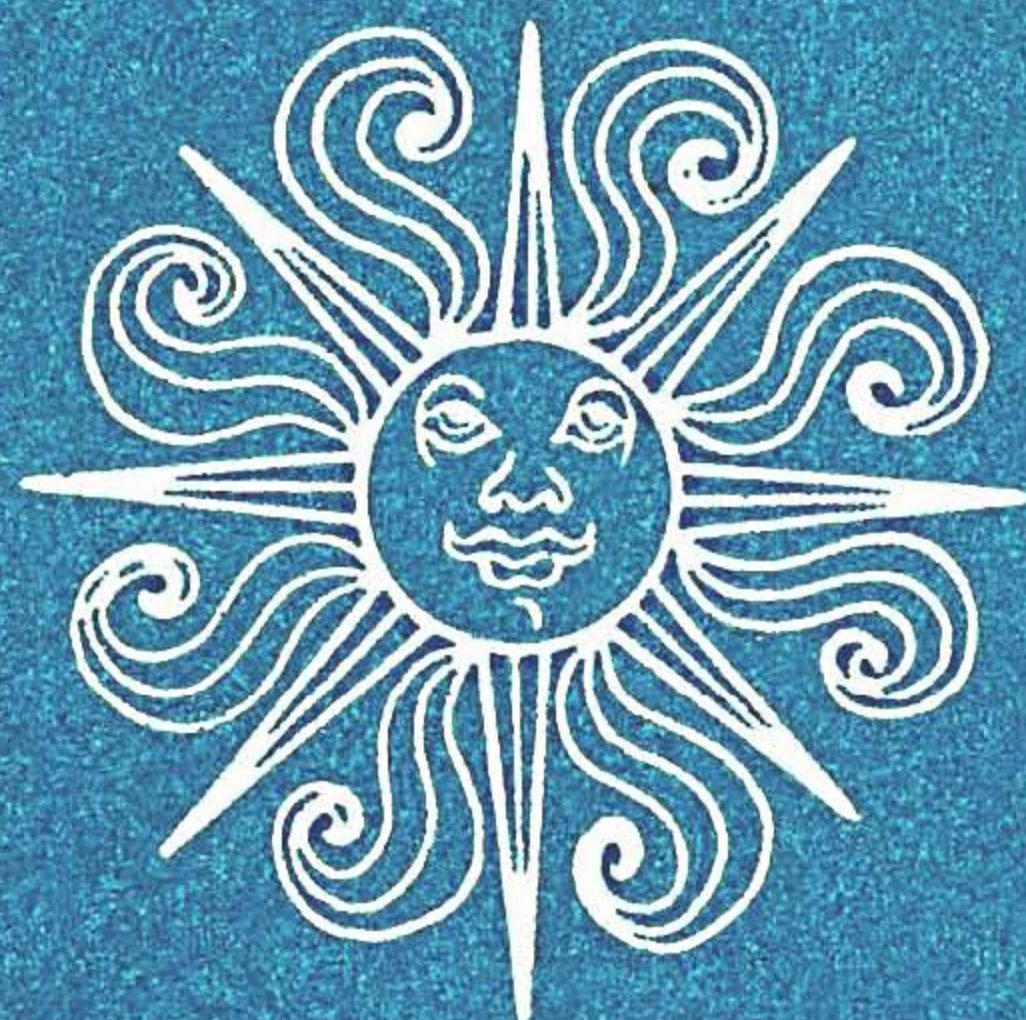


ARCHIVOS
LATINOAMERICANOS
DE
NUTRICION



CONTINUACION DE
ARCHIVOS VENEZOLANOS DE NUTRICION



ORGANO OFICIAL DE LA SOCIEDAD
LATINOAMERICANA DE NUTRICION

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

El precio de la suscripción es de US\$ 20.00 (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\$ 20.00 per yearly volume (4 numbers), including mailing costs.

Dirección: Archivos Latinoamericanos de Nutrición

INCAP

Apartado Postal 1188

Guatemala, Guatemala, C. A.

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

Arch. Latinoamer. Nutr.

ALAN-VE ISSN 0004-0622

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

ARCHIVOS LATINOAMERICANOS DE NUTRICION

ORGANO OFICIAL DE LA
SOCIEDAD LATINOAMERICANA DE NUTRICION

VOL. XXIX

MARZO 1979

No. 1

CONTENIDO

| | Pág. |
|--|------|
| EDITORIAL | 5 |
| ARTICULOS GENERALES | |
| ¿Qué tan esenciales son los ácidos grasos esenciales? — <i>Ralph T. Holman</i> | 11 |
| Posible papel del calcio en el desarrollo de la toxemia del embarazo. — <i>José M. Belizán y José Villar</i> | 39 |
| TRABAJOS DE INVESTIGACION | |
| A dietary survey of downward Indian migrants and long- term coastal residents in Southern Coastal Peru. — <i>Robert A. Riley</i> | 69 |
| Relación del contenido energético proveniente de grasas y proteínas como indicador de la potencialidad energé- tico-proteínica de las dietas de poblaciones. — <i>Héctor Araya y Guillermo Arroyave</i> | 103 |
| Actividades del delta aminolevulínico sintetasa, citocromo oxidasa y contenido de componentes del sistema de oxidases de función mixta durante la desnutrición pro- teica experimental. Respuesta a la realimentación. — <i>Julia Araya y Manuel Ruz</i> | 113 |
| GRUPO PERMANENTE DE TRABAJO DE LA SLAN EN SISTEMAS DE VIGILANCIA ALIMENTARIA—NUTRI- CIONAL | 133 |
| BIBLIOGRAFIA LATINOAMERICANA | 137 |
| NUEVOS LIBROS | 143 |
| OTRAS PUBLICACIONES | 145 |
| NOTAS | 147 |
| INFORMACION PARA LOS AUTORES | 151 |

ARCHIVOS LATINOAMERICANOS DE NUTRICION

ORGANO OFICIAL DE LA
SOCIEDAD LATINOAMERICANA DE NUTRICION

VOL. XXIX

MARZO 1979

No. 1

CONTENTS

| | Page |
|---|------|
| EDITORIAL | 5 |
| GENERAL ARTICLES | |
| How essential are essential fatty acids?. — <i>Ralph T. Holman</i> | 11 |
| Possible role of calcium in the development of toxemia of pregnancy. — <i>José M. Belizán and José Villar</i> | 39 |
| RESEARCH PAPERS | |
| A dietary survey of downward Indian migrants and long-term coastal residents in Southern Coastal Peru. — <i>Robert A. Riley</i> | 69 |
| Fat calorie-protein ratio as an index of the energy-protein potentiality of population diets.— <i>Héctor Araya and Guillermo Arroyave</i> | 103 |
| Activities of delta amino levulinic synthetase, cytochrome oxidase, and content of the oxidase system components, as a mixed function during experimental protein malnutrition. — <i>Julia Araya and Manuel Ruz</i> | 113 |
| PERMANENT WORKING GROUP OF SLAN ON FOOD AND NUTRITIONAL SURVEILLANCE SYSTEMS | 133 |
| LATIN AMERICAN BIBLIOGRAPHY | 137 |
| NEW BOOKS | 143 |
| OTHER PUBLICATIONS | 145 |
| NOTES | 147 |
| INFORMATION TO AUTHORS | 151 |

EDITORIAL

LA COMUNICACION CIENTIFICA, UN INGREDIENTE IMPORTANTE DEL PROGRESO CIENTIFICO Y TECNOLOGICO

La Primera Conferencia de las Naciones Unidas sobre la Aplicación de la Ciencia y la Tecnología celebrada en 1963, fue un evento de gran relevancia, ya que los países del Tercer Mundo comprendieron que éste era el mecanismo de aceleración que su desarrollo necesitaba. Después de transcurridos 15 años, sin embargo, es de dudar que la ciencia y la tecnología hayan respondido realmente a los deseos y ambiciones de los países subdesarrollados.

Ahora, en 1979 se llevará a cabo otra Conferencia sobre el mismo tema, enfocando esta vez la Ciencia y la Tecnología para el Desarrollo. A pesar de que en ese lapso de 15 años éstas no han dado los frutos esperados, es innegable que sí han logrado despertar inquietudes y que nuestros países han logrado también adelantos significativos. Se considera, no obstante, que aun cuando el enfoque primordial de la reunión de 1979 será diferente: el uso de la ciencia y de la tecnología más bien como instrumentos que como un fin per se, los beneficios que de ella se deriven no diferirán en mucho de los percibidos en los últimos 15 años.

Esta predicción, un tanto pesimista si se quiere, se basa en el hecho de que en muchos países del Tercer Mundo no existen grupos técnicos receptores que a la vez sean transmisores de los resultados de la investigación que se realiza. En muchos casos, lamentablemente, ni siquiera se realiza investigación.

Dos son los aspectos clave que han llamado la atención en

las conferencias sobre transferencia de tecnología, por un lado, y sobre alimentos de alto valor nutritivo, por el otro. En las reuniones clasificadas dentro de la primera categoría se oye siempre el comentario de que los países desarrollados se aprovechan de los subdesarrollados, ya que les ofrecen la tecnología que desean, pero a un costo que ellos determinan y en la forma y cuando les conviene. En realidad, ¿de quién es la culpa? ¿de los que venden ó de los que compran? Por lo general, es de los últimos, quienes por una serie de factores no tienen criterios suficientes para seleccionar lo que en verdad necesitan.

En el segundo caso, o sea en el de las conferencias sobre alimentos de valor nutritivo, se habla de las compañías transnacionales de alimentos como instrumentos que producen y venden productos de la calidad que desean y a los precios que las mismas compañías imponen. Sin embargo, la tecnología autóctona ha producido productos similares y aún mejores, pero preguntémosnos ¿cuántos de éstos se han producido en escala industrial? De nuevo, cabe interrogarse: ¿quién es el culpable? ¿Son acaso las compañías transnacionales o las instituciones nacionales que no dan prestigio ni apoyo a su publicación científica?

En ambos casos la falta de competencia en comprar y transferir tecnología extranjera así como la falta de implementar tecnología local se debe en gran parte a la falta de experimentación y de comunicación científica, cuya consecuencia es la falta de credibilidad nacional hacia el investigador local.

Por otro lado, la contraparte nacional privada o pública también es responsable por su falta de interés y estímulo al investigador.

En ambas situaciones así como en muchas otras más, por ejemplo, en el caso de la investigación agrícola nacional, la culpa recae, tal vez más, no tanto sobre el científico como sobre el sistema, porque no dispone de medios para estimular al profesional. Este último, como miembro de una institución devenga un salario, cumple sus funciones habituales, pero relega a segundo plano la preparación de contribuciones técnicas y científicas, ya que de acuerdo al criterio prevalente en nuestro medio, esto no contribuye en nada a enriquecer su curriculum.

Lo mismo ocurre en el área de transferencia tecnológica que en realidad la lleva a cabo el técnico que trabaja en una casa comercial y no el técnico que labora en una institución nacional. El primero encuentra estímulo, ya que por cada unidad que logra vender obtiene una comisión, y para poder vender esa tecnología y esa unidad absorbe conocimientos de la literatura que la empresa comercial le proporciona a esos efectos. En cambio, el técnico de la institución nacional no se preocupa en gran medida por incrementar su bagaje de conocimientos científicos, y permanece relativamente estático en ese sentido desde su egreso de la universidad.

En nuestro criterio, éste es un problema serio. La comunicación científica, escrita u oral — actividad hoy día de poco valor en muchos países del Tercer Mundo — debe estimularse por constituir un ingrediente de primordial importancia en la producción y aplicación de la ciencia y la tecnología en América Latina. Creemos que todos reconocen las ventajas de esta política, ya que sus implicaciones son de primera magnitud y no pueden pasar desapercibidas. Por su medio el profesional adquiere prestigio técnico, se absorben más conocimientos, se evitan duplicaciones innecesarias, y se reducen costos. No menos importante, se establece competencia y los países se colocan en situaciones mucho más favorables para negociar, aceptar y transferir conocimientos científicos y tecnológicos más acordes a nuestras necesidades que a los del que ofrece esa tecnología.

Consideramos, pues, que mientras no se estimule la comunicación científica, mientras los trabajos de esos profesionales no se den a conocer, mientras nuestras entidades nacionales y políticas no reconozcan el verdadero significado del papel que los científicos están llamados a desempeñar y el valor de la labor científica y su diseminación, y mientras el propio profesional no acepte esta responsabilidad como una verdadera necesidad y defienda su causa, muchas pueden ser las conferencias internacionales que continúen llevándose a cabo en nuestro mundo, pero ninguna de ellas tendrá impacto práctico alguno. Ello no hará cambiar nuestra situación actual, caracterizada por un

desarrollo lento que pierde significado a causa del precipitado deterioro de nuestras sociedades: . . . y así, el Tercer Mundo, mucho nos tememos, seguirá siendo el Tercer Mundo.

*Ricardo Bressani
Editor General
Archivos Latinoamericanos
de Nutrición*

ARTICULOS GENERALES

¿QUE TAN ESENCIALES SON LOS ACIDOS GRASOS ESENCIALES?¹

Ralph T. Holman

The Hormel Institute, Universidad de Minnesota
Austin, Minnesota 55912, E. U. A.

RESUMEN

El presente trabajo analiza los síntomas de deficiencia de ácidos grasos esenciales, tanto los inducidos en animales de experimentación como aquéllos que, por varias razones, pueden ocurrir en la población humana.

En su primera parte, el artículo describe las relaciones que existen o que se pueden inducir entre los ácidos linoleico, linolénico y araquidónico, y cómo éstos afectan las respuestas fisiológicas de los animales experimentales. Asimismo, describe los efectos de niveles de dosis graduales de ácido linoleico y su uso para establecer requerimientos cuantitativos para los ácidos grasos esenciales en base a parámetros bioquímicos. También proporciona información acerca del efecto de los ácidos grasos no esenciales de la dieta sobre el metabolismo de los ácidos grasos esenciales.

La segunda parte del artículo se refiere al significado de los ácidos grasos esenciales en la nutrición humana. A pesar de que se dispone de cierta información al respecto, se sugiere la necesidad de estudiar el problema con

Manuscrito recibido: 27-11-78.

1 Traducción de la Conferencia Plenaria presentada por el Dr. Holman ante la Sociedad Americana de Químicos en Aceites (American Oil Chemists Society), el 16 de mayo de 1978, St. Louis, Mo., E. U. A., con motivo del honor que se le confiriera al otorgársele el "Premio en Química de Lípidos, 1978".

mayor profundidad. Se presentan datos sobre la composición de ácidos grasos de lípidos séricos humanos, que pueden servir para comparar casos con sospecha de deficiencia de ácidos grasos esenciales. El autor indica que existen varios factores en la alimentación del hombre que bien pueden inducir deficiencias de los AGE o que estén en una situación marginal en cuanto a satisfacer las necesidades de esos nutrientes.

Esta mañana, en la junta del Comité de Publicaciones, me preguntaron cuál sería mi sermón el día de hoy. Hasta ese momento no había yo pensado que mi conferencia fuese un sermón, pero bien podría haberlo sido. Parafraseando una canción escrita al estilo de Texas, donde una vez viví: "Hermanos y hermanas, éste es el sermón que están por recibir sobre colas de ratas, piel escamosa y lípidos de la sangre". Pero, hablando en serio, la historia que les voy a contar depende de factores que generalmente se abordan en sermones. El texto para hoy bien podría ser: "Eduque a un niño en el camino que debe seguir para que, de adulto, no se desvíe del mismo". Quiero indicar cómo en mi trayectoria podría aplicar este texto.

Cualquier logro que conduzca a un honor como el que hoy recibo aquí, no puede obtenerse por sí solo. Debe contarse con considerable apoyo externo, por lo que, en primer lugar, quiero expresar mi gratitud a la Divina Providencia por su guía en el progreso que he logrado en este peregrinaje. Fue absolutamente necesario, por ejemplo, que la Providencia seleccionara para mí los padres adecuados. Les estoy agradecido por haberme enseñado y demostrado una filosofía de la vida susceptible de imitar. Se han sacrificado por mí, han estimulado mi educación, y me iniciaron en el camino.

También debe tenerse la compañera de hogar ideal. Mi esposa, Karla, ha mantenido una acogedora atmósfera hogareña para nuestra familia durante más de 35 años y me ha estimulado constantemente en mi trabajo creativo. Con ella es posible vivir una vida de aventuras, por lo que cualquier honor que se nos otorgue, lo compartimos en igual proporción.

Debemos también seleccionar nuestro profesor con sabiduría. Fue el Profesor George Burr quien me dio la inspiración para trabajar en el campo de los lípidos, allá por el año de 1941. Me estimuló para investigar más de un solo proyecto a la vez, siempre recibí de él acertado consejo, y me abrió los ojos a la oportunidad.

El Premio de Química en Lípidos se nos otorga este año por

nuestros estudios referentes a los requerimientos estructurales y cuantitativos de los ácidos grasos esenciales. Este trabajo no podría haberse terminado sin ese conglomerado de participantes, mis colegas a través del curso de los últimos 30 años.

Aquéllos que más han contribuido a la medición del requerimiento y al estudio de relaciones cuantitativas, se señalan seguidamente. Ellos son:

| | | | |
|----------------------------|-----------------|-----------------------------|-----------------|
| <i>Carl Widmer</i> | <i>1948-50</i> | <i>Joseph J. Rahm</i> | <i>1960-64</i> |
| <i>Herbert Hayes</i> | <i>1952-72</i> | <i>Hilda F. Wiese</i> | <i>1963-64</i> |
| <i>Eldon G. Hill</i> | <i>1953-hoy</i> | <i>Baldwant Abbiwalia</i> | <i>1963-65</i> |
| <i>James J. Peifer</i> | <i>1954-56</i> | <i>Cecelia Pudellkewicz</i> | <i>1964-67</i> |
| <i>Eric Aaes-Jørgensen</i> | <i>1956-58</i> | <i>Kirsten Christiansen</i> | <i>1966-68</i> |
| <i>William O. Caster</i> | <i>1960-70</i> | <i>Ives Marcel</i> | <i>1966-69</i> |
| <i>Hans Morbauer</i> | <i>1960-62</i> | <i>John R. Paulsrud</i> | <i>1968-70</i> |
| | <i>1965-67</i> | <i>Susan Johnson</i> | <i>1973-hoy</i> |

Otro factor necesario para alcanzar el logro final es el propósito del trabajo. Mi programa ha sido estudiar los ácidos grasos esenciales con miras a aprender qué es lo que los hace esenciales, y estimar qué tanto los requieren los animales y el hombre.

Para lograr un programa de investigación también se necesita un lugar, un medio ambiente que permita el desarrollo de ideas y el encuentro de soluciones. Estoy agradecido al Instituto Hormel y a sus fundadores, quienes proporcionaron una atmósfera académica que permite el desarrollo de investigaciones académicas eruditas como la que resumiré para ustedes a continuación. Este recuento mostrará cómo los estudios fundamentales conducen a resultados de orden muy práctico. El presente trabajo únicamente pudo haberse realizado en una atmósfera de libertad.

Me considero sumamente afortunado ya que casi todas las condiciones necesarias para obtener un resultado exitoso fueron óptimas. Por estas muchas condiciones, no sujetas a mi control, no puedo asumir ningún crédito, y el honor que hoy se me otorga debe ser compartido por las numerosas personas que prepararon el camino para mí, y por todos aquéllos que me ayudaron a lo largo de su recorrido.

En 1929, Burr y Burr (1) describieron un síndrome de deficiencia inducido en ratas alimentadas con una dieta libre de grasa. Los signos de la deficiencia incluían piel escamosa (Figura 1), necrosis de la cola, crecimiento disminuido, degeneración de los

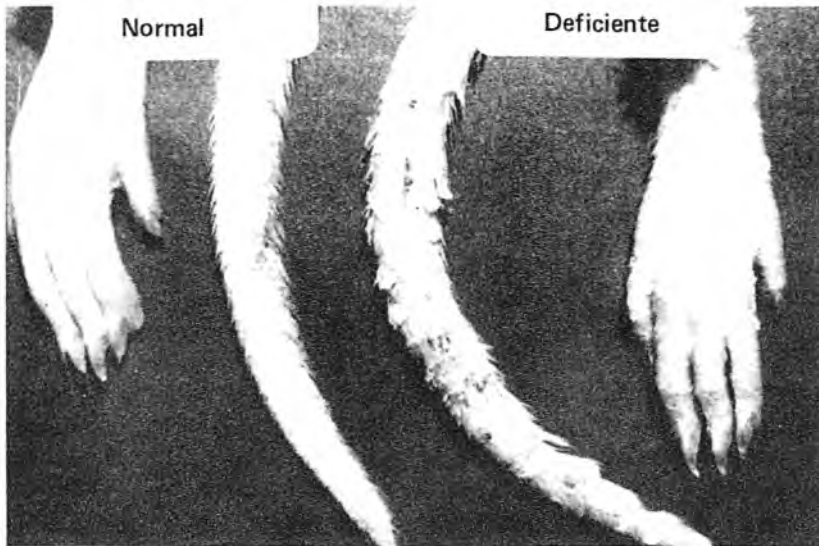


FIGURA 1

Piel escamosa y necrosis de la cola, en ratas alimentadas con dietas sin grasa

riñones, e imposibilidad de reproducirse. Se encontró que el origen del síndrome radicaba en la deficiencia de solo un ácido graso en la dieta, y los Burr encontraron que este ácido era el ácido linoleico (2). En la Figura 2 se presentan varios de los síntomas en forma de diagrama. La tasa de crecimiento normal, representada por la línea punteada, contrasta con la tasa de crecimiento disminuida de animales a los que se les suministró una dieta deficiente en ácidos grasos esenciales. Según se muestra en la Figura 1, después de unos cuantos meses de alimentación con una dieta libre de grasa, comienza a aparecer la condición escamosa de la piel, cuya magnitud aumenta durante algunos meses, y en otras ocasiones disminuye en cierto grado en animales viejos. La necrosis de la cola aparece más tardíamente que los signos de la piel. Normalmente, el pigmento café-amarillo decrece en la primera etapa de la deficiencia, y la piel de una rata deficiente adquiere un color blanco azulado. El consumo calórico aumenta tempranamente en presencia de la deficiencia hasta alcanzar aproximada-

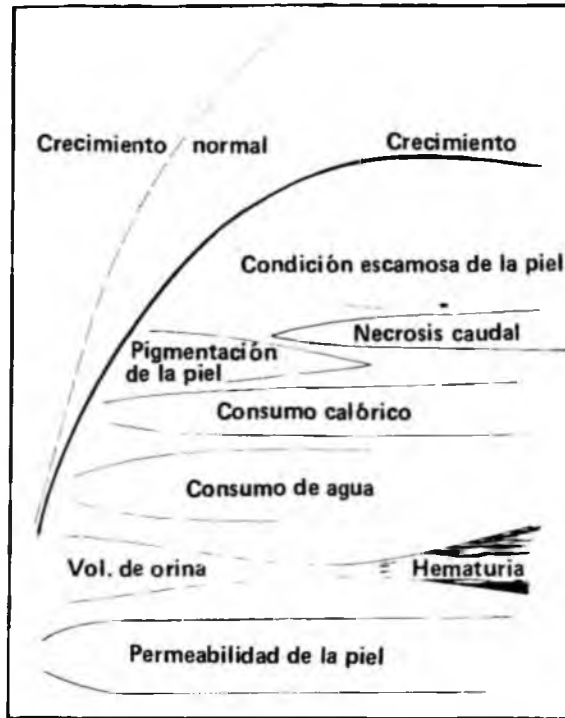


FIGURA 2

Síntomas de deficiencia de ácidos grasos esenciales en la rata
(un año de edad)

mente el doble de la ingesta normal. El consumo de agua también se incrementa dramáticamente, pero el volumen de la orina disminuye. Se ha demostrado que la permeabilidad de la piel al agua aumenta considerablemente, por lo que el animal consume más agua y alimento para restaurar la pérdida de agua y compensar la pérdida de calor debido a la evaporación. Muchas otras anomalías morfológicas y fisiológicas también son inducidas por la deficiencia de ácidos grasos esenciales (AGE), las cuales han sido sujetas a revisión (3).

El último trabajo sobre ácidos grasos esenciales que George Burr y su grupo de estudiantes completaron en la Universidad de Minnesota versó sobre la composición de ácidos grasos de lípidos

en tejidos vitales de ratas alimentadas con una dieta deficiente en grasa, comparada con la de ratas que recibieron aceite de maíz o aceite de pescado (4). En las ratas que recibían la dieta deficiente en grasa, los lípidos de los tejidos acusaron un mayor contenido de ácidos trienoicos medidos por isomerización alcalina, constatándose un descenso de los ácidos tetraenoico, pentaenoico y hexaenoico. En las ratas alimentadas con aceite de maíz, los lípidos de los tejidos mostraron una cantidad normal de ácido tetraenoico, y en las que recibieron aceite de pescado, los lípidos de los tejidos acusaron abundancia de ácidos pentaenoico y hexaenoico. Cuando comencé a trabajar independientemente en el campo de los ácidos grasos esenciales en la Universidad A & M de Texas, decidí que el camino para describir con mayor precisión este interesante fenómeno sería administrar individualmente ácidos grasos purificados, y medir sus efectos sobre la composición de los ácidos grasos en los lípidos tisulares. Esta tarea fue emprendida por Carl Widmer, mi primer estudiante graduado (5). Los resultados cruciales de ese experimento se muestran en la Figura 3. Al suministrar ácido linoleico, encontramos que éste estimulaba la cantidad de ácido tetraenoico en los lípidos de los tejidos, pero que no aumentaba ni los ácidos pentaenoicos ni los hexaenoicos. La importancia de esta observación radica en el hecho de que el ácido linoleico es el precursor del ácido araquidónico. El ácido esteárico totalmente saturado y el ácido oleico monoinsaturado no tuvieron ningún efecto significativo sobre el contenido de los ácidos tetraenoico, pentaenoico o hexaenoico en los lípidos tisulares. Sin embargo, cuando suministramos ácido linolénico, encontramos incrementos de ácido hexaenoico que no eran inducidos por ningún otro ácido graso de la dieta. Nuestro aporte a los conocimientos del metabolismo de los ácidos poliinsaturados — en aquel entonces bastante deficientes — estribó en que el ácido linoleico es el precursor del ácido de seis enlaces dobles.

Un poco más tarde, en el trabajo realizado por Mohrhauer en nuestro laboratorio en el Instituto Hormel, estudiamos los efectos cuantificados de niveles dietarios de dosis graduadas de ácidos linoleico, linolénico y araquidónico sobre la composición de ácidos grasos de los lípidos del hígado (6), del corazón (7) y de otros tejidos. Encontramos que el ácido linoleico estimulaba mucho más el crecimiento que el ácido linolénico, y que el araquidonato, el ácido de cuatro enlaces dobles, estimulaba el crecimiento en mayor grado (Figura 4). Al estudiar su efecto sobre los síntomas dermatológicos y la condición escamosa de la piel y cola, nuestro hallaz-

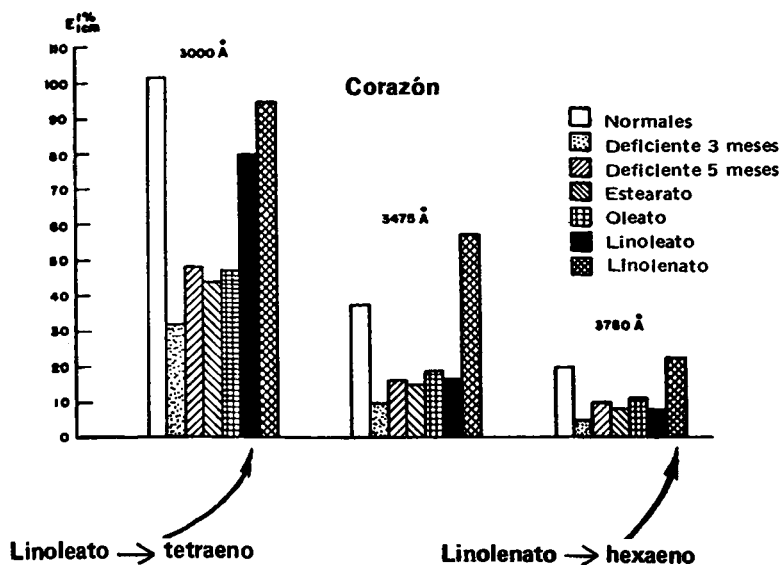


FIGURA 3

Composición de ácidos grasos en tejido adiposo de ratas alimentadas con ácidos grasos individuales

fue un fenómeno similar. El ácido araquidónico eliminaba los síntomas dérmicos con una ingesta dietética mucho menor que el linoleato (Figura 5). El araquidonato reveló ser de dos a seis veces más efectivo que el linoleato, pero el ácido linolénico en realidad nunca alivió del todo los síntomas de la piel, ni siquiera a mayores niveles de ingesta. Esto confirmó, de una manera cuantificada, lo que ya se había sospechado desde hacía algún tiempo, es decir, que el ácido linolénico no es totalmente efectivo como ácido graso esencial.

El estudio de los efectos de niveles de dosis graduales de ácido linoleico condujo al establecimiento de requerimientos cuantitativos para ácidos grasos esenciales en base a parámetros bioquímicos. En un estudio nutricional que involucró varios tipos de grasa dietaria y diversos niveles de ingesta de grasa, habíamos encontrado que la razón de trieno a tetraeno disminuía dramáticamente al aumentarse el contenido dietético del ácido linoleico. La Figura 6 muestra que la razón de trieno a tetraeno permaneció

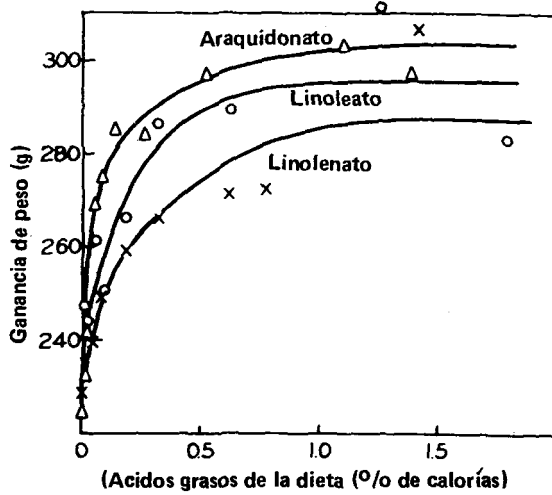


FIGURA 4
Dosis de AGE y ganancia de peso

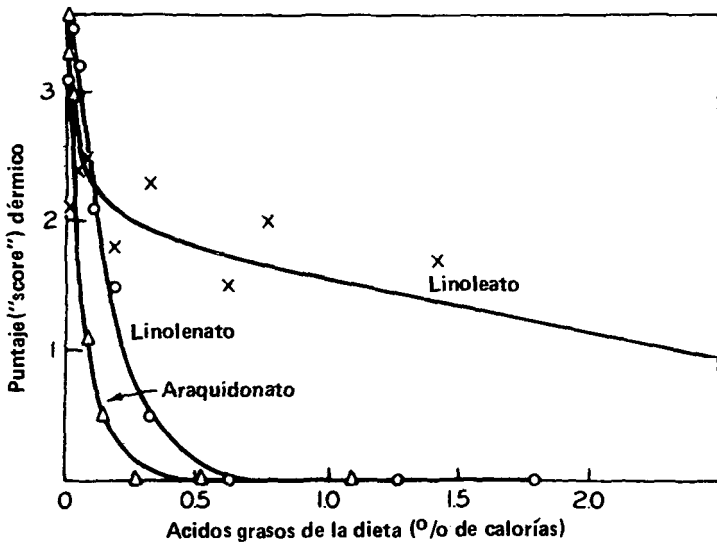


FIGURA 5
Dosis de AGE y dermatitis

baja (normal) a ingestas de ácido linoleico mayores de 10% de las calorías, aproximadamente, pero que a ingestas menores ascendió ostensiblemente. Una razón de 0.4 o menos se consideró como normal, y cualquier valor por encima de este nivel, como anormal. Cuando Mohrhauer y yo investigábamos los efectos individuales de diferentes niveles de ácidos grasos esenciales puros, utilizando el análisis por cromatografía de gas, de reciente disponibilidad, encontramos que el ácido de 20 carbonos con tres enlaces dobles (20:3 ω 9), que fue la sustancia medida como trieno por isomerización alcalina, disminuía a medida que agregábamos más ácido linoleico a la dieta (Figura 7). Simultáneamente, el ácido araquidónico (20:4 ω 6) formado del ácido linoleico, ascendió marcadamente. La nueva razón (20:3 ω 9/20:4 ω 6) podía ya ser utilizada de la misma manera que la antigua razón de trieno a tetraeno para establecer los requerimientos de ácidos grasos esenciales, sistema que tiene la ventaja de una mayor precisión.

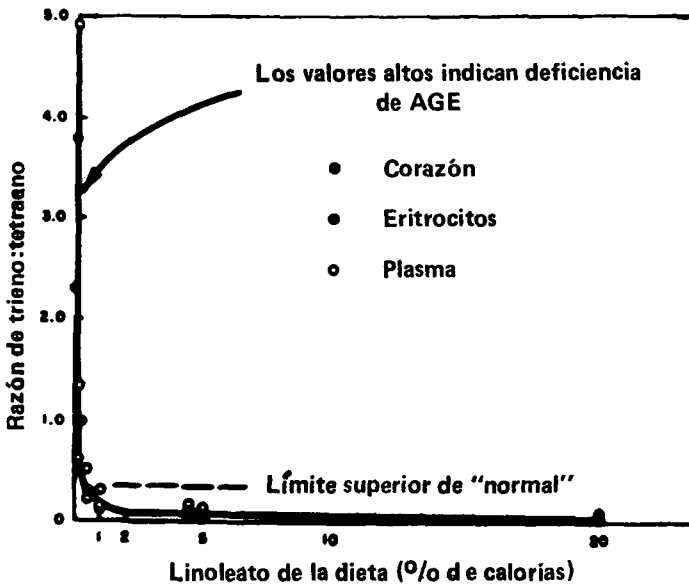


FIGURA 6

Prueba para determinar el estado de AGE en tejidos

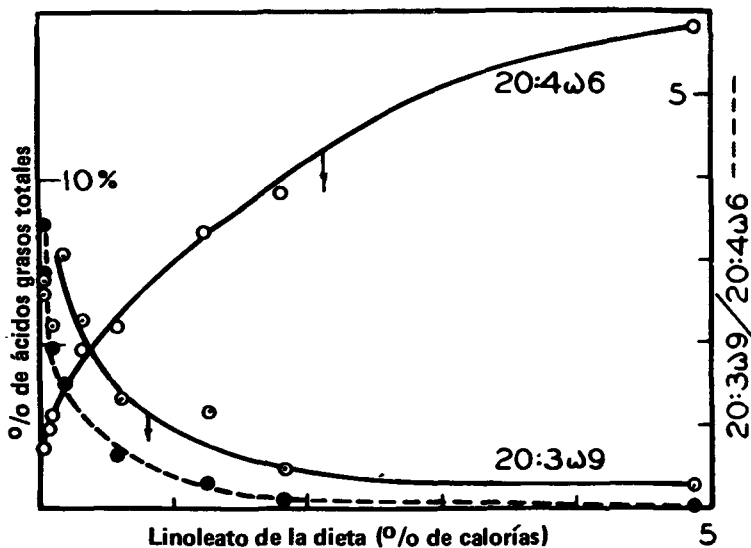


FIGURA 7

Lípidos totales en el hígado de ratas macho

Se puede considerar como normal y adecuado un 70% del cambio máximo factible de lograr en una medición bioquímica (9). En el estudio que se muestra en la Figura 7, este grado de cambio se logró suministrando un nivel ligeramente por encima de 2% de calorías de linoleato para la síntesis de 20:4 ω 6, con un poco menos de 1% de calorías de linoleato para la supresión de 20:3 ω 9. Las flechas indican estos valores. Este hallazgo sugirió que aproximadamente 1 % de las calorías de la dieta en forma de linoleato satisface el requerimiento de ácidos grasos esenciales. Este tipo de datos también proporciona expresiones matemáticas para calcular la ingesta de linoleato que una persona haya podido tener en una época reciente (10). Cuando el logaritmo del total de ácidos ω 6 en los lípidos tisulares (todos los ácidos formados del ácido graso esencial – el ácido linoleico –) se grafica contra el logaritmo de linoleato suministrado en la dieta, se obtiene una línea recta (Figura 8). Esta es tal vez la mejor estimación de la ingesta de ácido linoleico de un individuo. Otro cálculo que relaciona la ingesta dietética de linoleato a la suma de ácidos dienoico + tetraenoico – trienoico en los lípidos tisulares ha sido derivado

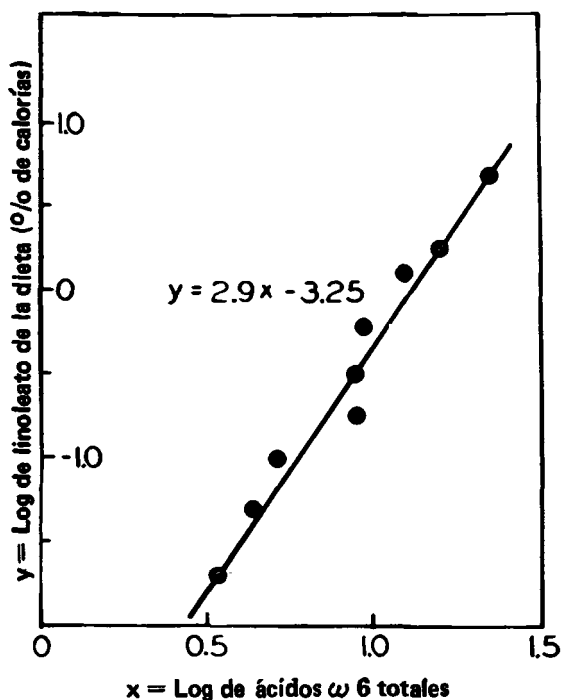


FIGURA 8

Total de lípidos en el hígado de ratas macho

para niños (11) y hombres adultos (12), permitiendo obtener una estimación de la ingesta humana de los ácidos grasos esenciales a partir del análisis del suero sanguíneo.

Los efectos de los ácidos grasos no esenciales de la dieta sobre el metabolismo de los ácidos grasos esenciales, también han sido tema de estudio. Según indica la Figura 9, a medida que se aumenta el contenido de grasa saturada en la dieta, la eficiencia de calorías y la ganancia de peso disminuyen, mientras que la razón de trieno a tetraeno asciende (13). Esto es particularmente cierto a bajos niveles de ácido linoleico, lo que sugiere que las altas proporciones de grasa saturada en la dieta aumentan el requerimiento orgánico de ácidos grasos esenciales. Este tipo de estudio también se llevó a cabo con ácidos monoenoicos, llegándose a la misma conclusión (14). Como se observa en la Figura 10, al mantener

constante el linoleato de la dieta, el incremento del linolenato dietario reprime la cantidad de productos metabólicos que normalmente se forman a partir del ácido linoleico, en el corazón, cerebro e hígado (15). Se determinó, asimismo, que el ácido linoleico de la dieta reprime el metabolismo del ácido linolénico dietario (16). Este hallazgo indica que entre los ácidos de la familia del ácido linoleico y aquéllas de la familia del ácido linolénico, existe considerable interacción competitiva. El estudio de este fenómeno en sistemas subcelulares con reacciones que conducen al alargamiento de la cadena, confirmó que, efectivamente, el ácido linolénico reprime

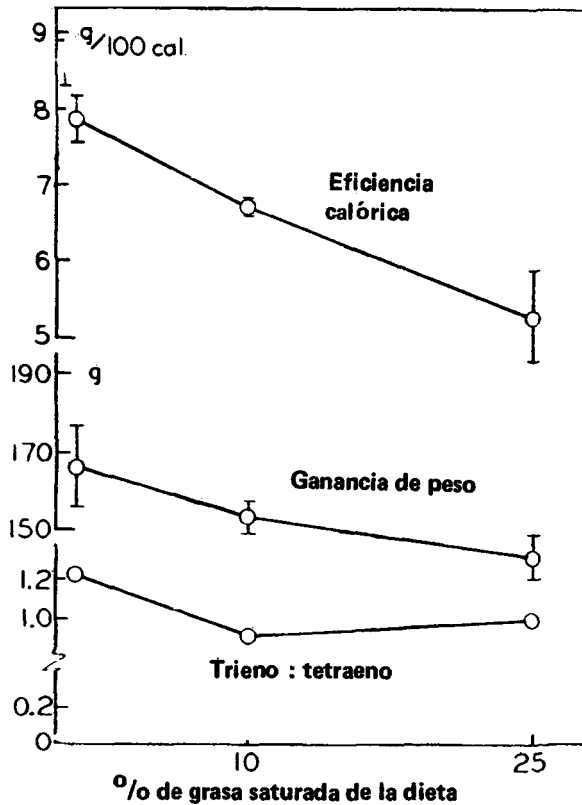


FIGURA 9

Efecto del porcentaje de grasa saturada en la dieta sobre la eficiencia calórica, ganancia de peso y razón de trieno a tetraeno

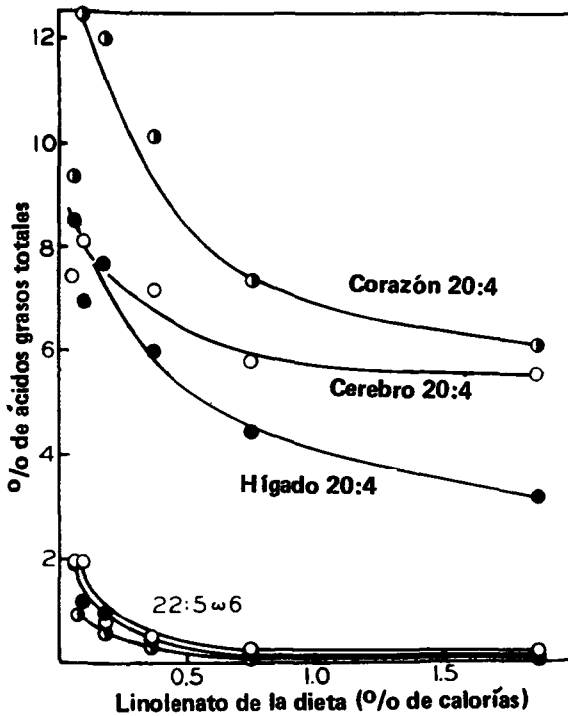


FIGURA 10

Competencia entre el linoleato y el linolenato

me el metabolismo del ácido linoleico dietario (17). Otro grupo de investigadores demostró un efecto similar en el caso de la desaturación (18). Estos estudios hechos a nivel de enzimas, condujeron a estudios cuantitativos orientados a delinear el camino preferido del metabolismo de linoleato a araquidonato (19).

A continuación, me gustaría adentrarme un tanto en el significado que los ácidos grasos esenciales pueden tener en la nutrición humana. En esta área, el Dr. Arild Hansen, pediatra cuyo adiestramiento estuvo bajo la dirección del Profesor Burr, realizó las observaciones iniciales sobre la deficiencia de ácidos grasos esenciales en niños, en la Escuela de Medicina de la Universidad de Minnesota. La Figura 11 muestra, como ejemplo, un paciente que llegó a su clínica con eczema difícil de controlar. El niño fue sometido a una dieta que contenía 28% de calorías, en forma de



FIGURA 11

Eczema en un niño con deficiencia de AGE

manteca, y al cabo de unas cuantas semanas la dermatitis desapareció. Mientras se encontraba en la Escuela de Medicina de la Universidad de Texas, el Dr. Hansen hizo un estudio de cinco fórmulas para alimentación infantil, todas ellas de diferente preparación y encontró que variaban en forma bastante drástica en cuanto a su contenido de ácidos grasos esenciales. En ese entonces era práctica común alimentar a los niños con una fórmula preparada a base de leche descremada, endulzada con sacarosa, y Hansen observó que los niños bajo ese régimen dietético a menudo presentaban eczemas (20). La Figura 12 corresponde a un caso de eczema producido por la dieta de leche descremada y sacarosa, la que contiene muy pocos ácidos grasos esenciales. Al administrar al niño linoleato preparado en nuestro laboratorio, la dermatitis se curó. Los datos del estudio de Hansen, que incluía más de 400 niños, fueron de nuevo calculados de acuerdo con las relaciones deducidas de nuestras experiencias con ratas. Al graficar la relación de trieno a

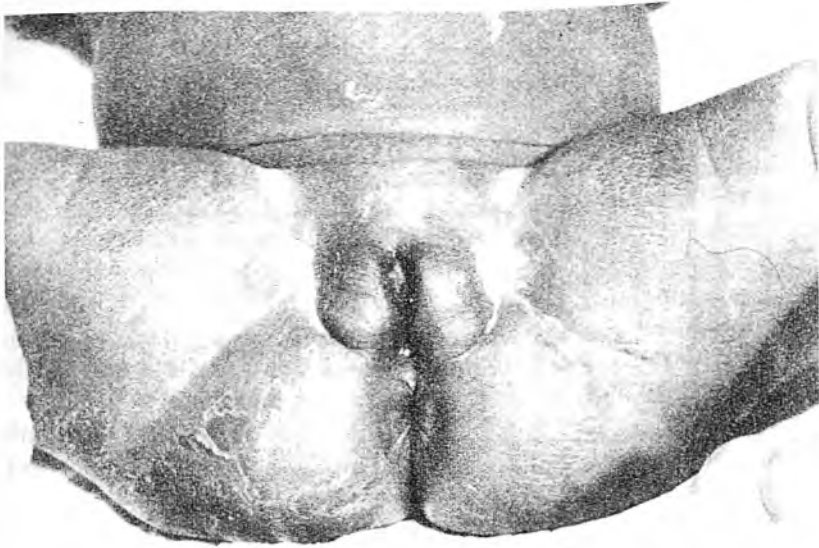


FIGURA 12

Caso de eczema producido por dieta de bajo contenido en AGE

tetraeno contra la cantidad de ácidos grasos esenciales recibida por los niños en su dieta, obtuvimos la misma curva con la interrupción en el mismo lugar en que habíamos encontrado que ocurría en las ratas (11). Este hallazgo sugiere que el requerimiento mínimo de ácidos grasos esenciales en niños es del orden del 1^o/o de las calorías (véase Figura 13). En la muy reciente reunión de consulta de OMS/FAO sobre las grasas en la dieta humana, se acordó establecer el requerimiento humano al nivel de 3^o/o de las calorías, a fin de asegurar el crecimiento del niño y, a la vez, suplir la lactancia (21).

En 1969, en una consulta con el Dr. Whitten, de Detroit, encontramos el caso de un niño con franca deficiencia de ácidos grasos esenciales (22). El niño había experimentado un vólvulo el primer día de vida, lo que causó la muerte del intestino por estrangulación de su irrigación sanguínea. La cirugía exploratoria practicada al segundo día de vida reveló la condición; se extirpó el intestino necrosado, y se anastomosó el duodeno al colon, casi

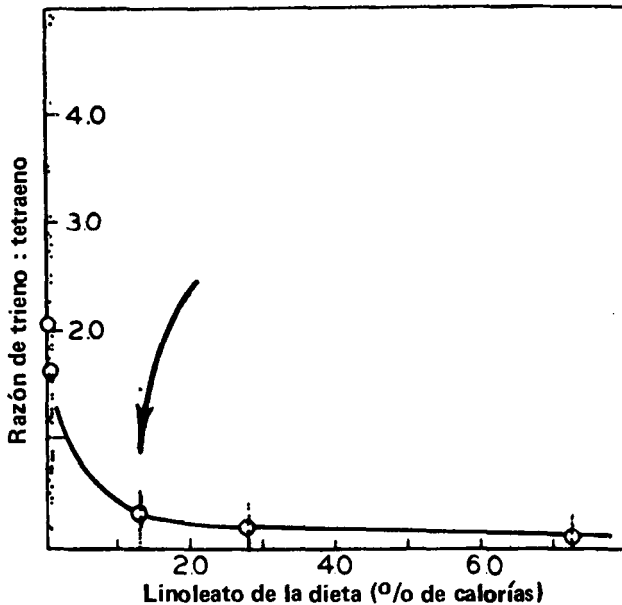


FIGURA 13

Requerimiento mínimo de AGE (niños de 2 a 4 meses)

sin dejar nada del intestino absorbente. Luego se mantuvo al niño con una preparación intravenosa libre de grasa, y después de tres meses había desarrollado la dermatitis escamosa generalizada que se muestra en la Figura 14. Los análisis de lípidos en el suero, realizados en serie desde los inicios de esta enfermedad deficitaria, revelaron un ascenso dramático de la razón $20:3 \omega 9/20:4 \omega 6$. Fue este caso el que impulsó la ejecución de un nuevo estudio en varios niños de la misma clínica que habían experimentado una malfunción del intestino, llamada "falla de impulso" dado que no se ha llegado a comprender del todo su causa.

Se les suministró temporalmente alimentación intravenosa a fin de mantenerlos con vida hasta que la función intestinal pudiera desarrollarse. Estos niños mostraron cambios en los patrones séricos de ácidos grasos, indicativos de que estaban desarrollando una deficiencia de ácidos grasos esenciales mientras recibían alimento intravenoso, pero cuando ya se les pudo alimentar oralmente, todos se recuperaron. Estos estudios indicaron también que la

alimentación intravenosa libre de grasa induce una deficiencia de ácidos grasos esenciales en los seres humanos, y que dicha deficiencia es reversible al instaurarse la alimentación normal (Figura 15).

Este fenómeno no se limita a los niños. La Figura 16 muestra el caso de una mujer de 78 años de edad que había experimentado un infarto mesentérico; se sometió a la eliminación quirúrgica total del intestino delgado y en el término de seis semanas desarrolló una piel escamosa (23). En consecuencia, se hizo un análisis de ácidos grasos fosfolipídicos en el suero, encontrándose que la razón de $20:3\omega 9/20:4\omega 6$ era de 0.6. En ese entonces no consideramos que este valor fuese tan alarmante comparado con el de 0.4, que era el límite superior de normalidad aceptado.

Cierto tiempo después tuvimos la oportunidad de efectuar estudios similares en una mujer que se había mantenido con alimentación intravenosa libre de grasa, pero a quien seguidamente

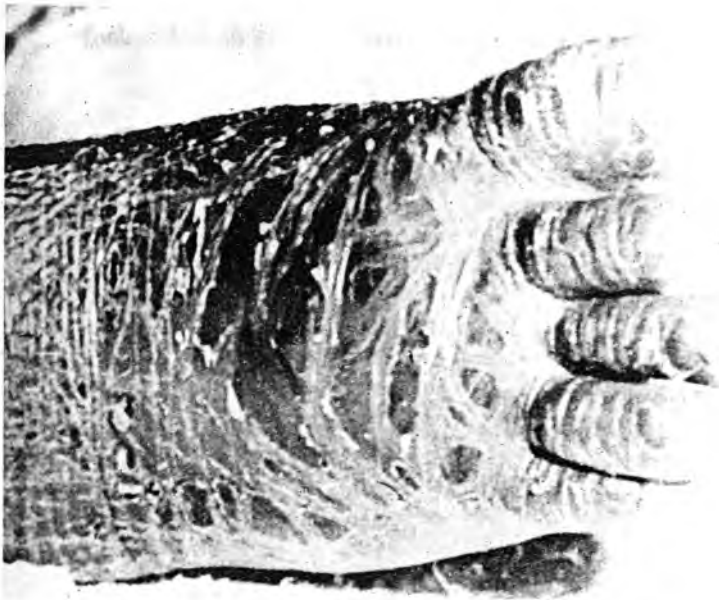


FIGURA 14

Dermatitis escamosa generalizada

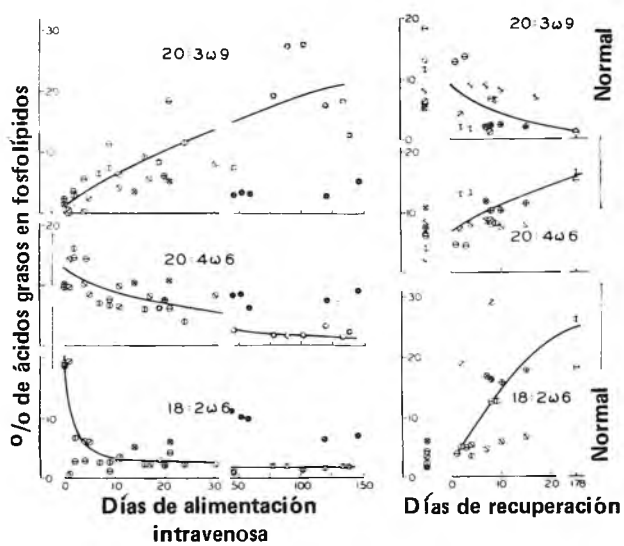


FIGURA 15

Alimentación intravenosa y niveles de AGE de fosfolípidos

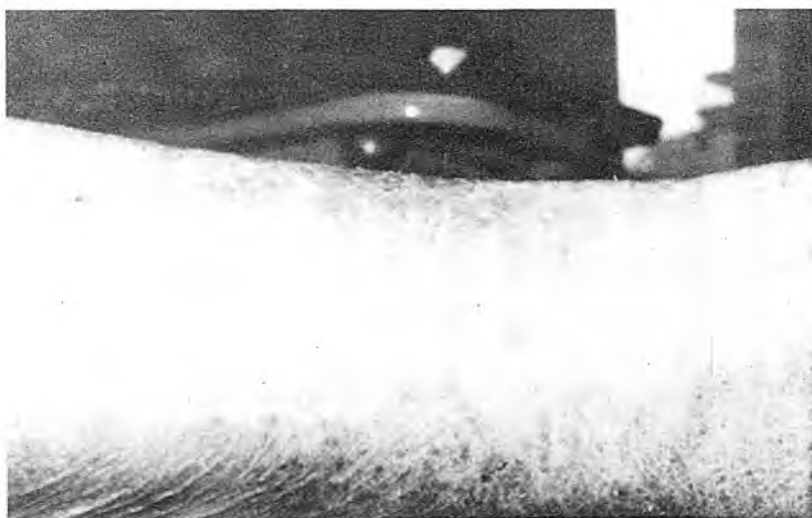


FIGURA 16

Caso de dermatitis escamosa en una mujer de 78 años de edad

se le administró una emulsión intravenosa que contenía ácidos grasos esenciales (24). En el transcurso de su recuperación de la deficiencia, pudimos seguir los cambios en los lípidos séricos. Los metabolitos totales del ácido linoleico aumentaron al rango normal (Figura 17). Se notó cierta variación cíclica, tal vez relacionada con el ciclo menstrual. En este estudio, la razón de $20:3\omega 9/20:4\omega 6$, que comenzó cerca de 0.5, descendió a un valor muy bajo cercano a 0.1. La emulsión de grasa intravenosa había corregido la deficiencia en ácidos grasos esenciales.

Caldwell, Johnson y Othersen estudiaron un niño sometido repetidamente a cirugía correctiva de su intestino durante las primeras semanas de vida, quien se mantuvo con alimentación intravenosa libre de grasa (25). Después de la última intervención quirúrgica, las heridas no cicatrizaron (Figura 18) sino hasta después de suministrarle infusiones de una emulsión intravenosa de grasa que contenía ácidos grasos esenciales. Estos últimos son requeridos para la síntesis de tejido normal, y su deficiencia

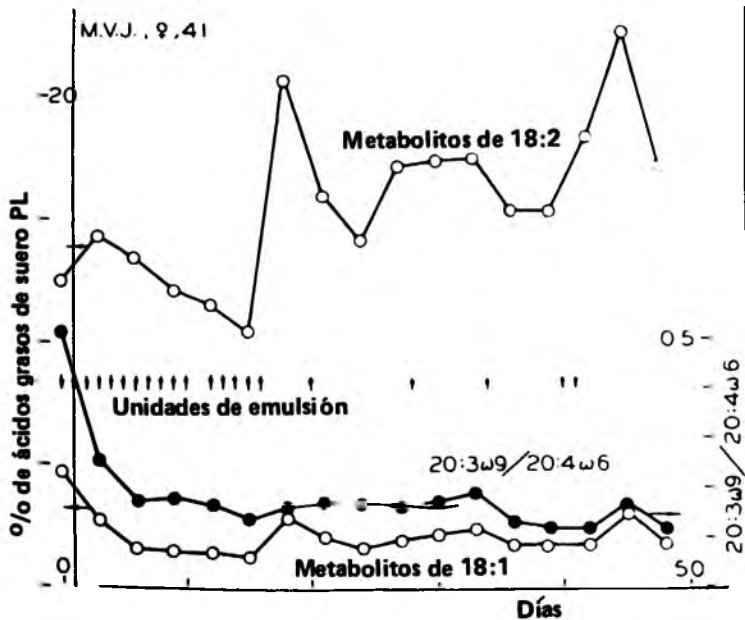


FIGURA 17

Metabolitos totales del ácido linoleico en suero



FIGURA 18

Falta de cicatrización de heridas por deficiencia de AGE

impide la cicatrización de heridas porque para la síntesis de lípidos de tejidos normales se necesita de ácidos poliinsaturados.

Según se ha notificado, la aplicación de un aceite que contiene ácidos grasos esenciales a la piel de adultos con deficiencia de AGE, es efectiva para contrarrestar esa deficiencia (26). Algunos de mis colegas en los Hospitales de la Universidad de Minnesota, trataron de confirmar este hallazgo en niños, pero no tuvieron éxito. Uno de sus pacientes tratados con la aplicación de aceite en la piel, se muestra en la Figura 19. A este niño se le administró aceite de semilla de girasol por vía cutánea, pero según mediciones por análisis de lípidos séricos, no curó la deficiencia ni alivió la dermatitis (27). Bien puede ser que el requerimiento de AGE para el crecimiento rápido de un infante sea demasiado como para satisfacerse con una cantidad a ser absorbida a través de la piel.

En años recientes, nuestro laboratorio ha compilado algunos valores sobre la composición de ácidos grasos de los lípidos séricos humanos, los que podrían servir para comparar casos en que se



FIGURA 19

Paciente tratado con emulsión de AGE

sospeche deficiencia de ácidos grasos esenciales. Se analizaron las muestras de suero disponibles después de llevar a cabo los procedimientos diagnósticos en nuestro hospital local, y se excluyeron del estudio aquellos pacientes que se sabía eran casos metabólicos. Se separaron los lípidos del suero y se midieron las composiciones de ácidos grasos. Las razones de $20:3\omega 9/20:4\omega 6$ en los fosfolípidos séricos se muestran en la Figura 20 (28). Nótese que ninguna persona tuvo una razón tan alta como es la de 0.4. La razón promedio fue de 0.1 aproximadamente, con una desviación estándar de 0.1. Así, el límite superior de normalidad debería ser del orden de 0.2. A la luz de esta observación, puede afirmarse que dos fueron los casos auténticamente deficientes en AGE: la mujer de 78 años que acusó una razón de 0.6, y la mujer de 41 años cuya razón fue de 0.5 al iniciarse la administración endovenosa de la emulsión de grasa.

En años recientes hemos desarrollado programas de computadora que ayuden en el diagnóstico de deficiencia de ácidos grasos

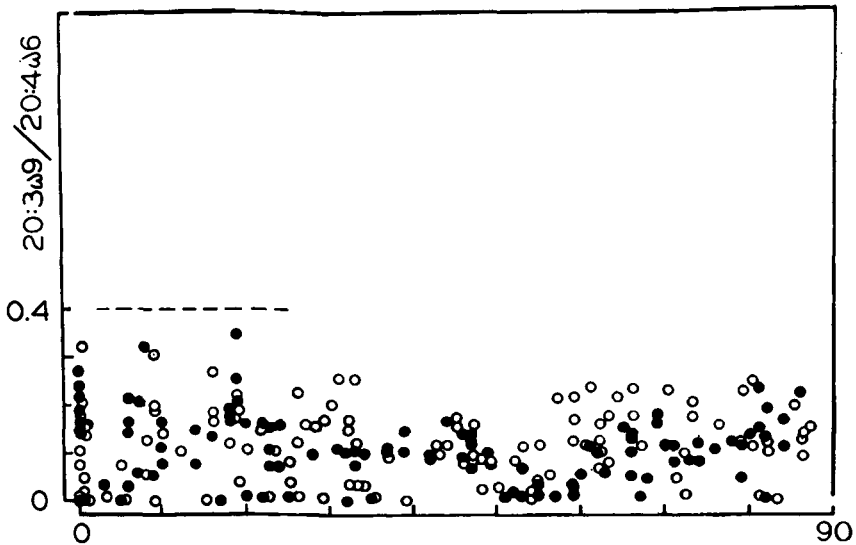


FIGURA 20

Razón de trieno a tetraeno en fosfolípidos de suero humano
(127 hombres[○] y 109 mujeres[●])

esenciales. Utilizando la base de población antes mencionada, los programas comparan las composiciones de ácidos grasos de los lípidos séricos de individuos con las de una población normal, proporcionando así un diagnóstico tentativo. En la Tabla 1 se toma como ejemplo el niño extremadamente deficiente (Figura 14), y el patrón de ácidos grasos de los fosfolípidos del suero a los 93 días de edad se compara con valores normales calculados para esta edad. A partir de estos datos se calculan diferentes parámetros, incluyendo la razón $20:3\omega 9/20:4\omega 6$, el total de los ácidos $\omega 6$, y la suma de $18:2\omega 6 + 20:4\omega 6 - 20:3\omega 9$, y éstos también se comparan con los valores normales establecidos para tales parámetros. Esta rápida ayuda en el diagnóstico podrá ser así aprovechada para evaluar el estado de ácidos grasos esenciales de poblaciones e individuos.

Utilizando este enfoque, se comparó un grupo de niños que padecían de fibrosis cística con niños normales. La comparación

TABLA 1
PATRÓN DE ACIDOS GRASOS DE LOS FOSFOLIPIDOS DEL SUERO
EXTREMA DEFICIENCIA DE AGE DESPUES DE UNA RESECCION
DEL INTESTINO
 (Niña, S. W., de 93 días de edad)

| Acidos grasos | o/o | o/o del valor normal | Valor estándar |
|----------------------------|-------|----------------------|----------------|
| 12:0 | 0.0 | 0.1 | 0.1 |
| 14:0 | 0.0 | 0.2 | 0.2 |
| 14:1 | 0.0 | 0.1 | 0.2 |
| 16:0 | 26.8 | 26.1 | 4.6 |
| 16:1 ω 7 | 4.1 | 1.2 | 0.8 |
| 16:2 | 0.0 | 0.1 | 0.2 |
| 18:0 | 11.9 | 14.0 | 2.4 |
| 18.1 ω 9 | 23.0 | 12.8 | 2.4 |
| 18:2 ω 6 | 1.8 | 18.9 | 4.6 |
| 18:3 ω 6 | 0.0 | 0.4 | 0.4 |
| 18:3 ω 3 | 0.0 | 0.2 | 0.4 |
| 20:2 ω 9 | 0.0 | 0.2 | 0.3 |
| 20:2 ω 6 | 0.0 | 0.3 | 0.3 |
| 20:3 ω 9 | 27.5 | 1.7 | 0.9 |
| 20:3 ω 6 | 0.0 | 3.7 | 1.4 |
| 20:4 ω 6 | 1.5 | 12.7 | 2.9 |
| 20:4 ω 3 | 0.0 | 0.3 | 0.4 |
| 20:5 ω 3 | 1.6 | 1.4 | 0.7 |
| 22:4 ω 6 | 1.7 | 1.9 | 0.9 |
| 22:4 ω 3 | 0.0 | 0.7 | 1.3 |
| 22:5 ω 6 | 0.0 | 0.5 | 0.7 |
| 22:5 ω 3 | 0.0 | 0.6 | 0.5 |
| 22:6 ω 3 | 0.0 | 2.0 | 1.3 |
| Otros | 0.1 | | |
| Indice R | 0.532 | 1 | |
| 20:3 ω 9/20:4 ω 6 | 18.33 | 0.132 | 0.070 |
| 18:2 ω 6+20:4 ω 6-20:3 ω 9 | 24.2 | 29.9 | 4.2 |
| Metabolitos ω 6 | 3.2 | 19.6 | 4.0 |
| Total de ácidos ω 6 | 5.0 | 38.5 | 3.9 |
| Metabolitos ω 3 | 1.6 | 4.9 | 2.4 |
| Total de ácidos ω 3 | 1.6 | 5.1 | 2.4 |
| Metabolitos ω 9 | 27.5 | 1.9 | 1.0 |
| Total de ácidos ω 9 | 50.5 | 14.7 | 2.7 |
| Acidos saturados | 38.7 | 40.4 | 4.2 |
| Acidos monoénicos | 27.1 | 14.2 | 2.8 |
| Indice de doble enlace | 1.200 | 1.518 | 0.160 |
| 18:2 ω 6/20:4 ω 6 | 1.200 | 1.670 | 0.621 |
| Total AGPI | 34.10 | 45.45 | 4.397 |

AGPI = Acidos grasos poliinsaturados.

Diagnóstico:

Patrón de ácidos grasos, anormal.

Estado de AGE: deficiente (T/T), deficiente (ω 6.), deficiente (D - T + T).

Utilización de linoleato normal, ácido ω 3 bajo. AGPI bajo. Acidos saturados normales.

de los valores para la razón de $20:3\omega 9/20:4\omega 6$, el total de ácidos poliinsaturados, el total de ácidos $\omega 6$, el ácido araquidónico, los ácidos monoenoicos y los ácidos saturados, todos revelaron que para los niños con fibrosis cística estos parámetros se encontraban cerca de una desviación estándar de lo normal, en dirección hacia una deficiencia de ácidos grasos esenciales (28). Esto sugiere que la fibrosis cística involucra una aberración en el metabolismo de los ácidos grasos esenciales, lo que equivale a una deficiencia marginal de los mismos.

En casos de desnutrición crónica estudiados en Argentina, los resultados fueron similares (29). Las diferencias de lo normal de nuevo se dirigían hacia una deficiencia de ácidos grasos esenciales. El índice de enlace doble fue menor que el de los normales; la razón de $20:3\omega 9/20:4\omega 6$ fue tres veces más alta de lo normal. El total de ácidos poliinsaturados fue inferior a lo normal; los niveles de ácidos $\omega 6$ fueron menores que lo normal; el contenido de ácido araquidónico fue la mitad de lo normal; los ácidos monoenoicos sobrepasaron lo normal al igual que los ácidos saturados. Así, es evidente que la desnutrición crónica involucra una deficiencia marginal de ácidos grasos esenciales.

Siempre surge la pregunta: ¿Es que las grasas alimenticias que consumimos corrientemente son adecuadas en su contenido de ácidos grasos esenciales? En la Figura 21 he tomado la curva de la razón de trieno a tetraeno mostrada anteriormente, sobreponiendo a la misma los nombres de varias de las grasas contenidas en nuestras dietas habituales, en posiciones que indican el nivel de ácidos grasos esenciales si éstas fuesen la fuente única de grasa y se suministraran al 40% de las calorías dietarias. El aceite de maíz, el de semilla de algodón y el de soya proporcionan alrededor de 20% de calorías cuando se consumen a ese nivel. El aceite de oliva, la mantquilla y la manteca se encuentran casi cerca de la interrupción de la curva, lo que indica que, de consumirse sólo estas grasas dietarias, suministrarían escasamente el mínimo de ácidos grasos esenciales. Sin embargo, la práctica dietética normal implica mezclas de grasas de fuentes animales y vegetales. Así, los seres humanos normales que consumen cierta variedad de alimentos no están propensos a sufrir deficiencias de AGE. No obstante, existen muchos factores que pueden conducir a una persona hacia deficiencia de ácidos grasos esenciales o bien incrementar sus requerimientos. El consumo de una apreciable cantidad de grasa saturada en la dieta, o de grasa monoinsaturada, así como una enfermedad y la desnutrición, todos son factores que desplazan a

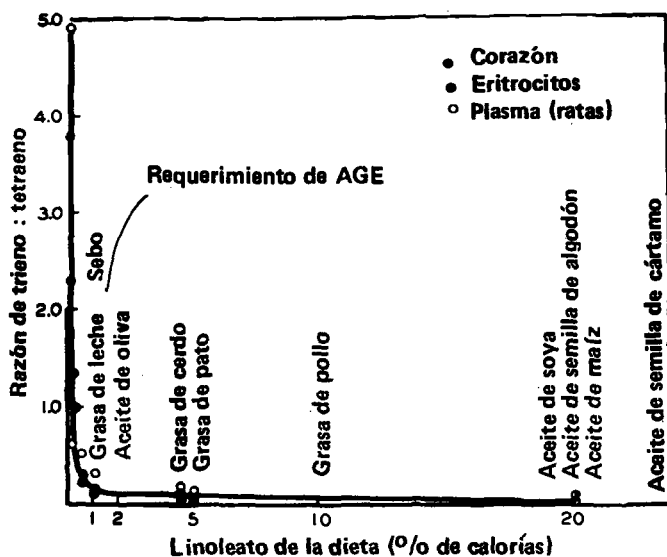


FIGURA 21

Grasas de consumo común y razón de trieno a tetraeno

la persona hacia una deficiencia de AGE. Bien podría ser que los defectos genéticos en el metabolismo de ácidos grasos esenciales contribuyan a una deficiencia de ácidos grasos esenciales en sentido funcional. A causa de tales factores, creo que en la población humana existe una deficiencia marginal de ácidos grasos esenciales. Hoy día sabemos aproximadamente la cantidad de ácidos grasos esenciales que las personas normales requieren, y que las dietas comunes pueden cubrir esta necesidad en la persona promedio. A pesar de ello, espero que el futuro revelará que muchas de las enfermedades del hombre implican anomalías en el metabolismo de los ácidos grasos esenciales.

RECONOCIMIENTOS

Este programa de estudios ha contado con el apoyo financiero de los Servicios de Salud Pública de los Estados Unidos de América (Public Health Service Grant AM 04524; Public Health

Service Research Grant HL 08214 del Program Projects Branch, Extramural Programs, National Heart, Lung and Blood Institute), así como de la Fundación Hormel.

SUMMARY

HOW ESSENTIAL ARE ESSENTIAL FATTY ACIDS?

The present article analyzes the symptoms of essential fatty acid deficiency, both in human beings and in animals.

The first part of the article describes the interrelationships between linoleic, linolenic and arachidonic acids, and how these acids affect the physiological response in experimental animals. Likewise, it discusses the effect of gradual levels of linoleic acid intake, and its use to establish quantitative requirements for essential fatty acids on the basis of biochemical parameters. It provides information also on the effect of dietary non-essential fatty acids on essential fatty acid metabolism.

The second part of the article deals with the significance of essential fatty acids in human nutrition. In spite of the available information in this regard, it is suggested that further and more thorough studies be conducted. Data on human blood serum fatty acid composition are presented, which could be used as a basis for comparison when essential fatty acid deficiency is suspected. The author further indicates that there are several dietary factors that could induce essential fatty acid deficiency, or that could result in marginal states of deficiency in these nutrients.

BIBLIOGRAFIA

1. Burr, G. O. & M. M. Burr. A new deficiency disease produced by the rigid exclusion of fat from the diet. *J. Biol. Chem.*, **82**:345-367, 1929.
2. Burr, G. O. & M. M. Burr. On the nature and role of the fatty acids essential in nutrition. *J. Biol. Chem.*, **86**:587-621, 1930.
3. Holman, R. T. (Ed.). Polyunsaturated acids. (Part 4). En: **Progress in the Chemistry of Fats and Other Lipids**. (Vol. 9). New York, Pergamon Press, Inc., 1970, p. 279.
4. Rieckehoff, I. G., R. T. Holman & G. O. Burr. Polyethenoid fatty acid metabolism. Effect of dietary fat and polyethenoid fatty acids of rat tissues. *Arch. Biochem.*, **20**:331-340, 1949.
5. Widmer, Jr., C. & R. T. Holman. Polyethenoid fatty acid metabolism. II. Deposition of polyunsaturated fatty acids in fat-deficient rats

- upon single fatty acid supplementation. *Arch. Biochem.*, 25: 1-12, 1950.
6. Mohrhauer, H. & R. T. Holman. The effect of dose level of essential fatty acids upon fatty acid composition of the rat liver. *J. Lipid Res.*, 4:151-159, 1963.
 7. Mohrhauer, H. & R. T. Holman. Effects of essential fatty acids on polyunsaturated fatty acid in heart tissue (rat). En: **Proceedings of the 7th International Conference of Biochemical Problems of Lipids.** Meeting on Fat absorption, Birmingham, Alabama, July, 1962. BBA Library, Volume 1. Amsterdam, Elsevier Publishing Co., 1963, p. 446-452.
 8. Holman, R. T. The ratio of trienoic: tetraenoic acids in tissue lipids as a measure of essential fatty acid requirement. *J. Nutrition*, 70:405-410, 1960.
 9. Caster, W. O., P. Ahn, E. G. Hill, H. Mohrhauer & R. T. Holman. Determination of linoleate requirement of swine by a new method of estimating nutritional requirement. *J. Nutrition*, 78:147-154, 1962.
 10. Holman, R. T. En: **Handbook of Nutrition**, (Vol. 2). Section E. Cleveland, Ohio, CRC Press. (En prensa).
 11. Holman, R. T., W. O. Caster & H. F. Wiese. The essential fatty acid requirement of infants and the assessment of their dietary intake of linoleate by serum fatty acid analysis. *Am. J. Clin. Nutr.*, 14:70-75, 1964.
 12. Holman, R. T., W. O. Caster & H. F. Wiese. Estimation of linoleate intake of men from serum lipid analysis. *Am. J. Clin. Nutr.*, 14:193-196, 1964.
 13. Peifer, J. J. & R. T. Holman. Effect of saturated fat upon essential fatty acid metabolism of the rat. *J. Nutrition*, 68:155-168, 1959.
 14. Mohrhauer, H., J. J. Rahm, J. Seufert & R. T. Holman. Metabolism of linoleic acid in relation to dietary monoenoic fatty acid in the rat. *J. Nutrition*, 91:521-527, 1967.
 15. Holman, R. T. & H. A. Mohrhauer. A hypothesis involving competitive inhibitions in the metabolism of polyunsaturated fatty acids. *Acta Chem. Scand.*, 17 (Suppl. No. 1): S84-S90, 1963.
 16. Rahm, J. J. & R. T. Holman. Effect of linoleic acid upon the metabolism of linoleic acid. *J. Nutrition*, 84:15-19, 1964.
 17. Mohrhauer, H., K. Christiansen, M. V. Gan, M. Deubig & R. T. Holman. Chain elongation of linoleic acid and its inhibition by other fatty acid *in vitro*. *J. Biol. Chem.*, 242:4507-4514, 1967.
 18. Brenner, R. R. & R. O. Peluffo. Effect of saturated and unsaturated fatty acids on the desaturation *in vitro* of palmitic, stearic, oleic, linoleic and linolenic acids. *J. Biol. Chem.*, 241:5213-5219, 1966.

19. Marcel, Y.L., K. Christiansen & R.T. Holman. The preferred metabolic pathway from linoleic acid to arachidonic acid *in vitro*. **Biochem. Biophys. Acta**, **164**:25-34, 1968.
20. Söderhjelm, L. & A. E. Hansen. The role of fat in the child's diet. **Pediat. Clin. North America**, **9**:927-934, 1962.
21. **Dietary Fats and Oils in Human Nutrition**. Report of an expert consultation jointly organized by the Food and Agriculture Organization of the United Nations and the World Health Organization, Rome, September 21-30, 1977. Rome, Italy, FAO. (FAO Food and Nutrition Paper 3).
22. Paulsrud, J. R., L. Pensler, C. F. Whitten, S. Stewart & R. T. Holman. Essential fatty acid deficiency in infants induced by fat-free intravenous feeding. **Am. J. Clin. Nutr.**, **25**:897-904, 1972.
23. Varco, R. L., M. A. Shea, J. R. Paulsrud, S. Stewart & R. T. Holman. (Unpublished data, 1970).
24. Holman, R. T. & S. Johnson (Unpublished data, 1975).
25. Caldwell, M. D., H. T. Jonsson & H. B. Othersen, Jr. Essential fatty acid deficiency in an infant receiving prolonged parenteral alimentation. **J. Pediat.**, **81**:894-898, 1972.
26. Press, M., P. J. Hartop & C. Prottey. Correction of essential fatty-acid deficiency in man by the cutaneous application of sunflower-seed oil. **Lancet**, **1**:597-601, 1974.
27. Hunt, C. E., R. R. Engel, S. Molder, W. Hamilton, S. Bissen & R. T. Holman. Essential fatty acid deficiency in neonates: inability to reverse deficiency by topical applications of EFA-rich oil. **J. Pediat.**, **92**:603-607, 1978.
28. R. T. Holman, S. Johnson & J. D. Lloyd-Still (Unpublished data, 1977).
29. Holman, R. T., S. Johnson, O. Mercuri, M. E. de Tomas, H. J. Itarte & M. A. Rodrigo (Unpublished data, 1977).

POSIBLE PAPEL DEL CALCIO EN EL DESARROLLO DE LA TOXEMIA DEL EMBARAZO

José M. Belizán¹ y José Villar²

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

RESUMEN

El presente artículo revisa una serie de hallazgos que muestran asociación entre la ingesta de calcio y la toxemia del embarazo. Se propone así la posibilidad de que esta ingesta desempeñe cierto papel en el desarrollo de la patología.

Dicha teoría se basa en los siguientes hechos:

- a) Estudios epidemiológicos revelan una relación inversa entre la ingesta de calcio de poblaciones de distintos países y la incidencia de eclampsia.
- b) Estudios nutricionales demuestran que en mujeres embarazadas cuya alimentación ha sido suplementada desde el inicio de la gestación con suplementos que contienen calcio, la incidencia de la patología se reduce significativamente.
- c) Algunos hallazgos demuestran que individuos con alta ingesta de calcio tienen bajas cifras de tensión arterial media, y que ratas sometidas a hipocalcemia desarrollan hipertensión.

Manuscrito recibido: 27-9-78.

1 Científico, División de Desarrollo Humano, INCAP, Guatemala, C. A.

2 Becario de la Oficina Sanitaria Panamericana en el INCAP.

- d) Ciertas peculiaridades del metabolismo del calcio durante el embarazo llevarían a un déficit del calcio circulante: por un lado, los apreciables requerimientos fetales, y por el otro, una función disminuida de los mecanismos compensadores, renal y óseo.

Se requieren una serie de estudios e investigaciones para avalar o rechazar la hipótesis derivada de estas observaciones. De ser comprobada, ello tendría gran trascendencia en la salud pública, dado que la suplementación precoz con calcio permitiría reducir las graves consecuencias de esta enfermedad en el binomio materno-fetal.

I. INTRODUCCION

Las teorías sobre la etiología de la toxemia son tan variadas que se ha dado en llamarla "la enfermedad de las teorías" (1).

Generalmente se acepta que una teoría que explique satisfactoriamente la etiología de la toxemia debe explicar también algunas características de la misma, a saber (2):

1. La influencia predisponente de la nuliparidad, gestación múltiple, mola hidatiforme e hidramnios.
2. Su mayor incidencia en ciertas localidades y entre personas indigentes.
3. Su aparición en el tercer trimestre del embarazo.
4. La mejoría que suele seguir a la muerte del feto.
5. La hipertensión, edema, proteinuria, convulsiones y coma que se presentan en esta condición.

En esta oportunidad no se analizan las distintas teorías existentes, pero se puede afirmar que hasta hoy día no existe ninguna que realmente satisfaga y explique todos los factores antes enumerados.

Presentaremos en esta comunicación una serie de observaciones sugerentes de cierta asociación entre la ingesta de calcio y la aparición de esta patología, las cuales requieren ser confirmadas con futuras investigaciones.

II. OBSERVACIONES PRELIMINARES

Existen evidencias en la literatura que permiten afirmar que la incidencia de toxemia es más alta en las poblaciones malnutridas (3-6), y que también cobra mayor frecuencia y gravedad en las embarazadas cuyo control prenatal ha sido deficiente (7-9).

A partir de los dos factores enumerados, llama la atención la baja incidencia observada en poblaciones urbanas pobres y del medio rural de Guatemala. Estas mujeres, de nivel socioeconómico bajo, consumen una dieta baja en calorías, proteínas y vitaminas, a lo que se suma un control prenatal muy deficiente. En ellas, la incidencia de toxemia encontrada figura entre las más bajas del mundo, siendo similar a la de países desarrollados, donde se aprecia mejor nivel socioeconómico, dieta apropiada y control prenatal aceptable.

Esta observación sugiere la posibilidad de que la población obstétrica guatemalteca constituya un buen modelo para estudiar la etiología de dicha afección, dado que en ella puede haber un factor o factores cuya acción esté previniendo el desarrollo de esta afección.

Un hecho que llama mucho la atención es que, a pesar de su dieta insuficiente, estas poblaciones tienen una alta ingesta de calcio.

El calcio es ingerido en las tortillas de maíz, que constituye el alimento más consumido y difundido en el país. Para ablandar el grano y eliminar su cáscara previo a la elaboración de la tortilla, el maíz se deja toda la noche en remojo con agua con cal (hidróxido de calcio).

La tortilla contiene 196 mg de calcio por 100 g (10) y en poblaciones rurales pobres éste constituye el 50% de la ingesta diaria. Estudios dietéticos realizados en mujeres embarazadas revelan una ingesta diaria de Ca de 787 a 1,320 mg. Además, el Ca proveniente de las tortillas es absorbido en un porcentaje similar al de la leche descremada (11).

Hallazgos similares a los señalados en el caso de Guatemala fueron encontrados en Etiopía. En dicho país, Hamlin (8) informa que le llamó poderosamente la atención la baja incidencia de preeclampsia y eclampsia observada en un hospital público a donde asistían embarazadas de muy bajo nivel socioeconómico y sujetas a mal control prenatal.

Dicho autor cita como ejemplo el hecho de que llegaron a la sala de emergencia de trabajo de parto del hospital 800 emba-

razadas que nunca habían visto a un médico y, de ese total, sólo seis de ellas presentaron síntomas de toxemia, lo que hace una incidencia de 0.750/o. También refiere que en Londres y Sydney, la incidencia en 1952 fluctuaba entre 3 y 50/o, y que con un tratamiento intensivo consistente en dieta hipocalórica, hiposódica e hiperproteica complementada con vitaminas, y con un aumento de los controles prenatales, se logró reducir esa incidencia a 1.80/o. Esta cifra continúa siendo el doble de la determinada en las mujeres de Etiopía (8).

En esa población la alimentación no ha cambiado radicalmente en los últimos 2,000 años. El grano básico es el "teff" (*Eragrostis abyssinica*), cuyo contenido de aminoácidos es similar al del huevo, y tiene también una alta concentración de hierro y calcio. La concentración de calcio es de 110 mg por 100 mg de grano. Estudios dietéticos realizados en Etiopía, han demostrado una ingesta de 1,075 mg de calcio diarios en los adultos. El contenido de calorías fue bajo, mientras que los valores de proteínas fueron aceptables, con una alta ingesta de hierro (12).

III. RELACION ENTRE LA INGESTA DE CALCIO Y LA INCIDENCIA DE TOXEMIA

A. Estudios Epidemiológicos

1. Comparación de tres poblaciones³

En vista de que se contaba con información al respecto, y observando las características peculiares de las diversas regiones, se decidió comparar tres poblaciones: Cali, Colombia (Hospital Universitario del Valle) (13), Estados Unidos de América (Estudio Colaborativo Perinatal) (14), y Guatemala (Hospital Roosevelt) (15).

3 En este estudio participaron los siguientes alumnos del Curso de Posgrado de Salud Pública con Énfasis en Nutrición y Salud Materno-infantil del "Centro de Estudios Superiores en Nutrición y Ciencias de Alimentos (CESNA)", Universidad de San Carlos de Guatemala/INCAP: C. Bruña, S. Castañeda, H. Dardón y G. Sáenz.

Las mismas reúnen características que ameritaron su elección para este estudio: Guatemala y Cali tienen condiciones que favorecen la aparición de la toxemia (mal control prenatal, mala alimentación, bajo nivel socioeconómico). Sin embargo, mientras que en Guatemala la incidencia de toxemia es muy baja, en Cali ésta es muy alta. Por su parte, Estados Unidos acusa cifras de toxemia similares a las de Guatemala, pero bajo condiciones muy diferentes: buen control prenatal, buena alimentación y nivel socioeconómico aceptable.

Como se aprecia en la Tabla 1, Guatemala tiene la más baja incidencia de toxemia y Cali la más alta. Los estudios comparativos de distribución de edad, paridad y control prenatal no mostraron diferencias capaces de explicar la diferente incidencia de toxemia.

En la Tabla 1 se muestra también la ingesta promedio de nutrientes diarios en las poblaciones estudiadas. Se acepta que esta comparación tiene grandes limitaciones porque, al promediarse, se asume que la ingesta es similar en todos los miembros de una familia o de una población dadas. En el caso de mujeres embarazadas, por ejemplo, se sabe que su consumo es inferior a los promedios familiares, por lo menos en las áreas rurales de Guatemala y Colombia, respectivamente.

Como era de esperar, se encontró que en estos dos países, la ingesta de calorías, proteínas, vitamina A, tiamina, riboflavina, ácido nicotínico y vitamina C es menor que en los Estados Unidos. No obstante, con respecto al calcio, llama la atención el hecho de que la población de Guatemala tenga una ingesta de Ca muy superior (5.5 veces) a la determinada en Colombia, y también más alta que la de Estados Unidos (Tabla 1). En la misma Tabla se han incluido los valores correspondientes a Etiopía, pudiéndose observar cifras de preeclampsia muy bajas, con valores de calcio similares a los de Guatemala.

En conclusión, en este limitado estudio epidemiológico se investigaron tres poblaciones con incidencias muy diferentes de toxemia no explicables por factores conocidos, y asociación de esta incidencia con la ingesta de calcio.

2. *Asociación epidemiológica entre ingesta de calcio y toxemia del embarazo*

Valiéndonos de información recogida en la literatura, se elaboró una lista de una serie de países de los cuales se pudo

TABLA 1
INCIDENCIA DE TOXEMIA Y DIETA HABITUAL EN DIFERENTES PAISES

| | | Guatemala | | Estados Unidos | Colombia | Etiopía |
|-------------------------------|-----------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| | | Rural | Urbana | | | |
| Incidencia de preeclampsia, ‰ | | 0.6 ^a | 4.5 ^b | 7.4 ^c | — | 0.75 ^e |
| Incidencia de eclampsia, ‰ | | — | 0.44 ^b | 0.5 ^c | 1.59 ^d | — |
| Dieta: | Calorías (Kcal) | 2,243 ^f | 1,727 ^f | 3,200 ^g | 1,661 ^h | 2,512 ⁱ |
| | Proteínas totales (g) | 66 | 53 | 97 | 41 | 65 |
| | Calcio (mg) | 1,320 | 787 | 1,030 | 240 | 1,075 |
| | Hierro (mg) | 23 | 18 | 17 | 12 | 430 |
| | Vitamina A (UI) | 1,682 | 1,300 | 2,190 | 1,607 | 2,900 |
| | Tiamina (mg) | 1.4 | 0.9 | 1.5 | 0.7 | 2.7 |
| | Riboflavina (mg) | 0.7 | 0.7 | 2.3 | 0.6 | 0.76 |
| | Acido nicotínico (mg) | 12.2 | 8.8 | 18 | 10.3 | — |
| | Vitamina C (mg) | 35 | 38 | 86 | 83 | 34 |
| a | Año 1970–1977 (49). | | f | Año 1960 (10). | | |
| b | Año 1971 (16). | | g | Año 1961 (24). | | |
| c | Año 1960 (14). | | h | Año 1961 (25). | | |
| d | Años 1964–1970 (13). | | i | Año 1961 (12). | | |
| e | Año 1962 (8). | | | | | |

obtener datos confiables de incidencia de eclampsia e ingesta de calcio de la población general. Se tomó la eclampsia como indicador ya que su diagnóstico es más preciso por su sintomatología más clara. Además, porque su gravedad es tal que, en general, las pacientes eclámpicas son remitidas a los centros asistenciales. Este hecho no sucede con la captación de la preeclampsia, la que varía considerablemente de acuerdo con la calidad del control prenatal.

En la Tabla 2 se puede apreciar una serie de países enumerados en orden a su ingesta diaria de calcio. Aquéllos con valores más bajos (rangos de 240-368 mg diarios) tienen las incidencias más altas (rango de 1.59-12.00/00). Los de mayor ingesta (rango de 884-1,100 mg diarios) tienen las incidencias de eclampsia más bajas (rangos de 0.4-0.90/00).

Una posible explicación de esta relación podría partir del hecho de que el principal alimento que aporta Ca es la leche; en consecuencia, países con baja ingesta de leche — que en general son los países de bajo nivel socioeconómico — tienen una alta incidencia de eclampsia. Así, el Ca sería un indicador de la calidad de la dieta de esa población. No obstante, llama la atención el caso de Guatemala y Etiopía; ambos son de bajo nivel socioeconómico, con altas tasas de desnutrición, pero con baja incidencia de eclampsia y altas ingestas de Ca provenientes de la cal con la que se preparan las “tortillas” y el “teff”. Estos hechos hablarían en favor de otros factores no relacionados con la calidad proteica de las dietas, como se ha señalado comúnmente.

B. Estudios Clínicos que Relacionan la Ingesta de Calcio con la Toxemia

1. Estudios dietéticos

Existe una serie de estudios realizados en embarazadas, en los que se comparan las dietas de mujeres toxémicas y no toxémicas. En general, todos ellos demuestran una ingesta inferior en la toxémica. Se ha objetado este hecho, en vista de que las embarazadas con patología pueden haber tenido una ingesta inferior como consecuencia de la misma patología, en lugar de ser la baja ingesta la causa de la toxemia. Chaudhuri (20) estudió la ingesta de 90 embarazadas sin patología y 85 toxémicas, todas ellas con amenorrea de más de 32 semanas. La información fue

TABLA 2

RELACION ENTRE LA INCIDENCIA DE ECLAMPSIA Y LA
INGESTA DE CALCIO DIARIO *per cápita*

| País o región | Mg de calcio en la dieta diaria por persona | Incidencia de eclampsia (^o /oo de nacidos) |
|----------------|---|--|
| Colombia | 240 (26) | 1.59 (13) |
| Tailandia | 266 (26) | 3.7 – 6.0 (27) |
| Jamaica | 345 (26) | 2.5 (28) |
| India | 347 (26) | 12.0 (29) |
| Japón | 368 (26) | Alta incidencia (17) |
| Israel | 884 (26) | 0.7 (30) |
| Reino Unido | 1000 (26) | 0.9 (31) |
| Etiopía | 1075 (12) | 0.9 (32) |
| Estados Unidos | 1100 (33) | 0.5 (33) |
| Guatemala | 1100 (26) | 0.4 (16) |

colectada por el método de recordatorio, utilizando modelos de medidas para auxiliar la memoria de la interrogada. Los componentes de la dieta diaria fueron analizados y comparados entre los grupos. Este investigador encontró que las toxémicas consumían la misma cantidad de proteínas y carbohidratos, una mayor cantidad de grasas que las no toxémicas, y una menor cantidad de calcio, hierro, y vitaminas A, B₁, B₂ y C.

Otra serie de informes de mejor diseño para determinar la influencia de la nutrición sobre la toxemia, corresponden a estudios de dietas de embarazadas con seguimiento de las mismas, para medir cuántas de ellas desarrollan toxemia. Así, Burke y Kirkwood (4) encontraron que en las mujeres que habían clasificado en el grupo con “dieta pobre o muy pobre”, el 44^o/o desarrollaron toxemia. De aquéllas con “dietas regulares”, el 8^o/o desarrollaron toxemia, y en las que tuvieron una “dieta buena o excelente”, ninguna desarrolló la enfermedad.

2. Estudios de suplementación

Probablemente, el mejor diseño para corroborar la participación del calcio en la toxemia es el de administrar calcio a un

grupo de embarazadas, y a uno control, placebo, y luego comparar la aparición de la enfermedad en ambos.

La literatura cuenta con estudios de suplementación con calcio usado en combinación con otros elementos, sin poder atribuir a ningún factor aislado el efecto observado. No tenemos conocimiento de ningún trabajo de suplementación en embarazadas en que el calcio sea el único componente. No obstante, una serie de estudios en los cuales se vio una incidencia menor de toxemia en las mujeres suplementadas, involucraron un aumento en la ingesta de calcio (6, 21-23).

Así, en el estudio de Chaudhuri (22), con sólo la suplementación diaria de tabletas de vitaminas y minerales suministradas desde la 24a semana de embarazo, se logró reducir la incidencia de toxemia de 14.6% en el grupo no suplementado, a 4.8% en el suplementado. Las tabletas contenían: vitamina A, 5,000 UI; vitamina D, 1,000 UI; tiamina, 3 mg; riboflavina, 2 mg; nicotinamida, 20 mg; vitamina C, 30 mg; sulfato de cobre, 5 mg; sulfato de manganeso, 5 mg; sulfato ferroso, 290 mg; fosfato de calcio, 0.25 g y gluconato de calcio, 3 g.

Osofsky (23) comparó un grupo de 118 embarazadas sin suplementación con un grupo de 122 que recibieron suplementación proteica y mineral (Meritene) administradas dos veces por día.

Los grupos eran similares en edad, nivel socioeconómico, páridad, edad gestacional, en el primer control prenatal, niveles de presión arterial y hemoglobina en el primer control. El grupo suplementado tuvo un promedio de 11.1 controles en contraposición a 10.2 del no suplementado ($P < 0.05$).

El grupo no suplementado tuvo presiones sistólica y diastólica más altas, así como un incremento mayor de los valores iniciales en las presiones sistólica y diastólica, y presencia más frecuente de edemas y albuminuria. Todas las diferencias tuvieron significación estadística. Las dietas diarias revelaron las siguientes diferencias significativas:

| | No suplementado (n = 118) | Suplementado (n = 122) | |
|-----------|------------------------------|---------------------------|------------|
| Proteínas | 71.3 g | 80.3 g | $P < 0.05$ |
| Calcio | 673.2 mg | 1028.1 mg | $P < 0.01$ |
| Fósforo | 1050.2 mg | 1314.2 mg | $P < 0.01$ |
| Hierro | 9.8 mg | 11.7 mg | $P < 0.01$ |

3. *Tratamiento de la toxemia con calcio*

No existe en la literatura mucha información sobre este tema. La efectividad del sulfato de magnesio en el tratamiento de la preeclampsia grave y la eclampsia ha sido ampliamente demostrada (2). Asimismo, se sabe que las hipocalcemia muy severas, con convulsiones rebeldes al tratamiento con calcio, ceden con la administración de magnesio.

Los investigadores que estudian las toxemias espontáneas de ovejas realizan en primer lugar una medición del Ca y Mg para comprobar si la sintomatología no se debe a hipomagnesemia o hipocalcemia (34, 35). A pesar de ello, encontraron en muchas ovejas diagnosticadas como toxémicas cifras bajas de calcio y magnesio, por lo que aconsejan tratar la toxemia con una inyección intravenosa de Ca y Mg, seguida del tratamiento tradicional (35).

Gurkin (36) trató mujeres toxémicas con iontoforesis nasal aplicando soluciones de calcio al 5^o/o. En casos de toxemia moderada ese tratamiento fue efectivo, logrando detener el progreso de la enfermedad en la mayoría de ellos. En casos de toxemia severa fue necesario asociar el tratamiento de calcio con magnesio.

C. *Niveles de Calcio Sanguíneo en Embarazadas Toxémicas*

Una serie de estudios al respecto describen los valores de calcio sérico de embarazadas toxémicas comparadas con los de no toxémicas. Mientras que algunos autores encontraron diferencias significativas (37, 38), otros no las hallaron (39, 40). Chaudhuri (38), midiendo calcio total sérico, encuentra los siguientes valores:

| | N | Promedio | E.E. |
|---------------------|----|----------|------|
| Control | 25 | 8.64 | 0.15 |
| Preeclampsia severa | 35 | 7.92 | 0.09 |
| Eclampsia | 21 | 7.97 | 0.11 |

Lamentablemente, en la mayoría de los trabajos se ha medido sólo calcio sérico total, por lo que sería de interés estudiar el comportamiento del calcio iónico, ya que los niveles de calcio total están muy influenciados por la concentración proteica, principalmente por las albúminas.

Morrison y col. (41) midieron calcio en líquido cefalorraquídeo en un grupo de toxémicas y lo compararon con el de embarazadas no toxémicas. En las eclámpicas los valores de calcio fueron inferiores a los determinados en las embarazadas normales.

La relación entre hipocalcemia y toxemia en las ovejas ya ha sido descrita.

IV. POSIBLE PAPEL DEL CALCIO EN EL DESARROLLO DE LA TOXEMIA

A. *Antecedentes*

El posible papel del calcio en la etiología de la toxemia tuvo gran auge en la literatura obstétrica en el período de 1930 a 1950.

La hipótesis se originó en la similitud del cuadro de eclampsia con el de tetania. Como sabemos, la tetania se debe a hipocalcemia por hipoparatiroidismo.

En ese sentido, hace más de veinte años Page y Page (42) relacionaron las contracciones tónicas y clónicas de los músculos gemelos, el hormigueo en las extremidades y los calambres que se presentan frecuentemente en el último trimestre del embarazo, con la sintomatología prodrómica de la tetania. Con base en ello, sugirieron que este síndrome correspondía a un aumento de la irritabilidad neuromuscular por hipocalcemia.

Posteriormente, el posible papel etiológico o favorecedor de la hipocalcemia en la toxemia fue perdiendo importancia hasta caer en el olvido. Ello se debió a varios hechos: a) los estudios que evidenciaron reducción en la incidencia de toxemia siempre señalaron una suplementación de calcio combinado con otros nutrientes, y no se hallaron estudios de suplementación exclusiva con calcio; b) no se pudo explicar las alteraciones fisiopatológicas de la toxemia por la hipocalcemia; c) de comprobarse el mecanismo anterior, ¿cómo explicar la presencia, durante el embarazo, de los déficits de calcio tan severos que no ocurren en otras etapas fisiológicas de la vida?; y d) ¿cómo asociar todas las particularidades de la aparición de la toxemia enumeradas en la Introducción con un mayor déficit de calcio circulante y de ese modo favorecer la aparición de la toxemia?

Se tratará de describir aquí progresivamente algunos hechos interesantes encontrados en la literatura, que explican algunos de los interrogantes. Todavía quedarán algunas preguntas sin respuesta o ciertos hallazgos por confirmar, los cuales deben ser motivo de futuras investigaciones.

B. Posible Papel del Calcio en la Etiopatogenia de la Toxemia

1. Hipertensión arterial

El hecho fisiopatológico básico de la toxemia es el aumento de la resistencia vascular periférica. La serie de alteraciones anatomopatológicas vistas en este cuadro los explicaría esta vasoconstricción (43). Asimismo, gran parte de los síntomas pueden ser explicados por una insuficiente irrigación consecuente a la vasoconstricción (43).

A través del estudio de las "aguas duras" se ha visto el efecto beneficioso que la ingesta de calcio ejerce sobre la tensión arterial. Así, se observó que individuos que ingerían aguas duras, cuyo contenido de calcio es alto, presentaban menor incidencia de muertes por enfermedades vasculares debido a cifras más bajas de tensión arterial (44, 45). En un trabajo realizado en Nueva Guinea se midió la concentración de calcio del agua en el recorrido del río Wogupmeri. Además, se tomaron las cifras de tensión arterial entre los pobladores de las zonas en las riberas del río. Estas poblaciones son muy aisladas, tienen poco contacto con el medio exterior, y toda el agua que utilizan la surte el mencionado río. Se observó que a medida que se alejaba del nacimiento del río, la concentración del calcio del mismo disminuía y que las cifras tensionales de la población aumentaban (Tabla 3) (46).

En estudios realizados en ratas, Kobayashi (47) encontró que los animales deficientes en calcio experimentaban un incremento en la presión arterial de 100 mm Hg a 145 mm Hg. Este incremento empeoró al administrar a las ratas tabletas de NaCl. La suplementación de estos animales con calcio fue satisfactoria en varios de ellos; se estabilizó la presión arterial en 100 mm Hg, y se logró lapsos de vida más largos en las ratas.

La posible participación del calcio en el desarrollo de la hipertensión durante el embarazo podría tener, pues, dos explicaciones:

TABLA 3

PRESION ARTERIAL EN RELACION AL CONTENIDO DE CALCIO DEL AGUA BEBIBLE EN
POBLACIONES DE NUEVA GUINEA
(Tomado de Masironi *et al.* (46))

| Sexo | N | Calcio en el agua (ppmm) | Presión arterial sistólica (mm Hg) ($\bar{x} \pm$ D.E.) | Presión arterial diastólica (mm Hg) ($\bar{x} \pm$ D.E.) |
|-----------|----|-----------------------------|--|---|
| Masculino | 15 | 9.6 (7.2 – 15.3) | 104.5 \pm 12.5*** | 67.4 \pm 5.3*** |
| | 31 | 4.4 (3.2 – 4.7) | 111.6 \pm 13.4 | 69.7 \pm 8.2 |
| | 26 | 1.7 (1.2 – 2.7) | 115.8 \pm 9.9*** | 75.1 \pm 9.2*** |
| Femenino | 21 | 96 | 108.9 \pm 12.3** | 70.7 \pm 7.9* |
| | 53 | 44 | 107.6 \pm 13.6 | 70.7 \pm 7.9 |
| | 24 | 1.7 | 117.5 \pm 13.8** | 74.7 \pm 7.5* |

Diferencias significativas: * 0.05 < P < 0.1.
** 0.02 < P < 0.05.
*** 0.002 < P < 0.01.

a) Que los valores bajos de calcio, *per se* o en combinación con otros factores presentes en el embarazo, produzcan un aumento en la tensión arterial. (En el punto C se describen peculiaridades del metabolismo del calcio en el embarazo que explicarían marcadas disminuciones del calcio iónico sanguíneo).

b) Que las mujeres con buena ingesta de calcio tengan valores previos de tensión arterial bajos, lo que prevendría el desarrollo de hipertensión y, consecuentemente, del cuadro de toxemia.

Con base en diversos informes es factible deducir que el comportamiento de la tensión arterial media tiene importancia en el desarrollo de la toxemia. Friedberg y Hochuli (17) comentan que en poblaciones negras de algunas partes de Africa (Nigeria, Tanganica) donde la eclampsia es prácticamente desconocida y la incidencia de preeclampsia oscila entre 1 y 2^o%, la tensión arterial promedio es baja (por ejemplo, en Nigeria el promedio es de 105/65 mm de Hg). La población negra de Estados Unidos, en cambio, tiene una frecuencia de toxemia alta con niveles de tensión arterial más altos que los determinados en la población negra de Nigeria o Tanganica.

McGillivray (19), estudió distintas regiones de Gran Bretaña, encontrando en las poblaciones de Irlanda y Escocia las tensiones arteriales medias más altas, mientras que en Londres encontró las más bajas. La albuminuria gravídica de esas poblaciones fue de 4.1^o% en Escocia, 3.5^o% en Irlanda y 2.9^o% en Londres.

En Guatemala, donde la población presenta cifras bajas de tensión arterial (48), la incidencia de toxemia es muy baja (Tabla 1). Por otro lado, en una población del área rural de Guatemala con alta ingesta de calcio debido al consumo de tortilla, y donde la incidencia de toxemia es de 0.3^o%, no se observó el esperado aumento en las cifras tensionales en el tercer trimestre del embarazo (49).

2. Otros signos de la preeclampsia

Los otros signos de la preeclampsia podrían ser consecuencia de la isquemia consecutiva a la vasoconstricción. No obstante, se requiere de estudios adicionales para comprobar si la hipocalcemia puede tener algún efecto directo en la aparición de los mismos. A título de ilustración, solamente se describen algunos hallazgos que podrían dar inicio a investigaciones futuras.

a) *Edema*: Se ha visto que la hipocalcemia produce cierta alteración en la permeabilidad celular, con salida de sodio al intersticio (50).

b) *Albuminuria*: El aumento de la resistencia vascular produce lesiones isquémicas renales con lesiones glomerulares difusas, lo que podría explicar la albuminuria.

c) *Aumento de la contractibilidad uterina*: Se ha visto que en la toxemia hay un aumento en la intensidad de las contracciones uterinas, así como en la respuesta del músculo uterino a la ocitocina. El papel del calcio como estabilizador de membranas y el aumento de excitabilidad muscular que se produce en la hipocalcemia son datos bien conocidos.

3. *Eclampsia*

El cuadro de la eclampsia es muy similar al que se observa en la tetania por hipoparatiroidismo. Asimismo, se han observado cuadros de hipocalcemia con convulsiones rebeldes al tratamiento con calcio, y que ceden muy bien con la administración de Mg. Como se detalló antes, el sulfato de Mg tiene un efecto muy beneficioso en el tratamiento de la eclampsia.

C. *Metabolismo del Calcio en el Embarazo*

De ser aceptada la teoría de que la hipocalcemia podría, *per se*, causar un considerable aumento de la tensión arterial y, consecuentemente, la aparición de la toxemia, es necesario responder a la pregunta de por qué los valores tan bajos de calcio que provocan este aumento se encuentran presentes durante el embarazo, y no lo están en otros estados fisiológicos del individuo.

Trataremos de comentar una serie de peculiaridades del metabolismo del calcio en el embarazo que pueden servir de ayuda para responder a esta pregunta.

1. *Requerimientos fetales*

El feto requiere considerable cantidad de calcio para su desarrollo. El contenido de calcio del mismo aumenta bruscamente a partir de la 30a. semana, aproximadamente. El feto a

término tiene 28.2 g de calcio, y un 80% de esta cantidad es adquirida en el 3er trimestre (51) (Véase Tabla 4).

TABLA 4
CANTIDADES TOTALES DE CALCIO Y FOSFORO EN EL FETO
(Tomado de Pitkin (51))

| | Semanas de embarazo | | | | |
|-------------------------|---------------------|-----|------|------|------|
| | 15 | 20 | 30 | 35 | 40 |
| Peso fetal, kg | 0.2 | 0.5 | 1.5 | 2.5 | 3.5 |
| Contenido de calcio, g | 0.6 | 1.5 | 10.2 | 19.0 | 28.2 |
| Contenido de fósforo, g | 0.6 | — | 6.5 | 11.9 | 16.2 |

2. *Mecanismos compensadores de la hipocalcemia*

Al producirse bajas ingestas de calcio, el organismo echa mano a una serie de mecanismos para mantener los niveles de calcio iónico sanguíneo. Los más importantes son: aumento de la liberación del calcio óseo, disminución de la excreción renal de calcio por aumento de la reabsorción tubular y aumento en la absorción intestinal del mismo y en la síntesis de paratohormona; los dos primeros están muy disminuidos durante el embarazo.

a) *Liberación del calcio óseo*: Es bien conocido el papel de los estrógenos sobre la liberación ósea del calcio. Una disminución de los estrógenos (como sucede en la menopausia) produce un aumento en la liberación ósea del calcio, facilitando la aparición de la osteoporosis. Por el contrario, el aumento de los estrógenos produce una disminución de esta liberación bloqueando este mecanismo compensador de la hipocalcemia (52-54). Con dosis de estrógeno tan bajas como la de los anticonceptivos hormonales, se produce una significativa reducción de los niveles séricos de calcio (52, 53). En efecto, una serie de estudios ha revelado que en las mujeres que ingieren estos anticonceptivos las cifras de tensión arterial aumentan en forma significativa (55, 56).

Por otra parte, también se ha visto que embarazos sucesivos en madres con baja ingesta crónica de calcio, no se acompañan de evidencia radiológica de desmineralización ósea (57).

Durante el embarazo ocurren considerables aumentos de los

estrógenos, llegando a cifras 100 veces superiores para el estradiol y la estrona, y 1,000 veces para el estriol, con respecto a la mujer no embarazada. Este incremento es mayor en el tercer trimestre.

b) *Excreción renal:* La reabsorción de Ca es muy sensible a los niveles sanguíneos del ion, produciéndose un aumento de la misma cuando la calcemia disminuye. Durante el embarazo este mecanismo compensador está disminuido. Se ha comprobado que la excreción renal de calcio aumenta durante el embarazo correlacionado con el aumento de la depuración de creatinina, posiblemente debido a un incremento de la tasa de filtración glomerular (58). En un estudio metabólico se constató que en embarazadas con ingestas de 1 g de calcio, el balance positivo de éste no alcanzaba a cubrir las necesidades fetales. Esto hizo postular al autor la posibilidad de que la alta excreción urinaria de calcio vista en estas mujeres era obligatoria (59).

c) *Absorción intestinal:* Este mecanismo compensador está aumentado durante el embarazo, y llega al doble del observado en mujeres no embarazadas (60).

d) *Paratohormona y calcitonina en el embarazo:* Durante la gestación se produce un aumento de paratohormona (PTH) (61; 62), pero los niveles de la misma no correlacionan con los niveles de calcio (62). Los estrógenos y los corticosteroides inhiben el efecto estimulante de la PTH sobre la reabsorción ósea (63). Por otro lado, la actividad de calcitonina (CT) también está incrementada durante el embarazo (64), con aumento en sus efectos hipocalcémiantes (65). La CT disminuye los niveles plasmáticos de calcio inhibiendo la liberación ósea de calcio (66), efecto que es particularmente notorio en presencia de PTH (67). El aumento de los efectos hipocalcémiantes de la calcitonina en el embarazo puede ser explicado por la disminución de la liberación ósea de calcio debida a los estrógenos y a los corticosteroides.

En síntesis, dos hormonas involucradas en la homeostasis del calcio (PTH y CT), de mecanismos opuestos, están aumentadas durante el embarazo, período en el que los estrógenos y corticosteroides juegan un papel muy activo en la inhibición de la liberación ósea de calcio.

3. *Requerimientos maternos de calcio durante el embarazo*

En el estudio realizado por Duggin y col. (59), estos investiga-

dores vieron que cuando administraban 2 g de calcio diarios a la embarazada, con esas cifras apenas se lograba obtener un balance positivo que se aproximara a los requerimientos fetales diarios. Por este motivo, concluyen que la embarazada debe ingerir 2 g diarios de calcio. (Las recomendaciones nutricionales de la mayoría de los países oscilan entre 1 y 1.5 g diarios). De todos los países de los que se dispone de información, ninguno, inclusive los más desarrollados, alcanza valores promedios de ingesta de 2 gramos (26).

Es fácil, pues, deducir el enorme déficit que deben tener las mujeres embarazadas de países subdesarrollados, donde la ingesta diaria de calcio fluctúa entre 0.2 y 0.4 g diarios.

Este hecho cobra mayor importancia en el caso de las embarazadas adolescentes, quienes para lograr una buena mineralización necesitan tener una retención diaria de 400 mg, para lo cual deben ingerir entre 1.0 y 1.6 g diarios de calcio (68).

4. Niveles de calcio sérico en embarazadas normales

Todos los mecanismos mencionados resultan en una disminución de los valores séricos de calcio iónico en el último trimestre del embarazo, aun en embarazadas cuya dieta es adecuada (Tabla 5) (54).

D. Asociación de la Hipocalcemia con Factores Relacionados con la Aparición de la Toxemia

Como ya se ha descrito, hay una serie de factores que se asocian con la aparición de toxemia, los que cualquier teoría etiopatogénica de esta enfermedad debe explicar.

Se considera necesario realizar una serie de investigaciones básicas y de orden clínico, para poder asociar estas eventualidades con una mayor hipocalcemia. Por el momento, daremos algunas explicaciones tentativas que, obviamente, necesitarán ser sujetas a futuras investigaciones.

La aparición de la toxemia en el *tercer trimestre* podría estar favorecida por el brusco aumento de los requerimientos cálcicos fetales y el incremento observado en la depuración renal de la creatinina. Los estrógenos aumentan también considerablemente en el tercer trimestre, y al entorpecer éstos la liberación ósea de calcio, ayudarían a agravar el déficit sanguíneo de este mineral.

TABLA 5

VALORES SANGUINEOS DE CALCIO DURANTE EL EMBARAZO

(Tomado de Tan, Raman y Sinnathray (54))

| | 1er. trimestre | 2o. trimestre | 3er. trimestre | <u>Significado de las diferencias entre trimestres</u> | | |
|------------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|--|-------------|-------------|
| | | | | 1 y 2 | 1 y 3 | 2 y 3 |
| Calcio total (mg/100 ml suero) | 8.81 ± 0.18 (64) | 8.94 ± 0.11 (46) | 8.76 ± 0.07 (65) | 0.6 <P> 0.05 | 0.8 <P> 0.7 | 0.2 <P> 0.1 |
| Calcio iónico (mg/100 ml suero) | 4.43 ± 0.12 (18) | 4.41 ± 0.06 (52) | 4.21 ± 0.04 (36) | 0.9 <P> 0.8 | P < 0.05 | P < 0.01 |

La mayor incidencia en *mujeres jóvenes* podría deberse al requerimiento adicional que ellas tienen para su crecimiento.

La mejoría del cuadro consecutiva a la *muerte del feto* se podría explicar por el cese del requerimiento fetal de calcio y por el brusco descenso que se produce en la secreción de estrógenos después de esta muerte. En un estudio en el que se midió calcio inmediatamente después del parto y a las 48 horas del mismo, se observó un marcado aumento de los valores en esta segunda medición, los cuales llegaron a cifras similares a las de mujeres no embarazadas (40). Los autores sugieren que este aumento se debe a una activación de la glándula paratiroidea o a una inhibición de la secreción de tirocalcitonina por la glándula tiroidea, dado que la actividad de esta glándula está aumentada durante el embarazo y descendiende en el período de posparto (69).

No obstante, estudios de la función tiroidea posparto, medida por el PBI (yodo ligado a las proteínas), muestran descensos hacia las cifras preembarazo a las seis semanas posparto (69). Esta gran diferencia en términos de tiempo hace suponer que sea otro mecanismo el responsable del brusco aumento de los niveles de calcio en el período posparto.

Este aumento rápido y marcado del calcio, después del parto, es muy similar al descenso de los estrógenos, ya que éstos bajan bruscamente después del parto, lográndose a las 35 horas una disminución de 100⁰/o para estrona y estradiol, y a las 65 horas, para estriol. Los valores descenden a un 50⁰/o aproximadamente a las cinco horas posparto (70).

Al producirse la muerte fetal se producen en los estrógenos caídas similares a las observadas en el posparto, siendo el estriol el que descendiende más rápidamente, dada la participación fetal en su síntesis. Lamentablemente, no tenemos conocimiento de ningún trabajo en el que el calcio iónico haya sido medido después de la muerte fetal ni en períodos cortos luego del parto.

Las *diferentes distribuciones geográficas*, bien podrían explicarse a partir del caso de poblaciones que, como las de Guatemala o Etiopía, ingieran más calcio a causa de sus peculiaridades alimentarias: tortillas con cal, teff, "aguas duras", etc.

La mayor incidencia en cuanto a *indigentes* sería consecuencia de la baja ingesta de leche y sus derivados por parte de estas poblaciones.

A una serie de causas que aumentan el tamaño y la actividad de la placenta se les ha llamado *hiperplacentosis*. Todas ellas se asocian con una mayor incidencia de toxemia: mola hidatiforme,

hidrops fetalis, embarazos múltiples, y diabetes (1).

En la mola hidatiforme se ha visto que mientras más activa es la placenta más frecuente y severa es la toxemia (71). En el *hidrops fetalis* la presencia de toxemia tiene relación directa con el tamaño de la placenta y no está determinada por la causa que produjo el *hidrops* (72).

De comprobarse alguna asociación entre factores placentarios (por ejemplo hormonales), hipocalcemia y toxemia, la mayor frecuencia de la toxemia en estos cuadros sería debida a un aumento de la función placentaria.

V. COMENTARIOS

La revisión objeto de este artículo permite enunciar que hay fuertes evidencias como para postular una asociación entre la ingesta de calcio y la toxemia del embarazo.

Este hecho podría tener implicaciones prácticas de importancia, dado que la administración de calcio a mujeres en etapas precoces de embarazo podría prevenir el desencadenamiento de esta patología.

No obstante, es necesario reunir más evidencia a través de nuevos estudios e investigaciones para afirmar esta asociación y poder así postular el tratamiento sugerido.

Como se dijo anteriormente, no hay estudios de suplementación en mujeres embarazadas en las que el calcio sea el único suplemento. Una investigación de este tipo, administrando calcio desde períodos tempranos del embarazo y empleando un grupo control que reciba placebo, detectando en todas ellas la aparición de toxemia, sería de utilidad para reforzar la hipótesis. Ajeno a ello, tendría importantes implicaciones de orden práctico para la prevención de esta patología.

Se requiere además, de estudios epidemiológicos prospectivos que reúnan una información más precisa. Se necesitará también de estudios fisiopatológicos y de balance en animales, para dilucidar la participación de compuestos placentarios, su asociación con el metabolismo del calcio, y los mecanismos que podrían favorecer la aparición de toxemia. Sería de utilidad, asimismo, valorar el papel del calcio como coadyuvante en el tratamiento de la toxemia y disponer de valores de calcio iónico en embarazadas toxémicas, comparándolos con los de no toxémicas.

SUMMARY

POSSIBLE ROLE OF CALCIUM IN THE DEVELOPMENT
OF TOXEMIA OF PREGNANCY*Summary*

The present article reviews a series of findings that show an association between calcium intake and toxemia of pregnancy, suggesting a possible role of this intake in the development of the pathology.

This theory is based on the following facts:

- a) Epidemiological studies demonstrate an inverse relationship between calcium intake in populations of different countries and the incidence of eclampsia.
- b) Nutritional studies show that in pregnant women who received supplements containing calcium from the beginning of their pregnancy, a significant reduction in the incidence of the pathology is observed.
- c) Certain findings show that individuals with high calcium intake have low blood pressure readings, and that rats with hypocalcemia develop hypertension.
- d) Certain metabolic peculiarities of calcium during pregnancy would lead to a deficit of circulating calcium: on the one hand the greater fetal requirements and, on the other hand, a diminishing of the renal and osseous compensating mechanisms.

A series of studies and more research are needed to prove or reject the hypothesis derived from these observations. If it proved to be true, this would be of great importance for public health, since early calcium supplementation would decrease the serious consequences this disease causes in the mother and fetus.

(An English version of the present article is available upon request to the authors. However, the bibliographic citation should be the Spanish title as it appears in this number of *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*).

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen la inestimable colaboración prestada por el Jefe de la Biblioteca del INCAP, Lic. Guillermo Palma, y por el personal de la misma.

BIBLIOGRAFIA

1. Jeffcoate, T.N.A. Pre-eclampsia and eclampsia: the disease of theories. *Proc. Roy. Soc. Med.*, 59: 397-404, 1966.
2. Hellman. L. M. & J. A. Pritchard, con la colaboración de R. M. Wynn. *Williams Obstetricia*. Barcelona, España, Salvat Editores, S. A., 1973, 1076 p.
3. Brewer, T. H. Metabolic toxemia of late pregnancy. *Gynaecologia (Basel)*, 167: 1-8, 1969.
4. Burke, B. S. & S. B. Kirkwood. Problems and methods in nutrition services for pregnant women. *Am. J. Pub. Hlth*, 40: 960-965, 1950.
5. Chaudhuri, S. K. & D. Phil. Role of nutrition in the etiology of toxemia of pregnancy. *Am. J. Obstet. Gynecol.*, 110: 46-48, 1971.
6. Tompkins, W. T. & D. G. Wiehl. Nutritional deficiencies as a causal factor in toxemia and premature labor. *Am. J. Obstet. Gynecol.*, 62: 898-919, 1951.
7. Baird, D. Social factors in obstetrics. *Lancet*, 1: 1079-1083, 1949.
8. Hamlin, R. H. J. Prevention of pre-eclampsia. *Lancet*, 1: 864-865, 1962.
9. Stevenson, R. B. C. The prevention of eclampsia and severe pre-eclampsia. *J. Obstet. Gynaecol. Brit. Cwllth*, 65: 982-987, 1958.
10. Flores, M. Food patterns in Central America and Panama. En: *Tradition Science and Practice in Dietetics. Proceedings of the 3rd. International Congress of Dietetics, London, July 10-14, 1961*. Yorkshire, Great Britain, Wm. Byles and Sons Limited of Bradford, 1961, p. 23-27.
11. Braham, J.E. & R. Bressani. Utilización del calcio del maíz tratado con cal. *Nutr. Bromatol. Toxicol.*, 5: 14-19, 1966.
12. U. S. Interdepartmental Committee on Nutrition for National Defense. *Ethiopia, September 1959*. Washington, D. C., Department of Defense, 1959.
13. Neutra, R. A case-control study for estimating the risk of eclampsia in Cali, Colombia. *Am. J. Obstet. Gynecol.*, 117: 894-903, 1973.
14. Niswander, K., M. Gordon *et al.* *The Women and Their Pregnancies. The Collaborative Perinatal Study of the National Institute of Neurological Diseases and Stroke*. Washington, D. C., U.S. Government Printing Office, 1972 (DHEW Publication No. (NIH) 73-379).
15. Información personal. Departamento Estadístico del Hospital Roosevelt de Guatemala, 1972.
16. Úbico, F. *Eclampsia*. Tesis de graduación de Médico y Cirujano. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Médicas, 1971.
17. Friedberg, V. & E. Hochuli. Enfermedades específicas del embarazo.

- En: *Ginecología y Obstetricia*. Tomo II. Embarazo y Parto. O. Käser, V. Friedberg, K. G. Ober, K. Thomsen y J. Zander (Eds.). Barcelona, España, Salvat Editores, S. A., 1970, p. 390-446.
18. Clamon, A. D. & H. M. Bell. Pregnancy in the very young teenager. *Am. J. Obstet. Gynecol.*, **90**: 350-354, 1964.
 19. McGillivray, I. Some observations on the incidence of preeclampsia. *J. Obstet. Gynaecol. Brit. Cwlth*, **65**: 536, 1968.
 20. Chaudhuri, S. K. Dietetic deficiency in toxemia of pregnancy. *Indian Practitioner*, **22**: 131-134, 1969.
 21. Holmes, O. M. Protein diet in pregnancy. *West J. Surg.*, **49**: 56-60, 1941.
 22. Chaudhuri, S. K. Effect of nutrient supplement on the incidence of toxemia of pregnancy. *J. Obstet. Gynecol. (India)*, **19**: 156-161, 1969.
 23. Osofsky, H. J. Relationships between prenatal medical and nutritional measures, pregnancy outcome, and early infant development in an urban poverty setting. I. The role of nutritional intake. *Am. J. Obstet. Gynecol.*, **123**: 682-690, 1975.
 24. Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América. *Alimentos, Agricultura, Mercados y Consumo*. A. Steffernd (Ed.). México, Administración de Cooperación Internacional (I.C.A.), 1961, 1195 p.
 25. U. S. Interdepartmental Committee on Nutrition for National Defense. *Colombia, May-August, 1960*. Washington, D. C., U. S. Department of Defense, 1961.
 26. Nordin, B. E. C. (Ed.). *Calcium, Phosphate and Magnesium Metabolism, Clinical Physiology and Diagnostic Procedures*. Edinburgh, Churchill Livingstone, 1976, 683 p.
 27. Stahlie, T. D. The natural history of pregnancy and childbirth in Thailand. *Trop. Geogr. Med.*, **2**: 127-137, 1960.
 28. Dixon, H. G. & M. Anderson. Survey of preeclampsia and eclampsia, 1958-59. *Pathol. Microbiol. (Basel)*, **24**: 498-503, 1961.
 29. Gopalan, C. Effect of nutrition on pregnancy and lactation. *Bull. Wld Hlth Org.*, **26**: 203-211, 1962.
 30. Brzezinski, A., D. M. Serr & Z. Koren. Comparative studies on preeclampsia and eclampsia in Israel immigrant populations. *Pathol. Microbiol. (Basel)*, **24**: 452-456, 1961.
 31. Butler, N. R. & E. D. Alberman. Perinatal problems. En: *The Second Report of the 1958 British Perinatal Mortality Survey*. Edinburgh, Livingstone, 1969, p. 36.
 32. Huber, A. & H. W. Boldt. Probleme der Geburtshilfe und Gynätologie in einem Afrikanachen Entwicklungsland (Athiopen). *Bibl. Ginaec.*,

- 47: 1-128, 1968.
33. McGanity, W. J., R. O. Cannon, E. B. Bridgforth, A. B. Margaret, P. Martin, P. M. Densen, J. A. Newbill, G. S. McClellan, A. Christie, J. C. Peterson & W.J. Darby. The Vanderbilt cooperative study of maternal and infant nutrition. VI. Relationship of obstetric performance to nutrition. *Am. J. Obstet. Gynecol.*, 67: 501-527, 1954.
 34. Saba, N. & N. F. Cunningham. Plasma corticosteroid levels in ovine pregnancy toxemia and hypocalcemia. *Res. Vet. Sci.*, 12 (5): 483-485, 1971.
 35. Simensen, M. G. Under Sogelser Vedrorende Draegtishedssyge has Jar (Investigations on pregnancy toxemia of ewes). *Nord. Vet. Med.*, 23 (2): 99-113, 1971.
 36. Gurkin, J. A. Experience with the use of nasal calcium iontophoresis in the treatment of late toxemia in pregnancy. *Pol. Typ. Lek.*, 22: 214-215, 1967.
 37. Brunelli, B., A. Fannelli & E. Polimanti. Il comportamento del magnesio, calcio, fósforo e proteinemia totale del siero nel neonato immaturo, a termine e nella madre, in condizione normali e nella gestosi. *Arch. Obstet. Ginecol.*, 71 (6): 633-646, 1966.
 38. Chaudhuri, S. K. Calcium deficiency and toxemia of pregnancy. *J. Obstet. Gynecol (India)*, 19: 313-316, 1969.
 39. Dottaviano, E. J. Contribuição no estudo de gestação normal e patológica: variações plasmáticas e urinarias das proteínas dos íones cálcio, fósforo, sódio e potássio e do hematocrito. (2a. parte). *Maternidad e Infancia*, 29 (2): 203-207, 1970.
 40. El Shazly, A. H., B. A. Bassumoy, T. A. Hafez & M. Nahas. Maternal and foetal serum calcium and phosphate levels in normal and abnormal pregnancy. *J. Egypt Med. Assoc.*, 58: 127-133, 1975.
 41. Morrison, J. C., D. W. Whybrew, W. L. Wiser, E. T. Bucovaz & S. A. Fish. Laboratory characteristics in toxemia. *Obstet. Gynecol.*, 39: 866-872, 1972.
 42. Page, E. W. & E. P. Page. Leg cramps in pregnancy: etiology and treatment. *Obstet. Gynecol.*, 1: 94, 1953.
 43. Caldeyro-Barcia, R. Pathophysiology of the hypertensive disease of pregnancy and childbirth. Presentado en: Meeting on Hypertensive Disease of Pregnancy, Childbirth and the Puerperium (Toxaemia) Geneva, 29 August - 2 September, 1977. Geneva, WHO, 1977 (Document WHO MCH/TP/77).
 44. Masironi, R. Cardiovascular mortality in relation to radioactivity and hardness of local water supplies in the USA. *Bull. Wld Hlth Org.*, 43: 487-497, 1970.
 45. Stitt, F. M., M. D. Crawford, D. G. Clayton & J. N. Morris. Clinical

- and biochemical indicators of cardiovascular disease among men living in hard and soft water areas. *Lancet*, 1: 122-126, 1973.
46. Masironi, R., S. R. Koirtyohann, J. O. Pierce & R. G. Schamschula. Calcium content of river water, trace element concentration in toenails, and blood pressure in village populations in New Guinea. *Science of the Total Environment*, 6: 41-53, 1976.
 47. Kobayashi, J. On the influence of NaCl, KCl, Na₂SO₄ and CaCO₃ on the life and blood pressure of rats. *Jap. J. Hyg.*, 23: 106-109, 1968.
 48. Roberts, D. F. & M. T. Newman. Physiological studies. (Chapter 8). En: *Physical Anthropology. Handbook of Middle American Indians. Volume 9.* T. Dale Stewart (Volume Ed.). Robert Wauchope (General Editor). Austin, University of Texas Press, 1970, p. 148-163.
 49. Lechtig, A., H. Delgado, R. Martorell, C. Yarbrough & R. E. Klein. Effect of food supplementation on blood pressure and on the prevalence of edema and proteinuria during pregnancy. *J. Trop. Pediat & Environ. Child Hlth*, 24: 70-76, 1978.
 50. Robertson, W. G. Cellular calcium and calcium transport. (Chapter 7). En: *Calcium, Phosphate and Magnesium Metabolism. Clinical Physiology and Diagnostic Procedures.* B. E. C. Nordin (Ed.). New York, Churchill Livingstone, 1976, p. 230.
 51. Pitkin, R. M. Calcium metabolism in pregnancy: a review. *Am. J. Obstet. Gynecol.*, 121: 724-735, 1975.
 52. Danowski, T. S., H. R. Wilson, J. W. Vester, E. R. Fisher, R. C. Khurana, S. Nolan, T. Stephan & J. H. Sunder. Ether derivatives of a progestin and estrogen in monthly dosage. *Clin. Pharmacol. Ther.*, 14: 455-461, 1973.
 53. Simpson, G. R. & E. Dale. Serum levels of phosphorus, magnesium, and calcium in women utilizing combination oral or long-acting injectable progestational contraceptives. *Fertil Steril* 23: 326-330, 1972.
 54. Tan, C. M., A. Raman, & T. A. Sinnathray. Serum ionic calcium levels during pregnancy. *J. Obstet. Gynaecol. Brit. Cwlth*, 79: 694-697, 1972.
 55. Fisch, I. R. & J. Frank. Oral contraceptives and blood pressure. *J.A.M.A.*, 237: 2499-2503, 1977.
 56. Weir, R. G., E. Briggs, A. Mack, L. Naismith, L. Taylor & E. Wilson. Blood pressure in women taking oral contraceptives. *Brit. Med. J.*, 1: 533-535, 1974.
 57. Walker, A.R.P., B. Richardson & F. Walker. The influence of numerous pregnancies and lactations on bone dimensions in South African Bantu and Caucasian mothers. *Clin. Sci.*, 42: 189-196, 1972.
 58. Howarth, A. T., D. B. Morgan & R. B. Payne. Urinary excretion of

- calcium in late pregnancy and its relation to creatinine clearance. *Am. J. Obstet. Gynecol.*, 129: 499-502, 1977.
59. Duggin, G. G., R. C. Lyneham, N. E. Dale, R. A. Evans & D. J. Tiller. Calcium balance in pregnancy. *Lancet*, 2: 926-927, 1974.
 60. Heaney, R. P. & T. G. Skillman. Calcium metabolism in normal human pregnancy. *J. Clin. Endocrinol.*, 33: 661-670, 1971.
 61. Reitz, R. E., T. A. Daane, J. R. Woods & R. L. Weinstein. Calcium, magnesium, phosphorus, and parathyroid hormone interrelationships in pregnancy and newborn infants. *Obstet. Gynecol.*, 50: 701-705, 1977.
 62. Cushard, W. G., M. A. Creditor, J. M. Canterbury & E. Reiss. Physiologic thyroidism in pregnancy. *J. Clin. Endocrinol.*, 34: 767-771, 1972.
 63. Gallaher, J. C. & R. Wilinon. The effect of ethinyloestradiol on calcium and phosphorus metabolism or post-menopausal women with primary hyperparathyroidism. *Clin. Sci.*, 45: 785-789, 1973.
 64. Samaan, N.A., G.D. Anderson & M.E. Adam-Mayne. Immunoreactive calcitonin in the mother, neonate, child, and adult. *Am. J. Obstet. Gynecol.*, 121: 622-625, 1975.
 65. Wezeman, F. H. & W. A. Reynolds. Stability of fetal calcium levels and bone metabolism after maternal administration of thyrocalcitonin. *Endocrinology*, 89: 445-452, 1971.
 66. Copp, D. H., D. W. Cockcroft & Y. Kush. Calcitonin from ultimobranchial glands of dogfish and chickens. *Science*, 58: 924-925, 1967.
 67. Aliapoulos, M. A., P. Goldhaber & P. L. Munson. Thyrocalcitonin inhibition of bone resorption induced by parathyroid hormone in tissue culture. *Science*, 151: 330-331, 1969.
 68. Oblson, M. A. & G. Stearns. Calcium intake of children and adults. *Fed. Proc.*, 18: 1076, 1959.
 69. Singh, B. P. & D. G. Morton. Blood protein-bound iodine determinations as a measure of thyroid function in normal pregnancy and threatened abortion. *Am. J. Obstet. Gynecol.*, 72: 607-614, 1956.
 70. Roy, E. J., R. A. Harkness & M. G. Kerr. The concentration of oestrogens in maternal peripheral blood during and after labour. *J. Obstet. Gynaecol. Brit. Cwltth*, 70: 1034, 1963.
 71. Chun D., C. Braga, E. Chow & L. Lok. Clinical observations on some aspects of hydatidiform moles. *J. Obstet. Gynaecol. Brit. Cwltth*, 71: 180-184, 1964.
 72. Jeffcoate, T.N.A., & J. S. Scott. Some observations on the placental factor in pregnancy toxemia. *Am. J. Obstet. Gynecol.*, 77: 475-489, 1959.

TRABAJOS DE INVESTIGACION

A DIETARY SURVEY OF DOWNWARD INDIAN MIGRANTS AND LONG-TERM COASTAL RESIDENTS LIVING IN SOUTHERN COASTAL PERU¹

*Robert A. Riley*²

The University of Massachusetts, Amherst, Mass., U.S.A.

SUMMARY

This paper presents the results of a dietary survey conducted in three southern coastal Peruvian communities in the Valley of Tambo during July and August, 1971, which had as its primary objective the assessment of significant alterations in food consumption patterns of downward Indian migrants. Using a combination of weighing and recall inventory techniques, the amount and frequency of foods eaten during a determined period, seasonal variation, and qualitative changes of the diets of long-term coastal resident and downward Indian migrant families were obtained. Although the results of the survey are based on aggregate family figures and do not represent an attempt to evaluate individual nutritional status, certain conclusions can be drawn about the food consumption patterns of migrant and resident families. 1) Migrant dietary levels of calories and nutrients appear adequate when compared to ICNND standards, with the exception of vitamin A. 2) The diet of migrant families residing for two years or less at low

Revised manuscript received: 18-10-78.

- 1 Financial assistance for this study was provided by the United States Public Health Service, National Institute of General Medical Sciences (Training Grant in Human Biology, No. 5 T), GMO 1748.
- 2 From the Department of Anthropology of the University of Massachusetts.

altitude has lower calories and nutrient levels than total average migrant intakes. 3) The minimal retention of highland foodstuffs in the total food inventory and loss of particular attitudes towards foods suggests that consumption patterns change rapidly upon arrival to a new cultural and environmental setting. 4) The diets of families residing at lowland for at least two generations are quantitatively and qualitatively better than migrant family diets. 5) Comparison between Valley of Tambo diets and highland diets from various communities suggest that families residing at lowland, long-term or migrant, experience generally higher dietary intakes than those living in the Sierra.

INTRODUCTION

Dietary surveys in Peru, for the most part, have been concerned with the qualitative and quantitative evaluation of food intakes of populations residing in ecologically distinct localities (1-5). Because of this emphasis, little attention has been directed towards an understanding of the modification of dietary patterns which results from the movement of migrant populations to different geographical areas. These modifications are usually the consequences of newly imposed social, economic and ecological conditions and may be regarded as one index of the effectiveness of the total human ecological adaptive strategy. A survey was conducted in three southern coastal Peruvian communities in the Valley of Tambo during July and August, 1971, to assess whether significant alterations of food consumption patterns appeared in the diets of downward Indian migrants.

THE VALLEY OF TAMBO

The Valley of Tambo is one of over fifty coastal oases which run east-west along the Pacific coast and has witnessed historical processes similar to most. Among these have been the shift of economic enterprise from highland to coast, the assimilation of Indian migrants into the dominant non-Indian coastal culture, and the establishment of new social, economic and political orders based on the alteration of traditional patterns. At present, in addition to the above mentioned events, the valley is undergoing government takeover of at least one large plantation under the Agrarian Reform Legislation of 1970 and attempts by the Ministry of Agricul-

ture to convert small landholding units into farm cooperatives.

A good percentage of the population of the Province of Islay, an area of 4,993 km², is concentrated within the valley and along the narrow coastal plain that stretches several kilometers north to Mollendo and Mejía. The total population for the province has increased from 24,940 in 1940 to 30,623 inhabitants in 1960, an increase in density from 5.0 to 6.1 persons/km² (6). Natural increases in population and immigration from other provinces within the Department of Arequipa or other departments account for this population increase. The majority of Indian migrants come from the Departments of Arequipa, Cuzco, Moquegua, and Puno, and are predominantly Quechua.

Total population (6) and Indian- non-Indian figures (7) for the two districts in which the survey was conducted are shown in Table 1.

General Community Characteristics

The three communities of the central valley where actual research was conducted are representative of the types found within the entire valley. Chucarapi, formerly a privately-run sugar cane plantation, is now operated by the government. The primary agricultural products are sugar and by-products. The government has incorporated a smaller hacienda into its administrative sphere, while consolidating sugar-processing plants by closing the latter's refinery operations. The resident population is comprised of a large Indian, *serrano* or *Indio*, and *cholo* (mestizo of Indian biological and cultural predominance) labor force, and a smaller semi-skilled, skilled and administrative *cholo* and *criollo* (creole or born of European parents in Peru) sector. The plantation community is largely a self-contained functioning unit with primary school, medical facilities and market place.

Cocachacra, a community whose history goes back at least to the mid-eighteenth century, is located across the valley floor on the northern side. It is the administrative center for the District of Cocachacra and the largest community in the eastern part of the valley. A full range of governmental and commercial services function in conjunction with the local, provincial and departmental political and economic patterns. Bus and *colectivo* (public long-distance taxi) transportation to Arequipa (passing through Chucarapi) and Mollendo has also helped local culture keep pace

TABLE I
POPULATION (6) AND INDIAN DOWN MIGRANT (7) FIGURES
FOR THE DISTRICTS OF COCACHACRA AND DEAN
VALDIVIA, PERU, 1960

| Location | Total population | Male | Female |
|----------------------|------------------|-------|--------|
| <u>Cocachacra</u> | | | |
| Urban | 2,869 | 1,545 | 1,324 |
| Rural | 4,094 | 2,428 | 1,666 |
| <u>Dean Valdivia</u> | | | |
| Urban | 1,276 | 712 | 564 |
| Rural | 2,351 | 1,411 | 940 |
| District | Total migrant | Male | Female |
| Cocachacra | 3,472 | 2,182 | 1,290 |
| Dean Valdivia | 1,786 | 1,151 | 635 |

with the national mainstream. In contrast to Chucarapi, social distinctions are primarily of an economic rather than ethnic nature. *Cholos* and a small percentage of *criollos* predominate. Occupations range from tenant farmer to banker to agricultural extension worker.

People from Chucarapi and other smaller communities located nearby often frequent the community because of the wide range of services offered in Cocachacra, even though the plantation, particularly, is a reasonably self-contained administrative and commercial unit. Births, school registration, and deaths, for example, have to be registered at the office of the *concejo*, or municipal clerk.

The third representative community found in the central valley is La Curva in the District of Dean Valdivia. The population is comprised of a fairly large number of Indian migrants and a smaller *cholo* element. The community is located on a parallel axis with and bisected by a major road and situated between larger

population centers, but lacks the historical continuity found in communities such as Cocachacra. The long-term coastal resident and migrant persons living in La Curva are either small or medium-sized farm owners or wage laborers for these farm owners.

METHODS

The dietary survey was conducted in three communities within the districts of Cocachacra and Dean Valdivia, Province of Islay, coastal southern Peru. Samples consisted of long-term coastal resident and downward Indian migrants; the number of households from each community and the average consuming unit are shown in Table 2. In addition, an independent sample was generated by using the criterion that households lived for two years or less at low altitude. This group, designated "New Migrant";

TABLE 2
SAMPLE SIZES AND FOOD CONSUMPTION UNITS FOR
EACH GROUP SURVEYED WITHIN THE VALLEY OF TAMBO

| Group | Households (No.) | People (No.) |
|--------------------|---------------------|-----------------|
| New Migrant | 6 | 4.8 |
| Cocachacra migrant | 17 | 4.8 |
| Cocachacra lowland | 15 | 4.8 |
| Total | 32 | 4.8 |
| La Curva | 18 | 5.6 |
| Chucarapi migrant | 17 | 4.7 |
| Chucarapi lowland | 17 | 6.2 |
| Total | 34 | 5.5 |
| Total migrant | 52 | 5.0 |
| Total lowland | 32 | 5.6 |

is comprised of six households from the total migrant sample of 52. The linguistic affinities of the migrant population segments are presented in Table 3.

The first two years of lowland residence are regarded as that period during which the greatest cultural and economic stresses are manifest. Only migrant households were surveyed in La Curva, while both lowland and migrant households constituted the survey groups in Cocachacra and Chucarapi. Each sample group is relatively homogeneous, possessing about the same behavioral variable levels, and all are deemed segments of the local lower class. Children under the age of two were not included in the survey.

Each household was visited once and the equivalent amount for the day's meals weighed on Hansen dietary scales. A recall inventory schedule consisting of 105 foods common to both lowland and high altitude ecological zones was used to establish frequency of foods eaten during a determined period, seasonal variation, qualitative changes in dietary patterns, and the validity of reported daily meal patterns.

Pertinent socioeconomic data and cultural attitudes towards food consumption were recorded by the use of a questionnaire given prior to the inventory and weighing.

Foods were converted into edible portions and then to household daily *per capita* intake. Calculations of nutritive value of the diets were then made using composition tables specific for Latin American (8) and Peruvian (9) populations. Since this study was not designed to make assessments of individual and family nutritional adequacies, but to determine aggregate household dietary patterns (using nutrient and caloric levels as a quantitative indicator), comparison of nutrient intakes with individual family members was not made. For this reason, household age and sex composition for each group has not been included.

DIETARY PATTERNS

Assessment of Food Consumption Patterns

Differences between the composition of diets of migrant and lowland groups were relatively few and did not cause major deviations from the typical coastal food regimen. Breakfast, served between 6 and 7 a.m. consisted regularly of rolls, milk or tea, sugar for tea or hot chocolate, Quaker oats and eggs less

TABLE 3

LINGUISTIC AFFINITIES OF INDIAN DOWNWARD MIGRANTS ACCORDING TO
HUSBAND AND WIFE FROM EACH HOUSEHOLD OF THE SAMPLE GROUPS

| Sample group | Quechua | | Aymara | | Quechua & Spanish | | Aymara & Spanish | | Quechua, Aymara & Spanish | | Other | |
|----------------------------------|---------|---|--------|---|-------------------|----|------------------|---|---------------------------|---|-------|---|
| | M | F | M | F | M | F | M | F | M | F | M | F |
| Cocachacra (household No. 17) | | 1 | — | | 12 | 10 | 3 | 4 | 2 | 1 | | 1 |
| La Curva (household No. 18) | | — | — | | 10 | 10 | 7 | 7 | 1 | 1 | | — |
| Chucarapi (household No. 17) | | 1 | — | | 16 | 14 | | 1 | 1 | 1 | | — |

frequently, and cheese occasionally. Coffee was not consumed regularly by any of the groups.

The noon lunch, the main meal of the day, was usually served in the form of a main dish of meat, rice, noodles or potatoes accompanied by a *caldo*, or soup, containing bits of cabbage, carrots, squash, potatoes, and meat bone and, from time to time, various other vegetables and noodle products. The *sopa*, or evening soup, is different from the *caldo* by being more substantive. It is the main evening dish.

Some of the lowland households did eat an afternoon snack, or *loncha*, of tea and bread, or some other item left over from the main meal, but not in enough quantities to significantly affect total daily calorie intake.

Substitution of *mondongo*, intestine, or *charqui*, dried meat (usually mutton), for beef was made only by the migrant groups. Fish, *corvina* or bass, was consumed infrequently, the most common explanation being that people did not know how to prepare it. Crayfish caught from irrigation ditches, was occasionally consumed in the *caldo*. Liver was eaten at least on one occasion by one migrant Cocachacran family. Chicken, duck, turkey or guinea pig are killed for household consumption on days of special significance.

Fruits consist mainly of bananas, oranges and lemons; very rarely were apples, *papayas*, *membrillos* or *chirimoyas* reported.

All sugar was consumed with beverages. Lard and oil were used primarily to brown meat. Salt, oregano, *perejil*, and *culantro* are used regularly as condiments by all groups.

Food was usually prepared in a kitchen or open-working area adjacent to the main living room. Recent or poor migrants living in Cocachacra and La Curva cooked at floor level on stones using large cast-iron pots. Aluminum cookware, however, was used by most women, and practically all households, except the poorest, had crockery plates and metal utensils. All Chucarapi apartments were provided with waist-level cooking platforms. Wood and primus stoves were often used interchangeably by all groups, but the primus was the most preferred.

The consumption of alcoholic beverages is limited to beer, rum and pisco, and these predominantly on fiesta days. *Chicha*, a mild alcoholic drink obtained by fermenting maize, is also drunk, but primarily during the summer months of October through April. These figures were not included in the survey and could conceivably have increased the total adult calorie intake.

Very few reported the use of coca, and the majority of those chewed, on the average, less than one gram a day. Some chewed their coca with *llipta*. Previous investigators (5, 10) have shown that *llipta*, an ash paste chewed with coca, can provide up to 200-500 mg of calcium daily. Those who chewed on the coast did so infrequently and in less quantity than reported in earlier investigations of highland groups. This potential source of calcium was not included in the final nutrient tabulation.

Group specificity of food items — The range of foods reported as eaten and the group specific items are shown in Table 4. Only 55 foods were designated from the total possible of 105, and these are mostly temperate items. Interesting to note is the correspondence between several highland associated foods and downward migrant groups. *Mondongo*, *charqui*, *pallares*, a type of large bean, and *quinua*, a highland grain, are some of these. Consumption of *chochoca*, corn meal mush, and *moraya*, a leached form of *chuño*, all traditionally Indian foods, by Cochacran lowlanders only, is indicative of the general overall non-group specificity. *Chuño*, a frozen, thawed, dried, and crushed potato commonly eaten in the highlands, is consumed by all groups except the Cochacran lowland families. The commonality of foods eaten by all groups suggests a regularity dictated by market availability rather than true preference. On the other hand, food consumption practices are usually modified concomitantly with changes in cultural and social status to conform to the symbols of status associated with the social position of the consumer.

General attitudes towards food — Responses to questions on specific food preferences revealed no significant clustering. There does, however, seem to be a general preference for red meat, *pasta* and beans by all groups.

The most frequent response for general types of tabooed or dangerous foods was one of "no difference", the highest percentage of this response coming from men and children (Table 5). Fats, hot peppers and beans were consistently reported as being tabooed or dangerous by women of all groups interviewed despite the fact that all were eaten. No substantive reasons were cited for this attitude.

Another series of responses to questions concerning more general preferences between hot and cold foods revealed again a

TABLE 4

GROUP SPECIFICITY OF FOOD ITEMS CONSUMED BY HOUSEHOLDS FROM THE THREE SURVEY COMMUNITIES

| Food | New Migrant | Cocachacra | | La Curva | Chucarapi | |
|--------------------|-------------|------------|---------|----------|-----------|---------|
| | | Migrant | Lowland | | Migrant | Lowland |
| Chocolate | - | - | + | + | + | - |
| Coffee | + | + | + | + | + | + |
| Tea | + | + | + | + | + | + |
| Milk | + | + | + | + | + | + |
| Beef | + | + | + | + | + | + |
| Liver | - | + | - | - | - | - |
| <u>Mondongo</u> | + | - | - | + | - | - |
| <u>Fish</u> | - | + | + | + | + | + |
| <u>Charqui</u> | + | + | + | - | + | - |
| <u>Egg</u> | - | + | + | + | + | + |
| <u>Cheese</u> | - | + | + | + | + | + |
| <u>Bread</u> | + | + | + | + | + | + |
| <u>Wheat</u> | - | + | - | - | - | + |
| <u>Quinoa</u> | + | + | - | - | - | - |
| <u>Rice</u> | + | + | + | + | + | + |
| <u>Quaker oats</u> | + | + | + | + | + | + |
| <u>Chochoca</u> | - | - | - | - | - | + |
| <u>Tallarines</u> | - | - | + | + | + | - |
| <u>Noodles</u> | + | + | + | + | + | + |
| <u>Oats</u> | - | - | + | + | + | + |
| <u>Dry corn</u> | - | + | + | + | + | + |
| <u>Flour</u> | - | - | - | - | - | + |
| Hot pepper | | | | | | |
| <u>Aji</u> | + | + | + | + | + | + |
| <u>Rocoto</u> | - | + | + | + | + | + |
| <u>Chick peas</u> | - | - | - | - | + | - |
| <u>Potatoes</u> | + | + | + | + | + | + |
| <u>Chuño</u> | + | + | - | + | + | + |
| <u>Moraya</u> | - | - | - | - | - | + |
| <u>Turnip</u> | + | + | + | + | + | + |
| Dry broad | | | | | | |
| bean | - | + | - | + | + | + |
| Fresh broad | | | | | | |
| bean | + | + | + | + | + | + |
| <u>Chalona</u> | + | + | + | + | + | + |
| <u>Culantro</u> | + | + | - | + | + | + |
| <u>Tomato</u> | + | + | + | + | + | + |

TABLE 4 (continued)

| Food | New Migrant | Cocachacra | | La Curva | Chucarapi | |
|------------------|----------------|------------|---------|----------|-----------|---------|
| | | Migrant | Lowland | | Migrant | Lowland |
| Beans | | | | | | |
| <u>Frijoles</u> | + | + | - | + | + | + |
| <u>Pallares</u> | - | + | - | - | + | - |
| <u>Olluco</u> | - | - | - | - | + | - |
| <u>Carrots</u> | + | + | + | + | + | + |
| <u>Cabbage</u> | + | + | + | + | + | + |
| <u>Squash</u> | + | + | + | + | + | + |
| Sweet | | | | | | |
| <u>potato</u> | + | + | - | + | + | + |
| <u>Lettuce</u> | - | + | - | + | - | - |
| <u>Yuca</u> | - | - | - | - | - | + |
| <u>Choclo</u> | - | - | - | - | + | - |
| <u>Onion</u> | + | + | + | + | + | + |
| <u>Banana</u> | - | + | + | + | + | + |
| <u>Orange</u> | + | + | + | + | + | + |
| <u>Papaya</u> | - | - | - | - | - | + |
| <u>Lemon</u> | + | + | + | + | + | + |
| <u>Membrillo</u> | - | + | - | - | - | + |
| <u>Sugar</u> | + | + | + | + | + | + |
| <u>Oil</u> | + | + | + | + | + | + |
| <u>Margarine</u> | - | + | + | + | - | + |
| <u>Lard</u> | + | + | + | + | + | + |
| <u>Salt</u> | + | + | + | + | + | + |

high percentage of "no difference" answers (Table 6). In addition, the humoral quality attributed to foods by highland natives described by Mazess (11), seems to have been almost completely lost. In its place is a designation of food quality by its thermal rather than innate quality.

Seasonality of foods eaten — The participation of all households in a wage-income economy, purchases of items coming from different parts of Peru, and a small reliance on home-grown foods is reflected in little diet seasonality. In response to questions of what month they ate better or much, people most often stated that there was a minimal difference. Those who said there was a difference cited consistently the harvest time of August through

October. These were predominantly landowners, as opposed to agricultural laborers, who either sold their produce or consumed part of it. An earlier investigation of a coastal population (1) also recorded lack of any significant seasonal variation, largely due to the moderate annual climate and participation in an income-oriented market economy.

TABLE 5

PERCENTAGE DISTRIBUTION OF RESPONSES BY HOUSEHOLD
ACCORDING TO GROUP REGARDING TABOOED OR
DANGEROUS FOODS

| Category | Cocachacra | | La Curva | Chucarapi | |
|---|------------|---------|----------|-----------|---------|
| | Migrant | Lowland | | Migrant | Lowland |
| "No difference" responses | | | | | |
| Foods not allowed to be eaten by women | 82.4 | 73.3 | 61 | 64.7 | 58.8 |
| Foods not allowed to be eaten by men | 94.1 | 93.3 | 83.3 | 82.4 | 88.2 |
| Foods not allowed to be eaten by children | 100 | 80 | 83.3 | 100 | 100 |

Nutrient Breakdown of the Diets

Inspection of both intake and percentage contributions of the predominant daily foods (foods comprising at least 10% of the total bulk intake) in Table 7, reveals diets which have comparative intergroup similarity. Milk, meat, bread, rice, noodles and potatoes constitute the principal bulk contributors to all the diets. The other primary contributors to the midday and evening meals — tomatoes, carrots, cabbage, squash and onions — make up

TABLE 6

**DISTRIBUTION OF RESPONSES BY HOUSEHOLD ACCORDING TO
GROUP, TO QUESTIONS REGARDING THE GENERAL QUALITY
OF FOODS**

| Question | Response | Cocachacra | | | Chucarapi | |
|---|----------|------------|---------|----------|-----------|---------|
| | | Migrant | Lowland | La Curva | Migrant | Lowland |
| Fresh foods are ___ than hot foods | Better | 2 | 5 | 1 | 3 | 6 |
| | No diff. | 15 | 9 | 11 | 12 | 7 |
| | Poorer | 0 | 1 | 2 | 2 | 4 |
| Fresh foods have ___ flavor than hot foods | More | 2 | 3 | 6 | 2 | 9 |
| | No diff. | 15 | 11 | 10 | 12 | 2 |
| | Less | 0 | 1 | 2 | 3 | 6 |
| Like fresh foods ___ than hot foods | More | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 |
| | No diff. | 14 | 10 | 13 | 12 | 9 |
| | Poorer | 0 | 2 | 2 | 2 | 4 |
| Eats fresh food at a meal ___ than hot food | More | 0 | 0 | 0 | 2 | 1 |
| | No diff. | 13 | 13 | 15 | 15 | 13 |
| | Poorer | 4 | 2 | 3 | 0 | 3 |
| Eats fresh food daily ___ than hot food | More | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| | No diff. | 14 | 14 | 17 | 16 | 14 |
| | Poorer | 2 | 1 | 1 | 0 | 2 |

almost 15⁰/o of the total intake. In addition, a small percentage of the diets is consumed in the form of fruit and sugar. It is from these sources that the greater percentage of calories and nutrients come.

A tabulation of total calories and important nutrients for each group, outlined in Table 8, again shows an overall uniformity, despite some noticeable differences.

The New Migrant and Cocachacra migrant daily total calorie figures are about 500 less than those of the La Curva and Chucarapi groups. No exceptional differences exist which account for this disparity, although low consumption of meat, milk and potatoes helps to lower the calorie intakes of the New Migrant families. Other differences contributing to the high or low total intakes are low Cocachacra milk consumption, a high rice intake for Cocachacra lowlanders, and high sugar intakes for both Chucarapi groups. Most differences, however, are small and contribute cumulatively to a low or high intake.

The greatest single calorie contributor comes from bread which constitutes over 25⁰/o of the total calorie intake, and a high value of 38⁰/o for the New Migrant group (Table 9). Meat, rice, Quaker oats, noodles, potatoes, and sugar are also high contributors.

Animal protein comprises about 25⁰/o of the total protein intake for all group diets, while grain and cereal - related products account for over 40⁰/o (Table 10).

Fat intake for the New Migrant is lower than in the other groups, reflecting lower intake of meat and oil. Low milk consumption influences the Cocachacra migrant calcium and riboflavin daily intakes. The Cocachacra vitamin C intake is less because of a lower orange and lemon consumption. Most vitamin C, however, is obtained from the potato. Main sources of vitamin A for all groups are the *ají*, carrots and sweet potato.

Evaluation of the Diets

The ICNND standards (12) suggested for the interpretation of Peruvian nutritional data are based on guides for a 25-year-old, physically active male of 67 in (170 cm) in height and 143 lb (65 kg) in weight, living in a temperate climate and consuming a varied diet. Short-term physiological adaptation to lower intakes of certain nutrients and interpopulation differences in metabolic utilization caution against a strict interpretation of a comparison between the actual and the recommended intakes. In addition, environmental and cultural factors can modify requirements and alter the nutrient content of foods. Calculation of percent-

TABLE 7

MEAN DAILY INTAKE OF GRAMS BY HOUSEHOLD (PER HEAD), AND PERCENTAGE OF FOODS ACCORDING TO GROUPS IN THE THREE SURVEY COMMUNITIES

| Food | New | | Cocachacra | | | | La Curva | | Chucarapi | | | |
|------------------|-----------|------|------------|------|-----------|------|-----------|------|-----------|------|-----------|------|
| | Migrant | | Migrant | | Lowland | | (1,872 g) | | Migrant | | Lowland | |
| | (1,573 g) | | (1,561 g) | | (1,660 g) | | g | % | (1,886 g) | | (1,950 g) | |
| | g | % | g | % | g | % | g | % | g | % | g | % |
| Milk | 104 | 6.6 | 51 | 3.2 | 163 | 9.8 | 156 | 8.3 | 198 | 10.4 | 258 | 13.2 |
| Meat | 115 | 7.3 | 136 | 8.7 | 150 | 9.0 | 152 | 8.1 | 165 | 8.7 | 165 | 8.4 |
| Fish | — | — | 10 | 0.6 | 9 | 0.5 | 21 | 1.1 | 1 | — | 28 | 1.4 |
| Egg | — | — | 20 | 1.2 | 5 | 0.3 | 6 | 0.3 | 11 | 0.5 | 19 | 0.9 |
| Bread | 384 | 24.4 | 327 | 20.9 | 340 | 20.4 | 392 | 20.9 | 318 | 16.8 | 295 | 15.1 |
| Rice | 141 | 8.9 | 138 | 8.8 | 198 | 11.9 | 164 | 8.7 | 166 | 8.8 | 144 | 7.3 |
| Quaker oats | 29 | 1.8 | 28 | 1.7 | 12 | 0.7 | 25 | 1.3 | 21 | 1.1 | 12 | 0.6 |
| Tallarines | — | — | — | — | 3 | 0.1 | 21 | 1.1 | 22 | 1.1 | — | — |
| Noodles | 69 | 4.4 | 52 | 3.3 | 54 | 3.2 | 71 | 3.7 | 72 | 3.8 | 48 | 2.4 |
| Dry corn | — | — | 28 | 1.7 | 14 | 0.8 | 15 | 0.8 | 33 | 1.7 | 56 | 2.8 |
| Potatoes | 240 | 15.3 | 299 | 19.1 | 317 | 19.0 | 306 | 16.3 | 332 | 17.6 | 314 | 16.1 |
| Chuño | 26 | 1.7 | 9 | 0.5 | — | — | 16 | 0.8 | 28 | 1.4 | 1 | — |
| Fresh broad bean | 7 | 0.4 | 4 | 0.2 | 9 | 0.5 | 9 | 0.4 | 30 | 1.5 | 14 | 0.7 |
| Tomato | 33 | 2.1 | 37 | 2.3 | 39 | 2.3 | 40 | 2.1 | 40 | 2.1 | 53 | 2.7 |
| Bean (frijoles) | 16 | 1.0 | 15 | 0.9 | — | — | 11 | 0.5 | 5 | 0.2 | 17 | 0.8 |
| Carrot | 41 | 2.6 | 40 | 2.5 | 51 | 3.0 | 33 | 1.7 | 54 | 2.8 | 37 | 1.8 |
| Cabbage | 40 | 2.5 | 31 | 1.9 | 21 | 1.2 | 32 | 1.7 | 31 | 1.6 | 29 | 1.4 |

TABLE 7 (continued)

| Food | New Migrant (1,573 g) | | Cocachacra | | | | La Curva (1,872 g) | | Chucarapi | | | |
|--------------|--------------------------|-----|----------------------|-----|----------------------|-----|-----------------------|-----|----------------------|-----|----------------------|-----|
| | | | Migrant (1,561 g) | | Lowland (1,660 g) | | | | Migrant (1,886 g) | | Lowland (1,950 g) | |
| | g | o/o | g | o/o | g | o/o | g | o/o | g | o/o | g | o/o |
| Squash | 44 | 2.7 | 32 | 2.0 | 33 | 1.9 | 45 | 2.4 | 49 | 2.5 | 48 | 2.4 |
| Sweet potato | 52 | 3.3 | 27 | 1.7 | — | — | 86 | 4.5 | 10 | 0.5 | 30 | 1.5 |
| Onions | 56 | 3.6 | 43 | 2.7 | 47 | 2.8 | 48 | 2.5 | 43 | 2.7 | 58 | 2.9 |
| Banana | — | — | 27 | 1.7 | 23 | 1.3 | 24 | 1.2 | 27 | 1.7 | 29 | 1.8 |
| Orange | 35 | 2.2 | 32 | 2.0 | 9 | 0.5 | 41 | 2.1 | 32 | 2.0 | 50 | 2.5 |
| Lemon | 17 | 1.1 | 9 | 0.5 | 9 | 0.5 | 9 | 0.4 | 9 | 0.5 | 25 | 1.2 |
| Sugar | 55 | 3.4 | 54 | 3.4 | 68 | 4.0 | 72 | 3.8 | 54 | 3.4 | 101 | 5.1 |
| Oil | 11 | 0.7 | 14 | 0.8 | 26 | 1.5 | 18 | 0.9 | 14 | 0.8 | 15 | 0.7 |
| Salt | 16 | 0.1 | 11 | 0.6 | 14 | 0.8 | 14 | 0.7 | 17 | 1.0 | 15 | 0.7 |

TABLE 8

MEAN DAILY INTAKE OF CALORIES AND NUTRIENTS BY HOUSEHOLD
(PER HEAD) ACCORDING TO GROUPS, IN THE THREE SURVEY COMMUNITIES

| House- holds (No.) | Calories kcal | Protein g | Fat g | Carbo- hydrate g | Calcium mg | Phosphorous mg | Iron mg | Vitamin A I. U. | Thia- mine mg | Riboflavin mg | Niacin mg | Ascorbic acid mg |
|--------------------------|------------------|--------------|----------|------------------------|---------------|---------------------------|------------|-----------------------|---------------------|------------------|--------------|------------------------|
| | | | | | | <u>New Migrant</u> | | | | | | |
| 6 | 3,353 | 98 | 44 | 635 | 530 | 1,494 | 20 | 2,390 | 1.5 | 1.3 | 22.4 | 130.8 |
| | | | | | | <u>Cocachacra migrant</u> | | | | | | |
| 17 | 3,308 | 103 | 58 | 591 | 451 | 1,573 | 21 | 2,868 | 1.6 | 1.4 | 23.9 | 119.8 |
| | | | | | | <u>Cocachacra lowland</u> | | | | | | |
| 15 | 3,526 | 99 | 74 | 613 | 623 | 1,543 | 19 | 4,301 | 1.4 | 1.5 | 24.3 | 105.5 |
| | | | | | | <u>La Curva</u> | | | | | | |
| 18 | 3,898 | 113 | 66 | 712 | 608 | 1,758 | 22.2 | 3,343 | 1.8 | 1.6 | 26.2 | 153.3 |
| | | | | | | <u>Chucarapi migrant</u> | | | | | | |
| 17 | 3,776 | 111 | 69 | 705 | 650 | 1,829 | 22.2 | 5,256 | 1.8 | 1.8 | 27.0 | 134.9 |
| | | | | | | <u>Chucarapi lowland</u> | | | | | | |
| 17 | 3,754 | 114 | 81 | 647 | 677 | 1,845 | 22.4 | 3,823 | 1.9 | 1.8 | 26.2 | 159.9 |

TABLE 9

PERCENTAGE CONTRIBUTIONS OF CALORIES OF MAJOR FOOD
BY HOUSEHOLDS (PER HEAD), ACCORDING TO GROUPS IN
THE THREE SURVEY COMMUNITIES

| Food | New Migrant (3,353 kcal) o/o | Cocachacra | | La Curva (3,898 kcal) o/o | Chucarapi | |
|------------------|--|-----------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| | | Migrant (3,308 kcal) o/o | Lowland (3,526 kcal) o/o | | Migrant (3,776 kcal) o/o | Lowland (3,754 kcal) o/o |
| Milk | 1.8 | 0.9 | 2.8 | 2.4 | 1.6 | 4.1 |
| Meat | 8.4 | 10.0 | 10.4 | 9.5 | 10.7 | 10.7 |
| Fish | — | 0.3 | 0.3 | 0.5 | 0.02 | 0.7 |
| Egg | — | 0.9 | 0.2 | 0.2 | 0.4 | 0.7 |
| Bread | 38.0 | 32.8 | 32.0 | 33.4 | 27.9 | 26.1 |
| Rice | 15.0 | 14.9 | 20.1 | 15.0 | 15.7 | 13.7 |
| Quaker oats | 3.4 | 3.3 | 1.3 | 2.5 | 2.2 | 1.3 |
| Tallarines | — | — | 0.3 | 1.8 | 2.0 | — |
| Noodles | 7.1 | 5.4 | 5.2 | 6.3 | 6.5 | 4.4 |
| Dry corn | — | 3.1 | 1.4 | 1.4 | 3.2 | 5.4 |
| Potatoes | 4.7 | 5.9 | 5.8 | 5.1 | 5.7 | 5.4 |
| Chuño | 2.6 | 0.9 | — | 1.4 | 2.5 | 0.07 |
| Fresh broad bean | 0.2 | 0.2 | 0.3 | 0.3 | 0.9 | 0.5 |
| Tomato | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.3 |
| Bean | 1.6 | 1.5 | — | 0.9 | 0.5 | 1.5 |
| Carrot | 0.5 | 0.5 | 0.6 | 0.4 | 0.6 | 0.4 |
| Cabbage | 0.3 | 0.3 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 |
| Squash | 0.4 | 0.3 | 0.3 | 0.4 | 0.4 | 0.4 |
| Sweet potato | 1.8 | 0.9 | — | 2.6 | 0.3 | 0.9 |
| Onions | 0.7 | 0.6 | 0.6 | 0.6 | 0.6 | 0.7 |
| Banana | — | 0.8 | 0.6 | 0.6 | 0.7 | 0.7 |
| Orange | 0.4 | 0.4 | 0.1 | 0.4 | 0.2 | 0.6 |
| Lemon | 0.1 | 0.09 | 0.08 | 0.07 | 0.1 | 0.2 |
| Sugar | 6.3 | 6.3 | 7.4 | 7.1 | 9.8 | 10.4 |
| Oil | 2.9 | 3.7 | 6.5 | 4.1 | 3.7 | 3.5 |

ages of recommended intakes, nevertheless, does provide a general frame of reference with which to evaluate diets.

Seven nutrients were compared to the ICNND guides, and, as the data on Table 11 reveal, all intakes of these nutrients from each group exceed the acceptable values, with the exception of the New Migrant, Cocachacra and La Curva migrant vitamin A intakes.

Intercommunity and Group Dietary Comparisons

Table 12 shows the calorie distribution of the diets in the present study, and of the diets from three highland communities. The derivation of calories from the coastal groups is similar, with the exception of a high carbohydrate contribution from the New Migrant sample and high fat contribution from the total lowland sample.

The New Migrant sample does have a calorie distribution similar to that from Nunoa (5) where the main components of the diet were *chuño negro*, two varieties of local grain, *cañibua* and *quinua*, barley, and sheep meat. These food items are in contrast to the vegetable, rice, noodle, beef, bread, sugar and oil, characteristic of the lower altitudes. *Quinua* and barley, though, provide a large portion of calories, protein and other nutrients of a highland diet. Chacán and Vicos have the highest carbohydrate contribution of calories; there, as in Nunoa, reflecting high tuber and grain bulk intakes.

Nutrient intakes for all migrant and lowland households from each community surveyed in the Valley of Tambo and those recorded from communities in other parts of Peru are shown in Table 13. The differences between total migrant and lowland diets are almost negligible, with the exception of calcium which is lower in the migrant population.

Practically all calorie and nutrient intakes recorded from the Valley of Tambo households are higher than those from communities in other parts of the country. The two Nunoa surveys (5, 10) are the exceptions where iron, thiamine, riboflavin and niacin recorded during the 1962 survey and calcium, iron, vitamin A, thiamine and riboflavin figures obtained from the 1967 study are higher, in selected cases, than nutrient intakes calculated for the present study.

Picón-Reátegui (14) has pointed out that the results of the *Instituto de Nutrición* surveys [Table 13 (2, 12)] are so low that it would be difficult for high-altitude residents to maintain weight

TABLE 10
PERCENTAGE CONTRIBUTION OF PROTEIN BY HOUSEHOLD
(PER HEAD), ACCORDING TO GROUPS IN THE
THREE SURVEY COMMUNITIES

| Food | New Migrant (98 g) o/o | Cocachacra | | La Curva (113 g) o/o | Chucarapi | |
|-------------------|---------------------------------|---------------------------|--------------------------|----------------------------|---------------------------|---------------------------|
| | | Migrant (103 g) o/o | Lowland (99 g) o/o | | Migrant (111 g) o/o | Lowland (114 g) o/o |
| Milk | 3.1 | 1.9 | 5.1 | 4.4 | 5.4 | 7.0 |
| Meat | 22.4 | 24.3 | 28.3 | 24.8 | 27.9 | 27.2 |
| Fish | — | 1.9 | 2.0 | 3.5 | 0.2 | 5.3 |
| Egg | — | 1.9 | 0.6 | 0.6 | 0.9 | 1.8 |
| Bread | 33.7 | 27.2 | 29.2 | 30.1 | 24.3 | 21.9 |
| Rice | 9.2 | 8.7 | 13.1 | 9.7 | 9.9 | 7.9 |
| Quaker oats | 4.1 | 3.9 | 2.0 | 3.5 | 2.7 | 1.8 |
| <u>Tallarines</u> | — | — | 0.3 | 1.8 | 1.8 | — |
| Noodles | 7.2 | 4.9 | 6.1 | 6.2 | 6.3 | 4.4 |
| Dry corn | — | 2.9 | 1.0 | 0.9 | 2.7 | 4.4 |
| Potatoes | 5.1 | 5.8 | 6.1 | 5.3 | 5.4 | 5.3 |
| <u>Chuño</u> | 1.0 | 0.4 | — | 0.5 | 0.9 | 0.03 |
| Fresh broad bean | 0.7 | 0.4 | 0.8 | 0.7 | 2.7 | 0.9 |
| Tomato | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.4 |
| Bean | 4.1 | 2.9 | — | 1.8 | 0.9 | 3.5 |
| Carrot | 0.4 | 0.4 | 0.5 | 0.3 | 0.5 | 0.3 |
| Cabbage | 0.7 | 0.5 | 0.4 | 0.4 | 0.5 | 0.4 |
| Squash | 0.3 | 0.2 | 0.2 | 0.3 | 0.3 | 0.3 |
| Sweet potato | 0.7 | 0.4 | — | 0.9 | 0.09 | 0.4 |
| Onions | 0.8 | 0.6 | 0.7 | 0.6 | 0.9 | 0.7 |
| Banana | — | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.4 | 0.4 |
| Orange | 0.3 | 0.3 | 0.1 | 0.3 | 0.09 | 0.4 |
| Lemon | 0.1 | 0.04 | 0.1 | 0.08 | 0.09 | 0.2 |

and body composition on such low calorie intakes. Dietary comparison between the Valley of Tambo groups and the Institute communities should be regarded with this in mind.

TABLE 11

EVALUATION OF GROUP DIETS BY HOUSEHOLD (PER HEAD), USING THE ICNND STANDARDS
FOR DAILY INTAKE

| Nutrient | Suggested intake per day | | New Migrant | Cocachacra | | La Curva | Chucarapi | |
|---------------|-----------------------------|-----------------------|----------------|-------------------------------------|---------|----------|-----------|---------|
| | Deficient or low | Acceptable or high | | Migrant Percentage of acceptable | Lowland | | Migrant | Lowland |
| Niacin | 9.0 mg | 10.2 mg | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 |
| Riboflavin | 1.1 mg | 1.2 mg | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 |
| Thiamine | 0.29 mg/ 1,000 cal | 0.30 mg/ 1,000 cal | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 |
| Ascorbic acid | 29.0 mg | 30.0 mg | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 |
| Vitamin A | 3,499 I.U. | 3,500 U.I. | 68.0 | 81.9 | 100.0 | 95.5 | 100.0 | 100.0 |
| Calcium | 390 mg | 400 mg | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 |
| Iron | 8.0 mg | 9.0 mg | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 |

TABLE 12
CALORIC DISTRIBUTION OF DIETS BY HOUSEHOLD (PER HEAD),
FOR GROUPS, IN THE THREE SURVEY COMMUNITIES AND IN
COMMUNITIES IN OTHER REGIONS OF PERU

| Group or community | Month | Households No. | Carbohydrates % | Protein % | Fat % |
|--------------------|-------------|----------------|-----------------|-----------|-------|
| New Migrant | July–August | 6 | 77.6 | 11.0 | 11.3 |
| Cocachacra migrant | July–August | 17 | 73.1 | 11.8 | 15.1 |
| Cocachacra lowland | July–August | 15 | 71.3 | 10.6 | 18.1 |
| La Curva migrant | July–August | 18 | 74.6 | 10.9 | 14.5 |
| Chucarapi migrant | July–August | 17 | 73.9 | 10.8 | 15.2 |
| Chucarapi lowland | July–August | 17 | 70.1 | 11.4 | 18.4 |
| Total migrant | July–August | 52 | 73.9 | 11.1 | 14.9 |
| Total lowland | July–August | 32 | 70.8 | 11.0 | 18.2 |
| Total Cocachacra | July–August | 32 | 72.2 | 11.2 | 16.6 |
| Total Chucarapi | July–August | 34 | 72.1 | 11.1 | 16.8 |
| Nunoa* | July | 39 | 89.1 | 8.8 | 2.1 |
| Nunoa** | July–August | 22 | 78.4 | 12.2 | 10.4 |
| Chacán*** | December | 43 | 85.2 | 9.5 | 5.4 |
| Chacán*** | June | 39 | 83.3 | 9.4 | 7.3 |
| Vicos*** | July | 40 | 79.4 | 12.1 | 8.5 |
| Vicos*** | February | 37 | 83.4 | 9.8 | 6.8 |

* Mazess and Baker (5); ** Gursky (13); *** Collazos *et al.* (2).

TABLE 13

COMPARISON OF MEAN DAILY NUTRIENT INTAKES BY HOUSEHOLDS (PER HEAD), BETWEEN GROUPS
IN THE VALLEY OF TAMBO AND COMMUNITIES IN OTHER REGIONS OF PERU

| Community or group | Calories kcal | Protein g | Calcium mg | Iron mg | Vitamin A I.U. | Thiamine mg | Riboflavin mg | Niacin mg | Ascorbic acid mg |
|--------------------|---------------|-----------|------------|---------|----------------|-------------|---------------|-----------|------------------|
| Total migrant | 3,661 | 109 | 570 | 22 | 3,822 | 1.7 | 1.6 | 25.7 | 136.0 |
| Total lowland | 3,640 | 106 | 650 | 21 | 4,062 | 1.7 | 1.7 | 25.3 | 132.7 |
| Total Cocachacra | 3,417 | 101 | 537 | 20 | 3,585 | 1.5 | 1.4 | 24.1 | 112.7 |
| Total Chucarapi | 3,765 | 113 | 664 | 22 | 4,540 | 1.8 | 1.8 | 26.6 | 147.4 |
| La Curva | 3,898 | 113 | 608 | 22 | 3,343 | 1.8 | 1.6 | 26.2 | 153.3 |
| Nunoa (5, 13) | 3,170 | 69 | 441 | 22 | 102 | 1.8 | 2.1 | 40.7 | 113.6 |
| | 2,027 | 62 | 646 | 24 | 3,502 | 3.1 | 1.7 | 21.8 | 36.9 |
| Chacán (2) | 1,404 | 35 | 76 | 13 | 17 | 1.7 | 0.9 | 14.3 | 68.0 |
| | 1,194 | 31 | 426 | 17 | 3,265 | 1.6 | 1.0 | 15.0 | 43.0 |
| Vicos (2) | 1,509 | 44 | 125 | 17 | 84 | 1.8 | 0.9 | 15.2 | 71.0 |
| | 1,481 | 35 | 138 | 12 | 50 | 2.0 | 0.7 | 17.1 | 77.0 |

TABLE 13 (continued)

| Community or group | Calories kcal | Protein g | Calcium mg | Iron mg | Vitamin A I.U. | Thiamine mg | Riboflavin mg | Niacin mg | Ascorbic acid mg |
|--------------------|---------------|-----------|------------|---------|----------------|-------------|---------------|-----------|------------------|
| Tumbes (12) | 2,228 | 63 | | | | | | | |
| San Nicolás (12) | 2,050 | 53 | | | | | | | |
| | 1,850 | 45 | | | | | | | |
| Carquín (12) | 2,132 | 70 | | | | | | | |
| | 2,067 | 87 | | | | | | | |
| Tacna (12) | 2,658 | 79 | | | | | | | |
| Yurimaguas (12) | 1,774 | 56 | | | | | | | |
| | 1,892 | 59 | | | | | | | |
| Iquitos (12) | 1,627 | 47 | | | | | | | |
| Mendoza (12) | 2,722 | 77 | | | | | | | |

COMMENTS AND CONCLUSION

In a recent publication (15), investigators of the food habits of Yungay, a Peruvian Andean community, demonstrated that food scales correlated highly with a number of socioeconomic indicators of increasing complexity, which included occupation, educational level, level of living, and house typology. Since the migrant and lowland groups of the present study correspond to the social types found in the Valley of Tambo social system, as suggested in a previous section, behavioral variables determining social ranking were used to determine whether dietary differences were, in fact, a result of socioeconomic factors or of some other influence. If correlations between social position and type of dietary pattern, qualitative or quantitative, can be established, the types of adjustment made by migrant populations to new cultural and environmental settings would be better understood.

The behavioral variables used as criteria for social ranking are as follows: occupation and education of the family head and spouse; type of principal wall used in house construction; location of the performance of bodily function; type of cooking fuel used; and, whether a sewing machine, radio, and/or record player were part of the material goods inventory. In an earlier study (16) conducted in Guatemala, I showed that changes from ladinoized Indian to new and old *ladino*, or non-Indian cultural status were associated with changes in house type, occupation and land tenure, behavioral variables which had positive effects on the food consumption patterns. Calorie and nutrient intakes in the Guatemalan case increased from low to high socioeconomic groups. It should be remembered that in the present study, samples are comprised of lower class families.

As stated in an earlier section, lowland Cocachacra and Chucarapi families generally enjoy higher calorie and nutrient intakes than migrants living in the two communities. In effect, inspection of Table 14 reveals percentage distributions which tentatively confirm the expected pattern, thus providing some accountability of intracommunity lower class dietary variability.

Types of occupation, levels of education, location of bathroom functions, and, to a certain degree, wall types, are more indicative of social ranking than the other variables and are those which tend most to differentiate lowland and migrant groups. Wall types and the performance of necessities as criteria for the Chucarapi groups are somewhat negated by comparatively uniform

TABLE 14

PERCENTAGE DISTRIBUTION OF BEHAVIORAL VARIABLES BY HOUSEHOLD ACCORDING TO GROUP

| Variable | Category | Cocachacra | | La Curva | Chucarapi | |
|------------------------|----------------------|------------------------|------------------------|-------------|------------------------|------------------------|
| | | Migrant (17) o/o | Lowland (15) o/o | (18) o/o | Migrant (17) o/o | Lowland (17) o/o |
| Occupation (male) | No job | 5.9 | — | 11.1 | — | — |
| | Works rented land | — | 20.0 | — | — | — |
| | Agricultural laborer | 76.5 | 53.3 | 66.7 | 100.0 | 64.7 |
| | Artisan | 5.9 | — | — | — | — |
| | Driver | — | 13.3 | 5.6 | — | 11.8 |
| | Other | 11.7 | 13.3 | 16.7 | — | 23.5 |
| Occupation (female) | Housewife | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 |
| Education (male) | 2 years or less | 70.7 | 26.7 | 72.2 | 70.6 | 29.4 |
| | 3 years or more | 29.3 | 73.3 | 27.8 | 29.4 | 70.6 |
| Education (female) | 2 years or less | 76.4 | 40.0 | 88.9 | 88.2 | 35.4 |
| | 3 years or more | 23.6 | 60.0 | 11.1 | 11.8 | 64.6 |

Table 14 (continued)

| Variable | Category | Cocachacra | | La Curva | Chucarapi | |
|----------------|-----------------------|------------------------|------------------------|-------------|------------------------|------------------------|
| | | Migrant (17) o/o | Lowland (15) o/o | (18) o/o | Migrant (17) o/o | Lowland (17) o/o |
| Owner of house | Household head | 17.6 | 33.3 | 38.9 | — | — |
| | Rented | 82.4 | 66.7 | 61.1 | — | — |
| | Plantation | — | — | — | 100.0 | 100.0 |
| Amount of land | No land | 88.2 | 73.3 | 77.8 | 58.8 | 47.1 |
| | 1 topo* or less | 11.8 | 13.3 | — | 41.2 | 29.4 |
| | Greater than 1 topo | — | 13.3 | 22.2 | — | 22.5 |
| Principal wall | Adobe | 17.6 | 46.7 | — | 17.6 | 11.8 |
| | Cement, brick | — | — | — | 82.4 | 88.2 |
| | Quinche** | 70.6 | 53.3 | 100.0 | — | — |
| | Wood | 11.8 | — | — | — | — |
| Necessities | Bathroom in house | — | — | — | — | — |
| | Bathroom out of house | 11.8 | 80.0 | 22.2 | 100.0 | 100.0 |
| | Field, countryside | 88.2 | 20.0 | 81.8 | — | — |

* Ancient land measurement used by Peruvian Indians.

** Cane and mud constructed walls.

Table 14 (continued)

| Variable | Category | Cocachacra | | La Curva | Chucarapi | |
|----------------|----------|------------------------|------------------------|----------|------------------------|------------------------|
| | | Migrant (17) o/o | Lowland (15) o/o | | Migrant (17) o/o | Lowland (17) o/o |
| Cooking fuel | Wood | 47.1 | 60.0 | 66.7 | 5.9 | — |
| | Primus | 23.5 | 26.6 | 11.1 | 35.3 | 94.1 |
| | Both | 29.4 | 13.4 | 22.2 | 59.8 | 5.9 |
| Sewing machine | Yes | 23.5 | 13.3 | 22.2 | 47.1 | 76.5 |
| | No | 76.5 | 86.7 | 77.8 | 52.9 | 23.5 |
| Record player | Yes | 11.8 | 20.0 | 11.1 | 47.1 | 35.3 |
| | No | 88.2 | 80.0 | 88.9 | 52.9 | 64.7 |
| Radio | Yes | 52.9 | 53.3 | 50.0 | 58.8 | 76.5 |
| | No | 47.1 | 46.7 | 50.0 | 41.2 | 23.5 |

housing. Lowland families, however, apparently as a matter of course do have more rooms in their apartments than the two rooms which are typical of migrant quarters. All Chucarapi apartments also have a bathroom area outside of the living area proper but adjacent to it.

Why the La Curva migrant diets are of higher nutrient quality than the total Cocachacra group and comparable to the Chucarapi intakes cannot be easily accounted for by these behavioral variables, as indicated in Table 14. Even though access to land for planting is greater, the actual incidence of land ownership or rental was no higher than other groups. There does seem to be an indication that money earned from wage labor is reinvested in the form of calories and nutrients rather than in the accoutrements of new social statuses. Concentration of migrant families in different parts of the community also tended to reinforce ethnic identification. In addition, it is possible that a percentage of wages might be spent at high altitude for the maintenance of indigenous "fiesta" patterns, the support of relatives, and/or use when and if the migrants return to their *sierra* community.

Guaranteed wages and housing provided by the plantation operation placed Chucarapi residents in a secure economic position which apparently assured adequate levels of nutrient intake.

Cocachacra is typical of communities where, once a change in cultural status has been made, upward mobility is extremely difficult. This is largely because of the educational and occupational limitations which are placed on migrant attempts to accumulate wealth necessary for a change from an ascribed to achieved status.

What explanations can be offered for the extreme differences between lowland and highland caloric and protein figures shown in Table 13? The low highland figures can be possibly attributed to artifactual errors during the process of collection, as Picón-Reátegui (14) suggests, while similar error factors could be responsible for the lowland figures. Economic and agricultural information collected during the Tambo dietary survey, however, indicates resources not always apparent by household appearance or material inventory. Each household in Cocachacra and La Curva, almost without an exception, possessed a *huerta*, a garden within the household compound or in nearby plots, and *chacras*, plots usually larger than a *huerta*, located at the periphery of the towns. Produce from the *chacra*, predominantly, was sold locally at the market or to wholesale buyers, while food

grown on the *buerta* was used primarily for household consumption. In addition, at least one member of the household worked as a laborer providing other sources of income and complementing seasonal variations in harvest. At the Chucarapi plantation, workers were given one *topo* (1.59 acres) of land to plant as they saw fit, a guaranteed wage, and housing. Families living in the three communities, therefore, had both agricultural and economic resources which permitted high consumptive patterns.

Although income figures are not available to determine the actual percentage spent on food above that grown, informants indicated that a good deal was allocated for this purpose. Evidence also suggests that as wage earning ability or general income generating sources increased, so did food purchases along with material investments; the La Curva pattern was somewhat an exception. The availability of food items in local *tiendas*, or stores, and the weekly markets on a regular basis assured a pattern of food consumption that was reasonably constant throughout the year. The high intakes of carbohydrates for the lowland groups shown in Table 8 contributed, not surprisingly, to the high recorded caloric intake levels. The availability of meat slaughtered weekly in the communities' *camales*, combined with the economic resources to purchase it, and household sources, along with the protein contribution from grain sources consumed in the form of bread and *pasta*, raised the protein intakes considerably. The shift in caloric distribution to a lower carbohydrate percentage has been shown in Table 12.

The only comparative caloric and protein figures of intakes for pre-migrant groups at high altitude were presented in Table 13, the first study of Nunoa (5) revealing a caloric level on the average 506 calories less and a protein level almost fifty percent less. No attempt was made in the present study to determine the highland nutrient and caloric levels of the migrant groups interviewed.

This investigator is fully aware of the limitations of making conclusions on the basis of a household aggregate consumption figure without particular reference to individual members; therefore, Table 11 is not offered as a conclusive statement. The purpose of this paper was not to determine or evaluate nutritional status, but to investigate differences in dietary patterns between resident lowland and migrant highland groups. Nutrient and caloric levels have been used only as one index.

With this purpose in mind and the results of an examination

of the diets of long-term coastal residents and short-term migrants, certain conclusions can be drawn about the food consumptive patterns of two segments of a population living in one coastal valley of Peru.

1. Migrant dietary levels of calories and nutrients are adequate when compared to ICNND standards with the exception of vitamin A. Lowland diets are within the acceptable level.

2. The diet of migrant families residing for two years or less at low altitude has lower calorie and nutrient levels than total average migrant intakes from the three communities. This suggests that newly established migrant families experience some economic or cultural stresses during initial contact, but apparently not enough to significantly lower their dietary levels below acceptable standards.

3. The minimal retention of highland foodstuffs in the total food inventory and loss of particular attitudes towards foods suggest that consumption patterns change rapidly upon arrival to a new cultural and environmental setting. This is probably the result of two factors. First, foods specific to highland ecological zones are not readily available in coastal markets. Second, in changing from *indio* to *cholo* status, the downward migrant also makes changes in his overall consumption pattern, including foods in the diet, which adhere to the new mode of life style.

4. In general, diets of families residing at lowland (Cachaca and Chucarapi) for at least two generations are quantitatively and qualitatively better than migrant family diets. Differences in behavioral variables appear to account, in part, for this discrepancy.

5. Comparison between the Valley of Tambo diets and the highland diets from various communities suggest that families residing at lowland, long-term or migrant residents, generally experience higher dietary intakes than those living in the Sierra.

RESUMEN

ENCUESTA DIETETICA DE INDIGENAS MIGRATORIOS HACIA LAS ZONAS BAJAS, Y DE RESIDENTES COSTEÑOS DE LARGA PERMANENCIA EN LA COSTA SUR DEL PERU

En este trabajo se presentan los resultados de una encuesta dietética llevada a cabo en tres comunidades de la costa sur del Perú, en el Valle de Tambo, durante los meses de julio y agosto de 1971. Su objetivo primario fue la evaluación de alteraciones significativas en los patrones de consumo alimentario de los indígenas migratorios hacia las zonas bajas. Usando una combinación de técnicas de peso y de inventario de recordatorio, se obtuvo: la cantidad y frecuencia de alimentos consumidos durante un período determinado; las variaciones de estación y los cambios cualitativos de las dietas de residentes de larga permanencia en la costa, y de familias indígenas migratorias hacia las zonas bajas del país. Aun cuando los resultados de la encuesta se basan en la totalidad de las cifras obtenidas en cada familia y no representan un intento de evaluar el estado nutricional individual, se puede llegar a ciertas conclusiones acerca de los patrones de consumo de alimentos de las familias migratorias y residentes. Estas son: 1) Los niveles dietéticos de calorías y nutrientes de las familias migratorias parecen ser adecuadas al compararse con los estándares del ICNND, salvo en lo que concierne a vitamina A. 2) La dieta de las familias migratorias residentes por un período de dos años o menos a bajas altitudes contiene niveles inferiores de calorías y nutrientes que el promedio total de las ingestas de las migratorias. 3) La retención mínima de los productos alimenticios del altiplano en el inventario total de alimentos, y la pérdida de actitudes específicas hacia éstos sugiere que los patrones de consumo cambian rápidamente al llegar a un lugar diferente en cuanto a cultura y ambiente. 4) Las dietas de las familias residentes en tierras bajas por lo menos durante dos generaciones son cuantitativa y cualitativamente mejores que las dietas de las familias migratorias. 5) La comparación entre las dietas del Valle de Tambo y las de varias comunidades del altiplano sugiere que las familias que residen en tierras bajas, ya sean de larga permanencia o migratorias, generalmente tienen ingestas dietéticas más altas que los que habitan en la Sierra.

BIBLIOGRAPHY

1. Collazos, C., H. S. White, E. Reh, R. Huenemann, & P. L. White. Dietary surveys in Peru. I. San Nicolás, a cotton hacienda on the Pacific Coast. *J. Am. Dietet. Assoc.*, 29: 883-889, 1953.

2. Collazos, C., H. S. White, R. L. Huenemann, E. Reh, P. L. White, A. Castellanos, R. Benites, Y. Bravo, A. Loo, I. Moscoso, C. Cáceres & A. Dieseldorff. Dietary surveys in Peru. III. Chacáñ and Vicos, rural communities in the Peruvian Andes. *J. Am. Dietet. Assoc.*, 30: 1222-1230, 1954.
3. Collazos, C., I. Moscoso, Y. Bravo, A. Castellanos, C. Cáceres, A. Roca & R.B. Bradfield. La alimentación y el estado de nutrición en el Perú. *An. Fac. Med. Perú*, 43: 7-358, 1960.
4. White, H. S., C. Collazos, P. L. White, R. L. Huenemann, R. Benites, A. Castellanos, Y. Bravo, I. Moscoso & A. Dieseldorff. Dietary surveys in Peru. II. Yurimaguas, a jungle town on the Huallaga river. *J. Am. Dietet. Assoc.*, 30: 856-864, 1954.
5. Mazess, R. B. & P. T. Baker. Diet of Quechúa Indians living at high altitude: Nuñoa, Peru. *Am. J. Clin. Nutr.*, 15: 341-351, 1964.
6. Dirección Nacional de Estadística y Censos. *Sexto Censo Nacional de Población. Resultados Finales de Primera Prioridad*. Lima, Perú, March, 1964.
7. Dirección Nacional de Estadística y Censos. *Censos Nacionales de Población, Vivienda y Agropecuario. Vol. IV. Departamento de Arequipa*, Lima, Perú, 1961.
8. Wu Leung, Woot-Tsuen, with the collaboration of Marina Flores. *Food Composition Table for Use in Latin America*. Preparada bajo los auspicios del Comité Interdepartamental de Nutrición para la Defensa Nacional, Instituto Nacional para Artritis y Enfermedades Metabólicas, Institutos Nacionales de Salud, Bethesda, Maryland, EE.UU., y del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá, ciudad de Guatemala, C. A. Washington, D. C., U. S. Government Printing Office, junio, 1961, 132 p. (English edition published in 1962).
9. Collazos, C., P. L. White, H. S. White, E. T. Vinas, E. J. Alvistur, R. A. Urquieta, I. G. Vásquez, C. T. Días, A. M. Quiroz, A. N. Roca, D. M. Hegsted & R. B. Bradfield. *La Composición de los Alimentos Peruanos*. (3a ed., revisada). Lima, Perú, Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, Servicio Cooperativo Interamericano de Salud Pública, Instituto de Nutrición, 1962.
10. Baker, P. T. & R. B. Mazess. Calcium: unusual sources in the highland Peruvian diet. *Science*, 142: 1466-1467, 1963.
11. Mazess, R. B. Hot-cold beliefs among Andean peasants. *J. Am. Dietet. Assoc.*, 53: 109-113, 1968.
12. Interdepartmental Committee on Nutrition for National Defense. *Nutrition Survey of the Armed Forces, Peru*. Washington, D. C., ICNND, 1959.
13. Gursky, M. J. *A Dietary Survey of Three Peruvian Highland Com-*

- munities. M. A. Thesis. The Pennsylvania State University, 1969.
14. Picón-Reátegui, E. Food requirements of high altitude Peruvian natives. In: **High Altitude Adaptation in a Peruvian Community**. Occasional Papers in Anthropology, No. 1. The Pennsylvania State University, Department of Anthropology, 1968.
 15. Mintz Ahmed, M. J. & A. G. Van Veen. A sociological approach to a dietary survey and food habit study in an Andean community. *Trop. Geogr. Med.*, 20: 88-100, 1968.
 16. Riley, R. A. The effects of socio-economic variables on family diets in two Guatemalan ladino communities. (Mineographed document).

**RELACION DEL CONTENIDO ENERGETICO PROVENIENTE
DE GRASAS Y DE PROTEINAS COMO INDICADOR DE LA
POTENCIALIDAD ENERGETICA – PROTEINICA DE LAS
DIETAS DE POBLACIONES**

Héctor Araya¹ y Guillermo Arroyave²

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

RESUMEN

La concentración proteínica, expresada en forma energética (P^0/o) y el valor proteínico (NDpCal $^0/o$), se utilizan habitualmente como indicadores de la potencialidad de las dietas en lo que a satisfacer las necesidades proteínicas y calóricas de una población dada se refiere.

Como indicador dietético complementario se propone la relación entre las calorías grasas y las calorías proteínicas (G/P) considerando que el P^0/o y el NDpCal $^0/o$ podrían ser adecuados y la dieta presentar una densidad

Manuscrito modificado recibido: 30-11-78.

- 1 Profesor Asociado, Departamento de Nutrición, Facultad de Medicina Sede Santiago Norte, Universidad de Chile, actualmente becado de la Universidad de las Naciones Unidas en la División de Biología y Nutrición Humana del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP), Guatemala, C. A.
- 2 Coordinador del Programa de Adiestramiento Tutorial Avanzado de la Universidad de las Naciones Unidas y Jefe del Programa de Control de Hipovitaminosis A, División de Biología y Nutrición Humana del INCAP.

energética muy baja, como ocurre en la mayor parte de las comunidades rurales de los países de escasos recursos.

Tomando como base las evidencias presentadas en este trabajo, una relación G/P de 2.5 puede considerarse como meta socio-nutricional mínima, mientras que dietas con valores inferiores a 2, no son nutricionalmente adecuadas.

INTRODUCCION

La concentración proteínica de la dieta, expresada como la relación porcentual entre energía proteínica y energía total (P^0/o), y el valor proteínico ($NDpCal^0/o$) — este último cuando se satisfacen las necesidades calóricas — han sido recomendados como indicadores dietéticos para evaluar la potencialidad de una dieta en cuanto a llenar las necesidades proteínicas de una población (1-3).

Recientemente Beaton y Swiss (1), propusieron un criterio metodológico que evalúa cuantitativamente el riesgo de que una población sufra de deficiencia de proteína al consumir dietas con determinadas concentraciones proteínicas. Payne (2) ha calculado y propuesto el concepto de P^0/o seguro, aplicando un enfoque que se basa en la variabilidad de los requerimientos proteínicos y en la máxima adaptación fisiológica posible a una restricción energética. Es cierto que ambos criterios contribuyen a una evaluación más racional de las dietas de poblaciones, en comparación a la simple aplicación de las cifras de nivel seguro de ingesta de proteínas. Sin embargo, desde un punto de vista práctico es necesario disponer de indicadores complementarios que evalúen también la potencialidad de las dietas en lo que a satisfacer las necesidades energéticas concierne, tomando en cuenta la interacción energía-proteína de la dieta.

Según Platt, Miller y Payne (3), las cifras del $NDpCal^0/o$ tienen validez sólo cuando se cubren las necesidades energéticas, y el mismo argumento puede aplicarse a la interpretación de los valores del P^0/o dietético.

El propósito del trabajo que aquí se presenta es proponer un indicador complementario que integre la concentración proteínica de la dieta con su potencialidad para satisfacer las necesidades energéticas, y de esta manera, contribuir a una mejor interpretación y aplicación de los indicadores proteínicos.

METODOLOGIA

En nuestro análisis utilizaremos la concentración proteínica y de grasa, expresada en forma de relaciones energéticas de acuerdo a:

$$P^0/o = \frac{A \times 400}{E}, \text{ y } G^0/o = \frac{B \times 900}{E}, \text{ siendo}$$

A = Gramos de proteína.

E = Energía, expresada en Kcal.

B = Gramos de grasa.

El valor proteínico (NDpCal⁰/o) se expresó de acuerdo a Platt, Miller y Payne (3):

$$NDpCal^0/o = \frac{UPNop \times P^0/o}{100}$$

UPN = Utilización neta de la proteína (UNPop) a la concentración que se ingiere en la dieta. La UPNop se estimó a partir del cómputo químico, utilizando el patrón provisional de aminoácidos del Comité Especial Mixto de FAO/OMS de 1973 (4) y la fórmula de Miller y Payne (5).

$$UPN = S (1 - KP^0/o), \text{ siendo}$$

S = Cómputo químico.

K = 0.019.

RESULTADOS Y DISCUSION

Se calcularon los NDpCal⁰/o *seguros* a partir de los P⁰/o estimados como *seguros* por Beaton y Swiss (1), de acuerdo a los coeficientes de variación del P⁰/o de la ingesta de distintos grupos etarios de una población, asumiendo una UPN de 60, por considerar que esta utilización es representativa de la dieta de países en desarrollo. Los valores de estos indicadores para los

diferentes grupos etarios se presentan en la Tabla 1. Se observa que cuando la variabilidad del P⁰/o de la ingesta aumenta (coeficiente de variación más alto), la dieta debe tener un NDpCal⁰/o más alto a fin de asegurar que el 97.5⁰/o de la población esté libre del riesgo de sufrir de desnutrición proteínica.

Los valores de P⁰/o, UPN y NDpCal⁰/o de las dietas de distintos países se muestran en la Tabla 2. Según se aprecia, en la dieta de países desarrollados el NDpCal⁰/o es más alto que los valores calculados a partir de los P⁰/o *seguros* establecidos por Beaton y Swiss (1), aun asumiendo que el coeficiente de variación del P⁰/o de la ingesta alcanzara el valor máximo considerado, que es de 25. En otras palabras, las dietas de estos países son potencialmente adecuadas para mantener prácticamente a todas sus poblaciones en buen estado nutricional en cuanto a proteínas. En los países menos desarrollados, como es el caso de Guatemala, el valor del NDpCal⁰/o está en el límite de adecuación sólo si la variabilidad de las ingestas de P⁰/o no pasa de un coeficiente de variación de 15.

Sin embargo, el P⁰/o y el NDpCal⁰/o *per se* no pueden ser recomendados como únicos indicadores de la potencialidad de dietas en lo que a satisfacer las necesidades proteínicas se refiere. En efecto, los valores de P⁰/o y NDpCal⁰/o podrían parecer adecuados, pero, no obstante, la dieta bien podría tener una densidad energética (KCal/g) demasiado baja. Este tipo de dietas son las llamadas *voluminosas*, característica físico-química que tiende a impedir o limitar su consumo en cantidades suficientes como para satisfacer las necesidades energéticas (8) y como resultado las proteínicas, a pesar de tener valores adecuados de P⁰/o y NDpCal⁰/o.

Otra circunstancia con consecuencias similares que comúnmente ocurre en poblaciones de países subdesarrollados es el consumo insuficiente de cantidad de dieta (energía) por razones socioeconómicas o ecológicas. En este caso, generalmente puede ocurrir una adaptación de los individuos, reduciendo su gasto calórico por diversos mecanismos (menor actividad física, por ejemplo) para lograr un balance energético adecuado (9). Sin embargo, no hay evidencia de que las necesidades de proteína puedan reducirse paralelamente (1), en cuyo caso, de nuevo, bajo estas circunstancias los indicadores mencionados (P⁰/o y NDpCal⁰/o) podrían estar sobreestimando la adecuación proteínica *real* de la dieta. En principio, en este último caso la solución lógica debería ser incrementar el consumo de la cantidad de

TABLA 1

RELACION DE PROTEINA-ENERGIA (P^o/o) Y NDpCal^o/o* DE LA DIETA QUE CUBRIRIA LOS REQUERIMIENTOS PROTEINICOS DEL 97.5^o/o DE LOS DIVERSOS GRUPOS ETARIOS DE POBLACION

| Coeficiente de variación del P ^o /o de la ingesta | Adultos | | Adolescentes | | Niños | | Preescolares | |
|--|-------------------|------------------------|-------------------|------------------------|-------------------|------------------------|-------------------|------------------------|
| | P ^o /o | NDpCal ^o /o | P ^o /o | NDpCal ^o /o | P ^o /o | NDpCal ^o /o | P ^o /o | NDpCal ^o /o |
| 10 | 9.7 | 5.8 | 8.8 | 5.3 | 8.8 | 5.3 | 9.0 | 5.4 |
| 15 | 10.5 | 6.3 | 9.6 | 5.8 | 9.5 | 5.7 | 9.8 | 5.9 |
| 20 | 11.8 | 7.1 | 10.7 | 6.4 | 10.7 | 6.4 | 11.0 | 6.6 |
| 25 | 13.6 | 8.2 | 12.5 | 7.5 | 12.4 | 7.5 | 12.8 | 7.7 |

* Calculados a partir de los datos de P^o/o, a distintos coeficientes de variación de la ingesta de P^o/o, y una UPN de 60, según Beaton y Swiss (1).

TABLA 2

RELACION PROTEINA-ENERGIA (P^o/o), UTILIZACION
PROTEINICA NETA (UPN)*¹ Y NDpCal^o/o* DE LA DIETA DE
DIFERENTES PAISES

| País | P ^o /o | UPN | NDpCal ^o /o |
|------------------|-------------------|-----|------------------------|
| EUA | 11.9 | 80 | 9.5 |
| Suecia | 11.1 | 80 | 8.9 |
| Canadá | 12.1 | 76 | 9.2 |
| Gran Bretaña | 10.8 | 77 | 8.3 |
| Alemania Federal | 10.9 | 79 | 8.6 |
| Dinamarca | 11.9 | 80 | 9.5 |
| Nueva Zelanda | 12.5 | 76 | 9.5 |
| Australia | 11.4 | 78 | 8.9 |
| Chile | 11.6 | 68 | 7.9 |
| Rumania | 12.2 | 63 | 7.7 |
| Nigeria | 10.9 | 58 | 6.3 |
| Etiopía | 13.3 | 63 | 8.4 |
| México | 11.1 | 72 | 8.0 |
| Guatemala** | 10.0 | 60 | 6.0 |
| Colombia | 9.6 | 72 | 6.9 |
| Bolivia | 10.1 | 67 | 6.8 |
| Filipinas | 9.5 | 74 | 7.0 |
| Pakistán | 9.0 | 69 | 6.2 |
| India | 10.6 | 66 | 7.0 |

* Recalculados de acuerdo a la información de Autret y colaboradores (6), utilizando la fórmula de Miller y Payne (5) y el patrón provisional aminoacídico FAO/OMS de 1973 (4).

** SCNPE-INCAP (7).

dieta. Sin embargo, en el primer caso, o sea en presencia de una densidad energética insuficiente, la solución tiene que ser diferente. Conviene aquí hacer énfasis sobre un hecho que aun cuando obvio, a menudo pasa inadvertido: *la causa principal de la baja densidad energética de las dietas es su bajo contenido de grasa.*

Los valores de G^o/o, P^o/o, y de la relación calorías grasas-calorías proteínicas (G/P) de las dietas de diversos países se pre-

sentan en la Tabla 3. Como lo revelan los datos, se puede apreciar que no existen diferencias en los valores de P^0/o ; en cambio sí son notablemente desiguales los valores de G^0/o . Por lo tanto, también los de G/P: 0.5 para la dieta de Santa María Cauqué (comunidad rural de Guatemala usada como ejemplo), y cifras superiores a 3 en los países desarrollados como Estados Unidos de América y Nueva Zelandia.

TABLA 3

PORCENTAJE DE CALORIAS GRASAS (G^0/o), CALORIAS
PROTEINICAS (P^0/o), Y RELACION G/P DE LA DIETA DE
ALGUNOS PAISES

| País | G^0/o | P^0/o | Relación G/P |
|-----------------------------------|---------|---------|--------------|
| Irán | 16.3 | 11.6 | 1.4 |
| Siria | 17.5 | 11.3 | 1.5 |
| Guatemala (Santa María Cauqué) | 5.7 | 12.3 | 0.5 |
| Estados Unidos | 41.1 | 11.8 | 3.5 |
| Nueva Zelandia | 40.6 | 12.5 | 3.2 |

* Calculados según Perissé, Sizaret y François (13); Santa María Cauqué, Guatemala, según Murillo, Cabezas y Bressani (10).

En relación a la significación práctica de estos conceptos parece interesante analizar el caso específico de la población rural guatemalteca. Coincidentalmente con valores de G/P de 0.5 en la dieta de preescolares de Santa María Cauqué (10) a 1.5 en la dieta promedio de preescolares del área rural de Guatemala (11), se ha informado un déficit energético al comparar las ingestas con los estándares nutricionales (10,11). Sobre bases hipotéticas y para el propósito de esta presentación, adjudiquemos en parte esta insuficiente ingesta energética a la baja densidad energética, o sea a lo voluminoso de la dieta. Estudios realizados en la Unidad de Estudios Metabólicos del INCAP (12) demostraron que niños de 2 a 3 años que consumieron *ad libitum* una dieta a base de maíz y frijol que tenía un G^0/o de 22 y una relación G/P de 2.3, llenaban sus requerimientos energéticos y proteínicos. Al aplicar

este resultado a la dieta de Santa María Cauqué, se puede afirmar que sería necesario agregar grasa hasta alcanzar un G⁰/o de 22. En base a cálculos puede estimarse que este agregado de grasa daría origen a una *nueva* dieta, con los siguientes índices: G⁰/o, 22, P⁰/o, 10, y una relación G/P de 2.2.

Desde el punto de vista nutricional, dos tipos independientes de información parecen sustentar la validez de las cifras de G/P citadas. Por una parte, recientemente se han establecido las metas dietéticas para la población de Estados Unidos (14). La aplicación de estas metas resultaría en una dieta con un P⁰/o de 12, un G⁰/o de 30, y una relación G/P de 2.5. Por otra parte, al combinar el valor de G⁰/o, sugerido por el Comité de Expertos FAO/OMS sobre Grasas y Aceites, reunido en 1977 (15), con la cifra de P⁰/o de 11 sugerida por Beaton y Swiss para preescolares, considerando una variabilidad de ingesta con un P⁰/o de 20, se traduce en una relación G/P de 2.6.

CONCLUSIONES

Nuestro análisis nos induce a sugerir que en la evaluación del potencial de dietas para satisfacer las necesidades proteínicas, además del P⁰/o y del NDpCal⁰/o, también hay que tomar en cuenta la relación G/P como una expresión de densidad energética de fácil computación. Además, este indicador presenta la ventaja de relacionar la cantidad de proteína y grasa de la dieta, lo que permite sugerir un incremento del consumo de grasa cuando el de proteína aumenta. Un hecho ampliamente aceptado es que las poblaciones que aumentan su ingreso económico, simultáneamente tienden a subir su ingesta total de proteínas y de grasa (12). Desde el punto de vista metabólico, este aumento de la densidad energética es nutricionalmente ventajoso, ya que una mayor ingesta energética mejora la utilización de la proteína dietética.

Esta relación puede ser esencial en la interpretación de los valores de P⁰/o y NDpCal⁰/o de la dieta de los países subdesarrollados debido a que dietas con una baja relación G/P podrían presentar valores de P⁰/o ó NDpCal⁰/o considerados como *seguros*. Estos valores altos podrían ser obtenidos como resultantes de la baja densidad energética que elevaría artificialmente la concentración proteínica.

Aunque es difícil llegar a definir valores de referencia para la relación G/P de las dietas, estimamos que valores inferiores a

2 deben considerarse nutricionalmente inadecuados, y que un valor de 2.5 debe ser la meta socio-nutricional mínima, siempre que el valor de P⁰/o sea adecuado de acuerdo a los criterios aceptados.

En relación al P⁰/o y al NDpCal⁰/o, nuestra postura es puramente programático-proyectiva. Consideramos que, como meta esencial, los coeficientes de variabilidad en P⁰/o deberían poder reducirse a través de políticas de alimentación y educación nutricional, y que en base a ese enfoque es más realista proponer para los países subdesarrollados un P⁰/o de alrededor de 11, con una utilización proteínica mínima de 60⁰/o. Finalmente, sugerimos que estas metas, así como la validez de los indicadores energético-proteínicos propuestos se sometan a evaluaciones en distintas poblaciones, especialmente en aquellos grupos nutricionalmente más vulnerables.

SUMMARY

FAT CALORIE-PROTEIN CALORIE RATIO AS AN INDEX OF THE ENERGY-PROTEIN POTENTIALITY OF POPULATION DIETS

The protein-calorie ratio (P⁰/o) and the protein value (NDpCal⁰/o) have been proposed as indices to evaluate the potentiality of diets to meet protein and calorie needs of a given population.

The fat-calorie to protein-calorie ratio (G/P) is presented as a complementary index, considering the possibility that the values of P⁰/o and NDpCal⁰/o can be adequate but that the energy density of the diets is too low, as might be the case in many rural communities of the developing countries.

On the basis of the evidence discussed in this paper, the G/P ratio estimated as adequate is 2.5, and values lower than 2 can be considered as nutritionally unacceptable.

BIBLIOGRAFIA

1. Beaton, G. H. & L. D. Swiss. Evaluation of the nutritional quality of food supplies: prediction of "desirable" or "safe" protein-calorie ratios. *Am. J. Clin. Nutr.*, 27:485-504, 1974.

2. Payne, P.R. Safe protein-calorie ratios in diets. The relative importance of protein and energy intake as causal factors in malnutrition. *Am. J. Clin. Nutr.*, 28: 281-286, 1975.
3. Platt, B. S., D. S. Miller & P. R. Payne. Protein values of human foods. En: **Recent Advances in Human Nutrition**. J. F. Brock (Ed.). London, Churchill, 1961.
4. **Energy and Protein Requirements**. Report of a Joint FAO/WHO *Ad Hoc* Expert Group. Geneva, Switzerland, World Health Organization, 1973, 20 p. (WHO Tech. Rep. Ser. No. 522; FAO Nutr. Meetings Rep. Ser. No. 52).
5. Miller, D. S. & P. R. Payne. Assessment of protein requirements by nitrogen balance. *Proc. Nutr. Soc.*, 28: 225-234, 1969.
6. Autret, M., M. Cresta, J. Périssé & F. Sizaret. Valor proteico de distintos tipos de alimentación en el mundo: su aptitud para la complementación. *Noticiero de Nutrición*, FAO, 6(4): 1-30, 1968.
7. Secretaría del Consejo Nacional de Planificación Económica e Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá. **Análisis del Problema Nutricional de la Población de Guatemala**. Sector Salud. Guatemala, C. A., Unidad de Ayudas Audiovisuales del INCAP, septiembre de 1977.
8. Nicol, B. M. Protein and calorie concentration. *Nutr. Revs.*, 29: 83-88, 1971.
9. Rutishauser, I. H. E. & R. G. Whitehead. Energy intake and expenditure in 1-3 year-old Ugandan-children living in a rural environment. *Brit. J. Nutr.*, 28: 145-152, 1972.
10. Murillo, B., M. T. Cabezas & R. Bressani. Influencia de la densidad calórica sobre la utilización de la proteína en dietas elaboradas a base de maíz y frijol. *Arch. Latinoamer. Nutr.*, 24: 223-241, 1974.
11. Flores, M., M. T. Menchú, M. Y. Lara & M. A. Guzmán. Relación entre la ingesta de calorías y nutrientes en preescolares y la disponibilidad de alimentos en la familia. *Arch. Latinoamer., Nutr.*, 20: 41-58, 1970.
12. Arroyave, G., F. Viteri & B. Torún. Protein requirements of children of preschool age. Corn-beans diet: effect of energy density and consumption and biological effectiveness. Guatemala, C. A., Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP), 1975. Inédito.
13. Périssé, J., F. Sizaret & P. François. Efectos de los ingresos sobre la estructura de la ración alimentaria. *Noticiero de Nutrición*, FAO, 7(3): 1-10, 1969.
14. **Select Committee on Nutrition and Human Needs**. Washington, D. C., U. S. Senate: dietary goals for the United States. (Committee Print), 1977.
15. **Dietary Fats and Oils in Human Nutrition**. Report of an Expert Consultation, jointly organized by the Food and Agriculture Organization of the United Nations and the World Health Organization, held in Rome, 21-30 September 1977. Rome, Italy, FAO, 1977, 94 p. (FAO Food and Nutrition Paper 3).

**ACTIVIDADES DE DELTA AMINOLEVULINICO
SINTETASA, CITOCROMO OXIDASA Y CONTENIDO DE
COMPONENTES DEL SISTEMA DE OXIDASAS DE FUNCION
MIXTA DURANTE LA DESNUTRICION PROTEICA
EXPERIMENTAL. RESPUESTA A LA REALIMENTACION^{1,2}**

Julia Araya y Manuel Ruz

**Departamento de Nutrición, Facultad de Medicina
Santiago Norte, Universidad de Chile, Santiago, Chile**

RESUMEN

Se estudiaron las actividades de delta aminolevulínico sintetasa (DALS), citocromo oxidasa (E.C.1.9.3.1.), NADH citocromo b_5 reductasa (NADH red.), NADPH citocromo P_{450} reductasa (NADPH red.), contenidos de citocromo P_{450} (cit. P_{450}) y citocromo b_5 (cit. b_5), así como los niveles de hemoglobina y hematocrito, en tres grupos de ratas: a) desnutridas, b) en recuperación de la desnutrición, y c) controles.

Se encontró que durante la desnutrición proteica precoz los niveles sanguíneos de hemoglobina y hematocrito, así como la actividad de DALS en homogenizados de médula ósea y de hígado, estaban disminuidos. La actividad de NADH reductasa y los contenidos de cit. P_{450} y cit. b_5 en microsomas hepáticos también acusaron un significativo descenso. La actividad de

Manuscrito modificado recibido: 5-12-78.

- 1 Este trabajo fue financiado con fondos del Servicio de Desarrollo Científico y Creación Artística de la Universidad de Chile (Proyectos 1462 en 1975, y 3363 en 1976).
- 2 Comunicación preliminar presentada en: *XX Reunión Anual de la Sociedad de Biología, Pucón, Chile, noviembre de 1977.*

NADPH reductasa microsomal al igual que la de citocromo oxidasa mitocondrial no experimentaron cambios significativos, encontrándose en ratas desnutridas valores comparables a los de las ratas control.

Durante la fase de recuperación de la desnutrición, en que los animales recibieron una dieta con caseína (10 NDpCal⁰/o) suplementada con Fe y Cu, las actividades de enzimas hepáticas, los contenidos de cit. P₄₅₀ y cit. b₅ y el hematocrito, experimentaron un aumento espectacular alcanzando, al final del período de realimentación, valores comparables con los de las ratas control. Sin embargo, la actividad de DAL5 en homogenizado de médula ósea, así como el nivel de hemoglobina, permanecieron bajos.

Se discuten los resultados en relación a las actividades y a los contenidos disminuidos de enzimas, coenzimas, metabolitos o sustratos involucrados en la síntesis de hemoglobina en la médula ósea de la rata durante su recuperación de desnutrición.

INTRODUCCION

En estudios previos de desnutrición experimental en ratas cepa Wistar, de nuestro vivero, hemos observado la aparición de anemia hipocrómica y microcítica, y niveles disminuidos de hierro plasmático no heme, asociado a una acumulación de hierro en hígado, bazo y médula ósea (1-3). Demostramos, además, que la hemodilución no había sido causa de la anemia observada en este tipo de desnutrición experimental (3).

Al realimentar las ratas precozmente desnutridas con una dieta con 10 NDpCal⁰/o preparada a base de caseína, no pudimos normalizar los niveles de hemoglobina expresados en g/100 ml, aun cuando comprobamos que la realimentación sí logró estimular la salida de hierro desde los depósitos hacia la circulación (3).

Estos hechos nos hicieron pensar que la anemia, tanto durante la desnutrición como después de la realimentación, no era originada exclusivamente por la baja disponibilidad de hierro metabólico, sino que también podrían estar involucrados otros mecanismos indispensables para la biosíntesis de la hemoglobina.

La delta aminolevulínico sintetasa (delta ALS) es la enzima limitante en la síntesis del grupo heme (4). Su papel es sintetizar ácido delta aminolevulínico a partir de glicina y succinil Co A endógenos.

A su vez, el delta AL es indispensable para la síntesis del grupo heme (5). Este último grupo, además de estructurar la

hemoglobina, constituye parte esencial de la síntesis de otras hemoproteínas: citocromos y citocromo reductasas en retículo endoplasmático, y citocromo oxidasa mitocondrial.

Con base en esta información, nos preguntamos si la desnutrición proteica ejerce o no sobre estos parámetros alguna influencia que pudiese interferir con la síntesis de heme. Por las razones apuntadas, los objetivos del presente trabajo fueron evaluar en ratas con desnutrición proteica precoz y, luego realimentadas, los siguientes aspectos:

- a) ¿En qué medida está la enzima delta ALS comprometida durante la desnutrición proteica?
- b) ¿Cuál es el contenido y la actividad de sistemas enzimáticos que contienen el grupo heme o que interaccionan con él cuando éstos se encuentran bajo el "stress" nutricional que impone el bajo aporte de proteínas y la baja disponibilidad de oxígeno causada por la disminución de hemoglobina circulante?

MATERIAL Y METODOS

Animales

Desnutridos experimentalmente. Se amamantaron ratas recién nacidas, cepa Wistar, en camadas de 16 animales por cada rata nodriza. A los 21 días de edad fueron destetadas administrándoles una dieta aprotéica (Dieta 2) por 14 días más. A los 35 días de edad se sacrificó uno de los grupos, y el otro fue sometido a realimentación. En el grupo desnutrido sacrificado se midió: hematocrito (6) y hemoglobina (7) en sangre; actividad de citocromo oxidasa en mitocondrias hepáticas; actividad de delta ALS en homogenizados de hígado y en homogenizado de médula ósea; citocromo P₄₅₀ y b₅ NADH y NADPH citocromo c reductasas en microsomas de hígado. Se controló también la ingesta y evolución ponderal en todos los animales.

Desnutridos en vías de recuperación. El grupo de animales desnutridos que no fue sacrificado a los 35 días de edad, se realimentó con una dieta de caseína que contenía 10 NDpCal^o/o suplementada con Cu y Fe (Dieta 3). Las ratas, en este caso,

fueron sacrificadas sistemáticamente cada dos días entre los 35 y 65 días de edad, estudiándose los mismos parámetros medidos en el grupo anterior.

Control. Este grupo se integró con ratas recién nacidas amantadas en grupos de ocho por cada rata nodriza; luego a los 21 días de edad se destetaron a una dieta a base de caseína con 10 NDpCal⁰/o (Dieta 1). Las ratas fueron sacrificadas sistemáticamente cada dos días, desde los 35 días hasta los 60 días de edad, estudiándose los mismos parámetros que en los dos grupos ya descritos.

Todas las dietas así como el agua de bebida fueron ofrecidas *ad libitum*. La temperatura del vivero era de 25°C, con 75% de humedad.

Dietas

La composición de las dietas experimentales se muestra en la Tabla 1.

Métodos

Medimos la actividad de delta AL sintetasa en homogenizados de hígado y en homogenizados de médula ósea, preparado en tres volúmenes de NaCl al 0.9% que contenían 0.5 mM de EDTA y 10 mM de Tris buffer a un pH de 7.4. Los homogenizados fueron incubados con 200 μ Moles de glicina y 20 μ Moles de EDTA. A esta concentración de EDTA, la producción de ácido delta aminolevulínico (delta AL) se estimula, y la de delta aminolevulínico dehidratasa se inhibe (8). Las incubaciones se hicieron a 37°C por una hora, con agitación en presencia de aire. El ácido delta aminolevulínico formado se determinó según el método de Urata y Granick (9), con ciertas modificaciones que consistieron en concentrar al vacío, en un liofilizador, los sobrenadantes de los incubados, después de precipitarlos con ácido tricloroacético al 25%. Esta modificación permitió cuantificar las pequeñísimas cantidades de delta AL generado por el sistema, usando un espectrofotómetro Perkin Elmer modelo 402.

En microsomas de hígado medimos el contenido de citocromo P₄₅₀ y cit b₅; la actividad de NADH b₅ citocromo reductasa y NADPH P₄₅₀ citocromo reductasa, y por último, constituyentes del sistema oxidasas de función mixta.

TABLA 1
COMPOSICION DE LAS DIETAS EXPERIMENTALES
(g/100 g de dieta)

| Alimentación | Dieta No. | Caseína | Maíz | Grasa vegetal | Aceite de girasol | Vitaminas liposolubles** | Vitaminas hidrosolubles** | Mezcla mineral** | Almidón | Glucosa | Alfa-cel |
|---|-----------|---------|------|---------------|-------------------|--------------------------|---------------------------|------------------|---------|---------|----------|
| Dieta con caseína ^a (10 NDpCal ^o /o) | 1 | 32.5 | 17.5 | 10.0 | 5.0 | 2.0 | 3.0 | 5.0 | 7.5 | 12.5 | 5.0 |
| Dieta proteica ^a | 2 | — | 50.0 | 10.0 | 5.0 | 2.0 | 3.0 | 5.0 | 7.5 | 12.5 | 5.0 |
| Dieta con caseína ^b (10 NDpCal ^o /o) suplementada con hierro y cobre | 3 | 32.5 | 17.5 | 10.0 | 5.0 | 2.0 | 3.0 | 5.0 | 7.5 | 12.5 | 5.0 |

a Aporta 8.3 mg de Fe/100 g de dieta, y 2.5 mg de Cu/100 g de dieta.

b Aporta 57.6 mg de Fe/100 g de dieta, y 7.5 mg de Cu/100 g de dieta.

***** Obtenida de Nutritional Biochemicals Corporation, Cleveland, Ohio, EUA.

****** Véase referencia (3).

Los microsomas hepáticos fueron aislados como sigue: los hígados se extrajeron, se cortaron y luego fueron lavados varias veces con fosfato de potasio 0.1 M a un pH de 7.5. Luego se homogenizaron en el mismo buffer usando un homogenizador de teflón, a una concentración de 20^o/o peso/volumen. Los homogenizados se centrifugaron a 9,000 G durante 15 minutos en una centrífuga International modelo B-20. Los microsomas fueron obtenidos centrifugando el sobrenadante de 9,000 a 100,000 gravedades por 60 minutos en una ultracentrífuga Beckman L2-65B, y el "pellet" microsomal se sometió a suspensión en fosfato de potasio.

Los citocromos P₄₅₀ y b₅ fueron determinados según Omura y Sato (10), siendo el coeficiente de extinción molar de 91 mM⁻¹ cm⁻¹ para el citocromo P₄₅₀ y de 185 mM⁻¹ cm⁻¹ para el citocromo b₅. La NADPH citocromo c reductasa y el citocromo c NADH reductasa, se midieron siguiendo la reducción de citocromo c a 550 mμ con base en la técnica de Masters, Williams Jr. y Kamin (11) en un espectrofotómetro Perkin Elmer modelo 402.

La actividad de la citocromo oxidasa (E.C. 1.9.3.1.) se midió en mitocondrias de hígado aisladas según la técnica de Johnson y Hardy (12). Luego fue ensayada espectrofotométricamente, midiendo la oxidación de ferrocitocromo c reducido a 55 mμ, según recomendación de Smith (13).

Tanto la proteína mitocondrial como la microsomal fueron determinadas de acuerdo a la técnica de Lowry *et al.* (14).

RESULTADOS

La Figura 1 ilustra gráficamente la evolución del peso de ratas desnutridas experimentalmente, desnutridas en vías de recuperación, y de los animales control, pudiéndose evidenciar una clara diferencia en la evolución ponderal en los tres grupos experimentales. En el grupo desnutrido, el retardo en crecimiento se observa desde los primeros días, al ser sometidos a una lactancia insuficiente. Así, en el momento del destete el peso de este grupo solo alcanzó la mitad del que acusó el grupo control (21 g vs 47 g). La ganancia de peso observada en el grupo realimentado es sorprendente, pues la inclinación de la curva demuestra que la velocidad de crecimiento superó a la del grupo control. Sin embargo, no logró alcanzar el peso de las ratas control en el lapso experimental.

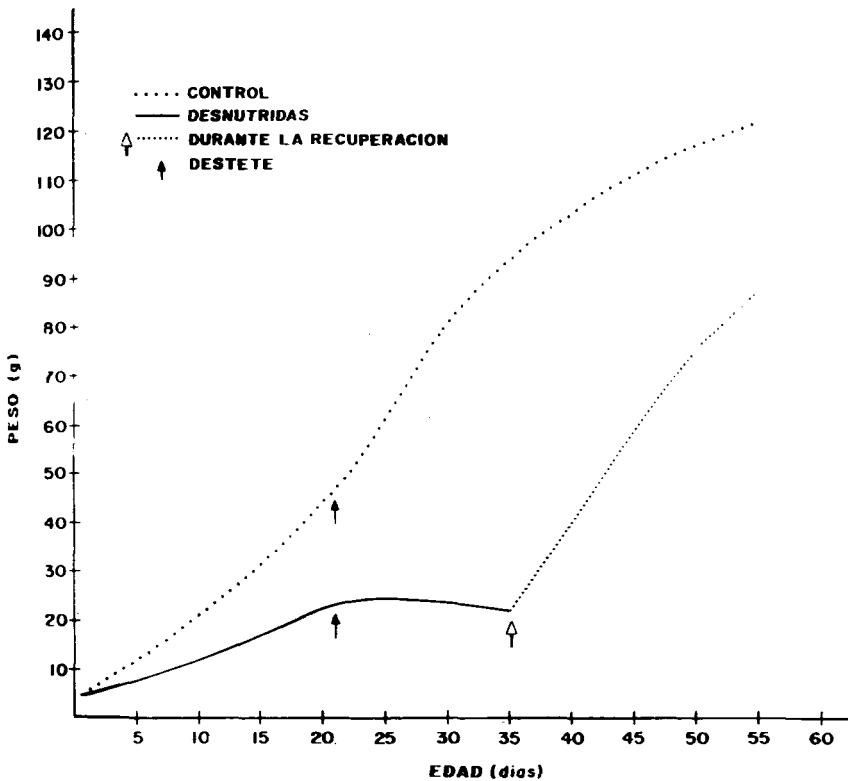


FIGURA 1

Evolución ponderal de ratas controles, desnutridas y durante la recuperación de la desnutrición

La Tabla 2 muestra la ingesta dietaria y los cambios de peso experimentados por las ratas durante los períodos de desnutrición experimental y realimentación, comparados con los del grupo control.

La Tabla 3 da cuenta de los niveles de hemoglobina y hematocrito determinados en los tres grupos experimentales. A los 35 días de edad las ratas desnutridas desde su nacimiento, y que luego se sometieron durante 14 días a una dieta sin proteínas, muestran una diferencia estadísticamente significativa ($P \ll 0.001$) en sus niveles de hematocrito y hemoglobina al ser comparadas con las controles. Se observa asimismo que al realimentarlas con la dieta

que contenía caseína (10 NDpCal⁰/o) suplementada con Cu y Fe (Dieta 3), se logró estimular levemente la síntesis de hemoglobina, estímulo que fue más evidente en la eritropoyesis, ya que el hematocrito se acercó a los valores encontrados en las ratas control.

La síntesis de ácido delta AL por homogenizados de hígado y médula en las ratas desnutridas, realimentadas, y en las del grupo control, se observa en la Tabla 4, así como el contenido de proteína hepática. Según se puede apreciar, la producción de delta AL, expresado por mg de proteína en la médula de las desnutridas, está significativamente disminuido ($P < 0.02$) en comparación con la producción de dicho ácido en los animales control, y que la realimentación estimuló la síntesis aun cuando ésta permaneció siendo significativamente menor que en las controles ($P < 0.05$). Cuando la formación de delta AL se expresa por gramo de tejido hepático fresco, por hora, ésta aparece significativamente inferior en las desnutridas ($P < 0.02$), lográndose una normalización al final del período de realimentación; no se observa lo mismo al expresar los valores por mg de proteína hepática. Cabe señalar que el contenido de proteína hepática en las desnutridas fue sólo el 59⁰/o del observado en las controles, y que la realimentación logró elevar este porcentaje a 90⁰/o.

Simultáneamente al descenso de la actividad de delta AL sintetasa, medida a través de la biosíntesis de delta AL, se aprecia en la Tabla 5 que la desnutrición provocó un descenso en los contenidos de citocromo P₄₅₀ y b₅ equivalente al 52⁰/o, y una disminución en la actividad de NADH citocromo b₅ reductasa; no

TABLA 2

INGESTA DIETARIA Y CAMBIOS EN EL PESO CORPORAL DE RATAS DESNUTRIDAS, REALIMENTADAS, Y CONTROLES

| Grupo | Edad | | Dieta No. | Ingesta dietaria (g/rata/día) | Cambio de peso (g/rata/día) |
|--------------|---------|-------|-----------|-------------------------------|-----------------------------|
| | Inicial | Final | | | |
| Control | 21 | 34 | 1 | 7.10 | +3.48 |
| Desnutrido | 21 | 34 | 2 | 2.09 | -0.05 |
| Control | 35 | 60 | 1 | 10.00 | +1.58 |
| Realimentado | 35 | 60 | 3 | 5.57 | +3.26 |

TABLA 3

NIVELES DE HEMOGLOBINA (g/100 ml) y HEMATOCRITO (o/o)
EN RATAS CON DESNUTRICION PROTEICA PRECOZ, EN VIAS DE
RECUPERACION, Y EN EL GRUPO CONTROL

| Grupo | Edad (días) | Hemoglobina (g/100 ml) | Hematocrito (o/o) |
|---------------|----------------|---------------------------|----------------------|
| Desnutridas | 35 | •10.5 ± 0.4 (21) | •33.1 ± 1.8 (21) |
| Realimentadas | 60 | *11.9 ± 0.4 (11) | *43.9 ± 0.7 (11) |
| Control | 35 | •14.7 ± 0.1 (27) | •48.0 ± 0.7 (27) |
| | 60 | *13.5 ± 0.4 (12) | *45.2 ± 0.6 (20) |

P• ≤ 0.001 P• ≤ 0.001
 P* < 0.001 P* < N.S.

Las cifras entre paréntesis representan el número de casos.

N.S. = Diferencia estadística no significativa.

P = Límites de significancia de la distribución de Student.

obstante, la actividad de NADPH citocromo P₄₅₀ reductasa permaneció casi sin variación. Se encontró, además, que la proteína microsomal estaba disminuida. La Tabla 5 también señala que la realimentación estimuló y normalizó el contenido y la actividad de los citocromos y de la proteína microsomal a los pocos días de realimentación. Como complemento de estos datos, las Figuras 2 y 3 muestran que al comienzo de la realimentación la inducción de los citocromos y reductasas fue espectacular en lo referente al citocromo P₄₅₀, en un 187% por mg de proteína de los observados en los controles al cuarto día de realimentación, normalizándose hacia el octavo día. Algo similar se observó con respecto al citocromo b₅ cuyo contenido se estimuló en 186% también al

TABLA 4
SINTESIS DE ACIDO DELTA AMINOLEVULINICO EN HOMOGENIZADO DE HIGADO Y
MEDULA OSEA DE RATAS DESNUTRIDAS, EN VIAS DE RECUPERACION
DE DESNUTRICION Y EN EL GRUPO CONTROL

| | Grupos | | | p*** |
|---|----------------------|---------------------|-----------------------|----------------------|
| | Desnutridas | Realimentadas | Controles | |
| Edad días | 35 | 60 | 35 | |
| <i>Médula ósea</i> | | | | |
| n moles AL x mg de proteína ⁻¹ | ● 0.96 ± 0.5 (10) | □ 1.83 ± 0.3 (5) | ● □ 4.83 ± 1.3 (7) | □ < 0.05 ● < 0.02 |
| µg de proteína/mg de médula ósea* | ● 172 ± 15.0 (10) | 204 ± 9.8 (5) | ● 286 ± 24.3 (7) | ● < 0.001 |
| <i>Hígado</i> | | | | |
| n moles AL x mg de proteína ⁻¹ | 0.12 ± 0.01 | 0.12 ± 0.03 | 0.11 ± 0.01 | |
| n moles AL/g de hígado x hora | ● 10.9 ± 1.8 (9) | □ 17.2 ± 2.9 (5) | ● □ 19.7 ± 2.7 (5) | ● < 0.02 □ N.S. |
| mg de proteína/g de hígado** | ● 131 ± 4.9 (30) | 199 ± 3.1 (12) | ● 220 ± 4.9 (30) | ● << 0.001 |

Las cifras entre paréntesis representan el número de casos.

* Médula liofilizada.

** Tejido fresco.

*** Límites de significancia de la distribución de Student.

N.S. = Diferencia estadística no significativa.

TABLA 5

CONTENIDO DE CITOCROMO P₄₅₀, CITOCROMO b₅, NADH CITOCROMO c REDUCTASA, NADPH CITOCROMO c REDUCTASA, PROTEINA MICROSOMAL Y PESO DE HIGADO DE RATAS CONTROLES, DESNUTRIDAS Y CON OCHO DIAS DE REALIMENTACION

| Grupo | Edad (días) | Citocromo P ₄₅₀ (n moles x mg de prot. ⁻¹) | Citocromo b ₅ (n moles x mg de prot. ⁻¹) | NADH citocromo c reductasa (n moles de cit. c reducido x min ⁻¹ x mg de prot. ⁻¹) | NADPH citocromo c reductasa (n moles de cit. c reducido x min ⁻¹ x mg de prot. ⁻¹) | Proteína microsomal (mg de prot. x g de híg. ⁻¹) | Hígado (g de híg. 100 g de rata ⁻¹) |
|---------------|-------------|---|---|--|---|--|---|
| Control | 35 | 0.274 ± 0.00 | 0.197 ± 0.00 | 63.72 ± 1.89 | 7.04 ± 0.04 | 21.3 ± 0.89 | 4.98 ± 0.16 |
| Desnutridas | 35 | 0.144 ± 0.03 | 0.105 ± 0.02 | 22.94 ± 0.08 | 6.94 ± 0.06 | 13.5 ± 0.33 | 3.88 ± 0.02 |
| | | P < 0.02 | P < 0.01 | P ≪ 0.001 | P N.S. | P < 0.01 | P < 0.01 |
| Control | 43 | 0.397 ± 0.00 | 0.248 ± 0.01 | 102.7 ± 2.44 | 9.77 ± 0.13 | 19.3 ± 1.49 | 5.24 ± 0.16 |
| Realimentadas | 43 | 0.405 ± 0.02 | 0.266 ± 0.02 | 105.7 ± 5.08 | 10.87 ± 0.53 | 21.4 ± 1.69 | 6.24 ± 0.06 |
| | | P N.S. | P N.S. | P N.S. | P N.S. | P N.S. | P < 0.01 |

P = Límite de significancia de la distribución de Student.

N.S. = Diferencia estadística no significativa.

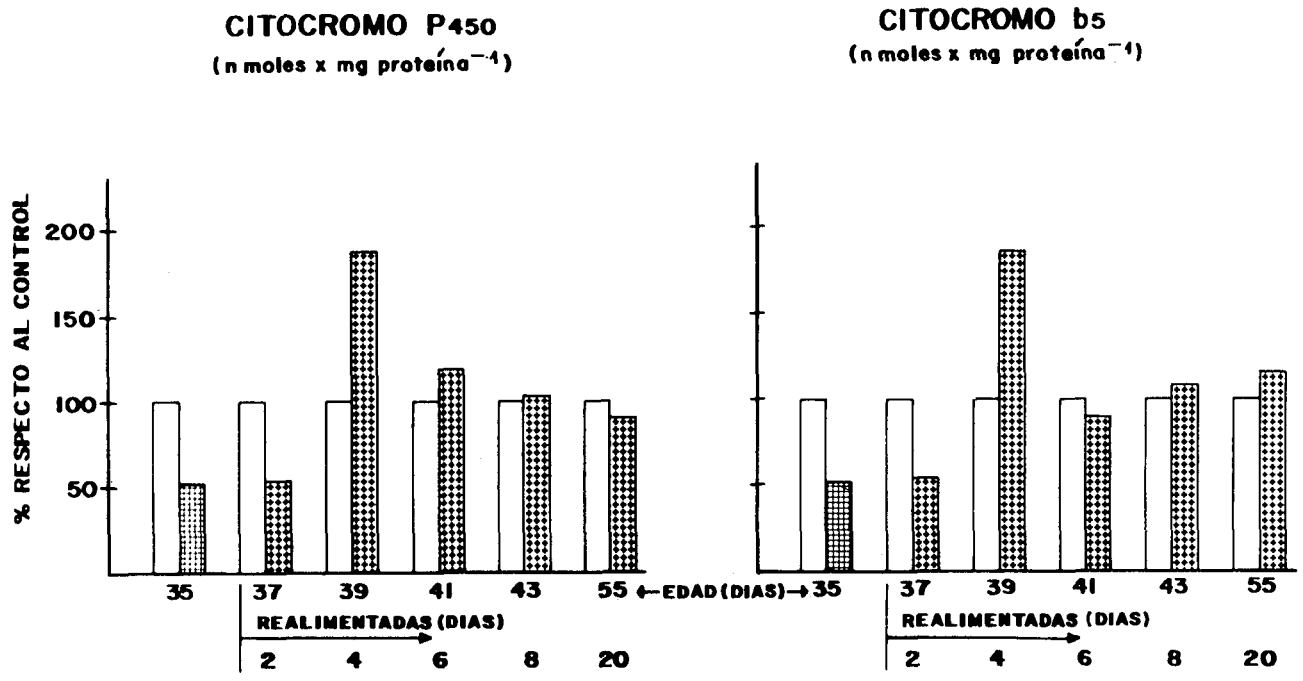





FIGURA 2

Contenido de citocromo P₄₅₀ y citocromo b₅ en ratas controles , desnutridas , y en recuperación la desnutrición , expresado en nanomoles por mg de proteína microsomal

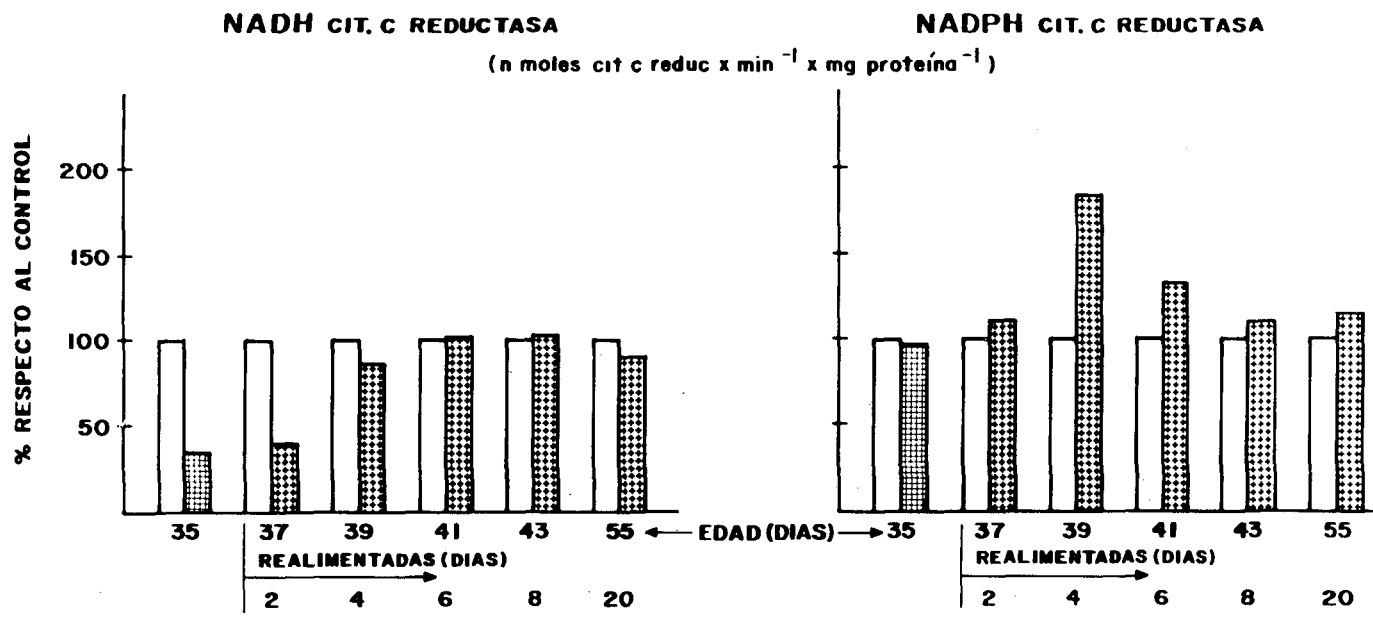


FIGURA 3

Actividades de NADH y NADPH citocromo reductasas en ratas controles , desnutridas y en recuperación de la desnutrición , expresada en nanomoles de citocromo c reducido por minuto y por mg de proteína microsomal.

40. día de realimentación, lográndose valores similares al del grupo control al 80. día.

La actividad de NADH citocromo c reductasa también fue estimulada al 60. día de realimentación, para alcanzar valores que no excedieron el de los normales. La actividad de NADPH reductasa que no experimentó gran variación durante la desnutrición, fue estimulada al 40. día de realimentación en un 183% del valor encontrado en los controles de edad similar, alcanzando 100% de actividad al 80. día de realimentación.

Cabe destacar que la comparación de los contenidos de citocromos y las actividades de citocromo reductasas microsomales hepáticas durante la realimentación, con los contenidos y actividades observadas durante la desnutrición, reveló una diferencia significativa. El estímulo de la realimentación es tan espectacular que, en el caso del citocromo P₄₅₀, el valor fue 400% veces superior al 40. día de realimentación.

Por otro lado, la Tabla 6 indica la actividad de citocromo oxidasa en los grupos experimentales, medida a través de la oxidación aeróbica de ferrocitocromo c reducido con ácido ascórbico. De acuerdo a los datos, la diferencia entre los valores obtenidos en ratas desnutridas y los encontrados en ratas control de edad similar, no tuvo significación estadística.

DISCUSION

El primer paso en la biosíntesis de las porfirinas y del grupo heme involucra la condensación de glicina y succinil coenzima A, activados por fosfato de piridoxal. La enzima que cataliza esta reacción es la delta aminolevulínico sintetasa (delta AL sintetasa) y es de importancia fundamental, ya que controla la biosíntesis de heme hepático (5). Jacob, Monod y Wollman, resumidos por Lowff (15) proponen dos mecanismos para controlar esta primera enzima de una cadena biosintética. Uno sería su inhibición por el producto final heme, y el otro, su represión por el producto final.

London, Burns y Karibian (16) han demostrado que el heme agregado a reticulocitos de conejo disminuye la incorporación de glicina en el heme de la hemoglobina, evidenciando inhibición de la enzima. El modelo de desnutrición experimental usado por nosotros, en el que encontramos bajos niveles de hemoproteínas — lo que sería indicativo de una baja disponibilidad de heme en

TABLA 6

ACTIVIDAD DE CITOCROMO OXIDASA (E.C. 1.9.3.1.) EN
MITOCONDRIAS HEPATICAS DE RATAS DESNUTRIDAS Y
CONTROLES

| Grupo | Edad (días) | n moles de ferrocitocromo c oxidado x mg de proteína ⁻¹ x min ⁻¹ |
|--------------|----------------|--|
| Desnutridas | 35 | 162 ± 18.3 (13) |
| Controles 35 | 35 | 123 ± 13.7 (15) |

P = N. S.

P = Límite de significancia de la distribución de Student.

N.S. = Diferencia estadística no significativa.

Las cifras entre paréntesis representan el número de casos.

el medio — no permite explicar que la baja actividad encontrada pueda deberse a este mecanismo. Más bien, podríamos postular que la desnutrición proteica, en la que el animal no tiene acceso a aminoácidos exógenos, es la que provocaría una disminución de estos últimos a nivel celular, afectando así su disponibilidad en el medio para sintetizar la cadena polipeptídica de la sintetasa del ácido delta aminolevulínico. Al suministrarles aminoácidos a las ratas a través de la proteína dietaria durante el período de realimentación, logramos inducir la actividad de la enzima a nivel hepático, aunque a nivel de la médula ósea ese estímulo fue menor.

Tschudy *et al.* (17) han informado de un mecanismo a través del cual la glucosa dietaria inhibe la síntesis de delta aminolevulínico sintetasa inducida por drogas (18, 19), en ratas, llamando a esta inhibición efecto de la glucosa o represión de catabolitos. Dichos investigadores demostraron que la alimentación con hidratos de carbono inhibe marcadamente la inducción de delta AL sintetasa producida por alilisopropilacetamida (AIA) activador de la enzima, bastando 30 g de sacarosa/kg de peso corporal/día/rata, para

disminuir a la tercera parte los μ moles de delta AL formados durante la inducción de la enzima por AIA.

El mecanismo a través del cual estaría reprimida la síntesis de delta ALS, según postulan Tschudy y colaboradores (17), lo explicaría el exceso de alfa cetoglutarato y succinato, catabolitos de la glucosa que a su vez son precursores de la síntesis de delta AL. Nuestro grupo experimental de ratas desnutridas tuvo acceso a una dieta casi exclusivamente a base de hidratos de carbono. La ingesta de glucosa, sin tomar en cuenta todos los otros hidratos de carbono, alcanzó una cifra superior a 30g/kg de peso corporal/día/rata, que fue la usada por los citados autores en su investigación (17). Al realimentar a la rata desnutrida, una parte importante de los hidratos de carbono fue reemplazada por caseína (32.5 g/100 g de dieta), disminuyendo así el aporte de glucosa y suministrando a la célula aminoácidos para síntesis proteica, a los que, como mencionamos antes, la rata no tuvo acceso durante la fase de desnutrición.

Podríamos postular que la ausencia de aminoácidos dietarios y el exceso de glucosa tendrían un efecto adicional en la inhibición de la actividad de delta ALS durante la desnutrición proteica precoz. Al reponer los aminoácidos a través de la dieta durante la realimentación y, simultáneamente, disminuir el aporte de glucosa, se logró una inducción de la enzima a nivel hepático, que fue suficiente para normalizar la síntesis de algunas de las hemoproteínas disminuidas. No se observó lo mismo en la actividad de delta ALS en la médula ósea, donde la inducción fue muy pequeña durante la realimentación. No descartamos la posibilidad que en la cadena biosintética de la hemoglobina, no sólo sea la síntesis de porfirinas la que esté disminuida sino que, además, la actividad intracelular de otras enzimas esté afectada y que los niveles de los cofactores involucrados en dicha biosíntesis también estén disminuidos.

La biosíntesis de hemoproteínas microsomales depende de la disponibilidad del grupo heme y éste, a su vez, del AL formado. Al cuantificar el contenido de algunos citocromos microsomales hepáticos encontramos que, en las ratas desnutridas, los contenidos de citocromo P_{450} , citocromo b_5 y actividad de NADH citocromo b_5 reductasa, estaban disminuidos en un 50% de los valores encontrados en las ratas control. Al mismo tiempo, observamos que la formación de delta AL a nivel hepático estaba disminuida en la misma proporción. La realimentación estimuló la síntesis de delta AL y aumentó los contenidos de los citocromos

estudiados, encontrándose que en éstos la inducción fue tan espectacular que a los 4 días de realimentación el contenido de los mismos llegó a ser 180% mayor, incluso que el de los controles, alcanzando valores normales después de 6 a 8 días de realimentación. Este estímulo en la síntesis de delta AL no fue tan espectacular, ya que sólo después de 25 días de realimentación logramos valores normales. El ácido AL formado por inducción de la proteína dietaria y la disminución de hidratos de carbono favorecieron en forma importante algunas de las hemoproteínas estudiadas, tales como citocromo P₄₅₀, cit. b₅, NADH cit. c red. y NADPH cit. c reductasa. Los citocromos y reductasas son componentes del sistema de oxidasas de función mixta microsomal, y este sistema es el responsable de metabolizar drogas aumentando su polaridad para facilitar su excreción.

La desnutrición severa provocó un descenso en el contenido y actividad de estos componentes, hecho que es de importancia fundamental en la terapia con drogas durante la desnutrición. Es importante señalar que en los primeros días de realimentación estos componentes experimentan un estímulo sorprendente, a tal grado que el animal en recuperación metabolizaría drogas o fármacos a una velocidad mucho mayor que el animal control.

La anemia provocada durante la desnutrición experimental disminuye el oxígeno transportado a las células. Nuestros resultados indicaron que el aporte disminuido de oxígeno no redujo la actividad de citocromo oxidasa en las mitocondrias de hígado de rata, hallazgo demostrativo de que la actividad de esta enzima es independiente de la concentración de oxígeno a esos niveles.

Chance (20) ha demostrado que la interacción entre el citocromo a₃ y el oxígeno es una consecuencia más bien de las interacciones con otros componentes de la cadena respiratoria. En nuestro estudio, durante la fase de desnutrición proteica precoz, ni el O₂ disminuido ni la baja disponibilidad de ácido delta AL lograron alterar la actividad de citocromo oxidasa.

SUMMARY

ACTIVITIES OF DELTA AMINO LEVULINIC SYNTHETASE, CYTOCHROME OXIDASE, AND CONTENT OF THE OXIDASE SYSTEM COMPONENTS, AS A MIXED FUNCTION DURING EXPERIMENTAL PROTEIN MALNUTRITION

Activities of delta amino levulinic synthetase (DALS), cytochrome oxidase (E. C. 1.9.3.1.), NADH cytochrome b_5 reductase (NADH red.), NADPH cytochrome P_{450} reductase (NADPH red.), contents of cytochrome P_{450} (cyt. P_{450}) and cytochrome b_5 (cyt. b_5), and levels of hemoglobin and hematocrit were studied in three groups of rats: a) malnourished, b) during recovery from malnutrition, and c) controls.

During severe protein malnutrition blood levels of hemoglobin and hematocrit were found to be decreased as well as DALS' activity in homogenized bone marrow and liver. The activity of NADH red. and contents of cyt. P_{450} and cyt. b_5 in hepatic microsomes were also found significantly depressed. The microsomal activity of NADPH red. as well as mitochondrial cytochrome oxidase did not present significant changes, since values obtained in malnourished rats were similar to those found for the control group.

While recovering from malnutrition, when rats were fed a casein based diet (10 NDpCa1%) supplemented with Fe and Cu, the hepatic enzymatic activities, the cytochrome contents of P_{450} and b_5 , and hematocrit experienced a spectacular increase, reaching towards the end of the refeeding period values which could be compared to those found in the control group. Nevertheless, DALS' activity in homogenized bone marrow and hemoglobin levels remained low.

Results are discussed in relation to depressed activities and contents of enzymes, coenzymes, metabolites and substrates involved in the hemoglobin synthesis in the rat bone marrow, during recovery from malnutrition.

BIBLIOGRAFIA

1. Araya, J. & M. A. Tagle. Hepatic and circulating (non-heme) iron during recovery from malnutrition in the rat. *Am. J. Clin. Nutr.*, 26:482-483, 1973.
2. Araya, J., C. Bosco, R. Cepeda & A. Strozzi. *Bol. Hosp. San Juan de Dios*, 21:244, 1974.
3. Araya, J. Metabolismo del hierro durante la recuperación de la rata

- desnutrida. *Arch. Latinoamer. Nutr.*, 25:261-272, 1975.
4. Shemin, D. The biosynthesis of porphyrins. En: **The Harvey Lectures. Series 50 (1954-1955)**. New York, Academic Press, 1956, p. 258-284.
 5. Granick, S. & A. Kappas. Steroid introduction of porphyrin synthesis in liver cell culture. I. Structural basis and possible physiological role in the control of heme formation. *J. Biol. Chem.*, 242:4587-4593, 1967.
 6. Canaan, R. K. Hemoglobin standard. *Science*, 127:1376-1378, 1958.
 7. Guest, G. M. & V. E. Siler. A centrifuge method for the determination of the volume of cells in blood. *J. Lab. Clin. Med.*, 19:757-768, 1934.
 8. Marver, H. S., D.P. Tschudy, M.G. Perloth & A. Collins. δ aminolevulinic acid synthetase. I. Studies in liver homogenates. *J. Biol. Chem.*, 241:2803-2809, 1966.
 9. Urata, G. & S. Granick. Biosynthesis of δ -aminoketones and the metabolism of aminoacetone. *J. Biol. Chem.*, 238:811-820, 1963.
 10. Omura, T. & R. Sato. The carbon monoxide-binding pigment of liver microsomes. *J. Biol. Chem.*, 239:2370-2378, 1964.
 11. Masters, B.S.S., C. H. Williams, Jr. & H. Kamin. (92), The preparation and properties of microsomal TPNH-cytochrome c reductase from pig liver. En: **Methods in Enzymology (Vol. 10)**. R.W. Estabrook and M. E. Pullman (Eds.). New York, Academic Press, 1967, p. 565-573.
 12. Johnson, D. & H. Lardy. Isolation of liver or kidney mitochondria. En: **Methods in Enzymology (Vol. 10)**. R.W. Estabrook and M.E. Pullman (Eds.). New York, Academic Press, 1967, p. 94-95.
 13. Smith, L. Spectrophotometric assay of cytochrome c oxidase. En: **Methods of Biochemical Analysis (Vol. II)**. D. Glick (Ed.). New York, Interscience Publishers, Inc., 1955, p. 427-434.
 14. Lowry, O. H., N. J. Rosenbrough, A. L. Farr & R. J. Randall. Protein measurement with the folin phenol reagent. *J. Biol. Chem.*, 193: 265-275, 1951.
 15. Lowff, A. En: **Biological Order**. Cambridge, Mass., The MIT Press, 1962.
 16. London, I. M., G. P. Burns & B. Karibian. The regulation of hemoglobin synthesis and the pathogenesis of some hypochromic anemias. *Medicine*, 43:789-802, 1964.
 17. Tschudy, D.P., F. H. Welland, A. Collins & G. Hunter, Jr. The effect of carbohydrate feeding in the induction of δ -aminolevulinic acid synthetase. *Metabolism*, 13:396-406, 1964.
 18. Epps, H.M.R. & E.F. Gali. *Biochem.*, 36:69, 1942.
 19. Monod, J. *Growth*, 11:223, 1947.
 20. Chance, B. Cellular oxygen requirements. *Fed. Proc.*, 16:671-680, 1957.

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

RESEÑAS Y ACTUALIDADES

**SISTEMAS DE VIGILANCIA ALIMENTARIA-NUTRICIONAL
EN DESARROLLO**

En diversos países se están implementando ya sistemas de vigilancia, pero son pocos los trabajos publicados en la literatura científica que relatan las experiencias logradas hasta el momento. Aunque la información de que disponemos a este respecto dista de ser completa, tenemos referencia de algunos esfuerzos que se están haciendo en este campo en diferentes partes del mundo, los cuales sumarizamos a continuación. En la medida que obtengamos mayor o más completa información, la iremos, pues, dando a conocer en esta Sección.

En *Colombia* se está trabajando en la implantación de un sistema de vigilancia alimentaria-nutricional de carácter multi-sectorial cuya base es el uso de los datos disponibles en el país, utilizando la infraestructura existente. La intención es seleccionar un Departamento en el país para iniciar el sistema como proyecto piloto. Existe un Comité Nacional de Vigilancia Alimentaria y Nutricional en el que participan diferentes sectores.

En *Costa Rica* el sistema de vigilancia nutricional se encuentra en la etapa de planeamiento y se está estructurando con predominio inicial del sector salud debido a la gran cantidad de datos de que éste ya dispone.

Cuba, en su programa de nutrición, incluye un fuerte componente de vigilancia nutricional en el sector salud, primordialmente centrado en los grupos de mujeres embarazadas y niños preescolares.

Honduras ha establecido un sistema monitor continuo de naturaleza multisectorial en un área geográfica de ensayo, con el fin de adquirir experiencia antes de implementarlo a nivel nacional. El sistema de vigilancia alimentaria-nutricional está basado en las fuentes de datos y mecanismos de información en cada una de las cinco instituciones que participan en el mismo, y de acuerdo a una estructura técnico-administrativa horizontal.

En la *India* el sistema de vigilancia nutricional, en salud, está dirigido a la población rural de la parte sur de la región central del país. Hasta el momento, los datos colectados son de peso, talla y consumo de alimentos de preescolares y escolares.

Israel también ha iniciado su sistema de vigilancia nutricional en el sector salud. Está recogiendo datos continuos en áreas seleccionadas del país, sobre peso y talla, así como sobre el peso del niño al nacer y otros propios de la madre embarazada.

En *St. Kitts-Nevis-Anguila* está funcionando un sistema de vigilancia alimentaria-nutricional con la participación de los ministerios de salud, agricultura, educación, y bienestar social. El enfoque multisectorial del sistema permite coleccionar datos procedentes de las áreas: salud y nutrición, disponibilidad y consumo de alimentos, demografía y medio ambiente.

Finalmente, en *Yugoslavia* se ha establecido también un sistema de vigilancia de los datos relativos al peso y talla de todos los niños que asisten a los centros de salud materno-infantiles de Croacia. Dada su amplia cobertura, puede decirse que casi todos los niños están así sujetos a vigilancia. Los datos son procesados rápidamente con el fin de identificar a los que están a riesgo y requieren un mayor seguimiento. Actualmente se están incorporando al sistema el peso del niño al nacer y otros datos de la mujer embarazada.

Fichero Bibliográfico

Acciarri, G., J.C. Eckroad, L. F. Fajardo, *et al.* Screening for malnutrition with arm circumference. *Arch. Latinoamer. Nutr.*, 27:343-357, 1977.

Bai, I., V. N. Sastry, D. V. Subbaiah & G. K. Rao. Assessment of nutritional status of pre-school children: a comparison

- of methods. *J. Trop. Pediat. Environ. Child Health*, 23: 224-225, 1977.
- Burgess, H. J. L. & A. Burgess. A field worker's guide to a nutritional status survey. *Am. J. Clin. Nutr.*, 28:1299-1321, 1975.
- Guthrie, H. A. Nutritional status measures as predictors of nutritional risk in preschool children. *Am. J. Clin. Nutr.*, 29: 1048-1050, 1976.
- Kumar, V., R. Bhasker & K. C. Gupta. Nutrition monitoring of pre-school children. *Indian Pediat.*, 12:153-158, 1975.
- Miller, D. C., M. Z. Nichaman & J. M. Lane. Simplified field assessment of nutritional status in early childhood: practical suggestions for developing countries. *Bull. Wld Hlth Org.*, 55:79-86, 1977.
- Shakir, A. Arm circumference in the surveillance of protein-calorie malnutrition in Baghdad. *Am. J. Clin. Nutr.*, 28: 661-665, 1975.
- Shakir, A. The surveillance of protein-calorie malnutrition by simple and economical means. *J. Trop. Pediat. Environ. Child Health*, 21:69-85, 1975.
- Tandon, B. N. Vigilancia de los programas de nutrición de vigencia en la India. *Aliment. Nutr. (FAO)*, 2:19-23, 1976.

Ayude a mantener dinámico el grupo SVAN informándolo permanentemente sobre manuscritos que hayan salido a luz, proyectos en desarrollo, y eventos realizados o programados.

**José Aranda-Pastor
Coordinador**

BIBLIOGRAFIA LATINOAMERICANA

BRASIL

O metabolismo do ferro em doentes de blastomicose sul-americana (Paracoccidiodomicose).— R. Martínez e A. M. Fiorillo (Serviço de Moléstias Infecciosas e Tropicais, Depto. de Clínica Médica, Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, U.S.P., Brasil). Rev. Inst. Med. trop. São Paulo, 20: 195-201, 1978.

Investigou-se o metabolismo do ferro em 20 pacientes com Blastomicose sul-americana (Paracoccidiodomicose). As alterações encontradas foram: hipoferremia, diminuição da capacidade máxima sérica de fixação de ferro (TIBC) e da porcentagem de saturação da transferrina. Quando submetidos à sobrecarga oral de ferro (4 mg por quilo de peso corporal, sob a forma de sulfato ferroso), eles apresetaram curvas de ferremia achatadas, com retorno rápido ao nível prévio de ferro sérico. Foi possível estabelecer uma correlação

positiva do ferro sérico com a hemoglobina e o hematócrito. Portanto, a hipoferremia pode estar atuando como fator limitante da velocidade de síntese de eritrócitos pela medula óssea. Uma correlação inversa também existe entre a hemossedimentação e os parâmetros do metabolismo do ferro. A anemia e os distúrbios ferrocínéticos foram mais acentuados nos casos de blastomicose ganglionar do que nos pacientes com lesão pulmonar. As modificações observadas no metabolismo do ferro dos blastomicóticos são características das infecções crônicas, tendo papel importante na patogênese da anemia desses estados. O presente estudo sugere que a anemia observada nos doentes de Blastomicose sul-americana pode ser explicada de maneira semelhante. 14 Ref.

CUBA

Obesidad infantil: algunos aspectos importantes.— F. Carvajal Martínez y L.

Escobar Guillén (Hospital Pediátrico Provincial Docente "Octavio de la Concepción y de la Pedraja", Holguín, Cuba). Rev. Cub. Ped., 50: 11-17, 1978.

Se presentan 50 pacientes obesos estudiados en el servicio de endocrinología del Hospital Pediátrico Provincial Docente "Octavio de la Concepción y de la Pedraja", en Holguín. Se señalan diversos aspectos importantes de la afección como son: peso normal al nacer, inicio precoz de la obesidad (antes de los 5 años de edad), antecedentes familiares frecuentes de obesidad y diabetes mellitus, aceptación por parte de los padres de la obesidad como hermosura, total predominio de la obesidad grave y moderada y nivel cultural alto de los padres (el 70% con más del 6o. grado). Se hace énfasis en la necesidad de prevenir, diagnosticar o tratar esta afección, principalmente en el niño. Se destaca la importancia de la educación nutricional como base para luchar contra esta afección. 26 Ref.

ESTADOS UNIDOS

Entamoeba histolytica: iron and nutritional immunity.— L.S. Diamond, D.R. Harlow, B.P. Phillips and D.B. Keister (Laboratory of Parasitic Diseases, National Institute of Allergy and Infectious

Diseases, National Institutes of Health, Bethesda, Maryland, USA). Arch. Invest. Méd. (Méx.) 9 (Supl. 1): 329-338, 1978.

Entamoeba histolytica requires Fe for growth as do all other living organisms. Parasites, unlike free-living forms, rely on their hosts for this metal and compete vigorously with host cells for available Fe. The ability of the host to withhold Fe from the parasite is termed nutritional immunity, and is thought to play an important protective role against invading bacteria and fungi.

Although the mechanisms whereby protozoa obtain Fe from the environment have not been elucidated, we have shown that *E. histolytica in vitro* can utilize Fe bound to complex proteins (hemoglobin, ferritin), simpler organic complexes (ferric ammonium citrate), and as inorganic compound (FeCl_3). Moreover, this amoeba has a high Fe requirement for growth. Thus, it is logical to inquire: "Does nutritional immunity have a role in the pathogenesis of amebic disease?" Evidence obtained through animal experiments is presented which suggests that it does. Furthermore, preliminary data gathered from a study of patients with amebic liver abscess being conducted at the Hospital General, CMN, IMSS, Mexico City, indicate that the reaction of the

human host to the invasion of *E. histolytica*, insofar as the management of Fe is concerned, parallels that produced in response to invasion by bacterial and fungal pathogens.

Based on *E. histolytica*'s high Fe requirement, biological explanations are offered in an attempt to account for the liver being the most common site of extra-intestinal disease, the predominance of liver abscess in the male, and the occurrence of the acute and often fulminating intestinal and hepatic disease observed in the Zulu peoples in the environs of Durban, South Africa. 29 Ref.

GUATEMALA

Planning a food and nutrition surveillance system: the example of Honduras. J. Aranda-Pastor, M.T. Menchú, R. Palma and J.P. Kevany. (Institute of Nutrition of Central America and Panama (INCAP), Guatemala, C.A.; Food and Nutritional Surveillance System, Tegucigalpa, Honduras, and University of Dublin, Ireland). *Am. J. Public Health*, 68: 748-750, 1978.

A description of the preliminary steps in establishing a food and nutrition surveillance system in a country of Central America is

presented in outline. The System will provide the basis for policy formulation; program planning, and evaluation. It is organized on the basis of the participation and resources of seven national agencies and will operate at the local, regional, and central level. 4 Ref.

MEXICO

Intestinal lactase deficiency and milk drinking capacity in the adult. R. Lisker, L. Aguilar and C. Zavala. (Dept. of Genetics, Instituto Nacional de la Nutrición, México, D.F., México). *Am. J. Clin. Nutr.*, 31: 1499-1503, 1978.

The milk drinking capacity of 200 adults was determined experimentally and the results correlated with their milk drinking habits and intestinal lactase activity as judged by a lactose tolerance test. Of the group 65.5% were found to have deficient lactase activity and 5.3% experienced severe gastrointestinal symptoms with 250 ml of milk, 28.2% with 500 ml; 26.0% with 750 ml; 15.3% with 1,000 ml, and 25.2% tolerated the latter amount without difficulty. Of the normal individuals, 92.7% tolerated 1,000 ml without symptoms. Intestinal lactase activity seemed to be important in determining the extremes of milk ingestion: four or more glasses

per day or no milk ingestion, but had little effect in the intermediate pattern of milk consumption. It is concluded that intestinal lactase deficiency has clinical relevance and should be considered when nutritional supplementation with milk is contemplated. 15 Ref.

Anemia nutricional. VII. Valores de serie roja en mujeres nulíparas sanas residentes a 2,240 metros sobre el nivel del mar. J. Piedras y A. Loria (Depto. de Hematología, Instituto Nacional de la Nutrición, México D.F., México). *Rev. Invest. Clin. (Méx.)*, 30: 241-246, 1978.

Se estudiaron los valores de hemoglobina (Hb), hematocrito (Ht) y concentración globular media de hemoglobina (CGMHb), en mujeres jóvenes nulíparas, clínicamente sanas, cuyas edades oscilaron entre 16 y 24 años, de buena condición socioeconómica y residentes de la ciudad de México. Se excluyeron 7 de 75 casos que presentaron datos de laboratorio sugestivos de deficiencia de hierro o de alteración en el metabolismo de hierro.

La Hb se dosificó espectrofotométricamente por el método de la cianometahemoglobina, y el Ht en tubos de Wintrobe centrifugados por 30 minutos a 2,200 g. La

CGMHb se calculó con la fórmula 100 Hb/Ht .

Los 3 parámetros presentaron una distribución normal (gaussiana) en los 68 casos y las medias y desviaciones estándar fueron: Hb (g/dl) = 15.88 ± 0.904 ; Ht (%) = 47.0 ± 2.341 ; y CGMHb (%) = 33.73 ± 1.022 . Los valores de Hb y Ht fueron estadísticamente más altos que los observados a nivel del mar. Se propone el uso de estas oscilaciones como valores normales para mujeres jóvenes residentes en la ciudad de México o a alturas similares (2,240 metros sobre el nivel del mar). 17 Ref.

VENEZUELA

Máxima capacidad aeróbica en una muestra de la población masculina venezolana en consideración a la edad y ocupación. J. A. Alliey Huerta (Facultad de Medicina, Universidad del Zulia, Maracaibo, Venezuela). *Rev. Fac. Med. (Maracaibo)*, 8: 1-4, 1976.

Se estudió el máximo consumo de oxígeno (VO_2), frecuencia cardíaca, presión sistólica y diastólica e incremento del gasto cardíaco durante trabajos máximos, en 296 venezolanos del sexo masculino, agrupados según la edad y ocupación.

El promedio del consumo máximo de oxígeno (VO_2) en el total de la población fue de 2.74 lt/min equivalente a 37.9 ml/kg/min, observándose una declinación progresiva del máximo poder aeróbico en relación a la edad, tanto en la población general como en los diferentes grupos ocupacionalmente identificados. Los grupos que demostraron mayor actividad corporal obtuvieron mayores valores que los grupos considerados como sedentarios. Se demostró una disminución del consumo máximo de oxígeno (VO_2) en el venezolano cuando se comparó con valores obtenidos en hombres pertenecientes a países desarrollados.

El valor promedio de la máxima frecuencia cardíaca fue 182 ± 12 latidos por minuto, declinando la máxima frecuencia cardíaca a medida que se avanza en edad.

Los promedios de las tensiones sistólicas y diastólicas máximas fueron 195 ± 12 mmHg y 83.3 ± 16 mmHg, demostrándose un incremento de ambas presiones en relación a la edad como respuesta al esfuerzo físico máximo. En aquellos sujetos de mayor capacidad aeróbica responde con una menor elevación de las presiones sanguíneas al efectuar trabajos corporales máximos.

El incremento del gasto cardíaco de la población general fue de 3.8 veces sobre el valor de reposo,

comprobandose una relación indirectamente proporcional entre el incremento del gasto cardíaco máximo, cuando se le compara con la edad, y la actividad física. 40 Ref.

Studies on the growth of *Kluyveromyces fragilis* in whey for the production of yeast protein. F.J. Castillo and S.B. de Sánchez (Centro de Microbiología y Biología Celular, Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas, Caracas, Venezuela). *Acta Cient. Venezolana*, 29: 113-118, 1978.

The food yeast *Kluyveromyces fragilis* was grown in batch on deproteinized whey solutions.

Maximal values for lactose utilization (> 90%), yeast concentration (8 to 8.5 mg/ml) and yield (55%) were obtained on 2% whey supplemented with 0.2% ammonium sulfate and 0.1% yeast extract. The yeast was found to require inositol, calcium pantothenate, thiamine and nicotinic acid for growth.

Yields decreased below 40% in whey concentrations above 6%.

The specific growth rate (μ) was dependent on the temperature, its maximal value (0.447 h^{-1}) was obtained at 40°C.

The yeast biomass contained 52% protein, 9.5% nucleic acid, 42% carbohydrates and 1.11% phosphorus.

The results presented here indicate the possibility of developing a process for whey fermentation and production of yeast protein. 25 Ref.

URUGUAY

Parenteral nutrition in intractable diarrhea. R. Maggi, A. Acuña and M.J. Sará-

chaga (Hospital Central de las Fuerzas Armadas, Montevideo, Uruguay). Arq. Gastroent., São Paulo, 15: 146-149, 1978.

Twelve infants with protracted diarrhea, unmanageable by the usual procedures, were treated with total central parenteral nutrition. Eleven of them were less than six months old. Two infants died in the course of treatment; the other ten recovered. The authors discuss the indications of this procedure, the technique used and the possibility of performing it in centers not specialized in nutrition. 8 Ref.

NUEVOS LIBROS

Nutritional Improvement of Food and Feed Proteins. Mendel Friedman, Editor. New York, Plenum Press, 1978, 882 págs. US\$69.50. (Series: Advances in Experimental Medicine and Biology, Vol. 105).

El libro contiene 40 capítulos preparados por científicos de variadas disciplinas de todos los continentes del mundo. Cubren una gran variedad de temas que, de una manera u otra, están relacionados con el mejoramiento nutricional de alimentos para el hombre y también para animales. Del total, dos capítulos enfocan problemas relacionados a los requerimientos de proteína y a la desnutrición proteínica. Alrededor de 15 trabajos tratan sobre alimentos ricos en proteína y la suplementación de cereales o mezclas de cereales y leguminosas con proteínas de origen vegetal o animal. Con relación a estos aspectos, se presentan aproximadamente 5 capítulos sobre aminoácidos, su adición a alimentos en forma libre o ligada a la proteína. Entre estos últimos, la reacción conocida como la de plastina es de sumo interés y potencial.

El libro también incluye 5 capítulos sobre evaluación biológica de proteínas y alrededor de 6 relacionados con el problema de mejoramiento nutricional a través de cambios genéticos en plantas. Se presentan, asimismo, algunos capítulos sobre fotosíntesis y producción proteínica y sobre fuentes vegetales de proteína. El libro, por consiguiente, constituye una valiosa compilación de trabajos recientes en el área de la nutrición proteínica, y se considera muy recomendable para aquéllos que deseen estar debidamente informados sobre tan interesante tema.

Werner G. Jaffé

Ricardo Bressani

OTRAS PUBLICACIONES

Nutritional Standards and Methods of Evaluation for Food Legume Breeders. J.H. Hulse, O.O. Rachie and L.W. Billinsley, editores. Ottawa, Canadá, 1977, 100 págs. US\$1.00 (IDRC - TS7e)

Durante los últimos 10 años se ha podido constatar el gran interés que a nivel internacional existe en incrementar la producción, calidad organoléptica y calidad nutritiva de las leguminosas de grano.

Uno de los últimos documentos al respecto lo constituye la publicación a que se alude. Esta consiste de cinco capítulos que abordan: la evaluación física y química de la calidad y cantidad de proteína; métodos biológicos de evaluación; métodos de selección por calidad de cocción y procesamiento; mecanismos para medir la dureza del grano, y una serie de interesantes artículos que sirvieron de base para la elaboración de este documento.

Los interesados pueden solicitar la publicación (IDRC-TS7e), escribiendo directamente a: IDRC, Box 8500, Ottawa, Canadá K1G 3H9, Head Office 60 Queen Street, Ottawa, Canadá.

NOTAS

XXV REUNION ANUAL DEL PROGRAMA COOPERATIVO CENTROAMERICANO PARA EL MEJORAMIENTO DE CULTIVOS ALIMENTICIOS (PCCMCA)

Tegucigalpa, Honduras, 19 a 23 de marzo de 1979

Esta Reunión se ha venido realizando ininterrumpidamente en los países de Centro América y Panamá durante los últimos 25 años. El evento, en esta oportunidad, cobra particular significado ya que celebra sus bodas de plata.

En lo que a sus aspectos científicos concierne, durante su desarrollo se presentarán los logros de instituciones nacionales agrícolas en la problemática del incremento de la producción de cultivos alimenticios. Se abordarán también diversas facetas de los adelantos en cuanto a la conservación, transformación y valor nutritivo de los mismos.

Además de las conferencias acostumbradas, que implican las mesas redondas sobre maíz y sorgo, leguminosas de grano, arroz y hortalizas y frutas, se celebrarán también sesiones plenarias, así como discusiones sobre el futuro del Programa.

Para mayor información al respecto, se recomienda a los interesados dirigirse al Ing. Leopoldo Alvarado, Secretario del Comité Organizador, Apartado Postal 1369, Tegucigalpa, Honduras.

INTERNATIONAL COURSE IN FOOD SCIENCE AND NUTRITION Wageningen, The Netherlands (enero a junio: 1979 y 1980)

**Organizado por The Netherlands Universities Foundation for International
Cooperation (NUFFIC), in cooperation with Agricultural University,
Wageningen, and State University Utrecht**

Este Curso viene impartándose desde 1970, siendo sus objetivos el

tratar de proporcionar a los participantes una clara percepción de las ciencias básicas, así como conocimientos fundamentales de relevancia con el almacenamiento de alimentos, su procesamiento, y valor nutritivo. El Curso promueve un enfoque práctico y multidisciplinario cuya finalidad es ayudar a resolver los problemas mundiales de alimentos y nutrición.

Su objetivo de largo plazo es preparar estudiantes para trabajo de equipo multidisciplinario a fin de que puedan resolver los problemas alimentarios y de nutrición en sus propios países, a través de la aplicación de medidas y la introducción de políticas alimentarias y de nutrición debidamente documentadas.

En 1979 enfocará el tema "Problemas Ecológicos Relacionados con la Nutrición del Niño Preescolar", mientras que en 1980, se abordará "La Tecnología Rural de Alimentos; Su Impacto sobre la Disponibilidad de Alimentos, Procesamiento de Alimentos y Nutrición".

Los interesados pueden obtener mayor información al respecto dirigiéndose a: The Registrar, ICFSN, NUFFIC, P.O. Box 90734, 2509 LS, The Hague, Holland.

III SEMINARIO Y PRIMER CONGRESO LATINOAMERICANO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA DE ALIMENTOS Bueno Aires, Argentina, 5 a 7 de noviembre de 1979

La Asociación Iberoamericana de Ciencia y Tecnología de Alimentos, con sede en Campinas, São Paulo, Brasil, ha designado a la Asociación Argentina de Tecnólogos Alimentarios para organizar y llevar a cabo el III Seminario y Primer Congreso Latinoamericano de Ciencia y Tecnología de Alimentos, en los que participarán destacados especialistas invitados para el efecto.

Durante el *III Seminario* se tratarán 7 temas vitales: 1) Complejos agroindustriales: estudio de casos en operación y a plantearse en el futuro mediato de Latino América. 2) Comercialización de los alimentos básicos consumidos en la Región: su exportación, problemas y soluciones. 3) Control de calidad: su influencia en el desarrollo de los mercados locales e internacionales. 4) Desarrollo de alimentos no convencionales: composición, tecnología de producción y valor nutritivo. 5) Técnicas de tratamiento de efluentes y residuos: de las fábricas procesadoras de alimentos. 6) Almacenamiento y transporte de alimentos: técnicas de reducción de pérdidas post-cosecha, y 7) La ciencia y tecnología de alimentos y los problemas de nutrición:

retención del valor nutritivo de los alimentos durante los procesos de transporte y conservación. Alimentos para lactantes e instituciones.

En cuanto al *Primer Congreso*, éste constará de reuniones de Mesa Redonda y de lectura de Trabajos Libres. En las primeras se abordarán temas de gran importancia como son: I. Transferencia de tecnología entre Universidad, Institutos de Investigación y la Industria. II. La legislación sobre alimentos en América Latina, su importancia en la salud de la población y en el intercambio comercial. Leyes sobre alimentos, y códigos. III. Aprovechamiento de los alimentos del medio acuático: explotación pesquera, acuicultura y algas marinas. IV. El agua y la ciencia y la tecnología de alimentos, y V. La utilización de enzimas y microorganismos en la elaboración de alimentos.

En la Sección destinada a Trabajos Libres, se invita a los investigadores que así lo desean, a presentar trabajos libres que no hayan sido publicados anteriormente, debiendo enfocarse dentro de los siguientes temas generales: a) Tecnología, b) Ciencia, c) Ingeniería, d) Nutrición, e) Sanidad e Higiene de Alimentos, f) Aditivos, y g) Análisis de Alimentos.

Los idiomas oficiales del Seminario-Congreso serán el español y el portugués. Los interesados podrán obtener mayor información dirigiéndose al Dr. Juan Carlos López Musi, Presidente del Comité Ejecutivo, Asociación Argentina de Tecnólogos Alimentarios, Buenos Aires Sheraton Hotel, Ave. Santa Fé 11-45-(1059), Buenos Aires, República Argentina.

PRIMERA MESA REDONDA INTERNACIONAL DE LUPINO

Lima, Perú, abril de 1980

Organizada por los Institutos Nacionales de Salud/Ministerio de Salud,
y la Agencia Alemana de Cooperación Técnica

Con el desarrollo de esta Primera Mesa Redonda se pretende lograr el intercambio de experiencias, el incentivo de la colaboración internacional e interdisciplinaria, y emitir recomendaciones para futuros estudios.

Se tratarán los siguientes temas: 1) Fitomejoramiento; 2) producción; 3) tecnología de alimentos; 4) características químicas de la semilla; 5) nutrición animal, y 6) nutrición humana.

OTRAS NOTAS DE INTERES

**Reactivación de la Sociedad Chilena de Nutrición, Bromatología
y Toxicología**

Santiago, Chile, 4 de enero de 1979

En Asamblea plenaria de socios celebrada en la fecha que se indica, se reconstituyó la Sociedad Chilena de Nutrición, Bromatología y Toxicología. Se acordó que la última Directiva siguiera en funciones hasta el mes de abril, a fin de ordenarla administrativamente y convocar a nuevas elecciones. El Directorio está constituido por:

| | |
|----------------|--|
| Presidente | Dr. Fernando Monckeberg |
| Vicepresidente | Dr. Max Rutman |
| Secretaria | Nutricionista Vivian Gattas |
| Directores | Dres. Lilian Masson, Roberto Tapia, Pablo Schultz y Carmen Visconti |

En el transcurso de este período de reactivación ha estado trabajando activamente un Comité integrado por los Dres. Ricardo Uauy, Antonio Arteaga, Vivian Gattas, Irma Pennacchioti y Héctor Araya.

Ajeno al interés de los grupos académicos nacionales, esta labor ha contado con el valioso apoyo de la Universidad de las Naciones Unidas y de la Sociedad Latinoamericana de Nutrición, proporcionada a través de sus respectivos Representantes.

Funge ya un Comité encargado de la vinculación con sociedades, instituciones e individuos en el ámbito internacional, integrado por los Dres. Fernando Monckeberg, Herman Schmidt Hebbel, Antonio Arteaga, Ricardo Uauy y Héctor Araya. También se ha designado una Comisión formada por los Dres. Julia Araya, Ita Barja y Sergio Valiente, para que estudie la factibilidad de reeditar la *Revista Chilena de Nutrición, Bromatología y Toxicología*.

Se elaboró, asimismo, un programa tentativo de actividades para el año 1979, entre las que destacan las siguientes: reestructuración de la revista citada en el párrafo anterior; organización de un congreso científico y de grupos de trabajo sobre temas de relevancia nacional en materia de nutrición y ciencias afines: nutrición clínica, alimentos infantiles, normas nutricionales para la población chilena; normas para el control de alimentos, yodación de la sal, anemias nutricionales, y otras áreas de interés.

Se agradece la valiosa ayuda financiera al mantenimiento de esta Revista a las siguientes

ENTIDADES PATROCINANTES

Instituto Nacional de Nutrición de Venezuela (Caracas, Venezuela)
Productos Roche (Caracas, Venezuela)
ESPALSA, Especialidades Alimenticias S. A. (Caracas, Venezuela)
Asociación Americana de Soya (México, D. F., México)
GERBER, Venezolana de Alimentos C. A. (Caracas, Venezuela)
Envases Internacional S. A. (Caracas, Venezuela)
Alimentos Kellogg S. A. (Caracas, Venezuela)
Industrias Yukery (Caracas, Venezuela)
BRANCA (Caracas, Venezuela)
CODALIM, Comercial de Alimentos (Caracas, Venezuela)
Fundación Polar (Caracas, Venezuela)
PRALVEN, Productos Alimenticios Venezolanos S. A. (Caracas, Venezuela)
Industrias Savoy C. A. (Caracas, Venezuela)
Inversiones "La Isabélica" (Caracas, Venezuela)
DECASA, Desgerminadora Carabobo S. A. (Valencia, Venezuela)
Helados EFE (Caracas, Venezuela)
INDUALICA, Industrias Alimenticias Alianza, C. A. (Caracas, Venezuela)

POR CORTESIA DE:

Savoy

INDUSTRIAS SAVOY C. A.
APARTADO 1287 ZONA 101
CARACAS - VENEZUELA

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 deber ser informativo, presentado en hoja separada del texto, y preparado en forma clara y concisa para el lector que no ha leído el texto del artículo. Debe especificar también el propósito, método, resultados importantes y principales conclusiones.

3. *Introducción*

Debe indicar claramente el objetivo o hipótesis de la investigación y sus relaciones con la nutrición y otros trabajos existentes, evitándose largas revisiones bibliográficas.

4. *Material y Métodos*

La descripción de los materiales debe hacerse en forma concisa. Cuando las técnicas o procedimientos utilizados hayan sido publicados, deberán mencionarse, e incluir sólo los detalles de técnica que representan modificaciones substanciales del procedimiento original. Cuando se utilicen términos locales o regionalismos, éstos deberán ser aclarados mediante su denominación científica o de uso general.

5. *Resultados*

Estos se presentarán en lo posible en *Tablas y/o Gráficas* que serán respaldadas por cálculos estadísticos, evitando la repetición de datos y seleccionando la forma que en cada caso resulte adecuada para la mejor interpretación de los resultados. Si hubiera subdivisiones ellas se encabezarán con un subtítulo.

a) Las gráficas e ilustraciones deberán ser presentadas en fotografías en papel brillante, no montadas, y llevar el nombre del autor y el número correspondiente en el dorso. Cuando sea necesario deberá señalarse la parte superior e inferior de la gráfica.

b) En caso de dibujos o esquemas, éstos serán realizados en tinta negra en papel de buena calidad. La ubicación de cada gráfica deberá indicarse, a lápiz, al margen del texto original. Los símbolos deberán especificarse en la propia gráfica.

c) Los ejes (coordenadas) de las ilustraciones deben tener una indicación clave del fenómeno que representan, así como de las unidades de medida.

d) Cada gráfica o ilustración deberá identificarse con la leyenda respectiva y contar con los datos imprescindibles para su interpretación.

e) Las tablas deben numerarse según su orden de presentación en el texto y se entregarán en hojas aparte.

f) Cada tabla debe contener un breve título que indique claramente su contenido. Las aclaraciones a las tablas deben hacerse mediante notas al pie, y se identificarán con letras minúsculas consecutivas colocadas como post-fijo superior en la cifra o valor correspondiente. Los encabezamientos de las columnas deben ser cortos o abreviados, incluyéndose, en nota al pie, una aclaración en caso necesario. Las líneas horizontales deben reducirse al mínimo y nunca usar las verticales.

g) En cada columna se indicará claramente la medida usada, por ej., mg/g, etc. Para concentraciones no se debe usar la expresión % sino, por ej. g/100 g ó mg/100 ml. Se deben indicar con claridad todas las pruebas estadísticas usadas. Las tablas deben tener toda la información necesaria para su interpretación.

h) No debe presentarse simultáneamente el mismo material experimental en forma de tablas y gráficas.

6. *Discusión*

Debe ser breve y restringirse a los hechos significativos del trabajo. Es recomendable usar subtítulos en las diversas secciones del manuscrito, indicando las diferentes materias tratadas. En caso que, a juicio de los autores, la naturaleza del trabajo lo permita, puede hacerse una discusión de los resultados inmediatamente después de su expresión, bajo el título general de **RESULTADOS Y DISCUSION**. Lo expresado en los incisos a) a h) en la sección precedente, aplican igualmente a esta sección.

7. *Resumen en inglés*

Todo trabajo deberá acompañarse de un resumen en inglés, si el trabajo original fuese en español, francés o portugués. Si el trabajo es en inglés, este resumen debe presentarse en español. El título del trabajo también debe redactarse en inglés.

8. *Agradecimiento (si lo hubiere)*

9. *Citas bibliográficas y Bibliografía*

Las citas bibliográficas se indican con números arábigos en el texto, entre paréntesis y por orden de aparición, no por orden alfabético de autores.

Para la Sección *Bibliografía*, al final del trabajo, aplican las mismas normas y serán presentadas de acuerdo a los siguientes ejemplos:

a) De revistas:

Liendo Coll, P. & J.M. Bengoa. Necesidades calóricas de la población venezolana. *Arch. Venez. Nutr.*, 5:39-50, 1954.

b) De libros:

Gómez, P., F. Silvio & R. Gámora. *Los Aminoácidos en Alimentos*. Caracas, Ed. Futura, 1972, p. 30.

c) De libros sin autor individual:

Association of Official Agricultural Chemists. *Official Methods of Analysis of the AOAC*. 12th ed. Washington, D.C., The Association, 1975, p. 30.

d) De un artículo o capítulo de un autor (es) consignado en un libro publicado por casa editora:

Hoskins, W.G. & M. Charles. Macaroni production. En: *The Chemistry and Technology of Cereals as Food and Feed*. S.A. Matz (Ed.). Westport, Conn., The Avi Publishing Co., 1959, p. 274-320.

e) De citas de compendios:

Krebs, H.A. & K. Henseleit. Urea formation in animal body. *Z. Physiol. Chem.*, 210:33-66, 1932. (Original no consultado; compendiado en *Chem. Abst.*, 26:5624, 1923).

10. *Notas al pie de la página*

Las notas al pie de la página deben ser reducidas al mínimo. Cuando su inclusión sea necesaria deberá indicarse su orden de aparición en el texto mediante números arábigos consecutivos colocados como post-figo superior. (Estas notas se redactan, debidamente identificadas, en la 2a. hoja del manuscrito, después de la identificación de los autores).

11. *Abreviaturas y siglas*

Se deben usar las abreviaturas aceptadas internacionalmente (American Chemical Society, *Journal of Nutrition*, *British Journal of Nutrition*). En caso de utilizarse siglas poco comunes, que se repitan frecuentemente en el manuscrito, deberán indicarse completas la primera vez que se citan, seguidas de la sigla entre paréntesis. De preferencia, deberán usarse las siglas internacionales en vez de las del idioma original del artículo, por ej., DNA, RNA, PER, etc. Todas las abreviaciones y siglas se usan sin punto, g, b, m, etc.

12. *Nomenclaturas*

Deberá usarse la nomenclatura de la Unión Internacional de Ciencias de la Nutrición (IUNS) para vitaminas y otros nutrientes. En las unidades de medición se empleará el Sistema Métrico Decimal. Para las unidades de energía se usarán caloría (Cal) o Joules (J) indiscriminadamente.

13. *Resultados numéricos*

Al consignar números se usará el punto (.) para indicar decimales, p. ej. 35.7; 389.9, y la coma (,) para indicar miles, millones, etc.

D. SEPARATAS

El costo de las separatas o sobretiros de los trabajos es de US\$3.00 por página de 50 separatas. El autor (es) deberá notificar a la Oficina Editorial el número de separatas deseado tan pronto se le informe que su trabajo ha sido aceptado.

E. CARGO POR PAGINA

La revista es un órgano de divulgación científica sin fines de lucro y es mantenida fundamentalmente con donaciones. Sin embargo, a los efectos de contribuir con los gastos de publicación, la Asamblea General de la SLAN ha creado un cargo de US\$10.00 por página de trabajo publicado. La Oficina Editorial puede considerar una reducción por concepto de cargo por página previa solicitud expresa dirigida en ese sentido por el autor (es).

**Este libro se terminó de imprimir
en los Talleres Gráficos del INCAP,
Guatemala, C. A., el 8 de junio de 1979**

SOCIEDAD LATINOAMERICANA DE NUTRICION

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. Héctor Bourges – Presidente
Dr. Juan Claudio Sanahuja – Vicepresidente
Dr. Fernando Pérez Gil – Secretario
Dra. Esther Casanueva – Tesorero
Dr. Héctor Araya – Vocal
Dr. Vladimir Sgarbieri – Vocal
Dr. Jaime Ariza – Vocal
Dr. Víctor Manuel Hernández – Vocal
Dr. David Iván Picou – Vocal
Dr. William Vargas González – Vocal
(Junta Directiva 1979–1980)

Dirección actual hasta el 31 de diciembre de 1980
c/o Instituto Nacional de la Nutrición
Avda. San Fernando y Viaducto Tlalplan, México 22, D. F., México

DIRECTORIO DE ARCHIVOS LATINOAMERICANOS DE NUTRICION

Integrado por miembros de la Sociedad Latinoamericana de Nutrición

Editor General: Dr. Ricardo Bressani

Editor Asistente: Dr. J. Edgar Braham

Editores Asociados: Dr. Guillermo Arroyave

Dr. José Aranda-Pastor

Jefe, Oficina Editorial y de Publicaciones: Sra. Amalia G. de Ramírez

Encargada de Asuntos Administrativos: Sra. Miriam P. de Cordón

MIEMBROS DEL CUERPO EDITORIAL – PERIODO 1979–1980

| | |
|-------------------------------------|-----------------------------------|
| Dr. José Aranda-Pastor | Dr. Miguel Guzmán F. |
| Dr. Jaime Ariza | Dr. Alfredo Lam Sánchez |
| Dr. Juan Rodolfo Aguilar | Dr. Miguel Layrisse |
| Dr. Guillermo Arroyave | Dr. Aaron Lechtig |
| Dr. Antonio Bacigalupo | Dr. Reynaldo Martorell |
| Dr. Francisco Beas | Dr. Leonardo J. Mata |
| Dr. Moisés Béhar | Dr. Luis A. Mejía |
| Dr. José María Bengoa | Dr. Mario Molina |
| Dr. J. Edgar Braham | Dr. Fernando Monckeberg |
| Dr. Ricardo Bressani | Lic. Beatriz Murillo |
| Dr. Marco Tulio Cabezas | Dr. Emilio Picón Reátegui |
| Dr. Alvaro Oscar Campana | Dr. Oscar Pineda |
| Dra. Marta Cancio de Toro | Dr. M. Pita M. de Portela |
| Dr. Adolfo Chávez | Dr. M. Raphael Divo |
| Dr. Eugenio Chacón Nieto | Dra. María E. Sambucetti |
| Dr. Carlos Hernán Daza | Dr. Juan Claudio Sanahuja |
| Dr. Hernán Delgado | Dra. Esther Seijo de Sayas |
| Dr. Mario Desio de la Vega | Dr. Leonardo Sinisterra |
| Dr. J. E. Dutra de Oliveira | Dr. Nelson de Souza |
| Dr. Luiz G. Elfas | Dr. Carlos Tejada |
| Dr. Rafael Enderica Vélez | Dr. Benjamín Torún |
| Dr. Nelson A. Fernández | Dr. Juan J. Urrutia |
| Lic. Marina Flores | Dra. Mirta E. Valencia |
| Dr. Silvestre Frenk | Dr. Francisco de Venanzi |
| Dr. Werner G. Jaffé | Dr. Enio C. Vieira |
| Dr. Eduardo González Jiménez | Dr. Fernando E. Viteri |
| Dr. Alberto Guzmán Barrón | Dr. Enrique Yáñez |

CONTENIDO

| | Pág. |
|---|------|
| EDITORIAL | 5 |
| ARTICULOS GENERALES | |
| ¿Qué tan esenciales son los ácidos grasos esenciales?. — <i>Ralph T. Holman.</i> | 11 |
| Posible papel del calcio en el desarrollo de la toxemia del embarazo. — <i>José M. Belizán y José Villar.</i> | 39 |
| TRABAJOS DE INVESTIGACION | |
| A dietary survey of downward Indian migrants and long- term coastal residents in Southern Coastal Peru. — <i>Robert A. Riley.</i> | 69 |
| Relación del contenido energético proveniente de grasas y proteínas como indicador de la potencialidad energé- tico-proteínica de las dietas de poblaciones. — <i>Héctor Araya y Guillermo Arroyave</i> | 103 |
| Actividades del delta aminolevulínico sintetasa, citocromo oxidasa y contenido de componentes del sistema de oxidadas de función mixta durante la desnutrición pro- teica experimental. Respuesta a la realimentación. — <i>Julia Araya y Manuel Ruz.</i> | 113 |
| GRUPO PERMANENTE DE TRABAJO DE LA SLAN EN SISTEMAS DE VIGILANCIA ALIMENTARIA—NUTRI- CIONAL | 133 |
| BIBLIOGRAFIA LATINOAMERICANA | 137 |
| NUEVOS LIBROS | 143 |
| OTRAS PUBLICACIONES | 145 |
| NOTAS | 147 |
| INFORMACION PARA LOS AUTORES | 151 |