiorkor. **J. Lab. Clin. Med.**, **88**: 450-461, 1976.
17. Chandra, R.K. Reduced bactericidal capacity of polymorphos in iron deficiency. **Arch. Dis. Child.**, **48**: 864-868, 1973.
18. Douglas, S.D. & K. Schopfer. Phagocyte function in protein-calorie malnutrition. **Clin. Exp. Immunol.**, **17**: 121-123, 1974.
19. Fried, W., S. Shapiro, J. Barone & A. Anagnostou. Effect of protein derivation on hematopoietic stem cells and on peripheral blood counts. **J. Lab. Clin. Med.**, **92**: 303-310, 1978.
20. Muñoz, E., A. Marcos & M.T. Unzaga. Effect of protein deficiency on the lysosomal enzyme activities of the spleen and thymus of weanling rats. **J. Nutr.**, **111**: 2133-2141, 1981.
21. Park, B.H., S.M. Fikrig & E.M. Smithwick. Infection and nitrobluetetrazolium reduction by neutrophils. **Lancet**, **2**: 532-534, 1968.
22. Calamai, E.G. & J.K. Spitznagel. Characterization of rat polymorphonuclear leukocyte subcellular granules. **Lab. Invest.**, **46**: 597-604, 1982.
23. Bessis, M. **Living Blood Cells and Their Ultrastructure**. New York, N.Y., Springer-Verlag, 1973, p. 52.
24. Gornall, A.G., C.J. Bardawill & M.M. David. Determination of serum proteins by means of the biuret reaction. **J. Biol. Chem.**, **117**: 751-766, 1949.
25. Wybenga, D.R. Electrophoresis. In: **Clinical Chemistry Principles and Technics**. New York, N.Y., Harper & Row, 1974.
26. Garcia, P.B. & D. Barbieri. Avaliação da capacidade fagocitária de neutrófilos através de partículas de látex. (Em publicação).
27. Kaplow, L.S. A histochemical procedure for localizing and evaluating leukocyte alkaline phosphatase activity in smears of blood and marrow. **Blood**, **10**: 1023-1029, 1955.
28. Graham, G.S. Benzidine as a peroxidase reagent for blood smears and tissues. **J. Med. Res.**, **39**: 15-24, 1918.
29. Goodspature, L.E.W. A peroxidase reaction with sodium nitroprosside and benzidine in blood smears and tissues. **J. Lab. Clin. Med.**, **4**: 442-444, 1919.

30. Washburn, A.H. A combined peroxidase and Wright's stain for routine blood smears. *J. Lab. Clin. Med.*, **14**: 246-250, 1928.
31. Meloni-Bruneri, L.H. & D. Barbieri. Determinação citoquímica de peroxidase, da redução do azul de nitro tetrazólio (NBT) e do índice de fagocitose em eosinófilos. *Rev. Farm. Bioquim. Univ. São Paulo*, **19**: 133-145, 1983.
32. Soares-Leonart, M.S. *Redução do Nitroblue Tetrazolium (NBT) e Atividade Fagocitária nos Granulócitos Neutrófilos em Processos Infecciosos*. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Ciências Farmacêuticas – USP. São Paulo, Brasil, 63 p.
33. Windhorst, D. B., B. Holmes & R. A. Good. A newly defined x-linked trait in man with demonstration of the lyon effect in carrier females. *Lancet*, **1**:737-739, 1967.
34. Baehner, R.L. & D.G. Nathan. Quantitative nitroblue tetrazolium test in Chronic Granulomatous Disease. *N. Engl. J. Med.*, **278**: 971-976, 1968.
35. Solberg, C.O. Enhanced susceptibility to infection. *Acta. Pathol. Microbiol. Scand.*, **80B**: 10-18, 1972.
36. Solberg, C.O. & K.B. Hellum. Neutrophil granulocyte function in bactericidal infections. *Lancet*, **2**: 727-730, 1972.
37. Siegel, E. *Estatística Não Paramétrica*, São Paulo, Mc-Graw-Hill, 1981, 350 p.
38. Baehner, R. L., S. K. Murrmann, J. Davis & R. B. Johnston, Jr. The role of superoxide anion and hydrogen peroxide in phagocytosis-associated oxidative metabolic reactions. *J. Clin. Invest.*, **56**:571-576, 1975.
39. Fruhman, G.J. Extravascular mobilization of neutrophils. *Ann. N. Y. Acad. Sci.*, **113**: 968-1002, 1964.
40. Felsenfeld, O. & K. Gyr. Polymorphonuclear neutrophilic leukocytes in protein deficiency. *Am. J. Clin. Nutr.*, **30**: 1393-1397, 1977.
41. Wachstein, M. Alkaline phosphatase activity in normal and abnormal human blood and bone marrow cells. *J. Lab. Clin. Med.*, **31**: 1-17, 1946.
42. Avila, J. L., V. A. Glaydys, C. Correa, C. Castillo & J. Convit. Leukocytic enzyme differences between the clinical forms of malnutrition. *Clin. Chim. Acta*, **49**: 5-10, 1973.
43. Suda, A.K., M. Mathur, K. Deo & M.G. Deo. Kinetic of mobilization of neutrophils and their marrow pool in protein-calorie deficiency. *Blood*, **48**: 865-875, 1974.

METABOLISMO ENERGETICO DURANTE EL DESARROLLO DE LA PLACENTA EN RATAS – EFECTO DE LA DESNUTRICION MATERNA CRONICA¹

Julia Araya², Manuel Ruz³ y Ana María Aguilera⁴

Facultad de Medicina
Universidad de Chile
Santiago, Chile

RESUMEN

Se estudió el efecto de la desnutrición crónica materna en el metabolismo energético durante el desarrollo de la placenta en ratas y su relación con el crecimiento fetal. Ratas hembras vírgenes de la cepa Wistar se sometieron a la restricción de una dieta con 25^o/o de caseína, desde la pubertad y durante la preñez.

Los resultados revelaron que la desnutrición materna disminuye significativamente la actividad de adenilato kinasa expresada por gramo de DNA, y aumenta significativamente el contenido de adenina nucleótidos (ATP y ADP) en la placenta, cerca del término de la preñez. Se postula que el aumento significativo de la carga energética ($ATP + 1/2 ADP / ATP + ADP + AMP$) de la placenta de ratas desnutridas, es el resultado de una inhibición de los sistemas que utilizan ATP para procesos de síntesis de macromoléculas y transporte activo de sustratos en las últimas etapas de la gestación.

Ello coincide con la significativa disminución del crecimiento fetal en esa etapa.

INTRODUCCION

El suministro de nutrientes hacia el feto depende de la cantidad y composición de la sangre materna que llega a la placenta y de la capacidad de este órgano para transferirlos hacia el lado fetal (1). El retardo del

Manuscrito modificado recibido: 24-4-86.

- ¹ Este proyecto contó con el apoyo económico del Departamento de Investigaciones y Bibliotecas de la Universidad de Chile.
- ² Profesor Titular y Director del Departamento de Nutrición, Facultad de Medicina de la Universidad de Chile, Independencia 1027, P. 3, Santiago, Chile.
- ³ Académico del Departamento de Nutrición de la citada Facultad.
- ⁴ Tesista de Pregrado de la Facultad de Ciencias Básicas y Farmacéuticas de la Universidad de Chile.

crecimiento del feto se atribuye a varios factores tales como desórdenes genéticos, patología materna, insuficiencia placentaria y desnutrición fetal intrauterina originada por desnutrición materna (2). El efecto de esta última en el crecimiento feto-placentario ha sido extensamente investigado, pero existe relativa poca información acerca de la relación que existe entre el retardo de crecimiento del feto y la capacidad funcional de la placenta para transportar nutrientes. La capacidad de la placenta para secuestrar nutrientes de la circulación materna, concentrar, sintetizar, secretar y transportar sustratos, requiere energía metabólica, generada por este órgano a través de la liberación de energía a partir de nutrientes potencialmente energéticos, procesos que son catalizados por enzimas (3,4).

El propósito de este estudio, por lo tanto, fue determinar el efecto que la desnutrición materna crónica ejerce en el metabolismo energético durante el desarrollo de la placenta, y su relación con el crecimiento fetal en distintas etapas de la gestación. Se postula que la desnutrición materna puede modificar la carga y capacidad energética de la placenta, lo que podría afectar la eficiencia de los mecanismos responsables del transporte activo de sustancias entre circulación materna y fetal, originando un crecimiento insuficiente del feto.

MATERIAL Y METODOS

Cien ratas hembras vírgenes de 50 días de edad fueron divididas en dos grupos equivalentes, y se alojaron en jaulas individuales. Cincuenta ratas se destinaron al grupo control (C) alimentándose *ad libitum* con una dieta con caseína al 25^o/o; se midió diariamente la ingesta y la ganancia de peso. Las otras 50 ratas integraron el grupo desnutrido (D), y recibieron como alimento, la misma dieta ofrecida al grupo C, pero en forma restringida. Para ello, se consignó la cantidad de dieta consumida por 100 g de rata control, dándole sólo el 50^o/o de esa cantidad al grupo desnutrido, también en relación a 100 g rata. Al alcanzar las ratas de ambos grupos un peso promedio de 154 g, el grupo C a los 60 días y el grupo D a los 75 días, se cruzaron con machos control sólo durante 12 horas. Antes del cruzamiento se detectó la fase proestro en frotis de secreción vaginal, y después del apareamiento se detectaron espermios en la vagina.

Las hembras preñadas fueron devueltas a sus jaulas individuales, siguiendo con el mismo tratamiento dietético impuesto desde antes del cruzamiento. La composición de la dieta preparada con caseína al 25^o/o ha sido previamente informada (5).

A los 16, 18 y 20 días post-concepción se sacrificaron de nueve a 15 ratas de cada grupo, y en cada oportunidad se les extrajeron los fetos, los cuales se pesaron. Se extrajeron todas las placentas, y la mitad de las placentas de cada rata fue congelada de inmediato, recibéndolas en dispositivos metálicos, los que previamente fueron colocados y mantenidos en un baño de acetona-hielo seco. Los órganos se congelaron de inmediato, se pesaron rápidamente y se vaciaron sobre una solución de ácido perclórico helado, el cual fue congelado inmediatamente. Luego se homogenizaron, permitiendo un descongelamiento lento que da lugar a la incorporación del perclórico al tejido antes de que éste esté totalmente descongelado. El homogenizado se centrifugó en frío, y en el sobrenadante neutra-

lizado se determinó ATP, ADP y AMP, enzimáticamente, según la técnica de Adam (6). El resto de las placentas que no fue sometido a congelación, fue recibido en solución de sacarosa 0.25 M fría. Se homogenizaron en sacarosa 0.25 M al 100/o (peso/volumen) y las mitocondrias fueron separadas por centrifugación diferenciada en frío, según Dow (7). Las mitocondrias aisladas fueron resuspendidas en buffer Tris 10mM pH 7.5, agregándose sacarosa 1.8 M con 2 mM de ATP y 2 mM de $MgSO_4$. Esta suspensión se sonica para romper las membranas mitocondriales a una oscilación de 3 amperes por 15 segundos a 0°C. La suspensión sonicada se deposita sobre sacarosa 1.18 M y se centrifuga a 24,000 rpm durante tres horas, en frío. La subfracción soluble que corresponde a la capa superior de tres capas, se separa cuidadosamente y en esa fracción se mide actividad de adenilato kinasa según Sottocasa *et al.* (8).

Se determinó DNA en el homogenizado al 100/o según la técnica de Burton (9), y en la subfracción soluble, el contenido de proteína, de acuerdo a Lowry *et al.* (10).

Con los datos del contenido de adenina nucleótidos se determinó la carga energética siguiendo el método de Atkinson (11), que se define como $ATP + 1/2 ADP / (ATP + ADP + AMP)$ y la capacidad energética. Esta última se calculó multiplicando el nivel de energía disponible ($ATP + 1/2 ADP$) por la actividad de adenilato kinasa mitocondrial. La determinación del ATP, ADP, AMP y actividad de adenilato kinasa se hizo en la misma placenta, expresando los valores del contenido de los adenina nucleótidos y actividad de adenilato kinasa por gramo de DNA. Los resultados fueron expresados como promedios \pm desviación estándar de los promedios, y el cálculo de la significancia estadística de las diferencias entre los grupos se hizo aplicando la prueba "t" de Student.

RESULTADOS

El efecto de la restricción de una dieta balanceada sobre la ganancia de peso materno, peso de la placenta y peso fetal a los 16, 18 y 20 días post-concepción, se informa en la Tabla 1. Según se aprecia, la desnutrición materna crónica redujo significativamente ($P \ll 0.001$) la ganancia ponderal materna en las tres etapas estudiadas. El peso de la placenta y el peso fetal también disminuyeron significativamente, pero sólo al día 20, cercano al término.

El contenido de adenina nucleótidos expresados por gramo de DNA, aumentó significativamente al día 18 con respecto al día 16 en ambos grupos, a excepción del AMP que permaneció constante. El aumento en el contenido de ATP y ADP observado al día 18 se mantuvo alto hasta el día 20 post-concepción. Al comparar el contenido de ATP y ADP entre los grupos C y D, se observa que estos dos nucleótidos se encuentran significativamente aumentados en el grupo D, en relación al grupo C (Tabla 2).

La carga energética de la placenta calculada a partir de la relación $(ATP + 1/2 ADP) / (ATP + ADP + AMP)$, de ambos grupos se detalla en la Tabla 3. Puede observarse un aumento significativo de la carga energética en el grupo D al día 18 ($P < 0.05$) y día 20 ($P < 0.01$), con respecto al grupo C.

TABLA 1

INCREMENTO DEL PESO MATERNO, PESO DE PLACENTA Y PESO FETAL DURANTE LA PREÑEZ DE RATAS CONTROL Y DESNUTRIDAS

Edad gestacional (días)	Ganancia ponderal materna (g)		Peso placenta (mg)		Peso fetal (mg)	
	Control	Desnutridos	Control	Desnutridos	Control	Desnutridos
16	58.6* ± 10.9	24.4 ^a ± 8.3	245 ± 36	215 ± 37	279 ± 62	251 ± 20
18	93.5 ± 12.6	37.8 ^a ± 7.5	341 ± 52	308 ± 43	787 ± 50	654 ± 30
20	115.3 ± 19.5	55.1 ^a ± 10.6	477 ± 40	391 ^b ± 49	2,390 ± 36	1,750 ^a ± 16

* Valor promedio ± desviación estándar. El número de ratas preñadas sacrificadas en cada oportunidad y en cada grupo fue de 9 a 15.

^a Desnutridas con respecto al control, $P \leq 0.001$.

^b Desnutridas con respecto al control, $P < 0.001$.

TABLA 2
CONTENIDO DE ATP, ADP Y AMP EN PLACENTAS DE RATAS CONTROL Y DESNUTRIDAS

Edad gestacional (días)	ATP ^o		ADP ^o		AMP ^o		Adenina nucleótidos totales ^o	
	Control	Desnutridas	Control	Desnutridas	Control	Desnutridas	Control	Desnutridas
16	153.8 ^o ± 38.6	183.0 ± 49.5	191.0 ± 49.1	226.1 ± 42.2	105.0 ± 12.8	123.2 ± 13.5	462.5 ± 79.5	514.7 ± 70.0
18	219.4* ± 41.2	316.0* ± 89.0	244.4* ± 20.2	287.8* ± 49.3	110.8 ± 30.4	124.1 ± 30.4	580.5* ± 54.4	674.6* ± 90.2
20	209.2 ± 34.3	356.0 ^a ± 81.3	254.8 ± 55.3	343.8 ^a ± 61.2	123.8 ± 22.8	133.8 ± 22.8	538.8 ± 22.0	823.3 ^a ± 127.9

o Valores expresados en μ moles por gramo de DNA.

● Valores promedios \pm desviación estándar de 9 a 15 ratas sacrificadas en cada grupo y en cada edad gestacional.

^a Grupo desnutrido versus control, $P < 0.001$.

* Estadísticamente diferente con respecto a la edad gestacional precedente, en cada grupo, a un nivel de por lo menos $P < 0.01$.

TABLA 3

CARGA ENERGETICA EN PLACENTAS DE RATAS CONTROL Y DESNUTRIDAS*

Edad gestacional (días)	Carga energética*		P
	Control ^o	Desnutridas	
16	0.54 ^o ± 0.04 (10)	0.54 ± 0.07 (10)	NS
18	0.60 ± 0.05 (9)	0.64 ± 0.02 (11)	< 0.05
20	0.59 ± 0.04 (10)	0.64 ± 0.04 (13)	< 0.01

*

$$\left[\frac{\text{ATP} + 1/2 \text{ADP}}{\text{ATP} + \text{ADP} + \text{AMP}} \right]$$

- ^o Valores expresados en μ moles por gramo de DNA.
- Valores promedio \pm desviación estándar del número de determinaciones entre paréntesis.
- * Cada determinación enzimática del ATP, ADP y AMP se hizo en la misma placenta. NS = No significativo.

La actividad de adenilato kinasa expresada por g de DNA o por mg de proteína mitocondrial para ambos grupos, figura en la Tabla 4. Al expresar la actividad de la enzima por gramo de DNA, no se observan cambios con el progreso de la preñez; sin embargo, al comparar el grupo D con el grupo C se observan valores menores en el grupo D (70-80% del valor del grupo C), alcanzando diferencias estadísticamente significativas sólo al día 16 post-concepción. Al expresar la actividad por mg de proteína mitocondrial, se aprecian diferencias entre ambos grupos, siendo significativamente menor la actividad del grupo desnutrido sólo al día 20 de edad gestacional.

En la Tabla 5 se informa la capacidad energética de las placentas de ambos grupos, calculada del producto del nivel de energía disponible (ATP + 1/2 ADP) por la actividad de adenilato kinasa, expresados ambos valores por mg de DNA placentario. Según revelan los datos, en ambos grupos se observa un aumento de la capacidad energética con el avance de la preñez, específicamente al día 18 con respecto al día 16, manteniéndose el nivel alto hasta el día 20. La capacidad energética del grupo D es el 72-75% de la del grupo C.

TABLA 4

ACTIVIDAD DE ADENILATO KINASA EN FRACCION SUBMITOCONDRIAL DE PLACENTA DE RATAS CONTROL Y DESNUTRIDAS

Edad gestacional (días)	Actividad de adenilato kinasa			
	Control (µmoles/g DNA) ^o	Desnutridas	Control (µmoles/mg prot) [•]	Desnutridas
16	43.26* ± 18.0 (8)	30.75 ^a ± 7.8 (12)	102.8 ± 15.7 (8)	110.9 ± 29.1 (10)
18	44.29 ± 17.6 (9)	35.9 ± 8.9 (9)	181.59 ± 66.3 (8)	137.3 ± 37.6 (9)
20	44.0 ± 16.9 (14)	34.8 ± 20.7 (12)	178.7 ± 57.4 (12)	110.8 ^a ± 47.5 (11)

- o Expresado en micromoles de ADP formados o utilizados por gramo de DNA por minuto.
- Expresado en milimicromoles de ADP formados o utilizados por miligramo de proteína de la subfracción soluble mitocondrial por minuto.
- * Valores promedio ± desviación estandar de las placentas correspondientes al número de ratas sacrificadas, entre paréntesis.
- a Nivel de significancia, desnutridas vs control, $P < 0.01$.
- b Nivel de significancia con respecto a la edad gestacional precedente, $P < 0.01$.

TABLA 5

CAPACIDAD ENERGETICA DE LA PLACENTA DE RATAS CONTROL Y DESNUTRIDAS

Edad gestacional (días)	Capacidad energética*		o/o con respecto al grupo control
	Grupo control (µmoles/mg ADN) ^o	Grupo desnutridas	
16	10.58 ± 6.48 (8)	7.98 ± 2.28 (8)	75.4
18	18.43 ± 7.72 (8)	13.29 ± 4.57 (8)	72.1
20	17.32 ± 6.58 (11)	13.06 ± 2.90 (10)	75.4

- o Los valores se expresan en µmoles por miligramo de ADN.
- * Capacidad energética [(ATP + 1/2 ADP) AK].
Los números entre paréntesis se refieren a aquellas muestras en las cuales se pudo determinar en la misma placenta el ATP, ADP y actividad de adenilato kinasa, lo que permite el cálculo de la capacidad energética.

DISCUSION

Los resultados de este estudio muestran que la desnutrición materna crónica provocó un retardo en el crecimiento fetal, retardo que adquirió significado estadístico ($P < 0.001$) en las últimas etapas de su desarrollo intrauterino. El hallazgo de menor peso fetal puede atribuirse a muchos factores, entre los cuales se ha postulado una disminución de la capacidad funcional de la placenta para cumplir las funciones para las que ha sido programada.

El mayor contenido de adenina nucleótidos, ATP y ADP al día 18 y 20 post-concepción en la placenta de ratas desnutridas, comparada con el grupo control, se traduce en una mayor carga energética en ese grupo. El contenido de ATP celular, que es considerado como un buen índice del nivel de energía disponible para funciones metabólicas y fisiológicas, refleja un balance entre los sistemas que generan ATP y aquéllos que lo utilizan. Atkinson (11), ha demostrado que las enzimas que generan ATP responden a la carga energética del sistema. Según nuestros hallazgos, se encontró la actividad de adenilato kinasa, enzima generadora de ATP, disminuida en la placenta del grupo desnutrido, lo que estaría en desacuerdo con la mayor carga energética de este grupo. No obstante, conforme a lo comunicado por Atkinson (11), la mayor carga energética actuaría como un sistema de regulación tipo retroalimentación negativa, ocasionado por el aumento del producto final sintetizado, en este caso ATP. Ya se ha demostrado el efecto inhibitor de ATP para otras enzimas generadoras de ATP (12).

Cabría postular que la mayor carga energética podría atribuirse probablemente a una menor demanda de ATP por la placenta de ratas desnutridas. Se ha propuesto y demostrado (13) que el ADP y AMP inhiben los procesos que utilizan energía, a diferencia del ATP que inhibe los sistemas que la generan. Altos niveles de ADP o AMP inhiben la actividad de aminoacil t RNA sintetasa, enzima biosintética que utiliza ATP (14), indicando así que la carga energética podría controlar la síntesis proteínica.

Los niveles de ADP en placenta de ratas desnutridas se encontraron elevados, lo que bien puede explicar el menor contenido de proteína y menor tamaño celular de la placenta, hallazgo comunicado previamente por otros autores (15).

Rosado *et al.* (16), al comparar la actividad de adenilato kinasa por gramo de DNA y el contenido de adenina nucleótidos en placentas de término de niños normales y pequeños para la edad gestacional, no encontraron diferencias en la actividad de la enzima. Sin embargo, al igual que en nuestro estudio, encontraron una mayor capacidad energética en las placentas de niños con retardo de crecimiento intrauterino. Los autores del presente trabajo no discuten las diferencias del potencial energético placentario entre los dos grupos.

Como sabemos, la placenta requiere un sistema muy activo en la generación de energía metabólica para manejar su propio metabolismo y crecimiento, así como para cumplir el rol de transferencia de nutrientes hacia el lado fetal. La carga de energía de la placenta aumentó significativamente con el progreso de la preñez en ambos grupos, al parecer, anticipándose

a la alta actividad metabólica de ese órgano y a las altas exigencias fetales, acordes con el significativo aumento del peso fetal al día 18 y 20 post-concepción. Se ha evidenciado una efectiva transferencia de nucleótidos marcados por la placenta hacia el lado fetal en ratas preñadas, ya cercanas al término de la preñez (17), demostrado por la rápida incorporación de los nucleótidos marcados en el RNA fetal y por una mínima incorporación en el RNA placentario.

Los mayores niveles de ATP observados en la placenta de las desnutridas, permiten postular una transferencia insuficiente de estos nucleótidos, lo que originaría una menor incorporación de ellos a la célula fetal, disminuyendo la disponibilidad energética para síntesis de la célula fetal. Un menor contenido de ATP en hígado de fetos de ratas desnutridas ha sido comunicado por los autores de esta investigación (18).

El estudio aquí descrito, demuestra que la desnutrición materna crónica en ratas, afecta el metabolismo energético celular de la placenta y el crecimiento fetal cerca del término de la preñez. El aumento de la carga energética de la célula placentaria y la disminución de la actividad de las enzimas generadoras de ATP en placentas de ratas desnutridas, permiten sugerir una inhibición de los sistemas que utilizan energía metabólica para procesos de síntesis y transporte activo de sustratos.

SUMMARY

ENERGY METABOLISM DURING PLACENTAL DEVELOPMENT IN RATS — EFFECT OF CHRONIC MATERNAL MALNUTRITION

The effect of maternal malnutrition on the energy metabolism of the developing rat placenta, related to fetal growth, was studied. Female virgin rats of the Wistar strain were fed restricted amounts of 25% casein diet, from puberty and throughout pregnancy. According to results, a significant decrease occurred in the activity of adenylate kinase, as well as a significant increase in the energy charge of the adenylate system (ATP, ADP), per gram of DNA of placental tissue near term, in the malnourished group. The data suggest that the significant increase of energy charge (ATP + 1/2 ADP: /ATP + ADP + AMP) of the placenta in the malnourished group, is the consequence of an inhibition of the reactions controlling ATP-consuming process, such as macromolecular synthesis pathways and active transport of substrates near term. This coincides with the simultaneous and significant decrease in fetal growth in this group.

BIBLIOGRAFIA

1. Widdowson, E. Nutrition of the foetus and the newly born. How the foetus is fed. *Proc. Nutr. Soc.*, 28:17-24, 1969.
2. Urrusti, J., P. Yoshida, L. Velasco, S. Frenk, A. Rosado, A. Sosa, M. Morales, T. Yoshida & J. Metcalf. Human fetal growth retardation: I. Clinical features of sample with intrauterine growth retardation. *Pediatrics*, 50:547-558, 1972.
3. Dhand, U., M. Jeacock, D. Shepherd, E. Smith & G. Carole Varnam. Activities of enzymes concerned with pyruvate, oxaloacetate, citrate, acetate and aceto-

- acetate metabolism in placental cotyledons of sheep. *Biochem. Biophys. Acta*, **222**:216-218, 1970.
4. Diamant, Y. & E. Shafrir. Enzymes of carbohydrate and lipid metabolism in the placenta and liver of pregnant rats. *Biochem. Biophys. Acta*, **270**:424-430, 1972.
 5. Araya, J. & M. Ruz. Influencia de la situación nutricional preconcepcional materna sobre el crecimiento y desarrollo fetal. *Arch. Latinoamer. Nutr.*, **31**:133-145, 1981.
 6. Adam, H. Adenosine 5' triphosphate, adenosine 5' diphosphate and adenosine 5' monophosphate. In: *Methods of Enzymatic Analysis*. H. U. Bergmeyer (Ed.). New York, N. Y., Academic Press, 1963, p. 539, 573.
 7. Dow, D. S. The isolation of skeletal muscle mitochondria showing tight coupling, high respiratory indices, and differential adenosine triphosphatase activities. *Biochemistry*, **6**:2915-2922, 1967.
 8. Sottocasa, G. L., B. Kuylenstierna, L. Ernest & E. Anders Bergstrand. *Methods in Enzymology*. Vol. X. Eastabrook(Ed.) 1967, p. 448.
 9. Burton, K. A study of the conditions and mechanisms of diphenylamine reaction for the colorimetric estimation of deoxyribonucleic acid. *Biochem. J.*, **62**:315-322, 1956.
 10. Lowry, O. M., J. Rosebrough, A. L. Farr & R. J. Randall. Protein measurements with the folin phenol reagent. *J. Biol. Chem.*, **193**:265-275, 1951.
 11. Atkinson, D. E. The energy charge of the adenilate pool as a regulatory parameter. Interaction with feedback modifiers. *Biochemistry*, **7**:4030-4034, 1968.
 12. Shen, L. C., L. Fall, G. M. Walton & D. Atkinson. Interaction between energy charge and metabolic modulation in the regulation of enzymes of amphibolic sequences. Phosphofructokinase and pyruvate dehydrogenase. *Biochemistry*, **7**:4041-4045, 1968.
 13. Klungsoyr, L., J. H. Hagemen, L. Fall & D. Atkinson. Interaction between energy charge and product feedback in the regulation of biosynthetic enzymes. Aspartokinase, phosphoribosyl-adenosine, triphosphate synthetase and phosphoribosyl pyrophosphate synthetase. *Biochemistry*, **7**: 4035-4040, 1968.
 14. Brenner, M., F. de Lorenzo & B. N. Ames. Energy charge and protein synthesis. *J. Biol. Chem.*, **245**:450-452, 1970.
 15. Araya, J., M. C. Reyes, C. M. Baginsky & M. Ruz. Crecimiento celular de útero, placenta y fetos durante la restricción calórica materna crónica en ratas. *Arch. Latinoamer. Nutr.*, **33**:814-825, 1983.
 16. Rosado, A., A. Bernal, A. Soza, M. Morales, J. Urrusti, P. Yoshida, S. Frenk, L. Velasco, T. Yoshida & J. Metcuff. Human fetal growth retardation. III. Protein, DNA, RNA, adenine nucleotides and activities of the enzymes pyruvic and adenylate kinase in placenta. *Pediatrics*, **50**:568-577, 1972.
 17. Hayashi, T. T. & B. I. Garvey. Transplacental passage of nucleotides, nucleosides, and bases. *Am. J. Obstet. Gynec.*, **102**:1154-1161, 1968.
 18. Ruz, M. & J. Araya. Efecto de la nutrición materna en la carga y capacidad energética de la placenta e hígado fetal en ratas. En: **II Reunión Latinoamericana de Ciencias Farmacéuticas, Santiago, Chile, noviembre-diciembre, 1983**. (Libro de Resúmenes).

EFFECTS OF SOME CARBOHYDRATES ON IRON ABSORPTION

*Martha Pabón de Rozo*¹, *Darrell VanCampen*² and *Dennis D. Miller*³

Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia

Cornell University, Ithaca, N. Y., U.S.A.

SUMMARY

Two experiments were performed to examine the effects of various carbohydrates (fructose, lactose, corn starch, wheat starch and potato starch) on the utilization of iron, on Fe-depleted rats. These received a single meal that contained the test carbohydrate at a 60% level, labelled with ⁵⁹Fe. The rest of the experiment the rats were fed a diet which contained glucose at a 60% level as the carbohydrate source.

In both experiments rats were fasted overnight, and the dose was offered in the form of a morning meal. To assay for ⁵⁹Fe, the animals were counted in a "Whole body counter" between two and four hours after dosing, and every day for the following 10 days. Percentage retention and absorption, as well as hemoglobin values were determined.

In the first experiment, the replacement of glucose by fructose at a 60% level enhanced significantly iron absorption and retention. An increase in absorption and retention also occurred when glucose was replaced by lactose at a 60% level, but the difference was not statistically significant. Administration of ⁵⁹Fe as an ⁵⁹Fe-fructose chelate did not seem to have a significant effect on retention and absorption when compared to the effect of dosing with ⁵⁹Fe adsorbed onto a fructose diet. This not rule out the possibility that chelation is the mechanism responsible for the enhancing effect of fructose on iron utilization. The complex could have been formed in the stomach, resulting in a significant absorption for both the ⁵⁹Fe-labelled meal and the ⁵⁹Fe-carbohydrate complex-labelled meal.

Manuscrito modificado recibido: 29-1-87.

- 1 Profesora Asociada, Departamento de Química, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia, Apartado Aéreo 14490, Bogotá, Colombia.
- 2 Laboratory Director, USDA Plant, Soil and Nutrition Laboratory, Cornell University, Ithaca, New York, 14853, United States of America.
- 3 Assistant Professor, Department of Food Science, Cornell University, Ithaca, New York, 14853, United States of America.

In the second experiment, administration of a meal that contained either of the starches resulted in a reduction on retention and absorption of ^{59}Fe . The decrease, however, was statistically significant only for cooked corn starch, wheat starch and cooked wheat starch. The effect of cooking was to reduce even more the retention and absorption of ^{59}Fe , but this reduction was statistically significant only for corn starch.

The depressing effects of starches on iron retention and absorption are quite relevant to human nutrition. In the developing countries, diets are generally high in cereal products -often whole grain cereals- and low in animal products. The inhibitory effects of cereals on iron absorption have been traditionally attributed to the presence of phytates and fiber, but the data herein presented suggest that high intakes of starches may be inhibitory as well.

INTRODUCTION

Iron deficiency is considered one of the most common and widespread human nutritional deficiencies in the world. Unlike other nutritional deficiencies this problem is relevant to highly industrialized countries as well as to developing countries (1).

The total amount of iron in the human body is regulated through intestinal absorption (2). The form of iron in the diet can have major influence on availability for absorption. Heme and non-heme iron are absorbed by different mechanisms. The absorption of heme iron, unlike that of inorganic iron, is not affected by dietary components. Consequently, the amount of iron absorbed from the diet is dependent not only of the individual nutritional status, but also of the dietary factors that affect non-heme iron absorption. Some of these compounds promote iron absorption by maintaining the iron in a soluble form, either by formation of soluble chelates or by reduction of the ferric to the more soluble ferrous form (3).

Ascorbic acid (4), succinic acid (5), citric, tartaric and malic acid (6), cysteine and its peptides (7) and some proteins (8), increase iron absorption.

Phosphates (9), phytates (10), bicarbonate (11), tannins (6, 12) fiber (13) and soy protein (14) decrease iron absorption. An increase in iron absorption has been reported by fructose (15) and lactose (16), and a reduction of absorption with starches (17), although there are some discrepancies.

The work described in this paper was aimed at assessing the influence of some of the common dietary carbohydrates, on iron absorption in iron-deficient male rats.

MATERIAL AND METHODS

Two experiments were performed using weanling male rats (Sprague Dawley strain) with an average weight of 40 g, which were individually housed in stainless steel cages with wire mesh bottoms. Food and water were provided *ad libitum*, and weights were recorded weekly and at the end of the experiments.

Initially the rats were fed an iron-deficient glucose diet (17) (Table 1) during 25 days for Experiment 1, and during 35 days for Experiment 2. At the end of this period, hemoglobin values were determined (18) for each rat, and rats were assigned randomly to their respective treatment on the basis of hemoglobin values, with 10 rats per treatment. For each treatment, rats were fasted overnight and 2 g of a meal labelled with $^{59}\text{FeCl}_3$ was offered. The meal contained the carbohydrate at a 60% level (dry basis).

TABLE 1

COMPOSITION OF BASAL IRON-DEFICIENT GLUCOSE DIET

Ingredient	Concentration (g/kg)
Casein	200
Corn oil	50
Glucose monohydrate (cerelose)	686.5
Vitamins ^a	10.0
Minerals ^b	46.3
DL-methionine	5.0
Santoquin (preservative)	0.2
Choline chloride (70%)	2.0
Vitamin B ₁₂	20.0 µg

^a Supplies per 100 g of diet: retinyl palmitate, 46.8 retinol equivalents; cholecalciferol, 500 µg; dl-alpha-tocopheryl acetate 8.9 tocopherol equivalents; vitamin K (K₅), 152 µg; (in mg) biotin 0.02; D-calcium pantothenate, 2; folic acid, 0.4; inositol, 25; niacin, 5; pyridoxine. HCl, 0.45; riboflavin, 1.0; thiamine. HCl, 1.0.

^b Supplies per 100 g of diet (in g): CaHPO₄·2H₂O, 3.43; NaCl, 0.25; KHCO₃, 0.64; MgSO₄ (anhydrous), 0.27; (in mg) MnSO₄·2H₂O, 23; CuSO₄·5H₂O, 4; ZnCO₃, 8.8; KI, 0.065.

To assay for ^{59}Fe , the rats were placed in cylindrical plastic containers. Each rat was then counted in a "whole body counter" (Packard Multi-channel Analyzer, Model A9011) for 50 seconds between two and four hours after consumption of the meal and every day for the following 10 days. At the end of the experiment, hemoglobin values were again determined.

The per cent retention and per cent absorption were calculated from the body counts by the method of VanCampen and House (19).

Carbohydrates used in each experiment were as follows:

Experiment 1

Raw corn starch
Cooked corn starch
Raw potato starch
Cooked potato starch
Raw wheat starch
Cooked wheat starch

Experiment 2

Fructose
Lactose
Fructose-complex

Cooking of the Starches

The gelatinization point of the starches was determined in a Brabender/visco/amylograph (Model VA-VE) so that the same degree of gelatinization could be reached for each starch. Starch slurries of a concentration of 80/o were cooked slightly below the peak viscosity to avoid breakage of the starch granule. The time required to reach this point is shown in Table 2.

TABLE 2

TIME REQUIRED FOR GELATINIZATION OF STARCHES

Starch	Cooking time (min)
Corn	48
Wheat	42
Potato	33

Preparation of the Complex

The complex fluctose-⁵⁹Fe was prepared according to the method of Stitt *et al.* (20). The ratio of iron to carbohydrate was 1:100 mole basis. The final pH of the solution was 10.0. Even though the complex was not characterized, the absence of a precipitate assured its existence.

Statistical Tests

The retention and absorption data were subjected to an analysis of variance (21). Individual means were compared in a multiple range test (22).

RESULTS

Experiment 1

The Fe concentration of the iron-deficient glucose diet and of the raw starches used in the two experiments is presented in Table 3. Although the Fe concentration of the starches was different, they were not likely to have much effect since they were fed only as a single 2 g meal which contained 60% of the carbohydrate.

TABLE 3
IRON CONCENTRATION OF GLUCOSE DIET AND OF RAW STARCHES
USED IN EXPERIMENT 1^{a,b}

Treatment	Iron (ppm)
Glucose	12.4
Potato starch	17.2
Corn starch	1.1
Wheat starch	2.1

^a Average of three determinations.

^b Iron determined by atomic absorption.

No differences in average daily weight gain were observed for rats dosed with a meal containing the different carbohydrates. The average daily weight gain for all rats was $5.3 \text{ g} \pm 0.3$ from the time they were dosed until the end of the experiment.

The hemoglobin values prior to dosing and at the end of the experiment are shown in Table 4.

Figure 1 depicts the retention curves for rats subjected to the different treatments. As the data reveal, rats dosed with a glucose meal had higher retention and absorption percentages than rats dosed with a meal containing either of the starches (raw or cooked). The difference in retention between glucose and the starches was statistically significant for rats dosed with a meal containing raw or cooked wheat starch (Table 5). Cooking had a depressing effect on iron retention and absorption in rats dosed with a meal containing corn starch ($p \leq 0.05$).

Experiment 2

Table 6 illustrates the average daily weight gain of the rats included in this experiment. Rats dosed with a glucose meal gained significantly less weight than those fed a meal containing either of the other carbohydrates. The initial and final hemoglobin levels are shown in Table 7. The ⁵⁹Fe retention curves for rats dosed with different carbohydrate meals labelled with ⁵⁹Fe are shown in Figure 2. Animals receiving a fructose meal

TABLE 4

HEMOGLOBIN VALUES FOR RATS DOSED WITH A MEAL CONTAINING DIFFERENT CARBOHYDRATES^{a, b}

Treatment	Hemoglobin (g/100 ml)	
	Predosing	Terminal
Glucose	6.1 (10)	6.8 (10)
Raw potato starch	6.1 (9)	6.6 (9)
Cooked potato starch	6.1 (10)	6.7 (10)
Raw corn starch	6.1 (9)	6.9 (9)
Cooked corn starch	6.1 (10)	6.2 (10)
Raw wheat starch	6.1 (10)	6.4 (10)
Cooked wheat starch	6.1 (10)	6.8 (10)
Standard error ^c	0.2	0.2

a Values are means. Number of observations are given in parentheses.

b Means in the same column did not differ significantly ($p \leq 0.05$).

c Pooled standard error based on error mean square from analysis of variance.

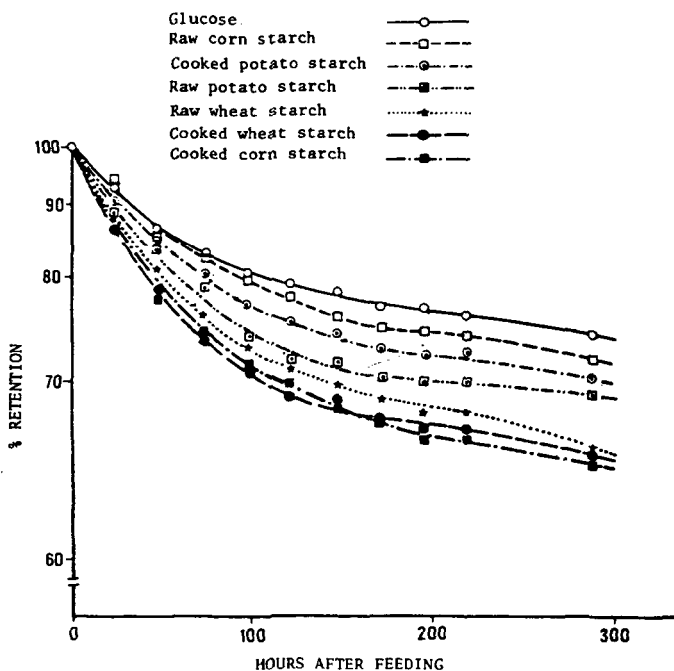


FIGURE 1

Effect of carbohydrates on ⁵⁹Fe retention by iron-deficient rats (Experiment 1)

TABLE 5

EFFECT OF CARBOHYDRATES ON THE RETENTION AND ABSORPTION OF ^{59}Fe BY IRON-DEPLETED RATS^{a,b}

Treatment	Retention ^c (%)	Absorption (%)
Glucose	73.7 (10) (a)	83.4 (10) (a)
Raw potato starch	67.4 (10) (abc)	75.8 (10) (bc)
Cooked potato starch	69.8 (9) (ab)	79.4 (9) (ab)
Raw corn starch	71.4 (9) (c)	81.7 (9) (ab)
Cooked corn starch	64.2 (10) (c)	73.5 (10) (c)
Raw wheat starch	65.1 (10) (bc)	74.6 (10) (c)
Cooked wheat starch	64.5 (10) (c)	72.6 (10) (c)
Standard error ^d	2.1	2.2

- a Values are means. Number of observations per treatment are given in parentheses.
 b Numbers in any column followed by the same letter in parentheses are not statistically significant ($p \leq 0.05$).
 c Percentage of iron retained ten days after oral administration.
 d Pooled standard error based on error mean square of analysis of variance.

TABLE 6

BODY WEIGHT GAINS OF IRON-DEPLETED RATS DOSED WITH A MEAL CONTAINING VARIOUS CARBOHYDRATES^{a,b}

Treatment	Weight gain (g/day)
Glucose	3.2 (6) (a)
Fructose	3.7 (8) (b)
Fructose-Cx ^c	3.6 (8) (b)
Lactose	3.8 (10) (b)
Standard error ^d	0.2

- a Values are means. Number of observations per treatment are given in parentheses.
 b Values followed by the same letter in parentheses are not significantly different ($p \leq 0.05$).
 c Rats dosed with a ^{59}Fe -fructose complex.
 d Pooled standard error, based on error mean square from analysis of variance.

labelled with ^{59}Fe and those fed a fructose meal labelled with a ^{59}Fe complex, exhibited a significantly higher per cent absorption than rats fed a glucose meal labelled with ^{59}Fe (Table 8). Rats fed a lactose meal had a significantly higher absorption and retention of ^{59}Fe than rats fed a glucose meal ($p \leq 0.05$).

TABLE 7

HEMOGLOBIN VALUES OF RATS DOSED WITH A MEAL CONTAINING DIFFERENT CARBOHYDRATES^{a,b}

Treatment	Hemoglobin (g/100 ml)	
	Predosing	Terminal
Glucose	6.0 (6) (a)	8.0 (6) (a)
Fructose	5.9 (8) (a)	8.0 (8) (a)
Fructose-Cx ^c	6.5 (9) (a)	8.0 (8) (a)
Lactose	6.1 (10) (a)	8.0 (10) (a)
Standard error ^d	0.3	0.2

a Values are means. Number of observations are given in parentheses.

b Numbers in any column followed by the same letter in parentheses are not significantly different ($p \leq 0.05$).

c Rats dosed with a ⁵⁹Fe-fructose complex.

d Pooled standard error, based on error mean square from analysis of variance.

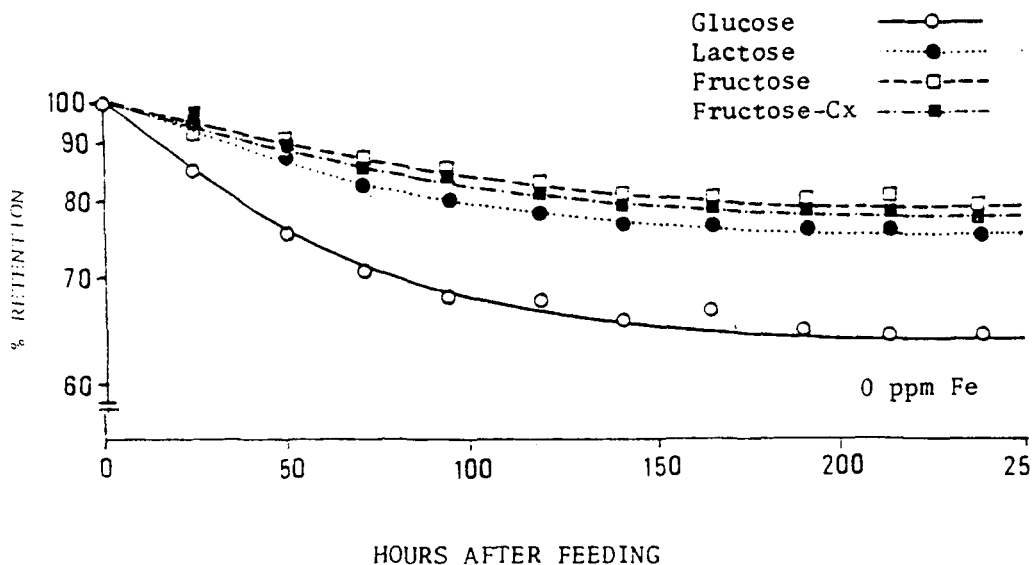


FIGURE 2

Effect of carbohydrates on ⁵⁹Fe retention by iron-deficient rats
(Experiment 2)

TABLE 8

EFFECT OF CARBOHYDRATES ON THE RETENTION AND ABSORPTION OF ^{59}Fe BY IRON-DEFICIENT RATSA,^b

Treatment	Retention ^c (%)	Absorption (%)
Glucose	67.4 (6) (ab)	72.9 (6) (a)
Fructose	77.6 (7) (c)	84.8 (7) (b)
Fructose-Cx ^d	76.7 (8) (c)	83.4 (8) (bc)
Lactose	74.0 (10) (ac)	81.8 (10) (bc)
Standard error ^e	2.4	2.7

- a Values are means. Number of observations per treatment are given in parentheses.
 b Numbers followed by the same letter in parentheses are not significantly different ($p \leq 0.05$).
 c Per cent retention after 10 days of oral administration of ^{59}Fe .
 d Rats dosed with a ^{59}Fe -fructose complex.
 e Pooled standard error, based on error mean square from analysis of variance.

DISCUSSION

In Experiment 1, a reduction in per cent absorption and per cent retention of ^{59}Fe was observed in rats fed a meal containing the starches at a 60% level when compared to those fed a 60% glucose diet. This depression was statistically significant ($p \leq 0.05$) for cooked corn starch, raw wheat starch and cooked wheat starch.

Cooking of the starches seemed to depress further the iron absorption and retention, but differences were not significant when compared to raw starches.

Corn starch has been reported by some researchers to be a negative factor in iron absorption (23,24). Nevertheless, Miller and Landes (25) informed a positive effect of corn starch on iron absorption by rats. Binding of iron to modified corn starch has been demonstrated *in vitro* (17), and this may be the mechanism by which it reduces iron availability *in vivo*. The additional depression in iron retention and absorption observed with cooked corn and cooked wheat starch—but not present with potato starch—is possibly due to differences in the structure of the granules. Since the amylose/amylopectin ratio of the three starches assayed is similar, the difference cannot be attributed to this factor (26).

Cooking, however, produces a greater absorption surface and therefore, a higher capacity to adsorb cations.

The additional depression in iron retention and absorption when cooked starch is fed to iron-deficient rats deserves further investigation.

The effects of starches on iron absorption is quite relevant to human

nutrition. In developing countries, diets are generally high in cereal products, often whole grain cereals, and low in animal products. The inhibitory effects of cereals on iron absorption have been traditionally attributed to the presence of phytates (10) and fiber (10,13,27) but the data herein presented suggest that high intakes of starch may be inhibitory as well.

The enhancing effect that fructose had on iron absorption, as found in our experiments, is in accordance with some literature reports (24,28, 29).

Even though the formation of an ^{59}Fe -fructose chelate *in vitro* was evident in our experiments, we cannot draw any conclusions as to whether this is the mechanism by which fructose increases iron absorption as has been proposed (28). Other mechanisms such as enhancement of iron absorption by fructose metabolites, pyruvate and lactate have been suggested (29), and it may well be that both mechanisms play a role. The inability of the ^{59}Fe -fructose complex to further increase iron absorption when compared to ^{59}Fe -fructose does not rule out the possibility of the chelate formation as mechanism to facilitate iron absorption. It may well be that an iron-fructose complex is formed in the stomach, and this could lead to similar absorption measurements with both ^{59}Fe -fructose complex labelling and ^{59}Fe labelling of fructose meals.

In comparison to rats dosed with a glucose meal, a significant increase in iron retention was observed for rats fed with a lactose meal. There was a significant increase in absorption but the increase in retention was not significant.

The enhancing effect of lactose on calcium absorption has been widely reported (30,31), and there is some evidence that lactose increases zinc absorption (32). Amine and Hegsted (24), for example, reported an increased iron retention when iron-deficient rats were fed a 60% lactose diet. The iron retention values notified by Amine and Hegsted were lower than those found in our study, but the tendency of lactose to increase iron absorption is evident in both their experiments, and ours.

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors acknowledge the valuable technical assistance of Alice Kippola and Julie Schulte in the present study.

RESUMEN

EFFECTO DE ALGUNOS CARBOHIDRATOS EN LA ABSORCION DE HIERRO

Se llevaron a cabo dos experimentos, con el propósito de examinar el efecto de varios carbohidratos (fructosa, lactosa, almidón de maíz, almidón de papa y almidón de trigo) en la utilización del hierro, por ratas deficientes en este elemento.

Las ratas recibieron una sola comida marcada con ^{59}Fe que contenía el carbohidrato a ensayar a un nivel de 60%. En el resto del experimento las ratas fueron alimentadas *ad libitum* con una dieta que contenía glucosa como fuente de carbohidratos al nivel de 60%. En ambos ensayos las ratas no recibieron alimento durante

la noche anterior, y la dosis se ofreció como una comida, en la mañana.

Para determinar el hierro ^{59}Fe , las ratas se contaron en un "contador de cuerpo entero" entre dos y cuatro horas después de la dosis, y cada día durante los 10 días siguientes. Se determinaron el porcentaje de retención y el porcentaje de absorción, así como los valores de hemoglobina.

En el primer experimento, el reemplazo de glucosa por fructosa al nivel de 60% aumentó significativamente la retención y la absorción del hierro. Con la lactosa también se notó un aumento de estos parámetros, pero dicho incremento no fue estadísticamente significativo.

La administración de ^{59}Fe como un quelato ^{59}Fe -fructosa no tuvo efecto significativo en la retención y absorción del hierro, comparada con el efecto resultante de dosificar con el ^{59}Fe absorbido a la fructosa. Este hallazgo no descarta la posibilidad de que la quelación sea el mecanismo responsable del efecto promotor de la fructosa en la absorción del hierro. El complejo puede haberse formado en el estómago, dando como resultado una absorción similar para la comida marcada con ^{59}Fe , y la marcada con el complejo ^{59}Fe -fructosa.

En el segundo experimento, la administración de una comida marcada con ^{59}Fe que contenía cualquiera de los almidones al nivel de 60%, se tradujo en una reducción en la retención y en la absorción de ^{59}Fe . El efecto, sin embargo, fue estadísticamente significativo sólo para el almidón de maíz cocinado, el almidón de trigo crudo, y el almidón de trigo cocinado. El efecto de la cocción en reducir el porcentaje de retención y el porcentaje de absorción fue estadísticamente significativo para el almidón de maíz.

El efecto inhibitorio de los almidones en la absorción de hierro, es importante en la nutrición humana. En los países en vías de desarrollo, las dietas por lo general son ricas en cereales y pobres en productos animales. Los efectos inhibitorios de los cereales han sido atribuidos tradicionalmente a la presencia de fitatos y fibra, pero los datos aquí presentados sugieren que una alta ingestión de almidones puede contribuir notoriamente a inducir este efecto inhibitorio.

BIBLIOGRAPHY

1. World Health Organization. Control of Nutritional Anemia with Special Reference to Iron Deficiency. Report of an IAEA/USAID/WHO Joint Meeting, 1975. Geneva, WHO (Technical Report Series No. 580).
2. Rao, B.S.N. Physiology of iron absorption and supplementation. *Brit. Med. Bull.*, 37: 25-30, 1981.
3. Hallberg, L. Bioavailability of dietary iron in man. *Ann. Rev. Nutr.*, 1: 123-147, 1981.
4. Lynch, S.R. & J.D. Cook. Interaction of vitamin C and iron. *Ann. N.Y. Acad. Sci.*, 355: 32-44, 1980.
5. Brice, H. & L. Hallberg. Effect of succinic acid on iron absorption. *Acta Med. Scand.* 181 (Suppl. 376): 59-73, 1962.
6. Gillooly, M., T.H. Bothwell, J.D. Torrance, A.P. MacPhail, D.P. Derman, W.R. Bezwoda, W. Mills & R.W. Charlton. The effect of organic acids, phytates and polyphenols on the absorption of iron from vegetables. *Br. J. Nutr.*, 49: 331-342, 1983.
7. Taylor, P.G., C. Martínez-Torres, E.L. Romano & M. Layrisse. The effect of cysteine-containing peptides released during meat digestion on iron absorption in humans. *Am. J. Clin. Nutr.*, 43: 68-71, 1986.

8. Berner, L. A. & D. D. Miller. Effects of dietary protein on iron bioavailability. A review. *Food Chem.*, 18:47-69, 1985.
9. Peters, T., L. Apt & J. F. Ross. Effect of phosphates upon iron absorption studied in normal human subjects and in experimental models using dialysis. *Gastroenterology*, 61:315-322, 1971.
10. Hunter, J. E. Iron availability and absorption in rats fed sodium phytate. *J. Nutr.*, 111:841-847, 1981.
11. Benjamin, B. I., S. Cortell & M. E. Conrad. Bicarbonate-induced iron complexes on iron absorption: One effect of pancreatic secretions. *Gastroenterology*, 53: 389-396, 1967.
12. Roy, S. N. & S. Mukherjee. Influence of food tannins on certain aspects of iron metabolism. Part I—Absorption and excretion in normal and anemic rats. *Indian J. Biochem. Biophys.*, 16:93-98, 1979.
13. Leigh, M. J. & D. D. Miller. Effects of pH and chelating agents on iron binding by dietary fiber: Implications for iron availability. *Am. J. Clin. Nutr.*, 38:202-213, 1983.
14. Shriker, B. R., D.D. Miller & D. VanCampen. Effects of iron status and soy protein on iron absorption by rats. *J. Nutr.*, 113:996-1001, 1983.
15. Landes, D. R. Influence of dietary carbohydrates on copper, iron and zinc status in the rat. *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.*, 150:686-689, 1975.
16. Amine, E. K. & D. M. Hegsted. Effect of dietary carbohydrates and fats on inorganic iron absorption. *J. Agr. Chem.*, 23:204-208, 1975.
17. Thomas, F. B., J. M. Falko & K. Zuckerman. Inhibition of intestinal iron absorption by laundry starch. *Gastroenterology*, 71:1028-1032, 1976.
18. Eilers, R. J. Notification of final adoption of an international method and standard solution for hemoglobinometry: Specifications for preparation of standard solution. *Am. J. Clin. Pathol.*, 47:212-214, 1967.
19. VanCampen, D. & W. A. House. Effect of a low protein diet on retention of an oral dose of ⁶⁵Zn on tissue concentrations of zinc, iron and copper in rats. *J. Nutr.*, 27:195-203, 1974.
20. Stitt, C., P. J. Charley, E. M. Butt & P. Saltman. Rapid induction of iron deposition in spleen and liver with an iron fructose chelate. *Proc. Soc. Exp. Biol.*, 110: 70-71, 1962.
21. Snedecor, G. W. & G. Cochran. *Statistical Methods*. Ames, Iowa, The Ames State University Press, 1971.
22. Duncan, D. B. Multiple range and multiple F tests. *Biometrics*, 11:1-7, 1955.
23. Garretson, D. D. & M. E. Conrad. Starch and iron absorption. *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.*, 126:304-308, 1967.
24. Amine, E. K. & D. M. Hegsted. Effect of diet on iron absorption in iron deficient rats. *J. Nutr.*, 101:927-936, 1971.
25. Miller, J. & D. R. Landes. Effect of starch, sucrose and glucose on iron absorption by anemic rats. *Nutr. Repts. Internat.*, 14:7-11, 1976.
26. Heckman, E. Starch and its modifications for the food industry. In: *Food Colloids*. H. D. Graham (Ed.). New York, The Avi Publishing Co., 1977.
27. Reinhold, J. G., J. S. García & P. Garzon. Binding of iron by fiber of wheat and maize. *Am. J. Clin. Nutr.*, 34:1384-1391, 1981.
28. Bates, G. W., J. Boyer, J. C. Hegenauer & P. Saltman. Facilitation of iron absorption by ferric fructose. *Am. J. Clin. Nutr.*, 25:983-986, 1972.
29. Pollack, S., R. M. Kaufman & W. H. Crosby. Iron absorption: Effects of sugars and reducing agents. *Blood*, 24:577-581, 1964.

30. Duncan, P. L. The physiological effects of lactose. *Nutr. Abs. Rev.*, **25**:309-320, 1955.
31. Allen, L. H. Calcium bioavailability and absorption: A review. *Am. J. Clin. Nutr.*, **35**:783-808, 1982.
32. Fournier, P. & A. Digaud. Effets chez la rat de l'ingestion simultanée de lactose et de ^{65}Zn sur l'absorption de cet element. *C. R. Acad. Sci. Paris*, **269**:2001-2003, 1969.

DIETARY PROTEIN SUPPLEMENTATION. FUNDAMENTALS AND EXAMPLES OF PRACTICAL APPLICATION

*J. J. Dreyer*¹

National Food Research Institute (CSIR)
Pretoria, South Africa

SUMMARY

Involving the most expensive of all the nutrients required by the body, the biological utilization of dietary protein remains an important topic, particularly to Third World countries wherein protein supplies are frequently limited. Protein supplementation of cereals and other foodstuffs is often used as a means of increasing protein intake. Supplementation not only increases protein intake but often also changes the physiological usability of the protein component of the resultant mixture.

Employing an updated biological method for assessment of protein nutritive value, the author investigated the nature of the change in protein assimilability as a result of graded changes in the proportions of certain proteins combined pairwise into single mixtures.

Data are presented on the basis of which the digestibility and/or assimilability of the protein component of a given mixture can be estimated. Lastly, the author indicates the need to evaluate high-protein foods and protein supplements in terms of, not only protein content relative to cost, but also of inherent nutritive value and complementary effect.

INTRODUCTION

Protein-energy malnutrition is generally associated with Third World conditions, which are characterized by the consumption of low-protein diets consisting predominantly of cereals. Supplementation of such diets with special food mixtures or with high-protein foods in common use is, therefore, a logical approach to solving the problems caused by the protein-deficient diets.

Manuscrito modificado recibido: 6-3-86.

1 Head, Biological Evaluation Division, National Food Research Institute of the Council for Scientific and Industrial Research (CSIR), P. O. Box 395, Pretoria 0001, South Africa.

Because protein is known to be the most expensive of human nutrient requirements, protein supplementation should be employed with discretion (1). The amount supplemented should as far as possible be adjusted according to physiological requirements, i.e. to the ability of the supplement to meet these requirements in terms of assimilable or physiologically usable protein.

As was pointed out by Mitchell (2) as early as 1924, the assimilability of the protein in a mixture of protein-bearing foodstuffs is seldom merely the weighted mean of the assimilabilities of the different components combined in the mixture. The fundamental aspects of this issue are as illustrated in Figure 1. Nutritionally, each of the proteins to be combined consists of three fractions: an indigestible fraction; an assimilable fraction (which can be used for synthesis of body proteins), and a fraction which is unassimilable because it is deficient in one or more of the essential amino acids required by the body. It is however, possible that the deficiencies of the unassimilable fraction of protein A in Figure 1 might be the abundances of the unassimilable fraction of protein B, and *vice versa*. When combined, these two fractions could therefore complement each other, causing the assimilability of the protein in the mixture to be *greater than the weighted mean of the values obtained for the two proteins separately*.

UTILIZATION OF PROTEIN MIXTURES

High- & low-quality protein mix

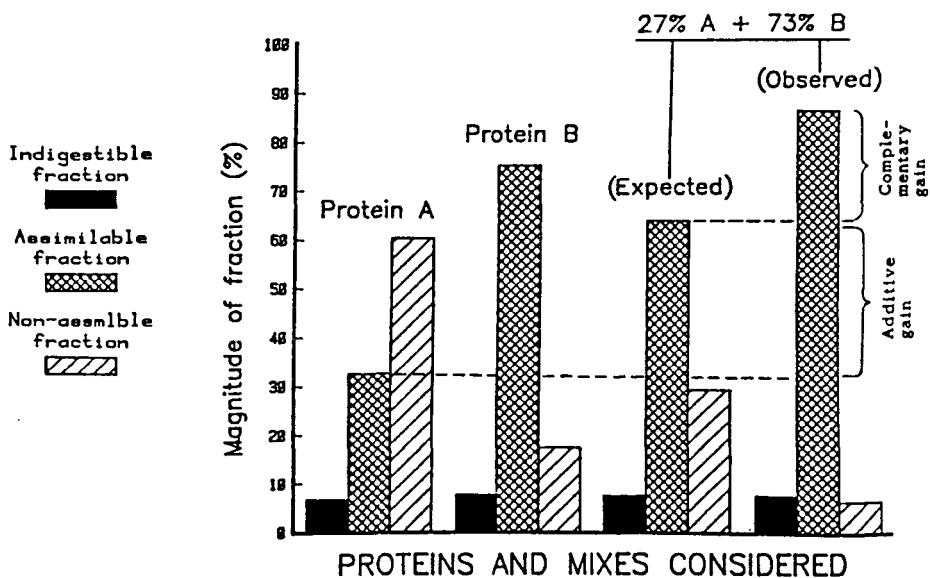


FIGURE 1

Illustration used in explanation of "additive" and "complementary" effects on protein assimilability obtained when two proteins differing in nutritive value are combined in a single mixture

With a view to stimulating interest in a fundamental approach to the evaluation of protein supplements, data are presented on a series of five trials with pairs of proteins. Each pair of protein sources was tested at various combinations, in such a way that assimilable protein contents and gains due to additive, as well as complementary effects can be estimated from the results for any given combination of the two protein sources.

MATERIAL AND METHODS

The pairs of materials studied were: 1) wheat gluten plus L-lysine; 2) maize protein concentrate plus milk protein; 3) potato protein plus whole hen's egg protein; 4) maize protein concentrate plus PVM; and 5) maize protein concentrate plus a commercial high-protein product, Pro Nutro. The nature of the materials used and the reasons for selecting them for investigation are set out in Table 1. The reason for using maize protein concentrate instead of maize was that the protein content of maize was found to be too low for the preparation of experimental diets of appropriate nitrogen content. It is, however, considered that preparation of the concentrate had no effect on the quality of the maize protein, as it involved no heat treatment or fractionation of the protein.

Protein digestibility and assimilability were determined in assays with weanling rats according to the updated procedures for dietary protein evaluation for monogastric animals proposed by Dreyer and Van der Walt (4). A total of 42 rats were used for each assay, the animals being of the F₂ generation of two inbred strains supplied by the SABS Animal Breeding Centre, Groenkloof, Pretoria.

Nitrogen was determined in test materials, diets and excreta by the Kjeldahl method, with use of a Kjel-Foss apparatus. Moisture determinations on test materials and diets were made by means of a Brabender apparatus, at a drying temperature of 90°C maintained for three hours.

Data processing over and above calculation of protein digestibility and assimilability entailed fitting of regression lines representing (i) linear relationships between digestibility and the change in the ratio in which the two proteins were mixed; and (ii) biphasal relationships between assimilability of the digestible protein and the change in the ratios of the two components of the mixture. Line-fitting operations were performed according to the least-squares method. Points of deflexion in biphasal relationships were calculated by iteration, and data weighting was employed whenever necessary, according to Bartlett's test; there were significant differences in degrees of scattering in the different sets of results used to fit a given statistical model. The reciprocals of variances were used as weighting factors.

RESULTS AND DISCUSSION

The relationship between protein digestibility and the ratios in which the nitrogen from the two protein sources were combined, is given in Table 2 for each pair of products.

TABLE 1

DESCRIPTION OF MATERIALS USED IN PROTEIN SUPPLEMENTATION TRIALS, AND REASONS FOR THE CHOICE OF EACH OF THE VARIOUS COMBINATIONS OF PRODUCTS TESTED*

Pair No.	Nature and origin of materials	Reasons for selection of combination
	<p><i>Gluten + L-lysine.</i> Laboratory grade (BHD) wheat gluten. N content on air-dry basis = 12.4^o/o. Analytical grade (Merck) L-lysine hydrochloride. Concentrations of lysine nitrogen in total nitrogen contents of mixtures (°/o): 0, 1.88, 3.69, 5.43 and 7.12 .</p>	<p>To show the effect of supplementation with a single essential amino acid of a protein grossly deficient in that amino acid.</p>
	<p><i>Milk protein + maize protein concentrate.</i> High-grade, defatted, spray-dried milk powder supplied by the Animal and Dairy Research Institute, Irene. N content on air-dry basis = 5.8^o/o. Maize protein concentrate prepared by the Fermentation Technology Division of the N Food R I through amylase digestion of the starchy component of sifted granulated maize meal and subsequent filtration of the digest. Total protein loss is estimated at only about 4^o/o. Nitrogen content on air-dry-basis = 2.77^o/o. The concentrations of milk nitrogen in the total nitrogen contents of the combinations investigated were: 0, 20, 30, 40, 60, 80 and 100^o/o.</p>	<p>Used as an example of combining a high-quality protein (milk) with a poor-quality protein (cereal) resulting in mutual complementation of protein nutritive value.</p>
	<p><i>Egg protein + potato protein.</i> Fresh, whole, hen's eggs were boiled, minced, freeze-dried and ground by mortar and pestle. N content on air-dry basis = 5.18^o/o. Fresh potatoes were cooked in boiling water, peeled, minced, freeze-dried and ground in a pindisc mill. N content on air-dry basis = 1.818^o/o. Concentrations of egg-protein nitrogen in the nitrogen contents of the mixtures investigated were: 28.2, 40, 60, 80 and 100^o/o.</p>	<p>It has been claimed (3) that, when combined in a specific ratio, a mixture of potato and egg protein can be obtained which is superior to egg protein in protein quality. A product having this property would be very useful in the feeding of subjects suffering from kidney disease or from phynylketonuria.</p>

Table 1 (Cont.)

Pair No.	Nature and origin of materials	Reasons for selection of combination
4	<i>PVM + maize protein concentrate.</i> A commercial sample of the P(rotein) V(itamin) M(inerals) supplementary food mixture developed at the N. Nutr. R. I. in the sixties. Nitrogen content on air-dry basis = 7.19 ^o /o. The maize protein concentrate was as given for pair 2. Concentrations of the PVM nitrogen in the nitrogen contents of the mixture were: 0, 50, 67, 83 and 100 ^o /o.	Because PVM was developed at the CSIR and is used by the Dept. of Health and Welfare for distribution to needy children, its protein supplementary value is of special interest.
5	<i>"Pro Nutro" + maize protein concentrate.</i> A 4-kg quantity of this commercial food mixture (the so-called "regular" version) was purchased at a supermarket and ground in a pindisc mill. Nitrogen content on air-dry basis = 3.24 ^o /o. The maize protein concentrate was as given for pair 2. Concentrations of nitrogen from the Pro Nutro in the nitrogen contents of the mixtures were: 0, 50, 67, 83 and 100 ^o /o.	Because of the wide use of this commercial product and of earlier indications that protein quality as well as complementary effect is mediocre.
*	The choice of products was for the purpose of comparison and not because of either approval or disapproval of any of the materials investigated.	

TABLE 2

DATA SHOWING THE CHANGE IN THE DIGESTIBILITY OF THE PROTEIN CONTENTS OF MIXTURES OF CERTAIN PAIRS OF PROTEINS DUE TO CHANGE IN THE RATIO IN WHICH THE TWO SEPARATE COMPONENTS OF EACH MIXTURE WERE COMBINED*

Pair of products combined	Product of increasing concentration in the nitrogen mixture (= X in equation)	'a' in equation, i. e. digestibility when X = zero, i. e. digestibility of the un-supplemented protein in the other member of the pair	'b' in equation, i. e. change in digestibility (Y) with change in X	r = correlation coefficient	P = probability of no relationship between Y and X
1. Gluten + L-lysine	L-lysine nitrogen (o/o)	97.6	0.043	0.834	<0.05
2. Maize + milk	Milk nitrogen (o/o)	93.2	-0.0067	-0.67	<0.05
3. Potato + egg	Egg nitrogen (o/o)	80.7	0.107	0.964	<0.01
4. Maize + PVM	PVM nitrogen (o/o)	91.1	-0.034	-0.972	<0.01
5. Maize + Pro Nutro	Pro Nutro nitrogen (o/o)	91.4	-0.086	-0.999	<0.001

* In all cases the change can be described on the basis of a simple linear relationship of the type: $Y = a + bX$, where Y = digestibility and b = rate of change in Y due to an increase in X, where X = o/o of N in total N mixture from one of the two components.

From previous experience, as well as that gained in the present series of trials, it was clear that the above relationship is linear in every case. This means that there is no interaction with respect to digestibility among different proteins when proteins are combined in a single dietary mixture. The digestibility of a mixture of proteins from different sources is therefore the weighted mean of the digestibility figures obtained when the proteins are tested separately.

To prove this point, the results obtained with PVM and maize protein should suffice. The figures obtained for these products separately were 88.0% and 91.3%, respectively. The comparison of results obtained with those predicted from the values obtained for the two products separately is as follows:

- i) The 50:50 ratio: obtained = 89.0%, predicted = 89.7%.
- ii) The 33:67 ratio: obtained = 88.4%, predicted = 90.2%.
- iii) The 17:83 ratio: obtained = 88.5%, predicted = 90.7%.

The data listed in Table 2 can therefore be used confidently for prediction of the digestibility of the protein mixture for any combination of any two of the products investigated. On the basis of these data we can estimate, for example, the digestibility of the various "proteins" in un-supplemented form as gluten = 97.6; lysine = ca. 100%; milk protein = 92.5%; potato protein = 80.7%; egg protein = 91.4%; PVM protein = 87.7%; Pro Nutro protein = 82.8%; and maize protein (average of 3 values) = 91.9%.

The effects of combining pairs of proteins from different sources on biological utilization of the absorbable fraction of the dietary protein (the assimilability of the absorbable fraction) are shown in Figures 2 to 6. The broken lines in these Figures represent the changes due merely to the increase in the level of one protein of a specific quality and simultaneous decrease in the level of another protein of another quality. The broken lines, therefore, show the relationships to be expected had there been no interaction in respect of nutritive value between the two proteins when combined in a single mixture.

Because, with the exception of the lysine, the supplements were generally of higher quality than the supplemented proteins, the broken lines mostly have positive slopes, the latter varying in magnitude according to the quality of the protein supplement.

It can be seen, however, that most of the data obtained suggest assimilability figures which exceed the values suggested by the straight-line relationship represented by the broken lines. The above difference indicates the effect of an essential amino acid complementation varying in nature and magnitude according to the types and quantities of the materials combined to obtain a particular series of mixtures.

One of the most informative sets of results is that obtained in the maize + milk protein series (Figure 2). This case represents supplementation of a poor-quality cereal protein with a high-quality animal protein, having both an additive and a complementary effect; the broken line has a steep, positive slope, and there is a substantial difference (indicated by the shaded area) between values expected and values obtained. It can also be seen that, in this case, mutual complementation

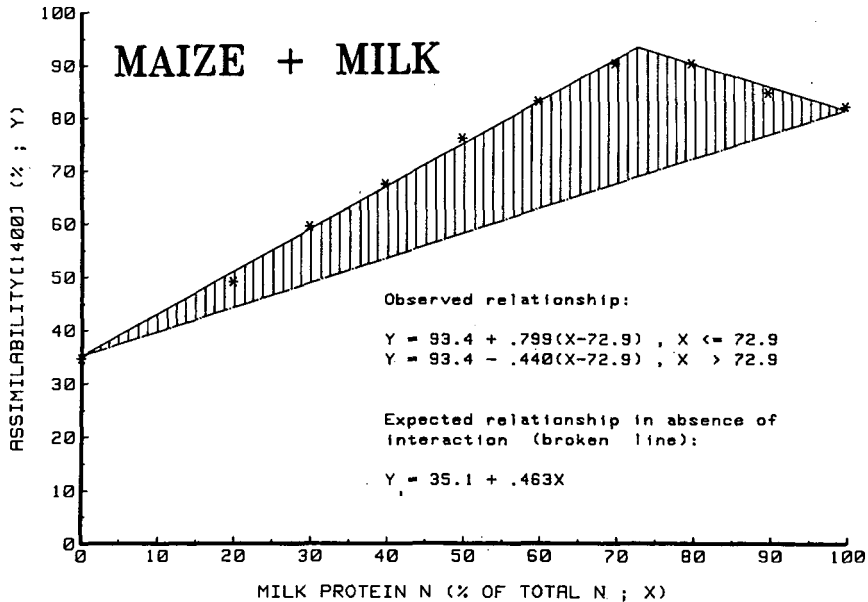


FIGURE 2

Effect on protein assimilability of combining maize and milk proteins. The shaded area indicates gains due to a complementary effect and the broken line the values to be expected in absence of a complementary effect

is obtained: maize protein quality is improved through addition of milk protein, and milk protein is improved through the addition of maize protein. There is also a point of optimal complementation at about maize N:milk N = 27.1:72.9. At the optimal N:N ratio a protein mixture is obtained of an assimilability equal to that of egg protein. At this point, the gain due to complementation is about 36% of what would be obtained in an assimilable protein, had there been no complementation or had the two proteins been fed separately in comparable amounts.

The gluten + lysine pair (Figure 3) shows certain points of correspondence with the maize + milk pair. This combination can also be considered a case of mutual complementation because the point of optimal assimilability exceeds both of the values suggested by the data for the two components separately; it can be said that the lysine complements the gluten, and the gluten complements the lysine. In comparison with the maize + milk combination, lysine did, however, not have an additive effect, because it represents the case of a single amino acid which, when fed alone or in excess of what is needed to complement the protein in

question, has an assimilability of zero. As is shown in the Figure, additions exceeding the optimal supplementation level, therefore have a "diluting" or assimilability-diminishing effect. The ability of lysine to improve the assimilability of the gluten is therefore limited, but it is nevertheless impressive in the sense that supplementation at a lysine nitrogen level of less than 30% caused assimilability to rise from 34 to 57%.

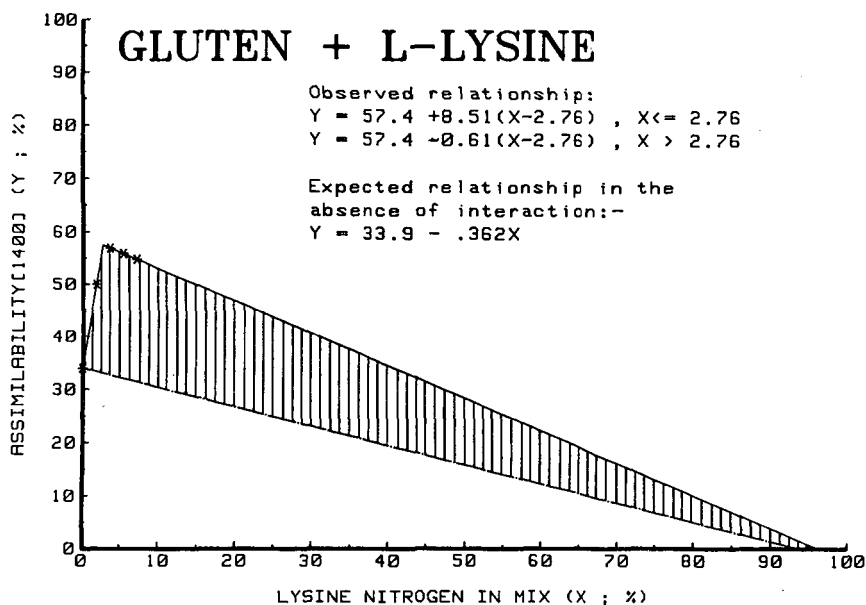


FIGURE 3

Effect on protein assimilability of combining gluten and L-lysine. The shaded area indicates gains due to a complementary effect and the broken line the values to be expected in absence of a complementary effect

Egg protein supplementation of potato added to, and also complemented potato protein in terms of assimilability (Figure 4). The match, however, appears to be a one-sided affair, as potato protein did not improve egg protein assimilability. The results therefore do not support Kofrányi's claim (3) that there is a combination of egg and potato protein which is more assimilable than egg protein alone. It is, however, interesting to note that the point of optimal N:N ratio of 53% egg nitrogen in the mixture obtained in the present study, corresponds closely to Kofrányi's 47% as obtained in trials with human subjects.

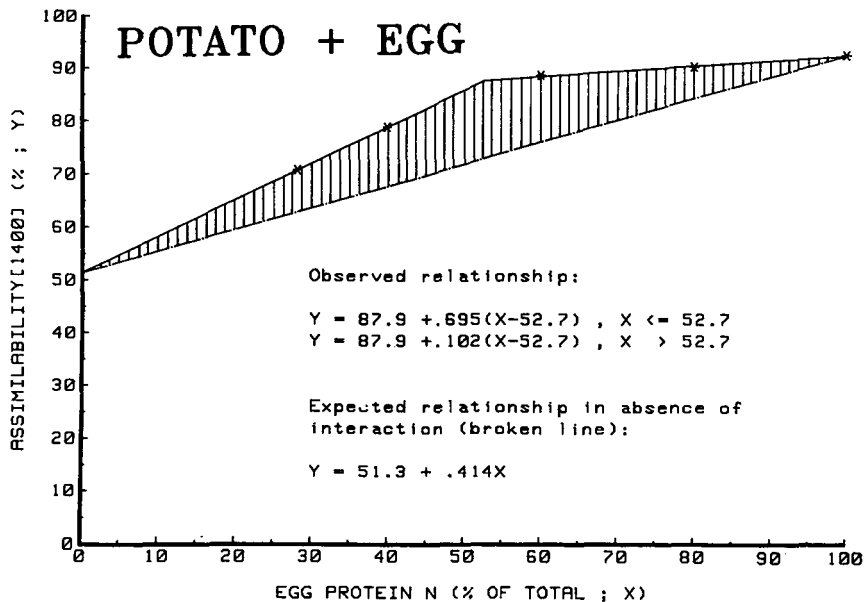


FIGURE 4

Effect on protein assimilability of combining potato and egg protein. The shaded area indicates gains due to a complementary effect and the broken line the values to be expected in absence of a complementary effect

The assimilability of the protein in the CSIR's PVM supplementary food mixture was found to be approximately the same as that of milk (Figure 5). These proteins were, therefore, equal in additive effect, but the complementary effect on maize protein of PVM was, less than that of milk protein. The average complementary gain represented by the shaded area in Figure 4 is about 55% that represented by the corresponding area in Figure 2.

The results summarized in Figure 6 (maize + Pro Nutro protein) exemplify a combination in which the additive effect was small (on account of the relatively low assimilability figure obtained for the supplement *per se*), while no significant complementary effect could be detected. Absence of a complementary effect was probably due to prior inclusion of cereal protein in the production of the supplement in question.

Equations given in Table 2 on digestibility, and those recorded in the graphs on assimilability (Figures 2-6), can obviously be used to estimate all the various parameters pertaining to protein value (digestibility, assimilability, net utilization (NPU) and assimilable protein contents (NPV))

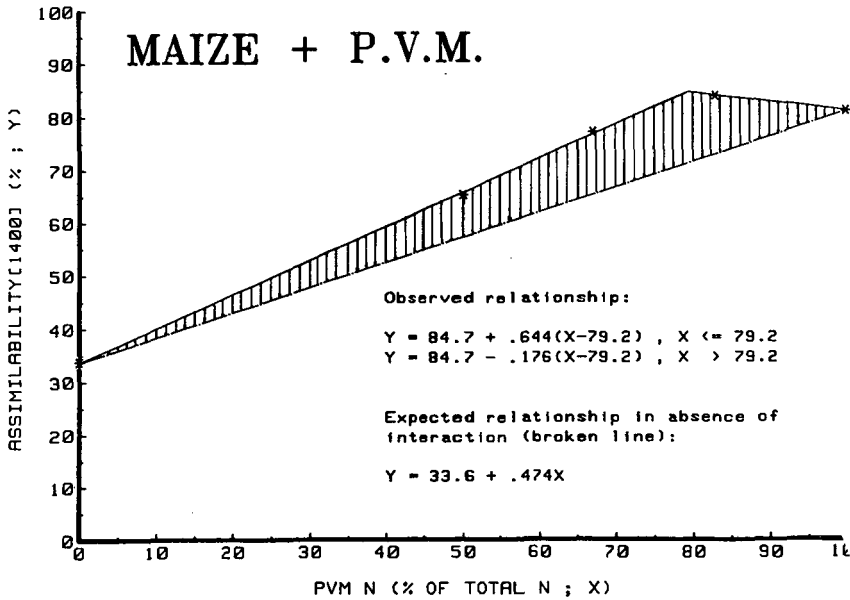


FIGURE 5

Effect on protein assimilability of combining maize and PVM protein. The shaded area indicates gains due to a complementary effect and the broken line the values to be expected in absence of a complementary effect

at any given combination of the two products in question. Such data furnish a rational basis for evaluation of protein supplements relative to the cost, which should involve consideration not only of the protein content, but also of its inherent nutritive value (the additive effect) and the prospect of a favorable interaction between the supplementary and supplemented protein (the complementary effect). It is scientifically unsound to compare protein supplements solely on the basis of cost per unit protein content since inherent protein assimilability and complementary effect can vary substantially from one combination of proteins to another.

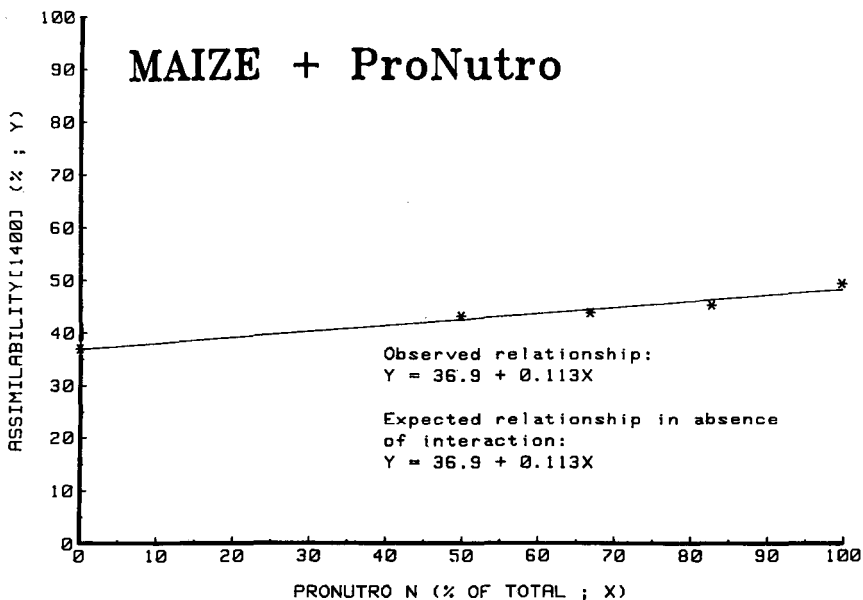


FIGURE 6

Effect on protein assimilability of combining maize and Pro Nutro protein. The data represent a case in which there was no complementary effect and only a small additive effect in terms of protein quality

ACKNOWLEDGEMENTS

I wish to thank Mr I. D. Lister and Miss Hanneke van de Kamp for running the animal trials and doing nitrogen determinations. Mr. W. H. van der Walt and Miss M. Barnard contributed substantially by fitting the relevant statistical models to the experimental data. Maize protein concentrates were prepared by Miss I. J. Meyer of the Fermentation Technology Division according to a procedure conceived by her Chief, Dr. T. G. Watson.

RESUMEN

SUPLEMENTACION DE LA PROTEINA DIETARIA: CONSIDERACIONES FUNDAMENTALES Y EJEMPLOS DE APLICACION PRACTICA

La utilización biológica de la proteína dietaria, el más costoso de los nutrientes requeridos por el organismo, sigue siendo un tópico de importancia, particularmente para los países del Tercer Mundo, donde los abastecimientos proteínicos frecuentemente son limitados. Como medio de incrementar la ingesta de proteína, a menudo se utiliza la suplementación con proteína de cereales y otros productos alimenticios. Esa suplementación no sólo aumenta la ingesta de dicho nutriente, sino que a menudo también induce cambios en la utilización fisiológica del componente proteínico de la mezcla resultante.

El autor investigó la naturaleza de esos cambios en cuanto a la asimilabilidad de la proteína, como resultado de cambios escalonados en las proporciones de ciertas proteínas que, en combinaciones por pareja, se incorporan a mezclas simples. Empleó para el caso un método biológico actualizado de evaluación del valor nutricional de la proteína.

Se presentan datos con base en los cuales es factible estimar la digestibilidad y/o asimilabilidad del componente proteínico de una mezcla dada. Por último, el autor señala la necesidad de evaluar alimentos ricos en proteína y suplementos proteínicos, no sólo en términos de su contenido de proteína en relación al costo, si no también del valor nutritivo inherente, y de su efecto complementario.

BIBLIOGRAPHY

1. National Nutrition Research Institute. **Food Enrichment in South Africa**. Pretoria, CSIR, 1959, p. 1-5.
2. Mitchell, H. H. The supplementary relations among proteins. **J. Biol. Chem.**, 58:923-929, 1924.
3. Kofrányi, E. The biological value of protein mixtures. In: **Proteins and Food Supply in the Republic of South Africa**. J. W. Claassens and H. J. Potgieter (Eds.). Cape Town, Balkema, 1971, p. 345-353.
4. Dreyer, J. J. & W. H. van der Walt. **Laboratory Manual for Data Processing in Assessments of Dietary Protein Quality by an Updated Version of the Nitrogen Metabolism Method**. Pretoria, National Food Research Institute, 1985, p. 1-136. (CSIR Research Report No. 621).

EFFECTOS ADITIVOS DE LA MALNUTRICION PROTEINICA Y DEL CORTISOL EN LAS PROTEINAS PLASMATICAS E INMUNOGLOBULINAS DE RATAS GESTANTES, Y SUS NEONATOS

*Emilia Muñoz-Martínez¹, Ascención Marcos², Pilar Varela³,
María Teresa Unzaga¹ y Gregorio Varela⁴*

Departamento de Fisiología Animal, Facultad de Farmacia,
Universidad Complutense
Madrid, España

RESUMEN

La presente investigación se llevó a cabo con el objeto de determinar las consecuencias de la adición de dos mecanismos inmunosupresores: malnutrición proteínica y cortisol, en la unidad materno-fetal. Se estudiaron así los niveles plasmáticos de Ig G e Ig M en ratas gestantes malnutridas y tratadas con cortisol (0.5 mg/100 g peso) durante la gestación, así como en sus neonatos. Por otro lado y con el fin de evaluar el estado nutricional, se determinaron también los parámetros ponderales, juntamente con las proteínas plasmáticas y sus fracciones en las madres y en sus crías.

El déficit nutricional se confirmó mediante la disminución de los parámetros ponderales y de las proteínas plasmáticas en las madres y en sus neonatos. El cortisol disminuyó los parámetros ponderales en los animales control e incremento las proteínas plasmáticas en el grupo malnutrido. Al parecer, la malnutrición proteínica determina una menor funcionalidad de los linfocitos B, puesto que se produjo un descenso en las tasas de Ig G e Ig M plasmáticas. Sin embargo, la Ig M neonatal se incrementó, lo que aparentemente pudo ser consecuencia de la aparición de infecciones concomitantes. Por su parte, el cortisol indujo una deficiencia inmune humoral, tanto en las ratas madres control como en las malnutridas, con descenso en los niveles plasmáticos de Ig G e Ig M. No obstante, la hormona pareció aumentar la susceptibilidad a la infección en los recién nacidos, especialmente en los procedentes de madres malnutridas, ya que en estas condiciones se suscitó un aumento de Ig G e Ig M.

Manuscrito modificado recibido: 11-8-86.

- 1 Profesor Titular de Fisiología Animal, Facultad de Farmacia, Universidad Complutense, Ciudad Universitaria, 28040, Madrid, España.
- 2 Becaria Post-doctoral del Instituto de Nutrición del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), Madrid, España.
- 3 Profesor Ayudante del mismo Departamento de Fisiología Animal, Facultad de Farmacia.
- 4 Catedrático de Fisiología Animal y Director del Instituto de Nutrición, Facultad de Farmacia, Universidad Complutense, Madrid España.

INTRODUCCION

La relación tridimensional entre malnutrición, inmunidad e infección ha sido puesta de manifiesto en los últimos años, en el sentido de que la desnutrición determina una mayor susceptibilidad a la infección a través de una menor capacidad inmunológica humoral.

Stiehm (1), Alvarado y Luthiringer (2) y Neumann *et al.* (3) señalan que el número de linfocitos B no varía en la malnutrición proteínica. Ajeno a ello, tanto los niveles séricos como la síntesis y el metabolismo de las inmunoglobulinas, pueden presentarse normales o incrementados.

No obstante, en niños con marasmo y en edades comprendidas entre 0 y 2 años, coexisten bajos niveles de globulinas gamma, junto con estados infecciosos (4).

Por otra parte, la malnutrición intrauterina y las infecciones afectan significativamente la morbilidad y mortalidad de los niños al momento del nacimiento. Así, Faulk (5) señala la aparición de un bajo nivel de Ig G en niños con malnutrición prenatal, a consecuencia de una reducción en su transferencia materno-fetal.

La importancia de la menor capacidad inmunológica de estos niños que nacen con retardo en el crecimiento, ocasionada por el déficit nutricional, es el incremento en la susceptibilidad a la infección. Esta última contribuye al aumento de la mortalidad infantil, especialmente en estos primeros momentos de la vida.

Por otra parte, diversos autores (6, 7) han señalado la utilización de glucocorticoides en terapéutica a fin de facilitar la maduración de tejidos fetales en desarrollo. No obstante, en trabajos previos se han observado factores de riesgo (8) en el uso de estas hormonas.

En este sentido también, Kenney *et al.* (9) indican el papel inmunosupresor del cortisol.

Todo ello nos llevó a estudiar los niveles plasmáticos de Ig G e Ig M en ratas gestantes sometidas a malnutrición proteínica y tratadas con cortisol durante el período de la gestación, así como en sus neonatos. El propósito fue establecer cuáles son las consecuencias de la adición de estos dos mecanismos inmunosupresores: cortisol y malnutrición, sobre el binomio materno-fetal en el momento del parto.

Asimismo, se acordó evaluar el estado nutricional mediante el estudio de los parámetros ponderales y determinar las proteínas plasmáticas y sus fracciones en las ratas gestantes y sus neonatos.

MATERIAL Y METODOS

Se utilizaron 40 ratas gestantes de la raza Wistar, con un peso inicial de 160 ± 10 g, así como sus neonatos. Las ratas gestantes se dividieron en dos lotes: 1) Control, alimentado con una dieta al 100/o de proteína (caseína + DL-metionina) y 2) Malnutrido, que recibió una dieta al 40/o de proteína (caseína +DL-metionina). Las dos dietas utilizadas eran isocalóricas entre sí (Tabla 1) (10). A su vez, cada lote se dividió en dos grupos: A) Grupo Testigo, al que se administró (s.c.) una solución salina 0.1 ml/100 g peso/día, y B) Grupo Problema, el que recibió (s.c.) una dosis terapéutica de 0.5 mg acetato de hidrocortisona/100 g peso/día (11).

TABLA 1
COMPOSICION TEORICA DE LAS DIETAS

Ingredientes	Lote	
	Control	Malnutrido
Caseína	9.80	3.80
Azúcar	38.02	41.02
DL-metionina	0.20	0.20
Almidón	38.02	41.02
Celulosa	5.00	5.00
Aceite de oliva	5.00	5.00
Aceite de girasol	0.50	0.50
Corrector mineral ¹	3.34	3.34
Corrector vitamínico ²	0.12	0.12

- 1 El corrector mineral contiene (g/100 g dieta): yoduro potásico, 0.029; sulfato de cobre, 5H₂O 2.472; fluoruro sódico, 0.2431; sulfato de manganeso, H₂O, 16.92; sulfato ferroso, 7H₂O 19.904; carbonato magnésico, 76.978; sulfato magnésico, 7H₂O 225.0; fosfato bicálcico, 1476.03; fosfato dipotásico, 359.92; carbonato cálcico, 412.40; carbonato de zinc, 2.556; bicarbonato potásico, 610.34; óxido de cromo, 0.048; seleniato de sodio, 0.024, y cloruro sódico, 141.10.
- 2 El corrector vitamínico contiene (g/1000 g dieta): colina, 1111; ácido fólico, 1.11; niacina, 22.22; pantotenato cálcico, 8.88; riboflavina, 3.33; tiamina, 4.44; piridoxina, 6.60; cianocobalamina, 0.055; vitamina A, 4444.44 U. I.; vitamina D, 1111.11 U. I.; vitamina E, 33.33 U. I., y menadiona, 0.055.

Los animales se sometieron a un período de adaptación a ambas dietas, durante una semana. Con el fin de obtener las ratas gestantes, se procedió al cruce de los animales de cada lote, para lo cual se alojó un macho con dos hembras, comprobando la fecundación por aparición de esperma en la vagina.

A lo largo del período experimental (21 días), los animales fueron instalados en jaulas metabólicas individuales, ubicadas en una habitación termorregulada (23°C) e iluminada de 08 a 20 horas.

Durante todo el experimento se suministró agua y dieta *ad libitum*, controlando diariamente la ingesta y el peso.

Los parámetros determinados fueron: Ig G e Ig M, según el método de Neumann *et al.* (12) modificado, en plasma de ratas gestantes al momento del parto, y de sus neonatos. Asimismo, con el objeto de evaluar su estado nutricional, se estudiaron los siguientes parámetros ponderales: pesos pre y post-parto de las madres, así como peso individual del neonato y de la camada. Además, se determinaron las proteínas plasmáticas (13) y sus fracciones en el plasma de las ratas gestantes y de sus neonatos, dentro de las cuatro horas inmediatamente después del parto.

Los resultados se expresan como valores medios \pm EE. El tratamiento estadístico se realizó mediante el test de la "t" de Student (4). La probabilidad menor de 0.05 se considera significativa.

RESULTADOS Y DISCUSION

Efecto de la Malnutrición en Ratas Gestantes Testigo

El cuadro de malnutrición proteínica se pone de manifiesto en la madre gestante por la pérdida del peso pre-parto, en relación a las ratas control, lo que conduce a su vez a la caída del peso post-parto (Tabla 2). El déficit proteínico condiciona, pues, el desarrollo normal de la gestación en la rata, ya que ésta no puede almacenar sustratos al mismo nivel que las ratas bien alimentadas. En concordancia con lo expuesto, Morgan y Naismith (15) señalan el descenso ponderal en ratas gestantes malnutridas.

Asimismo, y como consecuencia de este estado nutricional, se observa un claro descenso del nivel de proteínas plasmáticas totales y sus fracciones (Tabla 2). De acuerdo con Lunn *et al.* (16) es la disminución de la albuminemia el índice más significativo del déficit proteínico. Según Golden (17), este descenso es consecutivo a la pérdida de la capacidad de síntesis de albúmina hepática en tales circunstancias.

Además, la tasa de α y β globulinas disminuye por efecto de la malnutrición. Ello podría relacionarse con un posible descenso de varias proteínas de fase aguda que, como la proteína C reactiva, puede tener una significación inmunopatológica (18).

El efecto de la malnutrición proteínica resulta ser un proceso altamente selectivo, puesto que junto con la disminución de los niveles de albúmina, se produce el mantenimiento de la tasa de globulinas gamma. Cohen y Hansen (19), también señalan que la distribución y el "turnover" de las globulinas gamma no se afectan en niños con kwashiorkor libres de infecciones.

A pesar de ello, tanto la Ig G como la Ig M de las ratas malnutridas se presentan claramente disminuidas frente a las ratas control, lo que parece señalar la existencia de una hipofunción de los linfocitos B en las madres malnutridas que, a su vez, puede comprometer el paso de IgG al feto (5). Este resultado nos hace suponer que son otra clase de inmunoglobulinas las que mantienen la tasa global de las globulinas gamma.

Por otra parte, los bajos niveles de Ig G e Ig M encontrados, también sugieren la inexistencia de procesos infecciosos en las madres deficientes, ya que el aumento de las mismas parece ligado a una reacción humoral contra antígenos bacterianos (20). Por consiguiente, únicamente parece producirse el efecto de depleción causado por la dieta.

Efecto del Cortisol en Ratas Gestantes Control y Malnutridas

El efecto catabólico del cortisol sobre la proteína extrahepática se manifiesta en las ratas gestantes control, mediante la disminución de los pesos pre y post-parto, indicativo del efecto negativo que la administración de glucocorticoides tiene durante la gestación.

Sin embargo, las madres malnutridas no sufren modificaciones ponderales por acción del cortisol (Tabla 2), lo que señala que la interacción malnutrición proteínica-cortisol impide la acción catabólica del esteroide. En este sentido, Millward *et al.* (21) indican que la actividad del RNA se mantiene, e incluso se incrementa cuando se administra corticosterona a ratas malnutridas.

TABLA 2

EFFECTO DE LA MALNUTRICION Y DE LA ADMINISTRACION DE CORTISOL SOBRE LA TASA DE PROTEINAS E INMUNOGLOBULINAS PLASMATICAS EN RATAS GESTANTES AL MOMENTO DEL PARTO

	Lote			
	Control		Malnutrido	
	Grupo testigo	Grupo problema	Grupo testigo	Grupo problema
Peso pre-parto (g)	268.80 ± 2.75	225.25 ± 8.27*	202.05 ± 4.25*	194.93 ± 3.47
Peso post-parto (g)	199.00 ± 5.09	181.83 ± 6.29*	161.66 ± 4.73*	159.01 ± 4.15
Proteínas totales (mg/100 ml)	6.01 ± 0.14	6.08 ± 0.13	4.76 ± 0.18*	5.54 ± 0.28**
Albúmina (mg/100 ml)	2.72 ± 0.11	2.08 ± 0.11	2.11 ± 0.15*	2.26 ± 0.15
α-globulinas (mg/100 ml)	1.71 ± 0.09	1.04 ± 0.09	1.07 ± 0.09*	1.12 ± 0.09
β-globulinas (mg/100 ml)	1.00 ± 0.05	1.21 ± 0.07*	0.78 ± 0.06*	1.23 ± 0.07**
γ-globulinas (mg/100 ml)	0.56 ± 0.06	0.52 ± 0.04	0.80 ± 0.09	0.90 ± 0.07
Ig G (μg/100 ml)	344.04 ± 48.57	281.40 ± 65.33*	229.80 ± 0.14*	175.36 ± 23.98**
Ig M (μg/100 ml)	379.20 ± 98.35	171.09 ± 25.70*	76.08 ± 0.03*	37.35 ± 4.48**

Valores medios de 10 animales ± EE.

* Indica diferencias significativas entre el grupo problema y el testigo del Lote Control (efecto del cortisol con dieta control) y entre los grupos testigo de ambos lotes (efecto de la malnutrición).

** Indica diferencias significativas entre el grupo problema y el testigo del Lote Malnutrido (efecto del cortisol con la dieta deficiente en proteína).

Ajeno a ello, el cortisol induce el incremento de la tasa de proteínas totales en los animales malnutridos, mientras que no ejerce efecto alguno sobre los controles (Tabla 2). Ello podría indicar que la malnutrición proteínica favorece el incremento de la síntesis de RNA hepático, provocada por los glucocorticoides (22).

Además, tanto en las ratas gestantes como en las malnutridas, el cortisol determina un aumento en la tasa de globulinas beta, sin modificar el resto de las fracciones. Este resultado es debido, quizás, a la elevación de la tasa de beta-lipoproteínas, que podría estar ligada a un posible incremento en la síntesis proteínica lipídica hepática. A este respecto, Henderson, Fischel y Loeb (23) hacen notar la aparición de una mayor síntesis de proteínas y lípidos en el hígado de animales tratados con cortisol.

No obstante, tanto en los animales control como en los malnutridos, el efecto inmunosupresor del cortisol (9, 24) origina un profundo descenso de ambas inmunoglobulinas estudiadas, Ig G e Ig M, depletando la capacidad humoral de estos animales. Bien podría ser que este hecho se debiese a la acción linfóctica del cortisol, principalmente a nivel de los linfocitos B (25).

En el caso de las madres gestantes malnutridas, la administración de cortisol supone un efecto inmunosupresor adicional, que se une al provocado por la acción del déficit proteínico dietario.

Efecto de la Malnutrición en Neonatos Testigo

Según se aprecia en la Tabla 3, la dieta del 40/o de proteína no modificó el peso individual de los neonatos, en relación al de las control. Sin embargo, el déficit nutricional se observó más claramente en el peso de la camada, ya que a consecuencia del menor número de neonatos por camada, el descenso ponderal del conjunto llegó a ser de 640/o respecto al control.

En este caso, por lo tanto, no podemos hablar de retraso en el crecimiento neonatal, si se tiene en cuenta sólo el peso individual, aun cuando el déficit proteínico no permite el desarrollo normal del número de neonatos. De acuerdo con lo expuesto, Zeman y Stanbrough (26) notifican un descenso tanto del peso corporal como de diversos órganos de ratas recién nacidas, a consecuencia de la malnutrición prenatal.

Ahora bien, el estado de malnutrición también se manifiesta por la disminución en la tasa de proteínas plasmáticas totales y de sus fracciones (Tabla 3). Bien podría ser que este resultado se hubiese debido a la menor cantidad de aminoácidos transferidos por la madre en estas circunstancias, impidiendo el mantenimiento de la síntesis proteínica hepática a nivel control, la cual aparece muy elevada al momento del nacimiento, según afirma Miller (27).

Anderson y Altmann (28) también encontraron bajos niveles de albúmina en niños con kwashiorkor, aunque los valores de las globulinas gamma fuesen normales o estuviesen incrementados, como resultado de la existencia de infecciones asociadas.

Por otro lado, la malnutrición prenatal origina un incremento en la tasa plasmática de Ig M en los neonatos, ya que esta inmunoglobulina no se detectó en los neonatos control, mientras que la tasa de Ig G no fue modificada.

TABLA 3

EFFECTO DE LA MALNUTRICION Y DE LA ADMINISTRACION DE CORTISOL PRENATAL SOBRE LAS PROTEINAS
E INMUNOGLOBULINAS PLASMATICAS EN NEONATOS

	Lote			
	Control		Malnutrido	
	Grupo testigo	Grupo problema	Grupo testigo	Grupo problema
Peso camada (g)	55.96 ± 2.57	39.87 ± 4.43*	35.71 ± 1.56*	31.10 ± 2.26
Peso individual neonato (g)	5.37 ± 0.53	4.90 ± 0.11	4.70 ± 0.06	4.76 ± 0.96
Número neonatos/camada	10.50 ± 0.84	8.16 ± 0.67*	7.62 ± 0.42*	6.53 ± 0.60
Proteínas totales (mg/100 ml)	1.96 ± 0.26	1.89 ± 0.19	0.94 ± 0.13*	1.47 ± 0.14**
Albúmina (mg/100 ml)	1.04 ± 0.17	0.91 ± 0.08	0.42 ± 0.07*	0.66 ± 0.06**
α-globulinas (mg/100 ml)	0.40 ± 0.03	0.45 ± 0.08	0.21 ± 0.02*	0.29 ± 0.03
β-globulinas (mg/100 ml)	0.31 ± 0.06	0.28 ± 0.03	0.16 ± 0.03*	0.27 ± 0.03**
γ-globulinas (mg/100 ml)	0.19 ± 0.03	0.22 ± 0.05	0.11 ± 0.02*	0.20 ± 0.04**
Ig G (μg/100 ml)	81.70 ± 4.79	75.60 ± 15.80	91.40 ± 0.28	104.09 ± 2.89**
Ig M (μg/100 ml)	— —	38.07 ± 4.29*	16.62 ± 0.34*	29.48 ± 0.34**

Valores medios de 10 animales ± EE.

* Indica diferencias significativas entre el grupo problema y el testigo del Lote Control (efecto del cortisol con dieta control) y entre los grupos testigo de ambos lotes (efecto de la malnutrición).

** Indica diferencias significativas entre el grupo problema y el testigo del Lote Malnutrido (efecto del cortisol con la dieta deficiente en proteína).

Ello significa que, al parecer, la tasa de Ig G neonatal transferida pasivamente a través de la placenta, no está afectada por el déficit proteínico, a pesar de su descenso en el plasma de las ratas gestantes malnutridas.

No obstante, Chandra (29) comunica que los niños con retardo de crecimiento por malnutrición intrauterina, tienen bajos niveles de Ig G, a consecuencia de una menor transferencia placentaria. Podemos sugerir que en nuestro caso, podría existir alguna subclase específica de Ig G que se encontrara disminuida en la madre, mientras que la transferencia del resto de subclases de Ig G no se afectan.

De acuerdo con lo que antecede, Chandra (30) también indica que el transporte de Ig G₁ se afecta en mayor medida que el de Ig G₂ cuando la funcionalidad placentaria se reduce. Además, hay que considerar que la Ig G₁ significa aproximadamente el 65^o/o del total de la Ig G (1).

Por otra parte, estudios clínicos en humanos han relacionado las bajas tasas de Ig G con disminución en el peso al nacimiento, o bien con el menor tamaño de los fetos para la edad gestacional (30,31).

A este respecto, cabe señalar que el grado de malnutrición alcanzado por nosotros no produce retraso en el crecimiento neonatal por individuo, hallazgo éste que se correlaciona con el mantenimiento de las tasas de Ig G en el recién nacido. No obstante, como ya se describió, sí incide profundamente en la función inmunológica humoral de la madre.

Ajeno a ello, los altos valores de Ig M indican la existencia de un proceso infeccioso en los neonatos malnutridos, que induce la síntesis de esta proteína por parte del recién nacido, ya que esta inmunoglobulina no atraviesa la placenta (15,32,33). Esto parece confirmar el incremento de la susceptibilidad a la infección originada por el déficit proteínico.

De acuerdo con lo mencionado, Stiehm (1) subraya que la presencia de altos valores de Ig M o de anticuerpos específicos Ig M en el recién nacido, puede utilizarse en el diagnóstico de infección intrauterina.

Efecto del Cortisol en Neonatos de Ratas Control

El cortisol origina un efecto de depauperación en el peso de la camada de las ratas gestantes bien alimentadas, que llega a ser 29^o/o mayor que los valores testigo. No obstante, como lo indica la Tabla 3, el peso individual de los neonatos no se modifica por efecto del glucocorticoide.

Este hecho es consecuencia directa de la acción catabólica de dicha hormona sobre la madre gestante, disminuyendo la transferencia de sustratos al feto, e impidiendo, por lo tanto, una síntesis y depósito proteínico a nivel de los neonatos no tratados (34).

No obstante, no se observan variaciones en las tasas de proteínas plasmáticas totales y sus fracciones, ni en el nivel plasmático de Ig G de los neonatos (Tabla 3). Ello parece indicar que el cortisol no afecta la transferencia de Ig G placentaria en animales gestantes bien nutridos, a pesar de las bajas tasas de esta inmunoglobulina en la sangre materna.

Ahora bien, la aparición de Ig M en el plasma de estos recién nacidos, induce a pensar que pese a su buena nutrición, parece existir un proceso infeccioso intrauterino que puede estar facilitado por la menor capacidad de defensa materna producida por la hormona.

Efecto del Cortisol en Neonatos de Madres Malnutridas

La interacción malnutrición proteínica-cortisol no afecta los parámetros ponderales de los neonatos, manteniéndose a nivel de sus testigos. Ello está en consonancia con la invariabilidad en el peso de las madres gestantes de este mismo grupo, según se aprecia en la Tabla 3.

Los niveles de proteínas plasmáticas totales, albúmina, β y γ globulinas, sin embargo, aparecen incrementados.

A estos mismos datos llegan Silber y Porter (35) en ratas con baja ingesta proteínica y adrenalectomizadas, tratadas con acetato de hidrocortisona.

A nuestro juicio, tanto la elevación de las β como de las α globulinas podría relacionarse con el incremento encontrado en las tasas de Ig M e Ig G, por su pertenencia respectiva a ambas fracciones de globulinas.

El aumento en la tasa de Ig G puede proceder de una mayor facilitación del paso de esta inmunoglobulina a través de la placenta, lo que contribuiría a reducir la tasa de estas proteínas en el plasma materno.

Podríamos pensar que el cortisol induce un mayor flujo de Ig G al neonato, quizá por existir en éste un proceso infeccioso. De hecho, el incremento en la tasa de Ig M parece depender del aumento en la síntesis endógena de Ig M neonatal, en respuesta a un agente bacteriano.

Por lo tanto, parece ser que el agregado de los efectos de la malnutrición proteínica y el cortisol incrementan la susceptibilidad de la infección en los neonatos y obligan a las células B a una respuesta inmediata. Este mecanismo es más acentuado que el que se suscita en los animales que tienen suficiente aporte proteínico en la dieta materna.

SUMMARY

ADDITIVE EFFECTS OF PROTEIN MALNUTRITION AND CORTISOL
ON PLASMA PROTEINS AND IMMUNOGLOBULINS OF RAT DAMS,
AND THEIR OFFSPRING

This research work was carried out to study the effects of two immunosuppressive mechanisms: protein malnutrition and cortisol treatment on the feto-maternal unit. Therefore, plasma Ig G and Ig M levels were tested in pregnant rats submitted to a low protein diet (4%o) and cortisol treatment (0.5 mg/100 g b.w.) during pregnancy and in their offspring.

Nutritional status was evaluated by measuring ponderal parameters and plasma protein levels in rat dams and their neonates. Thus, a fall in ponderal parameters and in plasma protein levels was observed, both in rat dams suffering protein malnutrition as well as in their newborns. Cortisol treatment produced a decrease in the ponderal parameters of the control group, and an increase in plasma protein levels of the malnourished one, both in rat dams and in their neonates.

Apparently, protein malnutrition might lead to a low functionality of B lymphocytes, caused by a decrease in Ig G and Ig M rates of malnourished rat dams. Ig M levels, however, increased in neonates as a consequence of possible concomitant infections.

Cortisol treatment promoted humoral immune deficiency, since Ig G and Ig M levels decreased both in the control and in the malnourished pregnant rat groups.

Nevertheless, cortisol administration seemed to increase susceptibility to infection in the newborns, especially in those born from malnourished rat dams.

BIBLIOGRAFIA

1. Stiehm, E.R. Humoral immunity in malnutrition. *Fed. Proc.*, **39**: 3093-3097, 1980.
2. Alvarado, J. & D.G. Luthringer. Serum immunoglobulins in edematous protein-calorie malnourished children. *Clin. Pediatr.*, **10**: 174-179, 1971.
3. Neumann, C.G., G.J. Lawer Jr., E.R. Stiehm, M.E. Swendseid, C. Newton, J. Hebert, A.J. Ammann & M. Jacob. Immunologic responses in malnourished children. *Am. J. Clin. Nutr.*, **28**: 89-104, 1975.
4. Aref, G.H., E.D. Bardr & A.I. Hassan. Immunoglobulins in kwashiorkor. *J. Trop. Med. Hyg.*, **73**: 186, 1970.
5. Faulk, W.D. The immunological system in health and malnutrition. *Proc. Nutr. Soc.*, **35**: 253-261, 1976.
6. Beck, J.C. & J.W.C. Johnson. Maternal administration of glucocorticoids. *Clin. Obstet. Gynecol.*, **23**: 93-113, 1980.
7. Liggins, G.C. Prenatal glucocorticoid treatment: Prevention of respiratory distress syndrome. In: *Lung Maturation and the Prevention of Hyaline Membrane Disease*. T.D. Moore, (Ed.). Proceedings of the 70th Ross Conference on Pediatric Research. Columbus, Ohio, Ross Laboratories, 1976, p. 97.
8. Varela, P., A. Marcos & J.L. Rey de Viñas. Effect of cortisol treatment in pregnant rats on cellular growth of progeny. *IRCS Med. Sci.*, **13**: 412-413, 1985.
9. Kenney, F.T., J.R. Reel, C.B. Hager & W.L. Albritton. Hormonal induction and repression. In: *Third Kettering Symposium on Regulatory Mechanisms of Protein Synthesis in Mammalian Cells*. A. San Pietro, M.R. Lamborg and P.T. Kenney (Eds.). New York, N.Y., Acad. Press., 1968, p. 119-142.
10. National Research Council. *Nutrient Requirements of Laboratory Animals*. 3rd ed. Washington, D.C., Rev. National Academy of Sciences, 1978, p. 7-37.
11. Holck, H.G.O. Dosage of drugs for rats. In: *The Rat in Laboratory Investigation*. 2nd ed. E.J. Farris and J.Q. Griffith (Eds.). New York, Halner Publishing Co., 1963, p. 301-405.
12. Neumann, U., D. Kretzler, E. Munz, K.H. Schappe & J. Ziegenhorn. Bestimmung von immunoglobulinen mit analysenautomaten. *Lab. Med.*, **2**: 62-65, 1978.
13. Henry, R.J., C. Sobel & S. Berkman. Determinación de las proteínas mediante la reacción del Biuret. En: *Química Clínica. Bases y Principios*. R.J. Henry y A. Zubizarreta (Eds.). Barcelona, Editorial Jims, 1969, p. 213-216.
14. Sokal, R.R. & F.J. Rohef. Estimación y tests de hipótesis. En: *Biometría: Los Principios y la Práctica de la Estadística en la Investigación Biológica*. H. Blume (Ed.). Madrid, Héroes, 1979, p. 145-194.
15. Morgan, B.L.G. & D.J. Naismith. Effects on the products of conception of protein supplementation of the diets of rats. *J. Nutr.*, **107**: 1590-1594, 1977.
16. Lunn, P.G., R.G. Whitehead, T.J. Cole & S.A. Austin. The relationship between hormonal balance and growth in malnourished children and rats. *Brit. J. Nutr.*, **41**: 73-84, 1979.
17. Golden, M.H.N. Transport proteins as indexes of protein status. *Am. J. Clin. Nutr.*, **35**: 1159-1165, 1982.
18. Coward, D.J. & R.G. Whitehead. Experimental protein energy malnutrition in baby baboons. *Br. J. Nutr.*, **28**: 233-237, 1972.

19. Cohen, S. & J.D.L. Hansen. Metabolism of albumin and γ globulin in kwashiorkor. *Clin. Sci.*, **23**: 351-359, 1962.
20. Cooper, W.C., R.A. Good & T. Mariani. Effects of protein insufficiency on immune responsiveness. *Am. J. Clin. Nutr.*, **27**: 647-664, 1974.
21. Millward, D.J., P.C. Bates, B. Benoist, J.G. Brown, M. Cox, D. Halliday, B. Odedra & M.J. Rennie. Protein turnover: The nature of the phenomenon and its physiological regulation. **IV Int. Symp. Protein Metabolism and Nutrition** (Ed.), Paris, Les Colloques de l'INRA, No. 16, 1983, p. 69-96.
22. Fiegelson, P., F.L. Yu & J. Hanonne. Effect of glucocorticoids on hepatic enzyme induction and purine nucleotide and RNA metabolism. In: **The Human Adrenal Cortex**. N.P. Christy (Ed.). New York, Harper, Row, 1971, p. 257.
23. Henderson, I.C., R.E. Fischel & J.N. Loeb. Suppression of liver DNA synthesis by cortisone. *Endocrinol.*, **88**: 1471-1476, 1971.
24. Kipnis, D.M. Regulation of glucose uptake by muscle: Functional significance of permeability and phosphorylating activity. *Ann. N.Y. Acad. Sci.*, **82**: 354-365, 1959.
25. Aschkenasy, A. Interactions erythropoietiques. In: **Nutrition et Hematopoïèse**. Paris, Centre National de la Recherche Scientifique, 1971, p. 137-148.
26. Zeman, F.J. & E.C. Stanbrough. Effect of maternal protein deficiency on cellular development in the fetal rat. *J. Nutr.*, **99**: 274-282, 1969.
27. Miller, S.A. Protein metabolism during growth and development. In: **Mammalian Protein Metabolism**. H.N. Munro, (Ed.). New York, N.Y., Acad. Press, Inc., 1969, p. 183-233.
28. Anderson, C.G. & A. Altmann. The electroforetic serum protein pattern in malignant malnutrition. *Lancet*, **1**: 203-204, 1951.
29. Chandra, R.K. Levels of Ig G subclasses, Ig A, Ig M and tetanus antitoxin in paired maternal and foetal sera. Findings in healthy pregnancy and placental insufficiency. In: **Materno-Foetal Transmission of Immunoglobulins**. W.A. Hemmings (Ed.). London, Cambridge University Press, 1975, p. 77.
30. Chandra, R.K. Fetal malnutrition and postnatal immunocompetence. *Am. J. Dis. Child.*, **129**: 450-454, 1975.
31. Mata, L.J., R.A. Kvonmal, J.J. Urrutia & B. García. Antenatal events and postnatal growth and survival of children. Prospective observation in a rural Guatemalan village. **Proc. West. Hemisphere Nutr. Cong. IV**. P.L. White and N. Selvey (Eds.). Pub. Sciences Group Inc., 1975, p. 107-116.
32. Mata, L.J. Environmental determinants and origins of malnutrition. In: **Malnutrition and the Immune Response**. R.M. Suskind. (Ed.). New York, N.Y., Raven Press, 1977, p. 9-19.
33. Alford, C.A., S. Stagro & D.W. Reynolds. Diagnosis of chronic perinatal infections. *Am. J. Dis. Child.*, **129**: 455, 1975.
34. White, A. Integration of the effects of adrenal cortical thyroid and growth hormones in fasting metabolism. **Recent Progr. Hormone. Res.**, **4**: 153-181, 1949.
35. Silber, R.H. & C.C. Porter. Nitrogen balance liver protein repletion and body composition of cortisone-treated rats. *Endocrinol.*, **52**: 518-525, 1953.

POTENTIALIZATION OF THE LACTOPEROXIDASE SYSTEM FOR PRESERVATION OF RAW MILK IN THE TROPICS¹

M. A. Aparicio², L. M. Peralta² and H. S. García³

Centro de Graduados, Instituto Tecnológico de Veracruz
Veracruz, Ver., Mexico

SUMMARY

The antimicrobial ability of the lactoperoxidase system was increased by the addition of larger amounts of the thiocyanate and hydrogen peroxide at levels above those suggested by other authors. Results of laboratory and field trials revealed that the potentialized system was able to preserve poor-quality raw milk for longer periods of time, at "tropical" temperatures, than when used as recommended previously. It was possible to preserve some milks at 20°C for more than one day, without diminishing their overall quality. At 36°C, the milks did not show acidity development for about 10 hours. Tests conducted under real collection and transportation conditions validated these findings. It was therefore proved that the system can be used practically and that its bactericidal/bacteriostatic effect on the spoilage flora of milk can be increased in order to overcome the particularly adverse conditions of milk handling in the tropics.

INTRODUCTION

Preservation of raw milk in some tropical regions poses a number of difficulties, mainly in its handling and transportation process, from the farms to the processing or consumption sites. Those transportation periods vary from 2 to 8 hours, or even longer. Milk producers of the tropics in developing countries usually do not count with an adequate infrastructure for the appropriate handling of raw milk. This situation forces producers to find methods for raw milk preservation, the addition

Manuscrito modificado recibido: 24-4-86.

- 1 Based on a paper presented at the First Seminar on Agroindustrial Development in Latin America, held in San José, Costa Rica, April 15-20, 1985.
- 2 Members of the Centro de Graduados, Instituto Tecnológico de Veracruz.
- 3 All correspondence should be addressed to the last author, Dr. García, Food Area Coordinator, of the Centro de Graduados, Instituto Tecnológico de Veracruz, Apartado Postal 1420, Veracruz, Ver., Mexico.

of products that represent a potential public health hazard, for example, formaldehyde, antibiotics and others (1). Due to the fact that in the short run it is not possible to foresee an immediate technification of the milk handling procedures, it becomes necessary to look for alternative preservation technologies. These technologies should be capable of protecting raw milk from spoilage for periods long enough to assure its safe handling from the farm to the processing plant. They must be simple to use, and not pose any kind of hazard for the consumer.

The basics of the lactoperoxidase/thiocyanate/hydrogen peroxide (LP system) have been covered during the past years (2-10). Through previous research, it has been established that in order to activate the system, the natural content of thiocyanate (SCN^-) in milk should be raised to 0.25 mM/lit, with the subsequent addition of the equimolar amount of hydrogen peroxide (H_2O_2) (5, 11). The enzyme will then carry one oxygen molecule from the H_2O_2 to the SCN^- , which is converted mostly to OSCN^- , a bacterial inhibitor that is more effective against gram-negative and pathogens than the use of lactic bacteria.

The purpose of the work herein presented was to prove that the antimicrobial power of the LP system can be increased by raising the SCN^- and H_2O_2 levels in equimolar proportions, since the enzyme is not limiting.

MATERIAL AND METHODS

Our research work was carried out in two stages, first under temperature-controlled laboratory facilities, and second in field trials, working in collaboration with a 20,000 lt/day milk pasteurization plant.

For the first study (12), fresh raw milk was obtained from "La Posta" Animal Research Center located 18 km from Veracruz, with mechanical milking and a mixed Holstein-Brown Swiss herd. Fresh milk was taken to the laboratory in clean containers, at ambient temperature, within 60 minutes following milking. At the laboratory, samples were analyzed for: titratable acidity (T.A.), pH and standard plate count (SPC), according to the Standard Methods for the Examination of Dairy Products (13). The level of SCN^- naturally present in each milk was also determined as follows: to 10 ml aliquots of the milk, 10 ml of 20% trichloroacetic acid were added; the mixture was then centrifuged at 3,000 rpm for 10 minutes, and the supernatant filtered through Whatman No. 2 filter paper; 5 ml of the Sörbo reagent (100 g of $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ dissolved in 65% HNO_3) were added to 1 ml of the filtrate, and taken to 1 lt (with distilled water); the mixture was allowed to stand for 4 min and its absorbance read at 460 nm in a Carl Zeiss PM 2K spectrophotometer. Once the SCN^- level of the milk was known, the LP system was activated in duplicate samples at the 1X, 2X, 3X, 4X and 5X potencies, defining potency 1X as the concentration of SCN^- and H_2O_2 of 0.25 mM/lit, 2X to 0.50 mM/lit, and so on. The SCN^- and H_2O_2 levels were fixed by direct addition from stock solution of NaSCN, and prepared fresh daily from 30% H_2O_2 (both Baker, A. R.). The remaining H_2O_2 was monitored with TiCl_4 , by the method of Ferrier, Olson and Richardson (14). The LP-treated milks, along with their respective controls were stored in laboratory incubators

set at 20, 24, 28, 32 or $36 \pm 0.5^\circ\text{C}$. Their deterioration was followed at regular intervals until spoilage was evident.

The second study (15) was carried out under actual conditions of milk collection and transportation used by a milk pasteurization plant located in the county of Veracruz. Each of the four collection routes (A, B, C and D) was studied in terms of time required for the milks to reach the plant, and temperatures at which the milks arrived. At the plant, at least 20 samples of each route were analyzed for their SCN^- content to determine an average for each route. Later, additions of SCN^- and H_2O_2 were calculated and performed at the collection points, using stock solutions of the reagents, prepared at the plant laboratory and carried cold. The LP system was activated first in 500 ml samples at potencies 1X to 4X. Two controls were used: one refrigerated sample with nothing added, and one at ambient temperature wherein the chemical currently used by the plant as preservative was added (ClO_2). In a second set of trials, the system was activated in 40 lt cans at potency 3X. In both sets of runs the milks were analyzed upon their arrival for SPC and T.A.; their temperatures and transportation times were also recorded.

RESULTS AND DISCUSSION

The behavior of milks stored at 28°C , which may be considered a temperature typical of those found in the tropics, is presented in Figure 1. The ordinate was transformed to increments in T.A., as compared to the initial values, since this was variable, ranging from 0.14 to 0.18%. Each point is the average of three runs. As observed, for some treatments, shortly after the activation, the T. A. decreased below the initial value. This has been a common finding in previous works of our team, but has not been reported in the literature. Although the exact origin of this acidity loss was not determined, it is supposed to be due to the formation of OH^- radicals or to the neutralization of hydrogen ions by reaction with a system product or by-product.

Observing the development of T. A. of the milks activated with the system at different potencies, it is possible to notice an inversely proportional relationship between potency and rate of acidity development. Potency 1X—which is the one recommended by researchers working in other countries as Sri Lanka (16), Poland (17, 18), Kenya (11, 19), and also in Mexico (20)—does have some preservation ability, but it is much smaller than the other potencies and would not seem likely to solve the problem of milk transportation for long periods of time at high temperatures. The other potencies show that the quality of the milks could be extended up to 14 hours. These results could appear very sound, but considering the fact that the experiments were made with “good” quality milk, with a standard plate count (SPC) of about 10^5 cfu/ml, preservation times would surely decrease with poor-quality milks, as those usually handled in the tropic.

The results of all the runs at the temperatures and potencies stated above are condensed in Table 1, in terms of preservation time, defined as the time in hours required for the T. A. to reach 0.01% above its initial value. Preservation times decreased with temperature, and were minimum

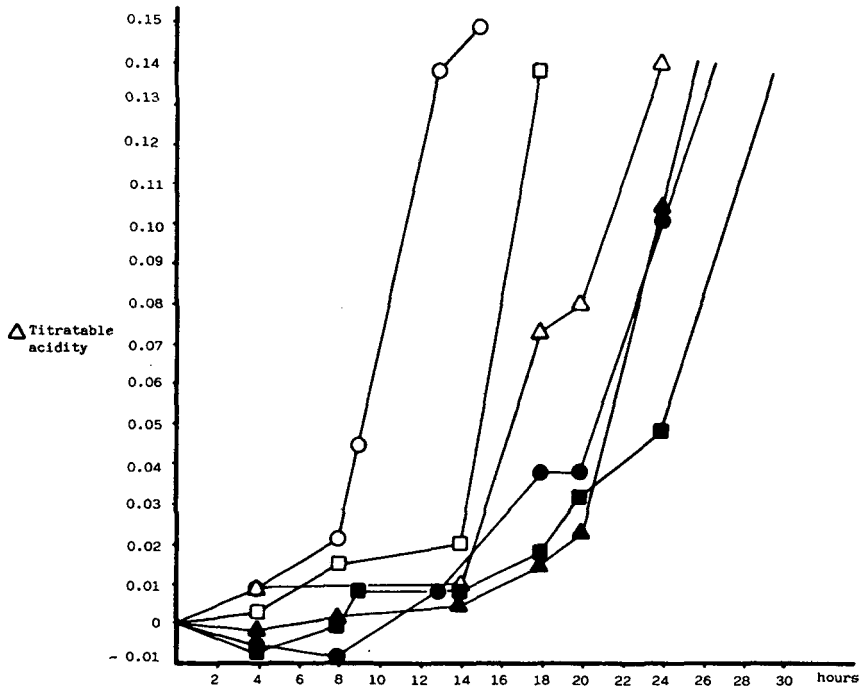


FIGURE 1

Development of Titratable Acidity in milks stored at 28°C. ○ Control □ Milk treated with the LP system at potency 1X, △ potency 2X, ● potency 3X, ▲ potency 4X, ■ potency 5X

at 32°C which apparently, is the optimum growth temperature for the natural flora of milk. Björck (11) reported preservation times for potency 1X of 7-8 hours at 30°C, and 15-16 hours at 20°C. It may be considered that, although we are comparing two different experiments made in two different countries and milks, our preservation times achieved with potencies above 1X are much higher than those reported previously. Based on our data, we can further suggest that milks similar to those used in our tests, stored at an average temperature of 20°C, common in higher lands with temperate climate, may keep its original T. A. for over one day, allowing every-other-day pick up. At 28°C milks can be kept without change for over 12 hours, and for about 10 hr at 36°C, the last two temperatures being common in the tropics. Nevertheless, those times should allow the producer to transport his milk to the processing plant, where it is rapidly cooled. A strong limitation arises when the storage or transport temperature is close to 32°C, since the system is overpowered in

TABLE 1

EFFECT OF ACTIVATION OF THE LP SYSTEM POTENTIALIZED IN RAW MILKS STORED AT DIFFERENT TEMPERATURES (PRESERVATION TIMES IN HOURS REQUIRED TO OBSERVE A CHANGE IN 0.01% OF THEIR INITIAL T.A.*)

Sample	20°C	24°C	28°C	32°C	36°C
Control	8	6	4	4	4
1X	19	10	6	3	5
2X	27	13	14	5	—
3X	26	—	13	3	10
4X	26	23	16	6	—
5X	22	—	13	9	11

* Dashes indicate runs not performed.

less time by microbial growth. In such a situation, a viable alternative would be to periodically reactivate the system by the addition of H_2O_2 only, since the level of SCN^- is only slightly reduced.

Based on the encouraging results derived from the laboratory study, it was decided to take the system to work in the field. From initial observations, it had been noticed that the milks were of a very poor microbiological quality, with SPC in the range of 10^6 - 10^8 cfu/ml. Other finding was that the SCN^- content of milks from each route was variable having detected the following values:

Route	SCN^- (mM/lit)
A	0.19 ± 0.072
B	0.11 ± 0.034
C	0.12 ± 0.038
D	0.15 ± 0.063

Depending on the SCN^- content, the milk from each route was treated differently, using its own average SCN^- concentration as the basis for calculation of the addition of exogenous SCN^- , in order to fix its levels at those required for the different potencies. Among a number of experimental runs on each route, Figure 2 shows the T. A. and SPC of the different milks in experiments with 500 ml. If the original quality of the milk is considered as the one represented by the refrigerated sample, we can see that potencies 1X, 2X and 4X were unable to retard acid production and bacterial proliferation. It seems clear that there is a kind of additive effect between potency and bacteriostasis, being potency 3X apparently the most adequate in this run, and also in most of the others. Again, the high initial bacterial counts are noticeable, which is the hardest difficulty to overcome with any preservation system. On the other hand, the chemical of current use by the plant did not compare with any of the potencies

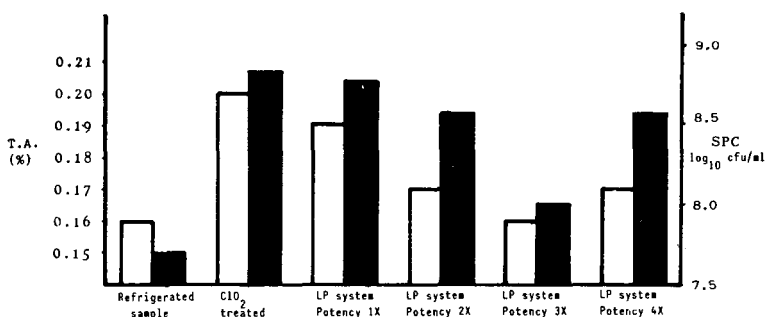


Figure 2. Titratable acidity (void bars) and Standard Plate Count (solid bars) of raw milk samples in 500 ml bottles. The milks were collected in route C, with a transportation time of 6 hours and temperature at arrival of 32°C.

FIGURE 2

Titratable acidity (void bars) and Standard Plate Count (solid bars) of raw milk samples in 500 ml bottles. The milks were collected in route C, with a transportation time of 6 hours and temperature at arrival of 32°C

of the LP system, being the milk treated with ClO₂ within the range of T. A. observed in every day operation during the summer. In most of the other runs, the pattern was similar, concluding, therefore, that the use of the LP system offers a better choice.

With the system tested in all routes under different times and temperatures, it was found that the potency 3X appeared to be the most adequate for our conditions. A series of runs was made using this potency in all routes, but in 40 lt cans, that is, the unit for regular handling of the raw milk by the plant. An example of the 40 lt runs is presented in Figure 3. Again, the milk treated with the system was similar in T. A. and SPC to the refrigerated sample, and better than the rest of the milk treated with ClO₂. There were other runs that involved longer transportation times and higher temperatures; in all of them, except when there was mishandling, the LP system proved its effectiveness, yielding milks with characteristics that still allowed their processing into pasteurized milk.

One of the important points of the work herein reported is the fact that, providing that the plant's chemist prepared the reagent solutions, the truck driver was able to activate the system at the collection points, simply by adding in order the contents of two tubes, which were carried cold in the truck's cabin. This proposes that, with adequate technical supervision, there should not be any need for specialized training of the milkhandlers.

With reference to the possible health risks for using the system, the only concern could arise from the SCN⁻, which is known as a goitrogenic agent. However, an excellent review by Reiter and Hárnuly (21) depicts the most important studies made so far on this subject. It is possible to say that even using potency 3X—which represents a level of about

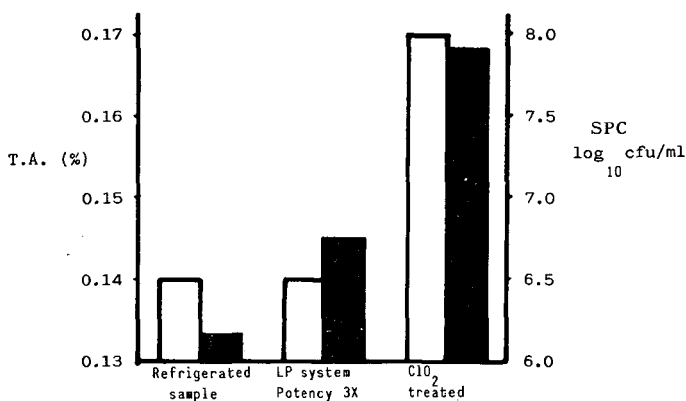


FIGURE 3

Titratable acidity (void bars) and Standard Plate Count (solid bars) of raw milk in 40 lt cans. The milks were collected in route B with a transportation time of 6 hours and temperature at arrival of 33°C

42 ppm of SCN^- , the system is not expected to indirectly pose any risk for the consumer. The H_2O_2 does not present any health hazard because it fades out a few hours after its addition, since it is consumed as substrate by the system, yielding H_2O . Finally, the inhibitor formed by the reaction, the OSCN^- among others, is not stable to the pasteurization treatment, so there is no inhibitor remaining; in the event there were any, the same review by Reiter and Härnulf states that it will not affect adversely human cells or organs. Furthermore, it has been suggested by some researchers that the LP system exists in the mouth and may play a role against the microorganisms responsible for oral cavities (22).

Finally, it must be strongly stressed that no chemical or biochemical method of milk preservation should be used to substitute or mask poor hygienic practices of milk handling, and that milks with original high bacterial counts cannot yield good-quality manufactured products. We propose a system that may contribute to relieve the hot problem of raw milk preservation in warm regions of developing countries. In the medium to long term, these regions should be able to adopt refrigerated transportation and storage for their product, along with better sanitation practices for its handling.

ACKNOWLEDGEMENTS

The present work is a contribution from the National Council for the System of Technological Education (COSNET) of Mexico, who supported this research through its Grant No. 107.

RESUMEN

POTENCIALIZACION DEL SISTEMA LACTOPEROXIDASA PARA LA PRESERVACION DE LECHE CRUDA EN LOS TROPICOS

Se aumentó la capacidad antimicrobiana del sistema lactoperoxidasa, mediante la adición de tiocianato y peróxido de hidrógeno en cantidades mayores a las sugeridas por otros autores. Los resultados de laboratorio y las pruebas de campo revelaron que el sistema potencializado pudo preservar leches de baja calidad microbiológica, a temperaturas "tropicales" por períodos más largos que al usarlo como se recomienda en la literatura. Se pudo conservar leches a 20°C por más de un día, sin menoscabo de su calidad general. A 36°C, las leches no acusaron desarrollo de acidez durante el término de 10 horas. Las pruebas realizadas en condiciones reales de recolección y transporte validaron los resultados de laboratorio.

Se logró así probar que el sistema lactoperoxidasa es viable de uso en la práctica, y que su poder bactericida/bacteriostático sobre la flora deterioradora de la leche puede aumentarse a fin de superar las condiciones especialmente adversas que involucra el manejo de la leche en los trópicos.

BIBLIOGRAPHY

1. Korhonen, H. A new method for preserving raw milk: The Lactoperoxidase antibacterial system. *World Anim. Rev.*, 35:23-29, 1980.
2. Adamson, W. & K. M. Pruitt. Lactoperoxidase-catalyzed inactivation of hexokinase. *Biochim. Biophys. Acta*, 658:238-247, 1981.
3. Aune, E. M. & E. L. Thomas. Accumulation of hypothiocyanate ion during peroxidase-catalyzed oxidation of thiocyanate ion. *Eur. J. Biochem.*, 80:209-214, 1977.
4. Aune, T. M. & E. L. Thomas. Oxidation of protein sulphhydryls by products of peroxidase-catalyzed oxidation of thiocyanate ion. *Biochemistry*, 17:1005-1010, 1978.
5. Hoogendorn, H., J. P. Piessens, W. Scholtes & L. A. Stoddard. Hypothiocyanate ion; the inhibitor formed by the system lactoperoxidase-thiocyanate-hydrogen peroxide. *Caries Res.*, 11:77-84, 1977.
6. Jago, G. R. & M. Morrison. Antistreptococcal activity of lactoperoxidase. *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.*, 111:585-588, 1962.
7. Mickelson, M. N. Glucose transport in *Streptococcus agalactiae* and its inhibition by the lactoperoxidase-thiocyanate-hydrogen peroxide system. *J. Bacteriol.*, 132:541-548, 1977.
8. Reiter, B., A. Pickering, J. D. Oram & G. S. Pope. Peroxidase-thiocyanate inhibition of streptococci in raw milk. *J. Gen. Microbiol.*, 33:xii, 1963.
9. Thomas, E. L. & T. M. Aune. Lactoperoxidase, peroxide, thiocyanate anti-

- microbial system: Correlation of sulfhydryl oxidation with antimicrobial action. *Infect. Immun.*, **20**:456-463, 1978.
10. Wright, R. C. & J. Tramer. Factors influencing the activity of cheese starters. The role of milk peroxidase. *J. Dairy Res.*, **25**:104-118, 1958.
 11. Björck, L. Activation of the lactoperoxidase system as a means of preventing bacterial deterioration of raw milk. *Kieler Milchwirtschaftliche Forschungsberichte*, **34**(1):5-11, 1982.
 12. Aparicio-Trápala, M. A. **Potencialización del Sistema Lactoperoxidasa para la Preservación de Leche a Temperatura Ambiente**. M.Sc. Thesis. Centro de Graduados, Inst. Tecnol. de Veracruz, 1986.
 13. American Public Health Association. **Standard Methods for the Examination of Dairy Products**. E. H. Marth (Ed.). Washington, D. C., APHA, 1978.
 14. Ferrier, L. R., N. F. Olson & T. Richardson. Analysis of hydrogen peroxide in milk using titanium tetrachloride. *J. Dairy Sci.*, **53**:598, 1970.
 15. Peralta-Huesca, L. M. **Potencialización del Sistema Lactoperoxidasa para Preservación de Leche Cruda. Estudio de Campo**. B. Sc. Thesis. Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Veracruzana, Orizaba, Ver., 1985.
 16. Härnult, B. G. & C. Kandasamy. Increasing the keeping quality of raw milk by activation of the lactoperoxidase system. Results from Sri Lanka. *Milchwissenschaft*, **37**:454-457, 1982.
 17. Zajak, M., J. Gladys, M. Skarzynska, G. Härnult & K. Eilersten. Milk quality preservation by heat treatment or activation of the lactoperoxidase system stored at different temperatures. *J. Food Prot.*, **46**:1065-1068, 1983.
 18. Zajak, M., J. Gladys, M. Skarzynska, G. Härnult & K. Eilersten. Milk quality preservation by heat treatment or activation of the lactoperoxidase system in combination with refrigerated storage. *Milchwissenschaft*, **38**(11):645-648, 1983.
 19. Björck, L., O. Glaesson & W. Schulthess. The lactoperoxidase/thiocyanate/hydrogen peroxide system as a temporary preservative for raw milk in developing countries. *Milchwissenschaft*, **34**:726-729, 1979.
 20. García, H. S., V. T. Pardío & K. N. Walisweski. Activación del sistema lactoperoxidasa para preservación de leche cruda. *Tecnol. de Alimentos (Mex.)*, **18**(3): 12-18, 1983.
 21. Reiter, B. & B. G. Härnult. Lactoperoxidase antibacterial system; natural occurrence, biological functions and practical applications. *J. Food Prot.*, **47**(9): 724-732, 1984.
 22. Tenuovo, J., K. M. Pruitt & E. I. Thomas. Peroxidase antimicrobial system in human saliva: hypothiocyanate levels in resting and stimulated saliva. *J. Dent. Res.*, **61**:982-985, 1982.

DESCASCARADO DE SORGO EN MOLINO DE ABRASION

*Julio Ramón Corimayo¹, Rubén Ramón Gutiérrez² y
Marta Hilda Gómez³*

Instituto de Investigaciones para la Industria Química (INIQUI),
Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)
Universidad Nacional de Salta
Salta, Argentina

RESUMEN

Este trabajo da cuenta de un estudio sobre la eficiencia del proceso de descascarado de sorgo granífero, efectuado en un molino abrasivo a escala de laboratorio. Los taninos residuales como ácido tánico y catequina equivalente, al igual que las medidas de color de los productos, fueron determinados como parámetros de control del procedimiento. Ajeno a ello, se evaluó el contenido de fibra, ceniza, grasa y otras variables.

Los ensayos se llevaron a cabo a tres velocidades y a diferentes tiempos de operación. De acuerdo con los resultados obtenidos, se estableció que una velocidad de las piedras de 1,700 rpm por el término de 12 minutos, son las mejores condiciones de operación. Se encontró, asimismo, que las medidas de color de los productos constituyen el mejor método para controlar el descascarado.

INTRODUCCION

El sorgo producido en Salta es de tipo granífero, con granos de color pardo rojizo, resistentes al ataque de los pájaros. Está clasificado dentro del grupo III de sorgos, ya que posee testa pigmentada con genes B1, B2 y S (1). Este tipo de sorgos presenta un alto contenido de taninos, principalmente del tipo condensados (2).

Además de impartirle sabor astringente, tales sustancias reducen el valor biológico de dietas para animales de laboratorio y domésticos, y

Manuscrito modificado recibido: 2-5-86.

- 1 Ingeniero Químico - Auxiliar de investigación del Consejo de Investigación de la Universidad Nacional de Salta, Buenos Aires 177, (4400) Salta, Argentina.
- 2 Ingeniero en Industrias de la Alimentación y Becario de Iniciación de CONICET, Universidad Nacional de Salta.
- 3 Ingeniero en Industrias de la Alimentación y Profesora Adjunta en Tecnología de Alimentos, Universidad Nacional de Salta.

aún de humanos (3), por lo que su eliminación es necesaria a fin de disminuir o eliminar esos efectos.

La remoción de la cubierta de los granos produce un aumento concomitante en la digestibilidad de las proteínas, ya que casi la totalidad de los taninos se encuentra en el tegumento (1).

En los últimos cinco a 10 años, la investigación relacionada al sorgo se ha centrado principalmente en la resolución del problema del descascarado del mismo (4). Con este propósito se ha utilizado una variada gama de procedimientos, los que en general pueden dividirse en dos grupos:

- 1) Descascarado por vía húmeda
- 2) Descascarado por vía seca

En el primer caso, se recurre al ablandamiento de la cáscara sumergiendo los granos en agua o en soluciones alcalinas. Luego se separa el tegumento ablandado del resto del grano por lavado en corrientes de agua, y/u otro procedimiento adecuado (5).

Si bien este método es considerado como más eficiente que los procesos en seco (5), tiene la desventaja de que parte de los pigmentos extraídos por el líquido durante la maceración, difunden hacia la fracción amilácea del grano, dando productos finales coloreados.

En los procedimientos correspondientes al segundo grupo, si bien la eficiencia es menor, no se presentan los problemas de difusión.

En el descascarado por vía seca se aplican dos principios generales:

- a) Aplicación de fuerzas de compresión, como es el caso cuando se usan molinos a rodillos.
- b) Aplicación de fuerzas de abrasión o tangenciales, usando superficies abrasivas y/o cortantes (4).

Con miras a incorporar sorgo como materia prima en la elaboración de mezclas extruidas de cereales y oleaginosas, reemplazando parte del maíz —ya que su composición proximal, perfil de aminoácidos (6) y costo lo permiten—, se enfrentó el desarrollo de su tecnología.

En el trabajo aquí descrito, se analizó el efecto del descascarado de sorgo mediante abrasión, sobre el contenido de taninos, grasa, fibra, cenizas e índice de color de los productos finales. Se determinaron, además, las condiciones de trabajo más apropiadas.

MATERIAL Y METODOS

El material utilizado fue sorgo granífero (*Sorghum bicolor*, L. Moench) producido en la provincia de Salta, cosecha 1982-83. El descascarado se llevó a cabo en un molino abrasivo, escala laboratorio, diseñado y construido en nuestro Instituto. El equipo, que se muestra en la Figura 1, consta de dos piedras de carborundum de 15.2 cm de diámetro y 3.1 cm de espesor, montadas sobre un eje horizontal, el cual gira a velocidades ajustables y puede operarse en forma continua o discontinua. En el presente estudio, todos los ensayos se realizaron en forma discontinua, controlándose el tiempo de contacto de los granos con la superficie abrasiva y la velocidad de las piedras.

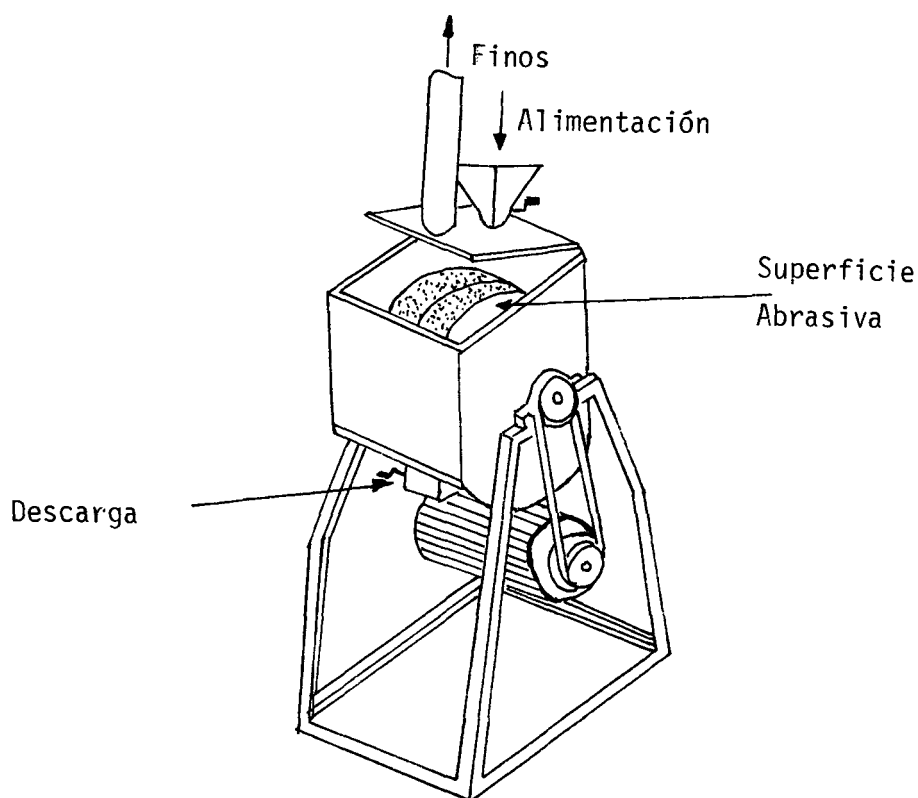


FIGURA 1

Molino abrasivo usado en el descascarado de sorgo.

El descascarado se efectuó con cargas de 800 g de sorgo, las cuales se procesaron en etapas sucesivas, con tiempos de contacto de un minuto hasta completar, para las distintas muestras, 4.5, 8, 12, 16 y 20 minutos. En el caso de la muestra procesada durante 4.5 minutos, se operó en tres períodos de un minuto y un período de 1.5 minutos, y en todos los casos a cada una de las siguientes velocidades:

W = 1290 rpm

W = 1700 rpm

W = 2370 rpm

Seguidamente, los productos obtenidos se pasaron por una serie de tamices, recogiendo únicamente las fracciones retenidas en los tamices de malla 10 y 14, mezcladas, molidas y pasadas por malla 100 de la serie ASTM, para las determinaciones analíticas correspondientes.

Las muestras de sorgo con porcentajes determinados de descascarado (0, 10, 20, ... 100%) fueron preparadas por mezclado de sorgo descas-

carado manualmente y sorgo sin descascarar. Se usaron como patrón de comparación en la determinación de la regresión lineal de descascarado y reflexión.

El contenido de taninos de los productos se estableció mediante dos técnicas:

1. Método de Folin-Denis (7) y modificaciones (8).
2. Método de vainillina HCl de Burns, modificado por Earp *et al.* (9). El contenido de grasa, cenizas y fibra, se determinó mediante los métodos oficiales de la AOAC (7).

Las medidas de color en términos de reflexión, en la escala lineal L, se realizaron en un colorímetro Hunterlab-D25 (con calibrado $L = 93.1$ para el 100% de reflexión) (10).

El criterio a utilizar en la determinación de la eficacia del descascarado incluye consideraciones de dos tipos:

a) *En cuanto al equipo:*

1. Puesta en efecto y consideraciones de trabajo
2. Consumo de potencia
3. Costos de operación
4. Rotura de granos y porcentajes de granos recuperados

b) *En lo referente a la pureza del producto, juzgada principalmente por:*

1. Color
2. Porcentaje de macrocomponentes (grasa, ceniza, fibra, etc.)
3. Porcentaje de taninos

Para el estudio de nuestro equipo operando en las condiciones antes descritas, se consideraron los siguientes parámetros:

- * Porcentaje de granos rotos (GR)
 - * Porcentaje de producto recuperado (o/oR)
 - * Taninos como ácido tánico equivalente (ATE), y catequina equivalente (CE)
 - * Medidas de color por reflexión (MR)
- También se determinó el porcentaje residual de grasa, fibra y cenizas

RESULTADOS Y DISCUSION

Rotura de Granos

Para este análisis, se definió el porcentaje de granos rotos como la fracción de granos que pasa el tamiz de malla 10 (ASTM). El comportamiento observado se muestra gráficamente en la Figura 2.

A 2,370 rpm se registró un alto porcentaje de granos rotos, que superó el 60%, lo que indica que a esta velocidad predomina la rotura por impacto sobre el desgaste por abrasión. A 1,700 rpm la rotura de los granos

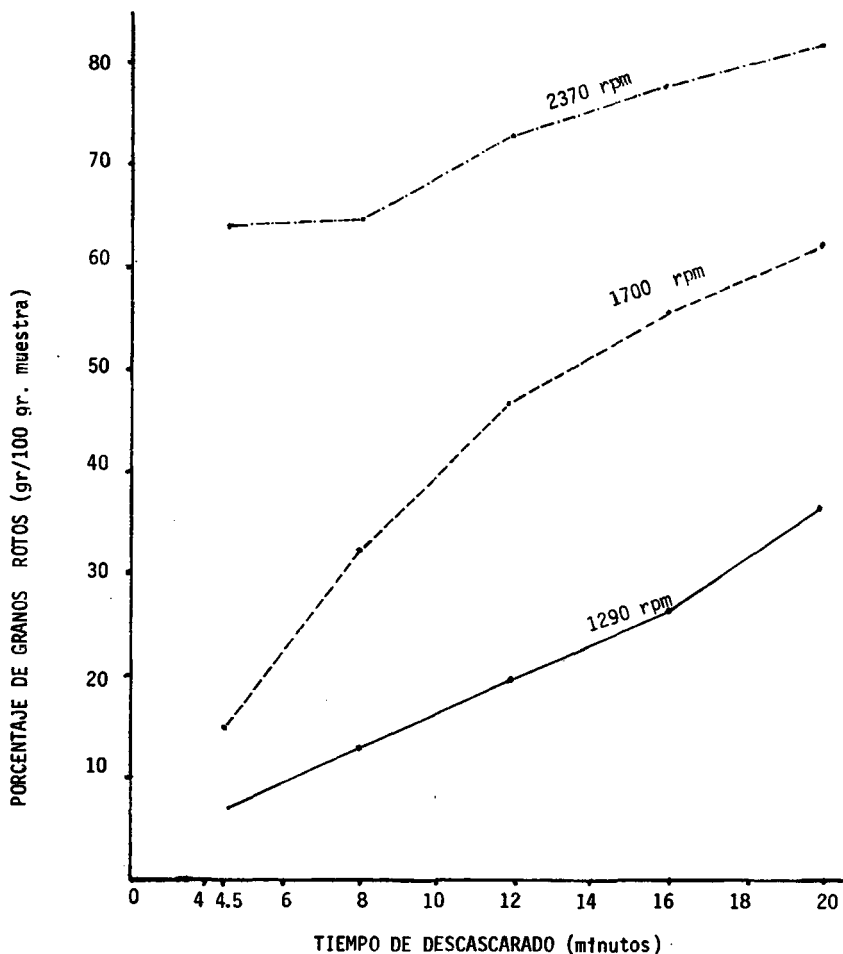


FIGURA 2

Porcentaje de granos rotos en función del tiempo a las tres velocidades de trabajo

varía desde un 15% a los 4.5 minutos hasta un 60% a los 20 minutos. A 1,290 rpm la rotura de los granos es aún menor, variando de 7 a 35% entre los mismos tiempos extremos.

Porcentaje de Producto Recuperado

Este comprende la suma de las fracciones retenidas en los tamices de mallas 10 y 14 para cada tiempo y velocidad de descascarado. Los datos obtenidos figuran en la Tabla 1, expresados en gramos de producto por cada 100 gramos de grano entero. Según se observa, como consecuencia

TABLA 1
VALORES PROMEDIO DE LOS PORCENTAJES DE PRODUCTO
RECUPERADO

W rpm	°/o recuperado (g/100 g)				
	Tiempo de descascarado (min)				
	4.5	8	12	16	20
2,370	57.14 ± 1.89*	57.27 ± 0.45	45.13 ± 3.73	39.10 ± 0.40	34.10 ± 0.75
1,700	88.74 ± 0.14	78.74 ± 0.24	67.44 ± 1.39	60.04 ± 0.87	54.55 ± 0.30
1,290	94.36 ± 0.20	87.29 ± 0.70	83.69 ± 0.80	79.95 ± 4.02	72.98 ± 1.47

* Desviación estándar.

1

de la rotura de los granos por impacto, las fracciones recuperadas son menores a mayores velocidades. Así, a los 4.5 minutos, y 2,370 rpm, la pérdida de material es de 42.86°/o, llegando a 65.90°/o a los 20 minutos. A 1,700 rpm entre 4.5 y 20 minutos las pérdidas varían de 11.26 a 45.45, respectivamente. Como era de esperar, a 1,290 rpm las pérdidas son menores.

Estos resultados y los obtenidos en la determinación de granos rotos, indican la inconveniencia de operar a 2,370 rpm, ya que al romperse demasiados granos, se hace más difícil el descascarado y las pérdidas de material son excesivas.

Descascarado en Función del Tiempo

Con las medidas de color por reflexión de los productos y mezclas patrones, se obtuvo por regresión lineal (mínimos cuadrados) la siguiente expresión:

°/o Descascarado (X)

Reflexión (Y)

$$Y = 44.78 + 0.5526X$$

(I)

$$r = 0.999$$

La Figura 3 muestra el avance del descascarado obtenido mediante la expresión (I), en función del tiempo. El análisis de estos valores se realizó teniendo en cuenta los datos que figuran en la Tabla 1, es decir el producto recuperado.

A 2,370 rpm, los mayores cambios se producen en los primeros ocho minutos, al cabo de los cuales el material recuperado está entre 50 y 55°/o. A 1,700 rpm las principales variaciones ocurren en los 16 minutos iniciales, con recuperaciones de 60 a 70°/o. A la menor velocidad de ensayo (1,290 rpm), durante el tiempo total considerado, aun cuando el material recuperado es de 74 a 94°/o, el descascarado obtenido no llega a 60°/o, dando productos muy coloreados, e inadecuados para nuestros propósitos.

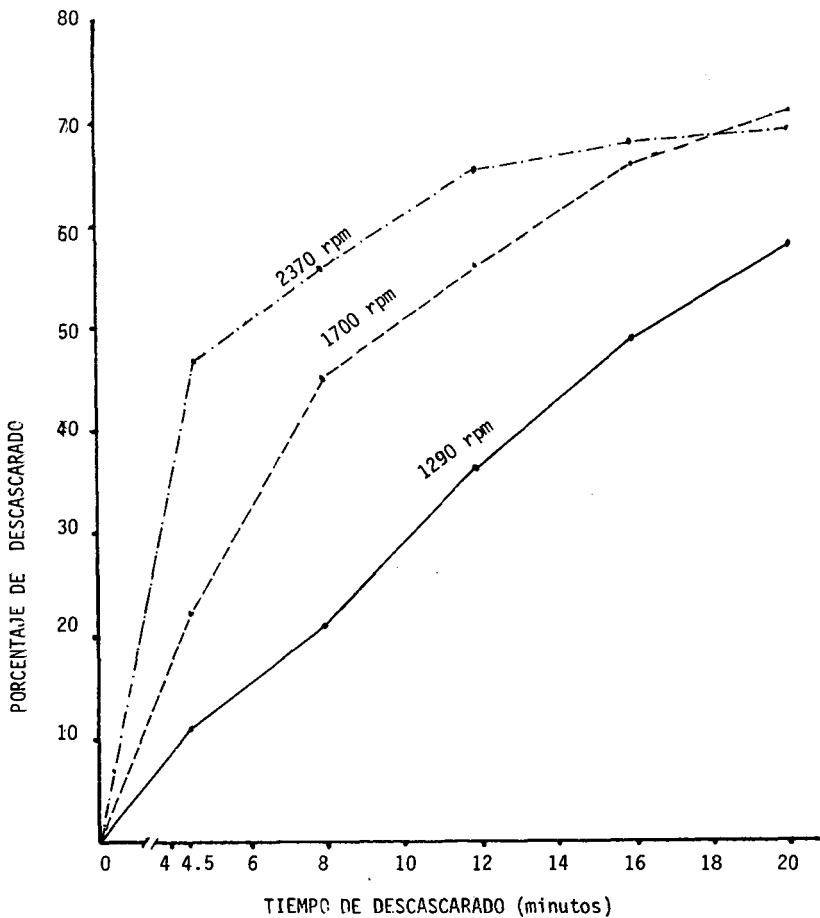


FIGURA 3

Avance del descascarado en función del tiempo y velocidad de las piedras

Taninos

La Figura 4 muestra la variación porcentual de los taninos residuales, determinados como catequina equivalente y como ácido tánico equivalente, en función del tiempo de descascarado. Según se aprecia, los respectivos valores no representan relación entre sí, sobre todo en los primeros minutos, lo cual podría deberse a los distintos fundamentos en la evolución (9, 10). Sin embargo, entre los 12 y 20 minutos, las diferencias entre los taninos obtenidos por ambos métodos, y en productos obtenidos a 1,700 y 2,370 rpm, no son grandes (menos del 10%). Esta observación y las resultantes del análisis de los parámetros anteriores, indican que una velocidad conveniente sería la de 1,700 rpm.

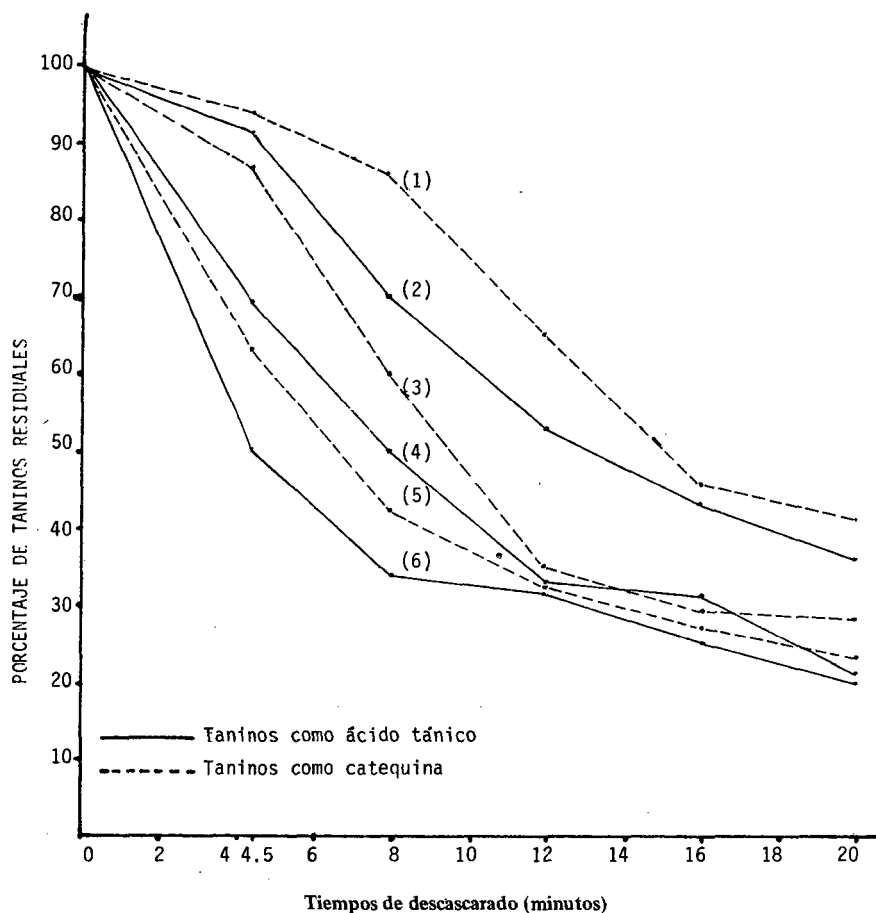


FIGURA 4

Variación del contenido de taninos en sorgo descascarado en función del tiempo a 1,290 rpm (1 y 2), 1,700 rpm (3 y 4) y a 2,370 (5 y 6), relativo al valor inicial

Grasa, Ceniza y Fibra

Los datos referentes a estos componentes se exponen en la Tabla 2 expresados en gramos por 100 gramos de muestra seca. Como se observa, tales valores disminuyen a medida que aumenta el tiempo de abrasión de los granos, siendo la fibra el componente que llega a porcentajes más bajos a cada velocidad considerada. Ello resulta lógico, ya que como determinaron Hubbard, Hall y Earle (11), aquella se encuentra en mayor proporción que los otros dos componentes en la cubierta de los granos. Así, a la velocidad intermedia de 1,700 rpm, se llega a 340/o de fibra, 480/o de grasa y

TABLA 2

CONTENIDO DE GRASA, CENIZA Y FIBRA, EXPRESADO EN BASE SECA DE SORGO DESCASCARADO, A DISTINTOS TIEMPOS Y VELOCIDADES (g/100 gramos de producto)

Velocidad (rpm)	Componente	Tiempo de descascarado (minutos)					
		0	4.5	8	12	16	20
1,290	Grasa	3.62 ± 0.057*	3.59 ± 0.057	3.26 ± 0.078	2.96 ± 0.276	2.80 ± 0.071	2.69 ± 0.198
	Ceniza	1.75 ± 0.051	1.65 ± 0.006	1.55 ± 0.026	1.45 ± 0.029	1.32 ± 0.010	1.23 ± 0.017
	Fibra	2.63 ± 0.049	2.62 ± 0.396	2.29 ± 0.368	1.72 ± 0.016	1.55 ± 0.052	1.40 ± 0.025
1,700	Grasa	3.62 ± 0.057	3.26 ± 0.007	2.57 ± 0.007	2.09 ± 0.042	1.82 ± 0.020	2.74 ± 0.052
	Ceniza	1.75 ± 0.051	1.64 ± 0.007	1.38 ± 0.014	1.24 ± 0.002	1.11 ± 0.013	1.02 ± 0.008
	Fibra	2.63 ± 0.049	2.30 ± 0.035	1.89 ± 0.007	1.64 ± 0.017	1.53 ± 0.028	0.89 ± 0.033
2,370	Grasa	3.62 ± 0.057	2.63 ± 0.023	1.94 ± 0.042	1.63 ± 0.049	1.52 ± 0.012	1.42 ± 0.000
	Ceniza	1.75 ± 0.051	1.33 ± 0.010	1.09 ± 0.020	0.98 ± 0.011	0.84 ± 0.014	0.79 ± 0.007
	Fibra	2.63 ± 0.049	1.53 ± 0.009	1.26 ± 0.005	1.11 ± 0.007	0.98 ± 0.000	0.98 ± 0.002

* Desviación estándar.

420/o de cenizas en relación a los valores respectivos en el grano entero. El mismo comportamiento, es decir el descenso de estos componentes con el avance del decorticado de sorgo fue notificado por Shepherd (12, entre otros autores.

CONCLUSIONES

Del análisis de los resultados obtenidos y considerando como aceptable un porcentaje de granos recuperados que oscile entre 65 y 750/o, se adoptaron como condiciones de trabajo más convenientes, una velocidad de 1,700 rpm, con un tiempo de descascarado de 12 minutos. Como control del proceso, se acordó utilizar las medidas de color por reflexión, por su mayor simplicidad, rapidez y reproducibilidad.

En una etapa posterior se correrán evaluaciones biológicas con miras a encontrar correlaciones que sustenten estas primeras conclusiones.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen la valiosa colaboración prestada por el técnico químico Valentín Trejo, en la realización de este trabajo.

SUMMARY

SORGHUM GRAIN DEHULLING BY ABRASION MILL

The efficiency of the dehulling process of sorghum grain was studied in a laboratory abrasive stone mill. Residual tannins as tannic acid and catequin equivalent, as well as color measurements of the product were determined as control parameters of the procedure. Besides, fiber, ash and fat contents as well as other variables were evaluated.

Assays were performed at three stone speeds and at different operation times. According to the results obtained, a stone speed of 1,700 rpm and a 12-minute period, are the best operating conditions, while measurements of color of the product constitute the best method for controlling the dehulling process.

BIBLIOGRAFIA

1. Rooney, L. W. & F. R. Miller. Variation in the structure and kernel characteristics of sorghum. In: **Proceedings of the International Symposium on Sorghum Grain Quality**. Patancheru, India, ICRISAT Center, October, 1981, p. 143-162.
2. Strumeyer, D. H. & M. J. Malin. Condensed tannins in grain sorghum: Isolation, fractionation and characterization. **J. Agric. Food Chem.**, 23:909-914, 1975.
3. Price, M. L., A. E. Hagerman & L. G. Butler. Tannins in sorghum grain: Effect of cooking on chemical assays and on antinutritional properties in rats. **Nutr. Reps. Internat.**, 21:761-767, 1980.
4. Reichert, R. D. Sorghum dry milling. Sorghum in the eighties. In: **Proceedings**

- of the **International Symposium on Sorghum Grain Quality**. Patancheru, India, ICRISAT Center, October, 1981.
5. Freeman, J. E. & S. A. Watson. Peeling sorghum grain for wet milling. **Cereal Sci. Today**, 14:10-15, 1969.
 6. Harden, M. L., R. Stanaland, M. Briley & S. P. Yang. The nutritional quality of proteins in sorghum. **J. Food Sci.**, 41:1082-1085, 1976.
 7. Association of Official Agricultural Chemists. **Official Methods of Analysis of the AOAC**. 12th ed. Washington, D. C., The Association, 1975, p. 164.
 8. Cirilli, G. & C. Pulga. Some antinutritional factors of cereal: The tannins. **Tecnica Molitoria**, Aprile 1980, p. 315-317.
 9. Earp, C. F., J. O. Akingbala, S. R. Ring & L. W. Rooney. Evaluation of several methods to determine tannins in sorghum with varying kernel characteristics. **Cereal Chem.**, 58:234-238, 1981.
 10. Rooney, L. W. & D. S. Murty. Color of sorghum food products. In: **Proceedings of the International Symposium on Sorghum Grain Quality**. Patancheru, India, ICRISAT Center, October, 1981, p. 323-327.
 11. Hubbard, J. E., H. H. Hall & F. R. Earle. Composition of the component parts of the sorghum kernel. **Cereal Chem.**, 27:415-420, 1950.
 12. Shepherd, A. D. Assaying for sorghum milling quality with a laboratory decortivating mill. In: **Proceedings of the International Symposium on Sorghum Grain Quality**. Patancheru, India, ICRISAT Center, October, 1981, p. 175-185.

EFEITO DA TORREFAÇÃO NO PERFIL CROMATOGRÁFICO OBTIDO POR FILTRAÇÃO EM GEL DE EXTRATOS DE CAFÉ ARABICA¹

*Luiz C. Trugo*²

Instituto de Nutrição
Universidade Federal do Rio de Janeiro
Rio de Janeiro, Brasil

RESUMO

As modificações que ocorrem durante a torrefação do café, em relação aos pesos moleculares de seus componentes, foram estudadas, usando-se cromatografia de filtração em gel com colunas do tipo TSK-pW 4000, sob alta pressão. Os extratos obtidos de amostras de café verde e torrado em diferentes intensidades foram cromatografados e monitorizados usando-se detectores de índice de refração diferencial (IRD) e de ultra violeta (UV) a 280, 325 e 420nm. Marcantes diferenças foram verificadas nos cromatogramas dos extratos, usando-se o detector IRD, em relação ao café verde e ao café torrado em diferentes intensidades. O uso do detector de UV a 280nm e 325nm mostraram similaridades no perfil cromatográfico, indicando que a formação de componentes de alto peso molecular, durante a torrefação, envolve a participação de ligações entre proteínas e compostos fenólicos. A formação de pigmentos pode ser claramente acompanhada durante a torrefação com detecção a 420nm.

O uso de cromatografia líquida de alta resolução provou ser um método extremamente rápido, em comparação a filtração em gel tradicional, mostrando-se útil para estudos mais detalhados das modificações de pesos moleculares que ocorrem durante o processo de torrefação do café.

INTRODUÇÃO

Durante a torrefação do café acentuadas transformações físicas e químicas ocorrem no produto, modificando inteiramente suas características. Reações de condensação entre grupamentos aminados e grupos carbonilas (reação de Maillard), caramelização da sacarose e reações degra-

Manuscrito modificado recebido: 19-2-86.

- 1 Trabalho realizado na University of Reading, Department of Food Science, Berkshire, England.
- 2 Instituto de Nutrição, Universidade Federal do Rio de Janeiro, CCS, Bioco J., 2º Andar, Cidade Universitária, Rio de Janeiro, Brasil.

dativas de trigonelina, ácidos clorogênicos, proteínas e polissacarídeos, são apenas alguns exemplos de reações e compostos envolvidos no processo. Embora os mecanismos dessas complexas transformações ainda não esteja elucidado, essas reações são indispensáveis para a formação do aroma e sabor característicos do café bebida. A torrefação promove também modificações acentuadas na distribuição de componentes em relação aos seus pesos moleculares e o estudo da natureza desse material de alto peso molecular formado, tem sido alvo de intensas pesquisas, na tentativa de se alcançar um melhor entendimento dos mecanismos de formação dos componentes organolépticos, característicos do café torrado, bem como dos processos envolvidos na retenção do aroma no produto final.

Os estudos realizados para verificação de componentes de alto peso molecular no café torrado, baseados na técnica de filtração em gel, têm utilizado materiais cromatográficos tais como Sephadex (1,2) ou Bio-gel (3). Recentemente, novas fases para cromatografia de filtração em gel, com a propriedade de resistirem a altas pressões, foram desenvolvidas. Alguns exemplos desse tipo de material são aqueles obtidos a partir de polímeros hidrofílicos com ligações cruzadas (TSK-PW) (4) e os obtidos através da ligação química de sílica gel com compostos hidrofílicos (TSK-SW) (5). O uso dessas novas fases possibilitam a obtenção de um sistema que reduz significativamente o tempo de análise e, em muitos casos, aumenta consideravelmente a resolução, quando comparado a filtração em gel convencional. Embora varios exemplos da aplicação desse material sejam encontrados na literatura, o mesmo ainda não foi utilizado para o estudo de extratos de café e de seus derivados. Utilizamos portanto nesse trabalho colunas do tipo TSK-PW 4000 para se efetuar a filtração em gel de extratos aquosos de café verde, bem como de amostras submetidas a diferentes graus de torrefação.

MATERIAL E METODOS

Preparo das Amostras

Amostras industriais de café verde e torrado (Arabica-Guatemala), sem secagem prévia, foram moidas em moinho Brook Motors (Inglaterra) e peneiradas em malha de 0.841mm. O café verde foi torrado em uma indústria, usando-se equipamento Probat, em escala piloto, a 205°C. Foram utilizados 5 kg de amostra em cada torrefação, sempre provenientes da mesma partida, de maneira a se obter 4 diferentes graus, em função do tempo utilizado. As amostras (2.00 g) foram então extraídas com 20 ml de água fervente, agitando-se por 3 minutos em um banho maria com água em ebulição. A mistura foi a seguir filtrada sob vácuo, deixada chegar a temperatura ambiente e refiltrada, usando-se filtro Millipore (0.45 um) (Varian Ltd., Inglaterra). Este último filtrado foi então utilizado para a cromatografia.

Cromatografia

Para a cromatografia dos extratos foram utilizadas duas colunas em série, do tipo TSK-PW 4000, de 300 mm de comprimento e 8 mm de

diâmetro interno cada (Varian Associates Ltd., Inglaterra) e uma bomba Altex modelo 110 A (Beckman Ltd., Inglaterra). Como fase móvel foi usado água deionizada em uma velocidade de escoamento de 0.8 ml/min. A temperatura da coluna foi mantida a 20°C por meio de uma jaqueta com água circulante. Foi utilizado um sistema de detecção que consistia de um detector de IRD, modelo 750/14 (Applied Chromatography Systems Ltd., Inglaterra) com atenuação x 4, em série com um detector de UV, modelo CE 212 (Cecil Instruments, Inglaterra), ajustado a 420nm e 0.5 AUFS. Alternativamente foram utilizados dois detectores de UV, em série, um a 280nm, modelo 750/11 (ACS Ltd., Inglaterra) e o outro a 325nm, modelo CE 212, ambos ajustados a 1 AUFS. A injeção dos extratos foi realizada através de uma válvula de injeção com lupa de volume fixo (50 µl), modelo 7120 (Rheodyne Inc., USA). Frações de dextranas Pharmacia Fine Chemicals (Suécia), foram utilizadas como padrões cromatográficos em concentrações de 5 mg/ml.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As amostras de café verde foram torradas em quatro tempos diferentes, de maneira a se atingir características normalmente utilizadas na indústria. Os tempos de torrefação, bem como as perdas de peso durante o processamento, em relação a matéria seca, estão descritos na Tabela 1. O teor de umidade do café verde foi de 8.4% (determinado em estufa a vácuo a 70°C).

TABELA 1

CARACTERÍSTICAS DOS CAFES TORRADOS EM RELAÇÃO AO TEMPO DE TORREFAÇÃO, PERDAS DE PESO E TEOR DE UMIDADE

Tipo de torrefação	Tempo (min)	Perda de peso (o/o)	Teor de umidade (o/o)
Leve	7	3.8	2.1
Média	10	3.7	2.1
Escura	13	10.0	1.8
Muito escura	19	9.8	1.7

A utilização do detector de IRD mostrou diferenças marcantes entre as amostras analisadas. Essas diferenças foram verificadas tanto na região de alto peso molecular, como na de baixo peso molecular do perfil cromatográfico. Substâncias com alto peso molecular ($> 2.5 \times 10^5$) foram formadas durante o processo de torrefação, entretanto a quantidade desse material diminuiu com o grau de torrefação. Mostrando que com a torrefação mais acentuada essas substâncias sofrem determinado grau de degradação, ou então tornam-se insolúveis em água (Figura 1). O pico predominante no café verde, detectado nessas condições de análise, foi

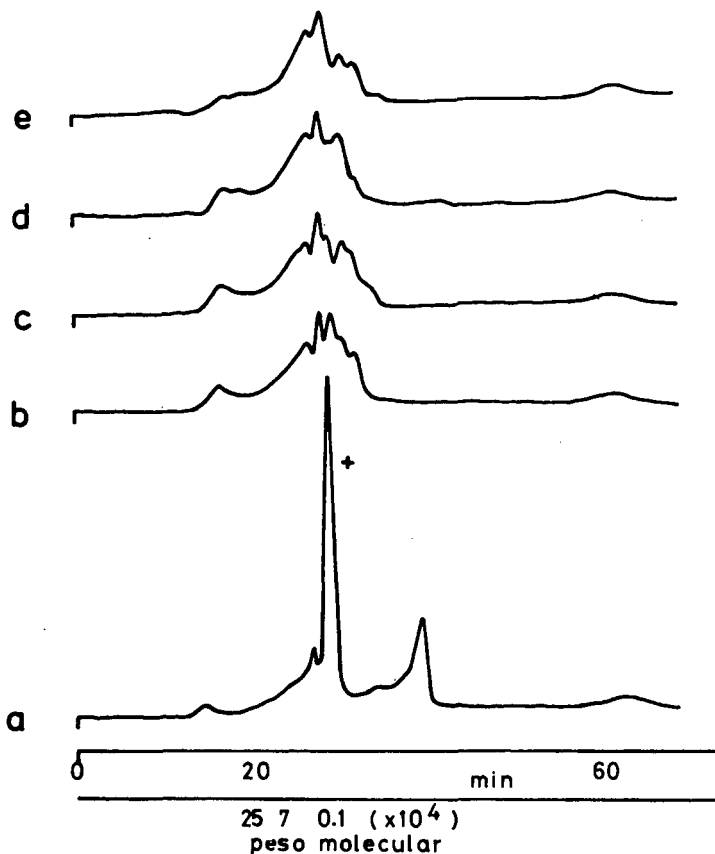


FIGURA 1

Cromatografia de gel filtração de café Arabica (Guatemala), verde e torrado, usando-se para a detecção o detector de índice de refração diferencial. Cromatografia usando-se duas colunas em série, do tipo TSK-PW 4000 (300 x 8 mm diâmetro interno) e água deionizada com fluxo de 0.8 ml/min. Cromatogramas de (a) café verde, (b) café levemente torrado, (c) torrefação média, (d) torrefação escura e (e) torrefação muito escura. (+) sacarose

identificado como sacarose, pelo método de adição de padrão. Este pico diminuiu sensivelmente no café torrado, o que está de acordo com o processo de degradação que a mesma sofre durante o processo e também com resultados obtidos quando métodos específicos foram utilizados para a análise desse composto (6). Na região do cromatograma correspondente a uma faixa de peso molecular intermediário, um perfil mais complexo foi

observado no café torrado, em comparação com o café verde, ilustrando as acentuadas transformações que ocorrem durante o processo de torrefação. Alguns compostos foram excessivamente retidos na coluna na região de peso molecular abaixo de 10^3 , indicando também a ocorrência de processos adsortivos durante a cromatografia.

A utilização do detector a 420nm demonstrou claramente a formação de pigmentos durante a torrefação, com poucos picos aparecendo no café verde mas com uma grande variedade no café torrado. Grande parte desses pigmentos apresentou peso molecular intermediário entre os limites estudados, entretanto, maior ou menor quantidade desses compostos estavam distribuídos por todo o perfil cromatográfico (Figura 2).

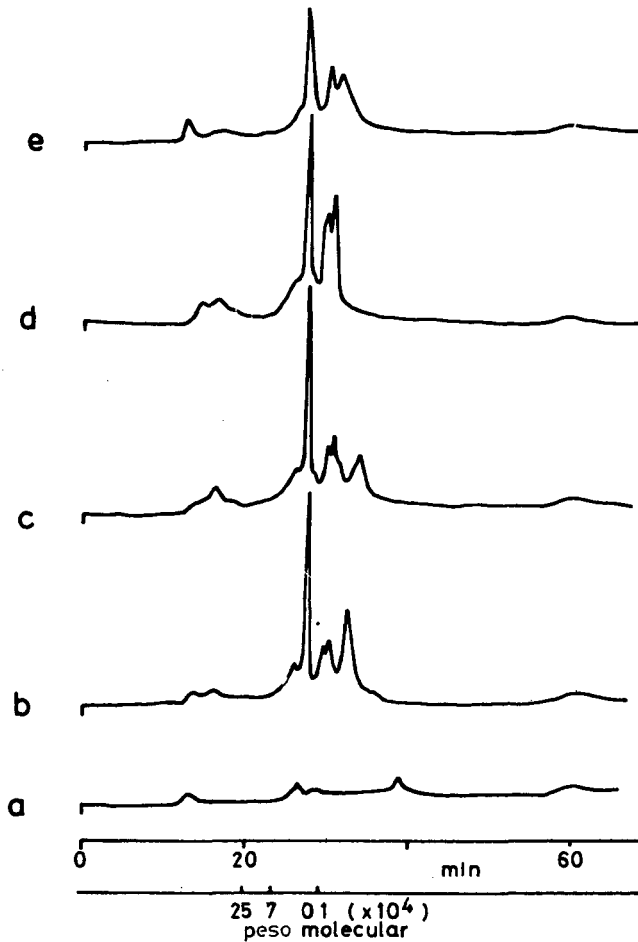


FIGURA 2

Cromatografia de gel filtração de café verde e torrado usando-se detecção a 420nm. Condições descritas na Figura 1.

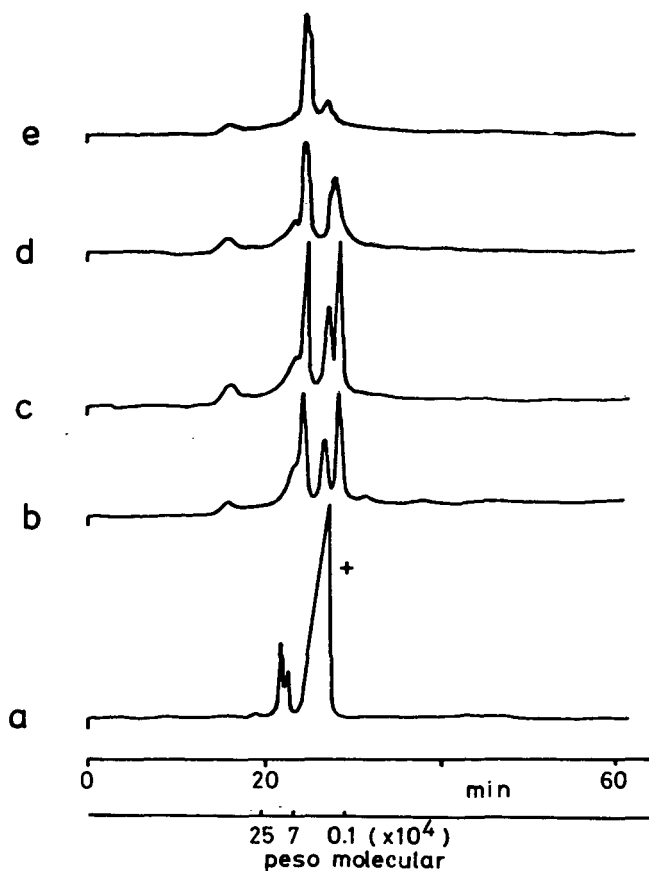


FIGURA 3

Cromatografia de gel filtração de café verde e torrado usando-se detecção a 325 nm. Condições descritas na Figura 1 (+) ácido clorogênico.

Um perfil cromatográfico relativamente simple do café verde foi obtido com detecção a 325nm, conforme mostra a Figura 3, sendo o pico correspondente ao ácidoclorogênico, predominante. Entretanto esse perfil foi consideravelmente alterado após a torrefação, com modificações acentuadas nos componentes de menor peso molecular mas também com o surgimento de material com peso molecular acima de $2,5 \times 10^5$. É interessante notar que compostos fenólicos absorvem fortemente neste comprimento de onda indicando que os mesmos também participam nas reações de polimerização durante o processo. Esta fração de alto peso

molecular aumentou com o grau de torrefação, exceto em torrefação extrema, onde a mesma diminuiu.

A detecção a 280nm, que é geralmente usada em filtração em gel de compostos proteicos, apresentou um perfil similar àquele obtido a 325nm, especialmente na região de peso molecular acima de 10^3 (Figuras 3 e 4), com a maioria dos picos detectados a 325nm também aparecendo a 280nm. Não foram detectadas proteínas com peso molecular acima de 2.5×10^5 no café verde, somente aparecendo no café torrado. Esta observação está de acordo com os resultados (em torno de 30/o) obtidos, por Underwood e Deatherage (7) para proteínas solúveis em água. Embora o teor total de proteínas em café verde seja comumente cotado entre 10-130/o (8) é possível que outros componentes nitrogenados, não pro-

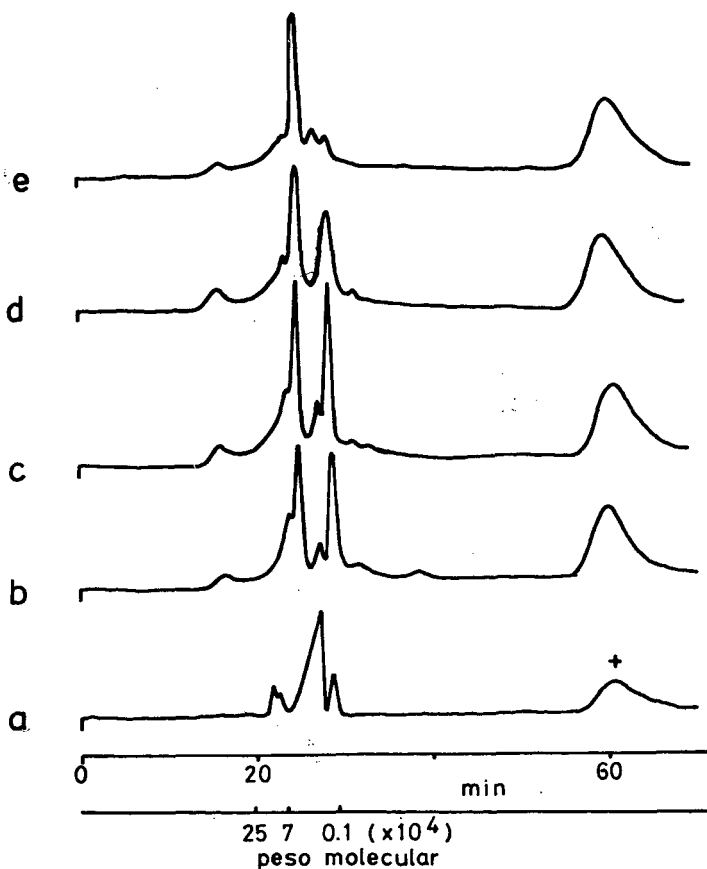


FIGURA 4

Cromatografia de gel filtração de café verde e torrado usando-se detecção a 280 nm. Condições descritas na Figura 1 (+) cafeína.

teicos, tais como trigonelina, cafeína, peptonas, bases de Schiff e outros, estejam também sendo considerados no cálculo desses resultados, já que os mesmos são geralmente baseados na determinação do nitrogênio total da amostra. Portanto, observando-se a Figura 4, nota-se que a maioria das proteínas do café verde estão possivelmente distribuídas na faixa de peso molecular intermediária e que a similaridade entre os cromatogramas obtidos a 325nm e 280nm é uma forte indicação de que compostos fenólicos (ácido clorogênico) apresentam-se ligados à proteínas, como tem sido sugerido por outros autores (9). Existem indicações de que grande parte das proteínas do café verde são desnaturadas durante o processo de torrefação, tornando-se insolúveis (10).

Conseqüentemente o surgimento de material de alto peso molecular no extrato aquoso do café torrado, como verificado a 280 e 325nm, sugere que os compostos fenólicos participam de reações de polimerização não somente com proteínas, como também com outras macromoléculas, como por exemplo polissacarídios solúveis em água. Cafeína foi detectada nessas condições de análise, tanto no café verde como no café torrado, entretanto esta ficou fortemente retida na coluna, sendo somente eluída após 60 minutos (Figura 4). Isso mostra que na separação desse composto houve nitidamente a predominância do mecanismo de adsorção no processo cromatográfico.

Ficou comprovado que a técnica de cromatografia de filtração em gel descrita é bastante rápida em comparação com métodos convencionais, tomando-se, portanto, um método útil para o acompanhamento de alterações no perfil cromatográfico que ocorrem durante a torrefação do café, podendo ser um valioso instrumento no fornecimento de importantes informações sobre as modificações químicas que ocorrem durante o processamento. O aprimoramento da resolução cromatográfica e o estudo de frações isoladas, em relação a composição química das mesmas, serão importantes para o melhor entendimento dos complexos mecanismos envolvidos na formação do sabor e do aroma do café torrado.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos o financiamento do CNPq (Brasil) e do "Committee of Vice-Chancellors and Principals of the Universities of the United Kingdom", bem como da firma Sol Tenco Ltd., pelo fornecimento de amostras.

SUMMARY

EFFECT OF ROASTING ON THE MOLECULAR WEIGHT PROFILE OF ARABICA COFFEE EXTRACTS

Gel filtration chromatography under a high pressure system was used to investigate green and roasted coffee aqueous extracts. Chromatographic columns used were of the type TSK-PW 4000, in series. Chromatography of the extracts was monitored either using a refractive index (RI) detector in series with an ultraviolet (UV) detector at 420nm or with two UV detectors at 280 and 325nm, respectively. The utilization

of RI detection showed significant differences in the molecular weight profile between green and roasted coffees. UV detection at 280 and 325nm revealed similar chromatographic patterns, suggesting that phenolic compounds were probably bound to proteins. Pigment formation after roasting was monitored by detection at 420nm, showing that colored material was distributed throughout the molecular weight range studied.

The method provided a more rapid analysis compared to traditional gel filtration chromatography and proved to be useful for monitoring changes in molecular weight profile which occur during coffee roasting.

BIBLIOGRAFIA

1. Clifford, M.N. The composition of green and roasted coffee beans. *Proc. Biochem. March*, 20-29, 1975.
2. Maier, H.G., W. Diemair & J. Ganssmann. Isolation and characterization of the brown constituents of roast coffee. *Z. Lebensm. Unters. Forsch.*, **137**:282-292, 1968.
3. Nakabayashi, T. & C. Watanabe. Chemical studies on the quality of coffee. IV. Formation of brown pigments from chlorogenic acid by roasting. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi*, **24**:124-129, 1977.
4. Barbetti, P & I. Chiappini. Gel chromatography of the brown pigments of coffee of different degrees of roasting. *Industria delle Bevande*, **7**:445-460, 1978.
5. Rokushika, S., T. Ohkawa & H. Hatano. High-speed aqueous gel permeation chromatography of proteins. *J. Chromatogr.*, **176**:456-461, 1979.
6. Hashimoto, T., H. Sasaki, H. Aiura & Y. Kato. High-speed aqueous gel permeation chromatography. *J. Polym. Sci., Polym. Phys. Ed.*, **16**:1789-1800, 1978.
7. Trugo, L.C. & R. Macrae. The determination of carbohydrates in coffee products using high performance liquid chromatography. In: *Association Scientifique Internationale du Café, 10^e Colloque*: 187-191, 1982.
8. Underwood, G. E. & E. Deatherage. Nitrogen compounds of coffee. *Food Res.*, **17**:419-424, 1952.
9. Pearson, D. *The Chemical Analysis of Foods*. 7th ed. London, Churchill Livingstone, 1976, p. 272.
10. Amorim, H. V. & R. V. Josephson. Water-soluble protein and non-protein components of Brazilian green coffee beans. *J. Food Sci.*, **40**:1179-1184, 1975.

ALGUNOS ALIMENTOS DE HUMEDAD INTERMEDIA EN EL MERCADO CHILENO

José Miguel Aguilera R.¹, Soledad Kozma O.², Marcela Olivares H.³, Margarita Andrade C.⁴ y Guillermina Neimann K.⁵

Departamento de Ingeniería Química
Pontificia Universidad Católica de Chile
Santiago, Chile

RESUMEN

Se determinó la actividad de agua, humedad, pH, azúcares totales y cloruro de sodio en muestras comerciales típicas de alimentos de humedad reducida que se ofrecen en el mercado chileno. Entre los tipos de alimentos se incluyen productos cárnicos, lácteos, frutícolas y de confitería.

En todo caso se discuten los principios involucrados en la reducción de actividad acuosa.

INTRODUCCION

Los alimentos de humedad intermedia (AHI) constituyen un grupo heterogéneo de productos en los que el contenido de agua se ha reducido a niveles que limitan el crecimiento microbiano y minimizan un conjunto de reacciones de deterioro, conservando una apariencia húmeda y plástica. Ejemplos de AHI tradicionales son las mermeladas, salamis, algunos quesos, las frutas tiernizadas, etc.

Los AHI son importantes por su alta estabilidad durante el almacenaje a temperatura ambiente, así como por sus características organolépticas. No obstante, hay que reconocer que la preservación de alimentos por adi-

Manuscrito recibido 9-1-86.

- 1 Ingeniero Civil de Industrias mención Química (PUC), Departamento de Ingeniería Química, Pontificia Universidad Católica de Chile, Casilla 6177, Santiago, Chile.
- 2 Ingeniero Civil de Industrias mención Química (PUC), egresada.
- 3 Ingeniero Civil Químico (UCV), del mismo Departamento de Ingeniería Química.
- 4 Ingeniero de Ejecución en Química (USACH), Departamento de Ingeniería Química, Universidad Católica de Chile.
- 5 Licencia en Química (PUC) del mismo Departamento.

ción de solutos y remoción parcial del agua se ha practicado por siglos. El interés por los AHI ha resurgido últimamente al comprenderse mejor ciertos principios fisicoquímicos que gobiernan el mecanismo de reducción de la actividad de agua (A_w). La A_w es una propiedad termodinámica de los alimentos que debe usarse en lugar de la humedad para predecir la estabilidad. El valor de A_w varía entre 0 y 1 y equivale a la humedad relativa de la atmósfera en equilibrio con el alimento (1).

La importancia de esta tecnología ha sido reconocida a nivel iberoamericano por el Programa de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo (CYTED-D) de celebración del V Centenario del Descubrimiento de América, puesto que el primer proyecto multinacional del Subprograma de Alimentos se denomina "Desarrollo de Alimentos de Humedad Intermedia Relevantes en Iberoamérica"

El objetivo de este trabajo fue caracterizar parcialmente algunos alimentos de humedad reducida, del tipo que se ofrecen en el mercado de alimentos chileno. Los trabajos de Flink en los Estados Unidos de América (2), y los de Vigo *et al.* (3) en Argentina, han tenido un objetivo similar.

MATERIAL Y METODOS

Todos los alimentos utilizados se compraron en un supermercado de Santiago. La actividad de agua se determinó por equilibramiento en un instrumento Humidat IC-I (Novasina A.G., Zurich) a temperatura de 22-23°C. La humedad se determinó por desecación en estufa a 130°C durante 3 hr hasta obtener peso constante. En productos con un alto contenido de azúcar se operó a 60°C. El pH se midió con un pHmetro Orion Research, modelo 231, en una suspensión en agua destilada al 10% (p/p), y los azúcares totales por el método de Munson y Walker según cita en Schmidt-Hebbel (4). El contenido de sal se determinó por el método IDF-ISO-AOAC (16.242) en el queso, y mediante el método volumétrico (24.010) en salami, charqui y jamón ahumado, por el procedimiento de la AOAC (5).

RESULTADOS Y DISCUSION

El rango de actividad de agua generalmente aceptado para los AHI es entre 0.60 y 0.85, y el de humedad, entre 15 y 30% (base seca) Por lo tanto, de las muestras examinadas (Tabla 1), ni el queso mantecoso ni el jamón ahumado claramente son productos de humedad intermedia y, en consecuencia, necesariamente deben ser refrigerados. La mayor parte de los quesos poseen un A_w sobre 0.92, pero existen quesos con un contenido de sal de 3.4 a 4.5% (los de mohos azules, tipo roquefort) o baja humedad (parmesano) cuyas A_w se acercan hasta 0.70, u otros como el queso rallado, donde ese contenido es menor de 0.6.

Los productos de confitería seleccionados —gomitas y sustancias— están levemente por debajo del límite inferior de humedad (11.6-14%), pero se consideran de humedad intermedia dentro de la industria confitera.

El resto de los productos deben sus propiedades texturales semi-húme-

TABLA 1

CARACTERISTICAS FISICOQUIMICAS DE ALIMENTOS DE HUMEDAD REDUCIDA

Alimento	A_w	Humedad (% b.s.)	pH	Sal (%)	Azúcar (%)
Pasas	0.551	17.62	3.64	n.d.	70.2
Miel de abejas	0.558	18.10	4.18	n.d.	81.5
Queso rallado	0.586	10.80	5.40	6.1	n.d.
Charqui	0.588	13.60	5.90	10.3	n.d.
Gomitas	0.565	11.61	3.53	n.d.	78.5
Ciruelas	0.800	34.64	4.03	n.d.	56.9
Sustancias	0.809	13.98	5.51	n.d.	85.2
Dulce membrillo	0.818	35.50	3.59	n.d.	62.2
Leche condensada	0.843	25.97	6.72	n.d.	64.7
Salami	0.855	34.69	4.68	4.83	n.d.
Mermelada	0.859	31.20	3.52	n.d.	68.3
Jamón ahumado	0.881	38.37	5.89	6.34	n.d.
Queso mantecoso	0.960	41.18	5.80	1.17	n.d.

n.d. = No determinado.

das y baja perecibilidad al uso combinado de sal o azúcar como principal soluto depresor de la A_w y de agentes preservantes. En el caso del salami intervienen, además, agentes de curado (por ej. nitritos), que contribuyen al control del *Clostridium botulinum*, y ácido proveniente de la fermentación bacteriana. El charqui o carne seca-salada, es un producto cárnico de consumo antiquísimo en la región, dado que extiende apreciablemente la vida útil de un producto tan perecible como la carne.

La deshidratación de ciruelas y uvas concentra los azúcares y el ácido presente produciendo condiciones de humedad intermedia (AHI) en forma natural. Las mermeladas también contienen ácidos orgánicos presentes en los frutos (málico, cítrico) y sales inorgánicas. La producción de mermelada, además, requiere la adición de azúcar refinada y ácidos preservantes para prevenir el desarrollo de levaduras que pueden crecer hasta a niveles de A_w cercanos a 0.62. El dulce de membrillo utiliza principios de preservación similares pero tiene una consistencia sólida. La miel de abejas, en cambio, es un producto natural, cuya baja A_w se debe sólo a la presencia de azúcar.

La leche condensada edulcorada se estabiliza mediante la remoción de cerca del 60% del agua de la leche fresca, la adición de sucrosa, y procesos suaves de pasteurización.

La formulación adecuada de un AHI combina una serie de efectos aportados por diversos solutos que reducen la actividad de agua y el pH a manera de minimizar las condiciones de desarrollo microbiano a temperatura ambiente, sin afectar por ello las características organolépticas. Por otra parte, existe un gran potencial de usar ingredientes de bajo costo y valor

nutritivo adecuado para formular productos de humedad intermedia análogos a los originales (6). Una última alternativa de aplicación del concepto de humedad intermedia es en la prolongación de la vida útil de materias primas a granel, como productos semi-elaborados para uso posterior en la industria alimentaria.

SUMMARY

SOME FOODS OF INTERMEDIATE WATER CONTENT IN THE CHILEAN MARKET

Water activity, moisture content, pH, total sugars and sodium chloride content of commercial foods with reduced water content found in Chilean supermarkets were determined. The sample included meat, dairy, fruits and confectionary products.

Principles involved in the reduction of water activity are discussed for each case.

BIBLIOGRAFIA

1. Aguilera, J.M. Actividad de agua: Aplicaciones en la Tecnología de Alimentos. Apuntes de clase del curso "Avances Tecnológicos y Aspectos Nutricionales en el Procesamiento de Alimentos". Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos (INTA), Santiago, Chile, 10 de agosto de 1984.
2. Flink, J.M. Intermediate moisture food products in the American market place. *J. Food Proc. Preserv.*, 1:324-339, 1977.
3. Vigo, M.S., J. Chirife, O.O. Scorza, P. Cattaneo, M.H. Bertoni & P. Sarraih. Estudios sobre alimentos tradicionales de humedad intermedia elaborados en la Argentina. Determinación de la actividad acuosa, pH, humedad y sólidos solubles. *Rev. Agroquím. Tecnol. Aliment.*, 21(1): 91-99, 1979.
4. Schmidt-Hebbel, H. *Ciencia y Tecnología de Alimentos*. Santiago, Chile, 1986.
5. Association of Official Analytical Chemists. *Official Methods of Analysis of the AOAC*. 13th ed. Washington, D.C., The Association, 1980.
6. Gómez, M.H. & J.M. Aguilera. Sweetened extruded corn-soy product as intermediate moisture food analog. *J. Food Sci.*, 51(4): 979-981, 1986.

NUEVOS LIBROS

La Ficha de Crecimiento en la asistencia a los lactantes y niños. — Ginebra, Organización Mundial de la Salud, 1986, 35 páginas. ISBN 92 4 354208 7. Precio: Fr. s. 12 — US\$ 7.20. (Publicado también en árabe, francés e inglés).

En este volumen, de reciente publicación, se explican las características y aplicaciones de una ficha visual sencilla para vigilar el crecimiento del niño y detectar los cambios de su estado de salud y nutrición.

Bien ilustrado, con dibujos, gráficas y cuadros, consta de dos partes. En la primera parte se exponen los principios y métodos fundamentales para medir los cambios del crecimiento y determinar cuándo indican un empeoramiento de la salud. Proporciona información muy práctica sobre el diseño y empleo de fichas de crecimiento, basada en la amplia experiencia acumulada sobre el terreno con un prototipo de ficha ideada por la OMS en los años 1970. Se señala a los administradores de programas, los problemas concretos de diseño, presentación, registro e interpretación de programas que deben tenerse en cuenta al preparar o adaptar una ficha para uso local, para asegurarse de que los agentes de salud comunitarios comprendan y utilicen adecuadamente las fichas de crecimiento. Se muestran el prototipo de ficha de la OMS y las versiones modificadas que se han ideado para responder a necesidades especiales en la India, Indonesia, Colombia, Tailandia y Brasil.

Se indica asimismo, cómo utilizar estas fichas para otros propósitos, en particular para instruir a las madres en las prácticas adecuadas de alimentación y para preparar una historia clínica en que se anoten ciertos acontecimientos como las enfermedades padecidas y vacunaciones recibidas.

En la segunda parte del libro se dan pautas para el adiestramiento del personal de salud en el uso de la ficha. Esa información incluye los aspectos importantes que deben destacarse al enseñar los procedimientos de pesada, así como ejemplos reales de casos en que podría interpretarse mal la información sobre el crecimiento.

El volumen, escrito para ayudar a los administradores de programas de salud infantil, contiene abundante información práctica, útil para asegurar el aprovechamiento

to de todas las posibilidades que ofrece este eficaz y económico instrumento de vigilancia.

Las personas interesadas en adquirir el libro pueden hacerlo dirigiendo su solicitud a los Coordinadores de Programas de la OMS, a las Oficinas Regionales de la misma, o al Servicio de Distribución y Ventas, 1211 Ginebra 27, Suiza.

PRESS RELEASE

Under the WHO patronage, the Hospices Civils in Lyon (France) will organize TEKMED 87, an international Congress on the subject "Health for all in the future... What appropriate Technologies?"

This event will take place in Lyon on May 7, 8, 9, 10, 1987 and at the same time (during May 1987), the WHO World Assembly will be held in Geneva.

On this subject of paramount importance for WHO which is devoting to it some of its largest efforts, the Health Care professionals (Hospital managers, practitioners, engineers, researchers, planners, government representatives as well as industrials, economists, service suppliers) will be given the opportunity to exchange experiments and research and will deal with every problem in terms of planning, organization, innovation, technological transfer and, at last, cooperation.

In the very specific field of Diagnosis which has been choiced for this first forum, TEKMED 87 will allow to know and to analyze more precisely supply and demand from the different countries and partners concerned.

A call for the papers has been launched on these subjects.

For further details, please get in touch with:

**Mrs GUILLOT (Congress)
Communication and Public Relations Department
Hospices Civils de Lyon
3, Quai des Célestins
69002 LYON
Tel. 78.38.13.50**

or

**Mr GRYNFOGEL (Exhibition)
P. G. PROMOTION
17, rue Childebert
69002 LYON
Tel. 78.42.67.70**

NOTAS

CALL FOR PAPERS

Journal of Food Composition and Analysis

The *Journal of Food Composition and Analysis* is a new peer reviewed, scientific journal covering all scientific aspects of the data on chemical composition of human foods, with particular emphasis on analytical methods for obtaining that data, actual data on composition of foods; and studies on the manipulation, statistics, storage, distribution, and use of food composition data. The journal is sponsored by the International Network of Food Data Systems (INFOODS), a United Nations University Project. It will be published by Academic Press. Publication in 1987 is anticipated.

The Editors are actively seeking high-quality manuscripts in the area of food composition and analysis. Authors are encouraged to submit manuscripts for publication to the Editorial Office at this time. Please submit manuscripts and requests for additional information to:

Dr. Kent K. Stewart
Editor
Journal of Food Composition and Analysis
Department of Biochemistry and Nutrition
Virginia Polytechnic Institute and State University
Blacksburg, Virginia 24061
U. S. A.

January, 1987

COLOQUIO NACIONAL DEL AMARANTO

Ciudad de Querétaro, Gro., México
13 a 15 de agosto de 1987

El Gobierno del Estado de Querétaro, a través del Instituto de Desarrollo Estatal para la Acción Social, y en coordinación con otras instituciones, ha convocado a este interesante evento, el cual promete ser muy concurrido.

La alimentación de los mexicanos de hoy y del futuro —según reza la convocatoria— es de vital importancia y preocupación para el Gobierno, investigadores, técnicos y productores nacionales, quienes buscan soluciones y mayor colaboración multidiscipli-

plinaria orientada a la búsqueda de fuentes alimentarias alternativas de alta calidad. Una posibilidad es el amaranto, planta que será el tema del Coloquio, y cuyas bondades nutricionales eran conocidas ya desde tiempos prehispánicos.

Los objetivos de este promisorio Coloquio son:

1. Difundir las experiencias científicas y técnicas generadas sobre el amaranto.
2. Rescatar la memoria histórica, social y cultural de la planta de amaranto.
3. Generar la participación multidisciplinaria entre Instituciones, investigadores y productores, cuyo material de trabajo es dicho cultivo.
4. Promover el cultivo y aprovechamiento de dicha planta e integrarla a la cultura alimentaria, y
5. Impulsar el desarrollo agroindustrial e industrial de productos derivados del amaranto.

Para el cumplimiento de tales objetivos, se abordarán los temas Botánicos, Genéticos, Agronómicos, Nutricionales, Fitosanitarios, Industriales, y otros. La forma de trabajo será en sesiones abiertas, exponiéndose los estudios en un tiempo de 15 minutos y 5 minutos para preguntas. El horario será de 9:00 a 13:00 horas, y de 17:00 a 19:30 horas.

Podrán participar todos aquellos investigadores, técnicos, productores, estudiantes y personas interesadas en la temática.

El costo de inscripción será de \$10,000.00 (Pesos Mexicanos), para estudiantes, y \$20,000.00, para profesionales.

Todos los trabajos entregados puntualmente serán publicados, para lo cual éstos deberán entregarse a más tardar el día 30 de junio del presente año. Se deberán ceñir a una serie de características que los interesados en participar podrán obtener dirigiéndose a:

LIC. ENRIQUE VILLA RAMIREZ
Director de Planeación y Comunicación Social del
Instituto de Desarrollo Estatal para la Acción Social
Pasteur Sur No. 6 (Casa de Ecala)
Querétaro, Qro., C. P. 76000, México

Copia dirigida a:

DRA. TERESA REYNA TRUJILLO
Instituto de Geografía (UNAM)
Circuito Exterior
Ciudad Universitaria
C. P. 04510 México D. F., México

RADIONUCLIDES IN THE FOOD CHAIN

Lanxenbrug Conference Center near
Vienna, Austria, November 2-5, 1987

This interesting Conference will bring together scientists, industrial managers and policy makers from eastern and western countries to discuss the factors involved in the analysis and management of radionuclides in the food chain. The scientific and policy perspectives discussed at this meeting will contribute to the worldwide harmonization of exposure standards for radionuclides in foods.

The program has been developed by a Scientific Advisory Council composed of leading scientists representing several countries and diverse disciplines. The sessions include:

1. A review of fundamental information on radioactivity and radiation including environmental pathways critical to man
2. Consequences of radionuclides release to health, safety and the environment
3. Comparative effects of radionuclides and other contaminants of food and water supplies
4. Risk management of food and water supplies
5. Regulatory and control programs
6. The final session will address the development of guidelines for safety evaluation of food and water after nuclear accidents.

The Conference is designed for an international audience from all relevant disciplines, including those working in the food industry, government agencies, universities and international organizations.

The program is being sponsored by the International Life Sciences Institute (ILSI), in association with the International Institute of Applied Systems Analysis (IIASA). Cosponsors include the International Radiation Protection Association and other international organizations. For more information, please contact:

Ms. Lili C. Merritt
International Life Sciences Institute (ILSI)
1126 Sixteenth Street, N. W.
Washington, D. C. 20036
U. S. A.
Telephone: (202) 659-0074

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

ENTIDADES PATROCINANTES

Asociación Americana de Soya (México D. F., México)

Asociación Americana de Soya (Oficina para América del Sur Caracas, Venezuela)

Compañía Distribuidora Guatemalteca Shell (Guatemala, Guatemala)

Fundación CAVENDES (Caracas, Venezuela)

Fundación Polar (Caracas, Venezuela)

Gerber Products Company (GERBER) (Freemont, Michigan, USA)

F. Hoffman — La Roche & Co. (PRODUCTOS ROCHE) (Basilea, Suiza)

Instituto Costarricense de Investigación y Enseñanza en Nutrición y Salud (INCIENSA) (Tres Ríos, Costa Rica)

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

Instituto Nacional de Nutrición (INN) (Caracas, Venezuela)

Wyeth International Limited (Philadelphia, Pa., EUA)

Monsanto Guatemala, Inc. (Guatemala, Guatemala)



TURRIALBA

REVISTA INTERAMERICANA DE CIENCIAS AGRICOLAS

VOLUMEN 36

TRIMESTRE ENERO—MARZO 1986

NUMERO 1

Jefe Servicio Editorial IIICA: MICHAEL J. SNARSKIS

Asistente Editorial: FLOR ARAYA S.

CONTENIDO

	Página
<i>Evaluación de los requerimientos hídricos en el Pacífico Norte de Costa Rica (en español)</i> . O.E. Rojas	1
<i>Los efectos de algunos procedimientos de esterilización sobre las propiedades biológicas, químicas y físicas de suelos (en inglés)</i> . L.H. Liegel	11
<i>Infestación por el chinche verde de frijol Acrosternum arginatum (Palisot de Beauvois) sobre rendimiento de Phaseolus vulgaris L. Su efecto (es español)</i> . G.J. Hallman, C.G. Morales, J.M.J. Hollands, A. Oree	21
<i>Variaciones anuales en el contenido del nitrógeno, fósforo y potasio en hojas de una plantación de limón sutil (Citrus aurantifolius Swing) en las costa del Perú (en español)</i> . V. Sócalo, L. Guzmán	25
<i>Almacenaje de tubérculos en Nigeria: métodos tradicionales y modernos (en inglés)</i> . E.O. Etejere, R.B. Bhat	33
<i>Variabilidad en las poblaciones de tiquisque morado (Xanthosoma violaceum) en relación con el material de propagación. I. Peso del propágulo y presencia o ausencia de yema terminal (en español)</i> . J.A. Soto, J. A. Arze	39
<i>Las oportunidades para manejo y la sucesión de árboles en plantaciones para sombra en el café (en inglés)</i> . P.L. Weaver, A. Birdsey	47
<i>Tolerancia a la competencia de las malezas en seis cultivares de Phaseolus vulgaris L. (en español)</i> . L.R. Valverde, R. Araya	59
<i>La influencia de madurez fisiológica y el lapso entre cosecha y almacenamiento sobre la viabilidad de la semilla en el hule (Hevea spp.)</i> . L.P. Barrueto, I. da P. Pereira, M.A. Neves	65
<i>Dinámica poblacional de la babosa (Vaginulus plebeius; Stylomenaphora: Veronicellidae) en lotes de maíz-frijol en relevo (en español)</i> . K.L. Andrews, F. Lema	77
<i>Variabilidad en las poblaciones del tiquisque morado (Xanthosoma violaceum) en relación con el material de propagación. II. Peso, prebrotación y seccionamiento del propágulo (en español)</i> . J.A. Soto, J.A. Arze	81
<i>La dinámica energética en los sistemas de producción de alimentos y el papel de la producción animal: unas observaciones (en inglés)</i> . O.E. Sala	91
<i>Comportamiento de métodos de injerto en la propagación asexual del tamarindo (Tamarindus indica L.) en Piura, Perú (en español)</i> . L.R. Ramírez, A. Montesinos, L. Guzmán	99
<i>Factores capacidad-intensidad del sodio en suelos de la llanura pampeana (en español)</i> . C.Y. Andreoli, N. Peinemann	105
<i>Comunicaciones</i>	111
<i>Daños causados por insectos en fustes de especies maderables en los bosques de Moquehue (en español)</i> . H.E. Giganti	111
<i>Cinco especies de Paspalum (Graminaea) por obtención de plantas por cultivo in vitro de ovarios (en español)</i> . O.A. Bovo	117
<i>Absorção de fósforo e enxofre pelas folhas do feijoeiro (Phaseolus vulgaris L.) (en portugués)</i> . A.E. Boaretto, T. Muraoka, A.P. Cruz, C. Daghlian	120
<i>Comportamiento del naranjo dulce en Venezuela (en español)</i> . L. Avilán	123
<i>Ecología de la polilla del repollo, Plutella xylostella (L.) (Lepidoptera: Plutellidae). II. Ciclo de vida (en español)</i> . P.J. Salinas	130
<i>Notas y comentarios</i>	9, 19, 64, 135
<i>Reseñas de libros</i>	24, 32, 38, 75, 76, 80, 98

INDICE GENERAL DEL VOLUMEN XXXVI, 1986

	Página
EDITORIAL	5, 213, 369, 567
EL MUNDO CIENTIFICO LATINOAMERICANO PIERDE VALIOSO ELEMENTO.	7
ARTICULOS GENERALES	
Medidas zootécnicas y caracterización de canales del cerdo criollo salvadoreño. — <i>Mario Olivares Castro</i>	9
Bases para la integración de un Programa Iberoamericano de Investigación en Tecnología de Alimentos. — <i>Efrén Parada Arias</i>	217
Impacto potencial de la biotecnología en el Grupo Andino. — <i>Galo Montaña Pérez</i>	571
TRABAJOS DE INVESTIGACION	
NUTRICION HUMANA	
Relación entre indicadores socioeconómicos y ambientales con el estado nutricional de preescolares en una comunidad de la Sierra Norte de Puebla — <i>Sara Elena Pérez-Gil R. y Enrique Cifuentes G.</i>	35
Nutrição enteral domiciliar. — <i>Maria da Glória Aina Sadek, Silvia Maria Bastos Andrade, Eliete Salomon Tudisco e Dirce Maria Sigulem</i>	45
Desarrollo de una metodología para la valoración del estado nutricional a nivel de unidades domésticas. — <i>Eugenia López de Piza, Eduardo Piza Volio y Jorge Piza Escalante</i>	53
Estado nutricional e posse da terra. Um estudo em adultos da área rural do Nordeste Brasileiro. — <i>Hilda Paulina Pino Zúñiga, Leopoldina Augusta Sequeira e Hugo Amigo Cartagena</i>	67
Serum cholesterol, triglyceride, and high-density-lipoprotein concentrations in men with different dietary and exercise regimens in Puriscal, Costa Rica. — <i>Laura Whitmore, Alfonso Trejos and Leonardo Mata</i>	235
Energy supplementation and productivity of Guatemalan sugar-cane cutters: A longitudinal approach. — <i>Maarten D. C. Immink, Cecile C. Blake, Fernando E. Viteri, Rafael Flores and Benjamin Torún</i>	247
Utilização do método demonstrativo para avaliação quantitativa da ingestão alimentar. — <i>Maria Claret Costa Monteiro, Hélio Vannucchi e José Eduardo Dutra de Oliveira</i>	260

- Estudio de hábitos alimentarios de estudiantes que egresan de educación media en el Area Metropolitana de Santiago, Chile. — *Isabel Zacarías, Marcela Aguayo, Magaly Vásquez, Digna Ballester y Daniza Ivanović* 268
- Research Note — The relation between cancer of the colon and rectum and nutrition, in Rio de Janeiro. — *Eliza Da Conceição da Fonseca Lopes, Sandra Casa Nova Derivi and Maria Heidi Marques Mendez* 282
- Energy utilization of supplemented cereal diets in human volunteers. — *Abrar H. Gilani, Musadiq Asif and Saeed Ahmad Nagra* 373
- Ingesta alimentaria de escolares que egresan de Educación Básica en el Area Metropolitana de Santiago, Chile. — *Daniza Ivanović, Marcela Aguayo, Magaly Vásquez, Irene Trufello, Digna Ballester e Isabel Zacarías* 379
- Relación de los hábitos de alimentación y el estado nutricional en niños preescolares en una comunidad rural. — *Martha Patricia Coello, Sara Elena Pérez-Gil R., y Lucía Batrouni Kerkebe* 587
- Home for the migrants: The Pueblos Jóvenes of Lima. A study of socioeconomic determinants of child malnutrition. — *Pauline Herold and Diva Sanjur* 599
- Trends and differentials in dietary patterns and nutrient intake among migrant Puerto Rican families. — *Diva Sanjur, M. D. C. Immink, M. Colón, L. Bentz, M. Burgos and S. Alicea-Santana* 625
- Diagnóstico da situação da hipovitaminose A e da anemia nutricional na população do Vale do Jequitinhonha, Minas Gerais, Brasil. — *Rocival L. Araujo, M. Beatriz D. G. Araujo, Reinaldo O. Sieiro, Rosângela D. P. Machado, e Brigitte Vinçon Leite* 642
- Prevención de la carencia de hierro en lactantes mediante la fortificación de la leche. I. Estudio sobre el terreno de una leche semidescremada. — *Abraham Stekel, Manuel Olivares, Fernando Pizarro, Patricia Chadud, Marisol Chayazzo, Inés López y Mirna Amar* 654

NUTRICION EXPERIMENTAL

- Composición química y evaluación de la calidad de la proteína de tres variedades de frijol común en humanos adultos por el método de balance nitrogenado de corto tiempo. — *Adriana Blanco, Delia A. Navarrete, Ricardo Bressani, J. Edgar Braham, Roberto Gómez-Brenes y Luiz G. Elías* 79
- Efecto de la hipervitaminosis D sobre la actividad de algunas enzimas en hígado de ratas. — *O. M. Alarcón, J. L. Burguera, M. Burguera y John A. Burguera* 98
- Composición lipídica de la placenta de ratas con restricción de proteínas y deficiencia de ácidos grasos esenciales. — *Julia Araya A., Ana María Aguilera T., Claudio Soto A., y Lilia Masson* 327

Inflüencia da desnutrição proteica sobre a função fagocitária de neutrófilos de ratos. — Primavera Borelli Garcia, e Domênico Barbieri	662
Metabolismo energético durante el desarrollo de la placenta en ratas. Efecto de la desnutrición materna crónica. — Julia Araya, Manuel Ruz y Ana María Aguilera	678
Effects of some carbohydrates on iron absorption. — Martha Pabón de Rozo, Darrell VanCampen and Dennis D. Miller	688
Dietary protein supplementation. Fundamentals and examples of practical application. — J. J. Dreyer	701
Efectos aditivos de la malnutrición proteínica y el cortisol sobre proteínas plasmáticas e inmunoglobulinas de ratas gestantes y sus neonatos. — Emilia Muñoz-Martínez, Ascensión Marcos, Pilar Varela, María Teresa Unzaga y Gregorio Varela	714
BIOQUIMICA NUTRICIONAL	
Effect of dietary columbinic acid on the fatty acid composition and physical membrane properties of different tissues of EFA-deficient rats. — Elisabet C. Mandon, Irma N. T. de Gómez Dumm y Rodolfo R. Brenner	401
Efecto de la calidad y cantidad de proteína dietaria en la tasa de depleción de vitamina A, y disponibilidad biológica de precursores de vitamina A. — Arlene Wolzak y Ricardo Bressani	415
Efectos toxicológicos producidos por la ingesta crónica de aceites vegetales bromados. — Claudio Bernal, María Z. Basílico y Yolanda B. Lombardo	432
Nivel proteínico dietario durante la gestación. Su influencia sobre el reparto materno-fetal de sustratos. — Ascensión Marcos, Pilar Varela, María Teresa Unzaga, Emilia Muñoz-Martínez, Berta Jiménez-Gancedo y Gregorio Varela	443
CIENCIAS DE ALIMENTOS	
Calidad nutricional de la proteína de gandul, tierno y maduro, y su valor suplementario a los cereales. — Ricardo Bressani, Roberto A. Gómez-Brenes y Luiz G. Elías	108
Eficacia de la proteína de la conserva de bonito (<i>Thunnus alalunga</i>) en el crecimiento animal. — María del Pilar Navarro, Ana María Castrillón, Rosa María Ortega y Gregorio Varela	117
Sustitución del aceite de maní usado para la fortificación de azúcar con vitamina A por otros aceites vegetales disponibles en Centroamérica. — Luis Antonio Mejía y Oscar Pineda	127
Composition and dietary effects of the fish oil from "Mandi" (<i>Pinelodus clarias</i>). — Maria Helena Bueno da Costa, David L. Nelson and Tasso Moraes Santos	288

Aplicación del factor de cálculo al análisis de alimentos de Venezuela. — <i>Zaida Gotera de Prado</i>	300
Composición y valor nutritivo del maíz dulce Pajimaca, y del Pajimaca Opaco-2, cultivados en Venezuela. — <i>José Félix Chávez y Pedro Obregón G.</i>	312
Chemical constituents, <i>in vitro</i> protein digestibility, and presence of antinutritional substances in amaranth grains. — <i>Angelita Duarte Correa, Lieselotte Jokl and Rolf Carlsson</i>	319
Composición química y valor biológico de tortillas y pan producidos a nivel industrial en Costa Rica. — <i>Emilio Vargas, Roberto Muñoz y Jesús Gómez.</i>	456
Amino acid composition of some <i>Amaranthus</i> sp. grain proteins and of its fractions. — <i>Angelita Duarte Correa, Lieselotte Jokl and Rolf Carlsson</i>	466
Contenido de sodio y potasio de algunos vegetales frescos, congelados y enlatados. — <i>María Teresa Zuccarelli y Leyla Faraj</i>	477
Estudo no concentrado proteico da folha de mandioca. Obtenção, análises químicas e suplementação com aminoácidos. — <i>Jocelem Mastrodi Salgado e Avany Correa Santos</i>	483
Influencia de los procesos de cocción y desecación a distinta temperatura sobre el valor nutritivo de la proteína del mejillón (<i>Mytilus edulis</i>). — <i>María Lourdes Lema, María del Pilar Navarro, Francisco José Mataix y Gregorio Varela</i>	495
Potentialization of the lactoperoxidase system for preservation of raw milk in the tropic. — <i>M. A. Aparicio, L. M. Peralta and H. S. García</i>	725
Descascarado de sorgo en molino de abrasión. — <i>Julio Ramón Corimayo, Rubén Ramón Gutiérrez y Marta Hilda Gómez</i>	734
Efeito da torrefação no perfil cromatográfico obtido por filtração em gel de extratos de café Arábica. — <i>Luiz C. Trugo</i>	745
COMUNICACION BREVE	
Algunos alimentos de humedad intermedia en el mercado chileno. — <i>José Miguel Aguilera R., Soledad Kozma O., Marcela Olivares H., Margarita Andrade C. y Guillermina Neimann K.</i>	754
TECNOLOGIA DE ALIMENTOS	
Descascarado de sorgo por vía seca: Métodos continuo y discontinuo. — <i>Rubén R. Gutiérrez y Marta H. Gómez</i>	505
Procesamiento y evaluación de ensilado de pescado a partir de la fauna de acompañamiento del camarón. — <i>Efrem Córdova y Rafael Bello</i>	522

NUTRICION ANIMAL

- Ensilado de huizache (*Acacia farnesiana* L. Willd), como recurso potencial en la alimentación de cabras. — S. E. Alcántara, E. S. Ochoa, B. A. Aguilera y F. Pérez-Gil R.** 135
- Evaluación química y determinación del valor nutritivo de una variedad de maíz Opaco-2 en la ración inicial del broiler — José A. Pokniak, Sergio B. Cornejo, Oscar Ramos y Enrique O. Yáñez** 338
- Efecto de la inoculación del hongo comestible *Pleurotus ostreatus* en la composición química y digestibilidad de la paja de cebada — Ma. Esther Ortega Cerrilla, Braulio Can Acosta, Francisco Herrera Patiño y Fernando Pérez-Gil Romo** 345

EDUCACION NUTRICIONAL

- Conocimientos alimentarios y nutricionales de estudiantes que egresan de Educación Básica en el Area Metropolitana de Santiago, Chile. — Daniza Ivanović, María de la Luz Alvarez e Irene Trufello** 152
- Efecto de los medios de comunicación social en la adquisición de alimentos a nivel familiar. — Mary Zulay Moya de Sifontes y Paulina L. Dehollain** 166
- Food and nutrition knowledge in Chilean High School graduates. — Daniza Ivanović, María de la Luz Alvarez, Irene Trufello, Marcela Aguayo, Enrique Yáñez e Isabel Zacarías** 536

GRUPO PERMANENTE DE TRABAJO DE LA SLAN EN SISTEMAS DE VIGILANCIA ALIMENTARIA-NUTRICIONAL 187**SOCIEDAD LATINOAMERICANA DE NUTRICION (SLAN) — Primer mensaje de la nueva Junta Directiva para el período 1986-1988** 193**NUEVOS LIBROS** 197, 351, 551, 759**OTRAS PUBLICACIONES** 199, 353**NOTAS** 201, 354, 553, 763**CONTENIDO DE LA REVISTA TURRIALBA: Vol. 35, Nos. 2, 3 y 4, 1985 y Vol. 36, No. 1, 1986** 202, 357, 555, 767**INFORMACION PARA LOS AUTORES** 204, 359, 557, 784

INDICE POR MATERIA, VOLUMEN XXXVI

Página

— A —

Aceites bromados, efectos toxicológicos por ingesta crónica de	432
Aceite de maní en la fortificación de azúcar con vitamina A, en sustitución por otros aceites vegetales disponibles en Centroamérica	127
Alimentos, aplicación del factor de cálculo al análisis de	300
Alimentos de humedad intermedia en el mercado chileno, algunos	754
Alimentos, efecto de los medios de comunicación social en la adquisición de	166
Amaranth, chemical constituents, <i>in vitro</i> protein digestibility, and presence of antinutritional substances in	319
<i>Amaranthus sp.</i> grain proteins and fractions, amino acid composition of some	466

— B —

Biotecnología en el Grupo Andino, impacto potencial de	571
--	-----

— C —

Café Arábica, efeito da torrefação no perfil cromatográfico obtido por filtração em gel de extratos de	745
Cancer of the colon and rectum in nutrition, relation between	282
Carencia de hierro en lactantes mediante la fortificación de leche, prevención de la	654
Cebada, efecto de la inoculación del hongo comestible <i>Pleurotus ostreatus</i> en la composición química y digestibilidad de la paja de	345
Cerdo criollo salvadoreño, medidas zootécnicas y caracterización de canales del	9
Cereal diets in humans, energy utilization of supplemented	373
Composición lipídica de la placenta de ratas con restricción de proteínas y deficiencia de ácidos grasos esenciales	327
Conocimientos alimentarios y nutricionales de estudiantes egresados de Educación Básica en el Area Metropolitana de Santiago, Chile	152
Conserva de bonito (<i>Tunnus alalunga</i>), eficacia de la proteína de la	117

— D —

Dietary columbinic acid, effect of, on fatty acid composition	401
Dietary patterns and nutrient intake among migrant Puerto Rican families, trends and differentials in	625
Dietary protein supplementation. Fundamentals and examples	701

— E —

El mundo científico latinoamericano pierde valioso elemento	7
Energy supplementation and productivity in Guatemalan sugar-cane cutters	247
Ensilado de pescado a partir de la fauna de acompañamiento del camarón, procesamiento y evaluación de	522

Estado nutricional a nivel de unidades domésticas, desarrollo de metodología para valoración del.	53
Estado nutricional e posse da terra	67

— F —

Fish oil from "Mandi" (<i>Pinelodus clarias</i>), composition and dietary effects of.	288
Food and nutrition knowledge in Chilean High School graduates	536
Frijol común en humanos, composición química y evaluación de la calidad de la proteína de tres variedades de.	79

— G —

Gandul, tierno y maduro, calidad nutricional de la proteína de.	108
Gestación, nivel proteínico dietario durante la	443

— H —

Hábitos alimentarios de estudiantes que egresan de Educación Media en el Area Metropolitana de Santiago, Chile, estudio de	268
Hábitos de alimentación y estado nutricional en niños preescolares chilenos, relación de los.	587
Hipervitaminosis D, efecto de, sobre la actividad de algunas enzimas	98
Hipovitaminose A, diagnóstico da situação da, e da anemia nutricional na população do Vale do Jequitinhonha.	642
Home for the migrants: The pueblos jóvenes of Lima, Peru.	599
Huizache (<i>Acacia farnesiana</i> L. Willd), ensilado de, como recurso potencial de alimentación de cabras	135

— I —

Indicadores socioeconómicos y ambientales, relación entre, y estado nutricional de preescolares de Puebla, México	35
Ingesta alimentaria de escolares que egresan de Educación Básica en el Area Metropolitana de Santiago, Chile	379
Ingestão alimentar, utilização do método demonstrativo para avaliação quantitativa da	260
Iron absorption, effects of some carbohydrates on.	688

— L —

Lactoperoxidase system for preservation of raw milk in the tropic, potentialization of the	725
--	-----

— M —

Maíz dulce Pajimaca, composición y valor nutritivo del.	312
Maíz Opaco-2, evaluación y determinación del valor nutritivo de una variedad de, en broilers.	338
Malnutrición proteínica y cortisol, efectos aditivos de la	714

Mandioca, estudo no concentrado proteico da folha de	483
Mejillón (<i>Mytilus edulis</i>), influencia de los procesos de cocción y desecación en el valor nutritivo del	495
Metabolismo energético durante el desarrollo de la placenta, en ratas.	678

— N —

Nivel proteínico dietario durante la gestación	443
Nutrição enteral domiciliar	45

— P —

Programa Iberoamericano de Investigación en Tecnología de Alimentos, bases para la integración de un.	217
Proteína dietaria en la tasa de depleción de vitamina A, efecto de la calidad y cantidad de	98

— S —

Serum cholesterol, triglyceride, and high-density-lipoprotein concentrations in men.	235
Sodio y potasio de algunos vegetales, contenido de	477
Sorgo, descascarado en molino ^o de abrasión	734
Sorgo, descascarado por vía seca.	505

— T —

Tortillas y pan, composición química y valor biológico de.	456
--	-----

INDICE POR AUTORES

Página

— A —

Aguayo, Marcela (véase Zacarías, Isabel)	268
(véase Ivanović, Daniza)	379, 536
Aguilera, B. A. (véase Alcántara, S. E.)	135
Aguilera R., José Miguel. — Algunos alimentos de humedad intermedia en el mercado chileno.	754
Aguilera T., Ana María (véase Araya A., Julia)	327, 678
Alarcón, O. M. — Efecto de la hipervitaminosis D sobre la actividad de algunas enzimas en hígado de ratas	98
Alcántara, S. E. — Ensilado de huizache (<i>Acacia farnesiana</i> L. Willd), como recurso potencial en la alimentación de cabras	135
Alicea-Santana, S. (véase Sanjur, Diva).	625
Alvarez, María de la Luz (véase Ivanović, Daniza)	152, 536
Amar, Mirna (véase Stekel, Abraham)	654
Amigo Cartagena, Hugo (véase Pino Zúñiga, Hilda Paulina)	67
Andrade C., Margarita (véase Aguilera R., José Miguel).	754
Aparicio, M. A. — Potentialization of the lactoperoxidase system for preservation of raw milk in the tropic	725
Araujo, M. Beatriz D. G. (véase Araujo, Rocival L.)	642
Araujo, Rocival L. — Diagnóstico da situação da hipovitaminose A e da anemia nutricional na população do Vale de Jequintinhonha, Minas Gerais, Brasil	642
Araya A., Julia. — Composición lipídica de la placenta de ratas con restricción de proteínas y deficiencia de ácidos grasos esenciales	327
Metabolismo energético durante el desarrollo de la placenta en ratas. Efecto de la desnutrición materna crónica	678
Asif, Musadiq (véase Gilani, Abrar H.).	373

— B —

Ballester, Digna (véase Zacarías, Isabel)	268
(véase Ivanović, Daniza)	379
Barbieri, Domênico (véase Borelli Garcia, Primavera)	662
Basílico, María Z. (véase Bernal, Claudio).	432
Bastos Andrade, Silvia Maria (véase Sadek, Maria da Glória Aina).	45
Batrouni Kerkebe, Lucía (véase Coello, Martha Patricia).	587
Bello, Rafael (véase Córdova, Efrem).	522
Bentz, L. (véase Sanjur, Diva)	625
Bernal, Claudio. — Efectos toxicológicos producidos por la ingesta crónica de aceites vegetales bromados	432
Blake, Cecile C. (véase Immink, Maarten D. C.)	247
Blanco, Adriana. — Composición química y evaluación de la calidad de la proteína de tres variedades de frijol común en humanos adultos por el método de balance nitrogenado de corto tiempo	79
Borelli Garcia, Primavera. — Influencia da desnutrição proteica sobre a função fagocitária de neutrófilos de ratos.	662

Braham, J. Edgar (véase Blanco, Adriana)	79
Brenner, Rodolfo R. (véase Mandon, Elizabet C.)	401
Bressani, Ricardo. — Calidad nutricional de la proteína de gandul, tierno y maduro, y su valor suplementario a los cereales.	108
(véase Blanco, Adriana)	79
(véase Wolzak, Arlene)	415
Burgos, M. (véase Sanjur, Diva)	625
Burguera, John A. (véase Alarcón, O. M.)	98
Burguera, J. L. (véase Alarcón, O. M.)	98
Burguera, M. (véase Alarcón, O. M.)	98

— C —

Callazo, Marisol (véase Stekel, Abraham)	654
Can Acosta, Braulio (véase Ortega Cerrilla, Ma. Esther)	345
Carlsson, Rolf (véase Duarte Correa, Angelita)	319, 466
Casa Nova Derivi, Sandra (véase Fonseca Lopes, Eliza da Conceição da)	282
Castrillón, Ana María (véase Navarro, María del Pilar)	117
Cifuentes G., Enrique (véase Pérez-Gil R., Sara Elena)	35
Coello, Martha Patricia. — Relación de los hábitos de alimentación y el estado nutricional en niños preescolares en una comunidad rural	587
Córdova, Efrem. — Procesamiento y evaluación de ensilado de pescado a partir de la fauna de acompañamiento del camarón	522
Corimayo, Julio Ramón. — Descascarado de sorgo en molino de abrasión.	734
Cornejo, Sergio B. (véase Pokniak, José A.)	338
Correa Santos, Avany (véase Mastrodi Salgado, Jocenelem)	483
Costa Monteiro, Maria Claret. — Utilização do método demonstrativo para avaliação quantitativa da ingestão alimentar	260

— CH —

Chadud, Patricia (véase Stekel, Abraham)	654
Chávez, José Félix. — Composición y valor nutritivo del maíz dulce Paji- maca, y del Pajimaca Opaco-2 cultivados en Venezuela.	312

— D —

da Costa, María Helena Bueno. — Composition and dietary effects of the fish oil from "Mandi" (<i>Pinelodus clarias</i>)	288
Dehollain, Paulina L. (véase Sifontes, Mary Zulay Moya de)	166
Dreyer, J. J. — Dietary protein supplementation. Fundamentals and examples of practical application	701
Duarte Correa, Angelita. — Chemical constituents, <i>in vitro</i> protein digest- ibility, and presence of anti-nutritional substances in amaranth grains	319
Amino acid composition of some <i>Amaranthus</i> sp. grain proteins and of its fractions	466
Dutra de Oliveira, Eduardo (véase Costa Monteiro, Maria Claret)	260

— E —

Eliás, Luiz G. (véase Blanco, Adriana)	79
(véase Bressani, Ricardo)	108

— F —

Faraj, Leyla (véase Zuccarelli, María Teresa)	477
Flores, Rafael (véase Immink, Maarten D. C.)	247
Fonseca Lopes, Eliza da Conceição da. — Research Note - The relation between cancer of the colon and rectum and nutrition in Rio de Ja- neiro.	282

— G —

García, H. S. (véase Aparicio, M. A.)	725
Gilani, Abrar H. — Energy utilization of supplemented cereal diets in human volunteers	373
Gómez, Jesús (véase Vargas, Emilio)	456
Gómez, Marta Hilda (véase Corimayo, Julio Ramón)	734
(véase Gutiérrez, Rubén R.)	505
Gómez-Brenes, Roberto A. (véase Blanco, Adriana)	79
(véase Bressani, Ricardo)	108
Gómez-Dumm, Irma N. T. de (véase Mandon, Elisabet C.)	401
Gutiérrez, Rubén R. — Descascarado de sorgo por vía seca: Métodos con- tinuo y discontinuo	505
(véase Corimayo, Julio Ramón)	734

— H —

Herold, Pauline. — Home for the migrants: The pueblos jóvenes of Lima. A study of socioeconomic determinants of child malnutrition	599
Herrera Patiño, Francisco (véase Ortega Cerrilla, Ma. Esther)	345

— I —

Immink, Maarten D. C. — Energy utilization and productivity of Guate- malan sugar-cane cutters: A longitudinal approach	247
(véase Sanjur, Diva)	625
Ivanović, Daniza. — Conocimientos alimentarios y nutricionales de estu- diantes que egresan de Educación Básica en el Area Metropolitana de Santiago, Chile	152
Ingesta alimentaria de escolares que egresan de Educación Básica en el Area Metropolitana de Santiago, Chile.	379
Food and nutrition knowledge in Chilean High School graduates	536
(véase Zacarías, Isabel)	268

— J —

Jiménez-Gancedo, Berta (véase Marcos, Ascensión)	443
Jokl, Lieselotte (véase Duarte Correa, Angelita)	319, 466

— K —

- Kozma O., Soledad (véase Aguilera R., José Miguel) 754

— L —

- Lema, María Lourdes. — Influencia de los procesos de cocción y desecación a distinta temperatura sobre el valor nutritivo de la proteína del mejillón (*Mytilus edulis*) 495
 Lombardo, Yolanda B. (véase Bernal, Claudio) 432
 López, Inés (véase Stekel, Abraham) 654

— M —

- Machado, Rosangela D. P. (véase Araujo, Rocival L.) 642
 Mandon, Elizabet C. — Effect of dietary columbinic acid on the fatty acid composition and physical membrane properties of different tissues of EFA-deficient rats. 491
 Marcos, Ascensión. — Nivel proteínico dietario durante la gestación. Su influencia sobre el reparto materno-fetal de sustratos 443
 (véase Muñoz-Martínez, Emilia) 714
 Marques Mendez, Maria Heidi (véase Fonseca Lopes, Eliza da Conceição da) 282
 Masson, Lilia (véase Araya A., Julia) 327
 Mastrodi Salgado, Jocelém. — Estudo no concentrado proteico da folha de mandioca. Obtenção, análises químicas e suplementação com aminoácidos 483
 Mata, Leonardo (véase Whitmore, Laura) 235
 Mataix, Francisco José (véase Lema, María Lourdes) 495
 Mejía, Luis Antonio. — Sustitución del aceite de maní usado para la fortificación de azúcar con vitamina A, por otros aceites vegetales disponibles en Centroamérica 127
 Miller, Dennis D. (véase Roza, Martha Pabón de) 688
 Montaña Pérez, Galo. — Impacto potencial de la biotecnología en el Grupo Andino 571
 Moraes Santos, Tasso (véase da Costa, Maria Helena Bueno) 288
 Muñoz-Martínez, Emilia. — Efectos aditivos de la malnutrición proteínica y el cortisol sobre proteínas plasmáticas e inmunoglobulinas de ratas gestantes y sus neonatos 714
 (véase Marcos, Ascensión) 443
 Muñoz, Roberto (véase Vargas, Emilio) 456

— N —

- Nagra, Saeed Ahmad (véase Gilani, Abrar H.) 373
 Navarrete, Delia A. (véase Blanco, Adriana) 79
 Navarro, María del Pilar. — Eficacia de la proteína de la conserva de bonito (*Thunnus alalunga*) en el crecimiento animal. 117
 (véase Lema, María Lourdes) 495
 Neimann K., Guillermina (véase Aguilera R., José Miguel) 754
 Nelson, David L. (véase da Costa, Maria Helena Bueno) 288

— O —

Obregón G., Pedro (véase Chávez, José Félix)	312
Ochoa, E.S. (véase Alcántara, S.E.)	135
Olivares H., Marcela (véase Aguilera R., José Miguel)	754
Olivares, Manuel (véase Stekel, Abraham)	654
Olivares Castro, Mario. — Medidas zootécnicas y caracterización del cerdo criollo salvadoreño	9
Ortega, Rosa María (véase Navarro, María del Pilar)	117
Ortega Cerrilla, Ma. Esther. — Efecto de la inoculación del hongo comestible <i>Pleurotus ostreatus</i> en la composición química y digestibilidad de la paja de cebada	345

— P —

Parada Arias, Efrén. — Bases para la integración de un Programa Iberoamericano de Investigación en Tecnología de Alimentos	217
Peralta, L.M. (véase Aparicio, M.A.)	725
Pérez-Gil R., Sara Elena. — Relación entre indicadores socioeconómicos y ambientales con el estado nutricional de preescolares en una comunidad de la Sierra Norte de Puebla	35
(véase Coello, Martha Patricia)	587
Pérez-Gil Romo, Fernando (véase Ortega Cerrilla, Ma. Esther)	345
(véase Alcántara, S.E.)	135
Pineda, Oscar (véase Mejía, Luis Antonio)	127
Pino Zúñiga, Hilda Paulina. — Estado nutricional e posse da terra. Um estudo em adultos da área rural do Nordeste Brasileiro	67
Piza, Eugenia López de. — Desarrollo de una metodología para la valoración del estado nutricional a nivel de unidades domésticas	53
Piza Escalante, Jorge (véase Piza, Eugenia López de)	53
Piza Volo, Eduardo (véase Piza, Eugenia López de)	53
Pizarro, Fernando (véase Stekel, Abraham)	654
Pokniak, José A. — Evaluación química y determinación del valor nutritivo de una variedad de maíz Opaco-2 en la ración inicial del broiler	338
Prado, Zaida Gotera de. — Aplicación del factor de cálculo al análisis de alimentos de Venezuela	300

— R —

Ramos, Oscar (véase Pokniak, José A.)	338
Rozo, Martha Pabón de. — Effects of some carbohydrates on iron absorption	688
Ruz, Manuel (véase Araya, Julia)	678

— S —

Sadek, Maria da Glória Aina. — Nutrição enteral domiciliar	45
Salomon Tudisco, Eliete (véase Sadek, Maria da Glória Aina)	45
Sanjur, Diva. — Trends and differentials in dietary patterns and nutrient intake among migrant Puerto Rican families	625
(véase Herold, Pauline)	599

Sequeira, Leopoldina Augusta (véase Pino Zúñiga, Hilda Paulina)	67
Sieiro, Reinaldo O. (véase Araujo, Rocival L.)	642
Sifontes, Mary Zulay Moya de. — Efecto de los medios de comunicación social en la adquisición de alimentos a nivel familiar	166
Sigulem, Dirce Maria (véase Sadek, Maria da Glória Aina)	45
Soto A., Claudio (véase Araya A., Julia)	327
Stekel, Abraham. — Prevención de la carencia de hierro en lactantes mediante la fortificación de la leche. I. Estudio sobre el terreno de una leche semidescremada	654

— T —

Torún, Benjamín (véase Immink, Maarten D.C.)	247
Trejos, Alfonso (véase Whitmore, Laura)	235
Trufello, Irene (véase Ivanović, Daniza)	152,379,536
Trugo, Luiz C. — Efeito da torrefação no perfil cromatográfico obtido por filtração em gel de extratos de café Arábica	745

— U —

Unzaga, María Teresa (véase Marcos, Ascensión)	443
(véase Muñoz-Martínez, Emilia)	714

— V —

VanCampen, Darrell (véase Rozo, Martha Pabón de)	688
Vannucchi, Helio (véase Costa Monteiro, Maria Claret)	260
Varela, Gregorio (véase Navarro, María del Pilar)	117
(véase Lema, María Lourdes)	495
(véase Marcos, Ascensión)	443
(véase Muñoz-Martínez, Emilia)	714
Varela, Pilar (véase Marcos, Ascensión)	443
(véase Muñoz-Martínez, Emilia)	714
Vargas, Emilio. — Composición química y valor biológico de tortillas y pan producidos a nivel industrial en Costa Rica	456
Vásquez, Magaly (véase Zacarías, Isabel)	268
(véase Ivanović, Daniza)	379
Vinçon Leite, Brigitte (véase Araujo, Rocival L.)	642
Viteri, Fernando E. (véase Immink, Maarten D.C.)	247

— W —

Whitmore, Laura. — Serum cholesterol, triglyceride, and high-density lipoprotein concentrations in men with different dietary and exercise regimens in Puriscal, Costa Rica	235
Wolzak, Arlene. — Efecto de la calidad y cantidad de proteína dietaria en la tasa de depleción de vitamina A, y disponibilidad biológica de precursores de vitamina A	415

— Y —

Yáñez, Enrique O. (véase Pokniak, José A.)	338
--	-----

(véase Ivanović, Daniza)	536
--------------------------------	-----

- Z -

Zacarías, Isabel. — Estudio de hábitos alimentarios de estudiantes que egresan de educación media en el Area Metropolitana de Santiago, Chile	268
(véase Ivanović, Daniza)	379, 536
Zuccarelli, María Teresa. — Contenido de sodio y potasio de algunos vegetales frescos, congelados y enlatados	477

INFORMACION PARA LOS AUTORES

A. CONTRIBUCIONES A LA REVISTA

La Revista publica Editoriales, Artículos Generales, Trabajos de Investigación y de Nutrición Aplicada, y Cartas al Editor. Para su aceptación, las diversas contribuciones deben tratar temas de nutrición humana o animal, ciencia y tecnología de alimentos, factores socioeconómicos, de orden antropológico o cultural, relacionados con la nutrición humana.

1. Los *Artículos Generales* son revisiones críticas sobre algún tema de interés en el campo de la nutrición y ciencias afines, o discusiones generales que contengan criterios propios o recomendaciones de aplicación práctica, debidamente respaldadas por argumentos válidos.
2. Los *Trabajos de Investigación* se refieren a los resultados de estudios de experimentación llevados a cabo hasta el punto que permite la deducción de conclusiones válidas.
3. Los trabajos de *Nutrición Aplicada* conciernen a la implementación de medidas basadas en la investigación, cuya finalidad es mejorar el estado nutricional de nuestras poblaciones.
4. Las *Cartas al Editor* son notas cortas, de un máximo de 3 páginas, sobre temas de interés general u observaciones o críticas sobre alguna contribución publicada en la Revista.

B. NORMAS PARA LA ELABORACION DE MANUSCRITOS

1. Las diversas contribuciones deben ser originales, a máquina, a doble espacio y en triplicado.
2. Los trabajos serán remitidos al Editor General de la Revista después de haber sido cuidadosamente revisados por el autor.
3. Los manuscritos pueden ser redactados en español, inglés, portugués y francés, según la preferencia del autor.
4. No se aceptarán trabajos que, a juicio del Editor General, ocupen desproporcionado espacio.

C. ORGANIZACION DEL MANUSCRITO

Se recomienda organizar cada manuscrito como sigue:

1. *Título*

La primera página del manuscrito debe contener el título completo del trabajo en

mayúsculas, nombre completo y apellido del autor, institución de origen con letras iniciales mayúsculas y el resto en minúscula. (En la página siguiente debe indicarse el cargo que cada autor desempeña, identificándolos debidamente).

2. *Resumen en el idioma original del artículo*

Este debe ser informativo, presentado en hoja separada del texto, y preparado en forma clara y concisa para el lector que no ha leído el texto del artículo. Debe especificar también el propósito, método, resultados importantes y principales conclusiones.

3. *Introducción*

Debe indicar claramente el objetivo o hipótesis de la investigación y sus relaciones con la nutrición y otros trabajos existentes, evitándose largas revisiones bibliográficas.

4. *Material y Métodos*

La descripción de los materiales debe hacerse en forma concisa. Cuando las técnicas o procedimientos utilizados hayan sido publicados, deberán mencionarse, e incluir sólo los detalles de técnica que representan modificaciones substanciales del procedimiento original. Cuando se utilicen términos locales o regionalismos, éstos deberán ser aclarados mediante su denominación científica o de uso general.

5. *Resultados*

Estos se presentarán en lo posible en *Tablas y/o Gráficas* que serán respaldadas por cálculos estadísticos, evitando la repetición de datos y seleccionando la forma que en cada caso resulte adecuada para la mejor interpretación de los resultados. Si hubiera subdivisiones ellas se encabezarán con un subtítulo.

a) Las gráficas e ilustraciones deberán ser presentadas en fotografías de papel brillante, no montadas, y llevar el nombre del autor y el número correspondiente en el dorso. Cuando sea necesario deberá señalarse la parte superior e inferior de la gráfica.

b) En caso de dibujos o esquemas, éstos serán realizados en tinta negra en papel de buena calidad. La ubicación de cada gráfica deberá indicarse, a lápiz, al margen del texto original. Los símbolos deberán especificarse en la propia gráfica.

c) Los ejes (coordenadas) de las ilustraciones deben tener una indicación clave del fenómeno que representan, así como de las unidades de medida.

d) Cada gráfica o ilustración deberá identificarse con la leyenda respectiva y contar con los datos imprescindibles para su interpretación.

e) Las tablas deben numerarse según su orden de presentación en el texto y se entregarán en hojas aparte.

f) Cada tabla debe contener un breve título que indique claramente su contenido. Las aclaraciones a las tablas deben hacerse mediante notas al pie, y se identificarán con letras minúsculas consecutivas colocadas como post-fijo superior en la cifra o valor correspondiente. Los encabezamientos de las columnas deben ser cortos o abreviados,

incluyéndose, en nota al pie, una aclaración en caso necesario. Las líneas horizontales deben reducirse al mínimo y nunca usar las verticales.

g) En cada columna se indicará claramente la medida usada, por ej., mg/g, etc. Para concentraciones no se debe usar la expresión o/o sino, por ej. g/100 g ó mg/100 ml. Se deben indicar con claridad todas las pruebas estadísticas usadas. Las tablas deben tener toda la información necesaria para su interpretación.

h) No debe presentarse simultáneamente el mismo material experimental en forma de tablas y gráficas.

6. *Discusión*

Debe ser breve y restringirse a los hechos significativos del trabajo. Es recomendable usar subtítulos en las diversas secciones del manuscrito, indicando las diferentes materias tratadas. En caso que, a juicio de los autores, la naturaleza del trabajo lo permita, puede hacerse una discusión de los resultados inmediatamente después de su expresión, bajo el título general de RESULTADOS Y DISCUSION. Lo expresado en los incisos a) a h) en la sección precedente, aplican igualmente a esta sección.

7. *Resumen en inglés*

Todo trabajo deberá acompañarse de un resumen en inglés, si el trabajo original fuese en español, francés o portugués. Si el trabajo es en inglés, este resumen debe presentarse en español. El título del trabajo también debe redactarse en inglés.

8. *Agradecimiento (si lo hubiere)*

9. *Citas bibliográficas y Bibliografía*

Las citas bibliográficas se indican con números arábigos en el texto, entre paréntesis y por orden de aparición, no por orden alfabético de autores.

Para la Sección *Bibliografía*, al final del trabajo, aplican las mismas normas y serán presentadas de acuerdo a los siguientes ejemplos:

a) De revistas:

Liendo Coll, P. & J. M. Bengoa. Necesidades calóricas de la población venezolana. *Arch. Venez. Nutr.*, 5:39-50, 1954.

b) De libros:

Gómez, P., F. Silvio & R. Gámora. *Los Aminoácidos en Alimentos*. Caracas, Ed. Futura, 1972, p. 30.

c) De libros sin autor individual:

Asociacion of Official Agriculturas Chemist. *Official Methods of Analysis of the AOAC*. 12th ed. Washington, D. C., The Association, 1975, p. 30

d) De un artículo o capítulo de un autor (es) consignado en un libro publicado por casa editora:

Hoskins, W. G. & M. Charles. Macaroni production. En: *The Chemistry and Technology of Cereals as Food and Feed*. S. A. Matz (Ed.). Westport, Conn., The Avi Publishing Co., 1959, p. 274-320.

e) De citas de compendios:

Krebs, H.A. & K. Henseleit. Urea formation in animal body. *Z. Physiol. Chem.*, 210:33-66, 1932. (Original no consultado; compendiado en *Chem. Abst.*, 26:5624, 1923).

10. Notas al pie de la página

Las notas al pie de la página deben ser reducidas al mínimo. Cuando su inclusión sea necesaria deberá indicarse su orden de aparición en el texto mediante números arábigos, consecutivos colocados como post-fijo superior. (Estas notas se redactan, debidamente identificadas, en la 2a. hoja del manuscrito, después de la identificación de los autores).

11. Abreviaturas y siglas

Se deben usar las abreviaturas aceptadas internacionalmente (American Chemical Society, Journal of Nutrition, British Journal of Nutrition). En caso de utilizarse siglas poco comunes, que se repitan frecuentemente en el manuscrito, deberán indicarse completas la primera vez que se citan, seguidas de la sigla entre paréntesis. De preferencia, deberán usarse las siglas internacionales en vez de las del idioma original del artículo, por ej., DNA, RNA, PER, etc. Todas las abreviaciones y siglas se usan sin punto, g, b, m, etc.

12. Nomenclaturas

Deberá usarse la nomenclatura de la Unión Internacional de Ciencias de la Nutrición (IUNS) para vitaminas y otros nutrientes. En las unidades de medición se empleará el Sistema Métrico Decimal. Para las unidades de energía se usarán calorías (Cal) o Joules (J) indiscriminadamente.

13. Resultados numéricos

Al consignar números se usará el punto (.) para indicar decimales, p. ej. 35.7; 389.9, y la coma (,) para indicar miles, millones etc.

D. SEPARATAS

A partir del primer número de la Revista para 1986 (Volumen 36), las separatas o sobretiros de los trabajos serán provistos libres de cargo, siempre que los autores cubran debidamente el costo de la publicación en sus respectivos artículos. Dichas separatas se proporcionarán al primer autor en un total de 25.

E. CARGO POR PAGINA

La revista es un órgano de divulgación científica sin fines de lucro y es mantenida fundamentalmente con donaciones. Sin embargo, a los efectos de contribuir con los gastos de publicación, la Asamblea General de la SLAN ha creado un cargo de US \$12.00 por página de trabajo publicado. La Oficina Editorial puede considerar una reducción por concepto de cargo por página previa solicitud expresa dirigida en ese sentido por el autor (es).

SOCIEDAD LATINOAMERICANA DE NUTRICION (SLAN)

La Sociedad Latinoamericana de Nutrición (SLAN) fue creada el 10 de noviembre de 1965 en ocasión de celebrarse el Primer Congreso de Nutrición del Hemisferio Occidental. La actual Junta Directiva de la SLAN está constituida por los siguientes miembros:

Dr. Sergio Valiente – Presidente
Dr. Jaime Ariza – Vicepresidente
Srta. Betty Avila – Secretaria
Dr. Eduardo Atalah – Tesorero
Dr. Alfredo Lam-Sánchez – Presidente saliente – Vocal
Dr. Cecilio Morón – Vocal
Dr. Héctor Bourges – Vocal
Dr. Luis Fajardo – Vocal
Dr. José Dutra de Oliveira – Vocal
Dra. Wilma Freire – Vocal
Dr. Sunney D. Alexis – Vocal
Dr. Jean-Pierre Habicht – Vocal
(Consejo Directivo 1986-1988)

Dirección actual hasta el 31 de diciembre de 1988

Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos (INTA)
Universidad de Chile
Casilla de Correos 15138
Santiago 11, Chile

DIRECTORIO DE ARCHIVOS LATINOAMERICANOS DE NUTRICION

Integrado por miembros de la Sociedad Latinoamericana de Nutrición

Editor General: Dr. Ricardo Bressani

Jefe, Oficina Editorial y de Publicación: Sra. Amalia G. de Ramírez

Encargada de Asuntos Administrativos: Sra. María Eugenia de Martínez

MIEMBROS DEL CUERPO EDITORIAL – PERIODO 1986-1988

Dr. Héctor Araya	Lic. Luis García
Dra. Julia Araya	Lic. Carolina de Godínez
Dr. Antonio Bacigalupo	Dr. Werner G. Jaffé
Lic. Adriana Blanco	Dr. Franco M. Lajolo
Dr. José Belizán	Dr. Alfredo Lam-Sánchez
Lic. Concha M. de Bosque	Dr. Reynaldo Martorell
Dr. Héctor Bourges	Dr. Leonardo Mata
Dr. Ricardo Bressani	Dr. Luis A. Mejía
Dr. Adolfo Chávez	Dra. Josefina Morales
Dr. José Félix Chávez	Dra. Nelly Pak
Dra. Rebeca Carlota De Angelis	Dra. Martha Pabón de Rozo
Dr. Hernán Delgado	Dr. Nelson de Souza
Dr. J. E. Dutra de Oliveira	Dr. Sergio Valiente
Dr. Luiz G. Elías	Dr. Emilio Vargas
Ing. Arnoldo García	Dr. Enrique Yáñez

ARCHIVOS LATINOAMERICANOS DE NUTRICION

ORGANO OFICIAL DE LA
SOCIEDAD LATINOAMERICANA DE NUTRICION

VOL. XXXVI

DICIEMBRE, 1986

No. 4

CONTENIDO

	Página
EDITORIAL	567
ARTICULOS GENERALES	
Impacto potencial de la biotecnología en el Grupo Andino. — <i>Galo Montaña Pérez</i>	571
TRABAJOS DE INVESTIGACION	
NUTRICION HUMANA	
Relación de los hábitos de alimentación y el estado nutricional en niños preescolares en una comunidad rural. — <i>Martha Patricia Coello, Sara Elena Pérez-Gil R., y Lucía Batrouni Kerkebe</i>	587
Home for the migrants: The Pueblos Jóvenes of Lima. A study of socioeconomic determinants of child malnutrition. — <i>Pauline Herold and Diva Sanjur</i>	599
Trends and differentials in dietary patterns and nutrient intake among migrant Puerto Rican families. — <i>Diva Sanjur, M.D.C. Immink, M. Colón, L. Bentz, M. Burgos and S. Alicea-Santana</i>	625
Diagnóstico da situação da hipovitaminose A e da anemia nutricional na população do Vale do Jequitinhonha, Minas Gerais, Brasil. — <i>Rocival L. Araujo, M. Beatriz D. G. Araujo, Reinaldo O. Siqueira, Rosângela D. P. Machado, e Brigitte Vinçon Leite</i>	642
Prevención de la carencia de hierro en lactantes mediante la fortificación de la leche. I. Estudio sobre el terreno de una leche semidescremada. — <i>Abraham Stekel, Manuel Olivares, Fernando Pizarro, Patricia Chadud, Marisol Cayazzo, Inés López y Mirna Amar</i>	654
NUTRICION EXPERIMENTAL	
Influência da desnutrição proteica sobre a função fagocitária de neutrófilos de ratos. — <i>Primavera Borelli Garcia e Domênico Barbieri</i>	662
Metabolismo energético durante el desarrollo de la placenta en ratas. — Efecto de la desnutrición materna crónica. — <i>Julia Araya, Manuel Ruz y Ana María Aguilera</i>	678
Effects of some carbohydrates on iron absorption. — <i>Martha Pabón de Roza, Darrell VanCampen and Dennis D. Miller</i>	688
Dietary protein supplementation. Fundamentals and examples of practical application. — <i>J. J. Dreyer</i>	701
Efectos aditivos de la malnutrición proteínica y el cortisol sobre proteínas plasmáticas e inmunoglobulinas de ratas gestantes y sus neonatos. — <i>Emilia Muñoz-Martínez, Ascensión Marcos, Pilar Varela, María Teresa Unzaga y Gregorio Varela</i>	714
CIENCIAS DE ALIMENTOS	
Potentialization of the lactoperoxidase system for preservation of raw milk in the tropic. — <i>M. A. Aparicio, L. M. Peralta and H. S. García</i>	725
Descascarado de sorgo en molino de abrasión. — <i>Julio Ramón Corimayo, Rubén Ramón Gutiérrez y Marta Hilda Gómez</i>	734
Efeito da torrefação no perfil cromatográfico obtido por filtração em gel de extratos de café Arábica. — <i>Luiz C. Trugo</i>	745
COMUNICACION BREVE	
Algunos alimentos de humedad intermedia en el mercado chileno. — <i>José Miguel Aguilera R., Soledad Kozma O., Marcela Olivares H., Margarita Andrade C. y Guillermina Neimann K.</i>	754
NUEVOS LIBROS	759
NOTAS	763
CONTENIDO DE LA REVISTA TURRIALBA, Vol. 36, No. 1, 1986	766
INDICE GENERAL DEL VOLUMEN XXXVI, 1986	769
INDICE POR MATERIA	774
INDICE POR AUTORES	777
INFORMACION PARA LOS AUTORES	784