

ARCHIVOS  
LATINOAMERICANOS  
DE  
NUTRICION



CONTINUACION DE  
ARCHIVOS VENEZOLANOS DE NUTRICION



ORGANO OFICIAL DE LA SOCIEDAD  
LATINOAMERICANA DE NUTRICION

VOL. XVIII

DICIEMBRE 1968

N° 4

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

El precio de la suscripción es de U.S. \$ 6.00 por volumen, incluyendo correo.

---

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

---

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

# ARCHIVOS LATINOAMERICANOS DE NUTRICION

ORGANO OFICIAL DE LA

SOCIEDAD LATINOAMERICANA DE NUTRICION

---

---

VOL. XVIII

DICIEMBRE 1968

Nº 4

---

---

## SUMARIO

	<u>Pág.</u>
<i>Editorial</i> .....	311
<b>TRABAJOS DE INVESTIGACION</b>	
Cambios en la composición química y en el valor nutritivo de la proteína de la harina de semilla de algodón durante su elaboración.— <i>Ricardo Bresani y Luiz Gonzaga Elías</i> .....	319
Plasma free-amino acid as an index of protein nutrition. An evaluation of Whitehead's Method.— <i>Guillermo Arroyave and Jean Bowering</i> .....	341
Fermented rice, a food from Ecuador.— <i>A. G. van Veen, D. C. W. Graham, K. H. Steinkraus</i> .....	363
Relación entre la ingesta de tiamina y su excreción urinaria.— <i>Guillermo Arroyave y Oscar Pineda</i> ..	375
Capacidad de protección del mucílago de la semilla de linazá en contra de la toxicidad del selenio.— <i>José Félix Chávez</i> .....	383
Pectina, pectinesterasa y ácido ascórbico en pulpas de frutas tropicales.— <i>Mary Garcés Medina</i> .....	401
<b>BIBLIOGRAFIA LATINOAMERICANA</b> .....	413
<b>LIBROS NUEVOS</b> .....	419
<b>NECROLOGIA</b> .....	421
Normas para la elaboración de los manuscritos .....	423
<i>Indice general del Vol. XVIII</i> .....	427
<i>Indice por autores</i> .....	429
<i>Indice por materias</i> .....	432



## EDITORIAL

### Informe de Archivos Latinoamericanos de Nutrición

*Hemos considerado de interés para nuestros lectores reproducir en estas líneas un resumen de los informes del Editor General y del Editor Asociado, presentados en la Asamblea General de la SLAN, efectuada durante la celebración del I Congreso de la Sociedad Latinoamericana de Nutrición, en el mes de septiembre del año en curso:*

*“La revista Archivos Latinoamericanos de Nutrición fue fundada por decisión de la Asamblea Fundadora de la SLAN en noviembre de 1965, después de varias consultas e intercambios de ideas sostenidas en ocasión de la celebración de congresos de nutrición, especialmente en la Cuarta Conferencia sobre los Problemas de Nutrición en la América Latina, reunida en la ciudad de Guatemala en 1957. Ya en esta fecha un grupo de especialistas latinoamericanos consideró la posibilidad de aceptar un ofrecimiento del Instituto Nacional de Nutrición de Venezuela de transformar los “Archivos Venezolanos de Nutrición” en un órgano regional evitándose la creación de otra revista más y, a la vez, aprovechándose la experiencia adquirida y el prestigio con la edición ininterrumpida de dicho órgano publicitario durante 15 años.”*

*“Con la transformación de la revista venezolana en una publicación regional latinoamericana se han efectuado, según resolución de la Asamblea de la SLAN, importantes cambios en la política publicitaria, entre otras la aceptación de manuscritos en los cuatro idiomas en que se expresan en la zona geográfica latinoamericana, es decir, castellano, portugués, inglés y francés. Además se ha mantenido la costumbre ya aplicada en la revista venezolana de publicar resúmenes en*

dos idiomas, el original del manuscrito y en inglés. De esta manera se ha tratado de lograr un mayor público lector en el plano internacional y darles cabida a contribuciones elaboradas por autores de habla inglesa dentro o fuera del área latinoamericana, o de trabajos cuyos autores prefieren el idioma inglés por las características especiales de los mismos y para lograr su mayor difusión en la comunidad científica internacional.”

“La afluencia de manuscritos de casi todos los países del continente observado desde la fundación de la nueva revista es la mejor comprobación de lo acertada que ha sido la decisión de los miembros fundadores de la SLAN con la creación de su órgano publicitario. Se ha recibido en los dos años de vida de “Archivos Latinoamericanos de Nutrición” más del doble del número de manuscritos que en los últimos tres años de existencia de “Archivos Venezolanos de Nutrición” y su procedencia puede clasificarse de la siguiente manera: Argentina, 1; Bolivia, 1; Brasil, 5; Colombia, 5; Chile, 2; Estados Unidos, 4; Ecuador, 3; Guatemala, 23; Haití, 4; Jamaica, 4; México, 7; Puerto Rico, 2; Paraguay, 1; Venezuela, 9.”

“De ellos un total de 9 no han sido aceptados para su publicación según decisión del Cuerpo Editorial. El número de trabajos publicados, sin contar los ya asignados al N<sup>o</sup> 3 del Volumen 18, asciende a 43; de esta cifra, la redacción de 26 corresponde al castellano, 14 al inglés, 2 al portugués y 1 al francés. El resto se encuentra ya listo para su publicación o en proceso de revisión por los propios autores o por los miembros del Cuerpo Editorial.”

“La decisión sobre la aceptación o rechazo de un manuscrito es sin duda la tarea más delicada, difícil y de mayor responsabilidad del editor general. Existe un mandato claro por parte de la Junta Directiva y los miembros de la SLAN de mantener en los trabajos a publicar un alto nivel de excelencia técnica y científica y, al mismo tiempo, procurar que la publicación de los números de cada volumen sea lo más regular y puntual posible. El cumplimiento simultáneo de estas dos exigencias no es cosa fácil en una revista joven con pocas reservas de manuscritos, con un cuerpo de editores no muy numeroso y en el cual la distribución de las especialidades de las ciencias nutricionales es bastante desigual.”

“Es frecuente que los revisores difieran mucho en su criterio sobre determinado trabajo, sus críticas y observaciones no siempre son claras y en determinados casos se basan sobre una interpretación parcial del manuscrito, un hecho que aumenta la dificultad de lograr una decisión equilibrada sobre la aceptación o los cambios recomendados. Además, el editor no puede exigir cambio alguno, sólo recomendarlo, y frecuentemente los autores son muy parcos en acceder a dichas recomendaciones. Para mantener la regularidad de la publicación hay que hacer ciertas concesiones, dándoles cabida a manuscritos que no han sido modificados en todos los puntos recomendados.”

“Ha sido la política editorial de aceptar contribuciones de los más variados campos, desde la bromatología hasta aspectos clínicos, endocrinólogos y sociales, relacionados con la nutrición, y por las razones ya expuestas no parece deseable en las circunstancias actuales restringir el margen de los trabajos aceptables. Toda vez que el número de personas activas en cualquier campo de la nutrición en América Latina es reducido, no parece conveniente una subdivisión rígida en especialidades. Aproximadamente el 50% de los trabajos publicados tratan de problemas clínicos, el 10% de problemas sociales, el 30% son de carácter experimental y el último 10% son trabajos bromatológicos.”

“Podemos afirmar con orgullo que Archivos Latinoamericanos de Nutrición ha aparecido puntualmente y con material selecto y variado. Su distribución es efectiva a juzgar por las tarjetas y notas que acusan recibo o renuevan suscripción, procedentes no sólo de Latinoamérica, sino de naciones allende los mares.”

“La Sección de Bibliografía Latinoamericana recoge los resúmenes de trabajos sobre alimentación, nutrición y disciplinas afines, efectuados por investigadores latinoamericanos y publicados en otras revistas de este hemisferio y de otros continentes; a este respecto la colaboración recibida ha sido escasa. Puede decirse que la mayor parte de esta sección se elabora directamente en la Oficina Editorial, en base a las revistas que se reciben por concepto de canje, aunque cabe destacar, sin embargo, aportes destacados provenientes de Trinidad,

del INCAP y de Chile, este último recibido más recientemente.”

“En relación con la sección dedicada a Nuevos Libros puede decirse otro tanto. De 14 comentarios aparecidos en la revista sobre publicaciones recientes en las disciplinas que nos conciernen, 12 han sido escritos por miembros de esta Oficina Editorial. Un tanto más halagadora, aunque no del todo satisfactoria, es la situación referida a la sección de Notas, dedicadas a la divulgación de congresos, seminarios, simposios, de nuevos cursos y de cualquier otra noticia de interés para los lectores de Archivos Latinoamericanos de Nutrición. Así, se ha informado por su intermedio la realización de 21 eventos científicos y la apertura de 4 cursos de especialización.”

### **La situación económica**

“La base financiera de la revista es todavía muy precaria. Su edición ha sido posible gracias a la generosa colaboración del Instituto Nacional de Nutrición de Venezuela y de la Research Corporation. Ultimamente, también recibe cierta ayuda por parte del INCAP y de la OSP mediante la contratación de un número de suscripciones. De cada número se editan 1000 ejemplares, de los cuales se distribuyen aproximadamente 800 a los suscriptores, miembros de la SLAN y bibliotecas especializadas. El número de suscripciones pagadas es de 190, de las cuales 90 a cargo del INCAP y de la OSP. Los miembros de la SLAN reciben la revista gratuitamente. El precio de U.S. \$ 6.- por la suscripción anual es muy bajo, pero parece más importante en las circunstancias actuales aumentar más bien el número de suscriptores antes que el monto de la suscripción. Para llegar a equilibrar el presupuesto de la revista se requiere un número de suscriptores pagaderos de cerca de 1.000, cifra que evidentemente no será fácil de alcanzar en un futuro cercano.”

“Las revistas editadas en los países en etapa de desarrollo no pueden mantenerse económicamente de la misma forma que una revista bien establecida en naciones económicamente más desarrolladas. Las posibilidades de contar con ingresos regulares por concepto de suscripciones y propaganda son poco halagadoras para las primeras. Los Archivos Latinoamericanos de Nutrición son un vehículo de propaganda poco atrac-

*tivo para las grandes casas internacionales por su distribución preferencial en países que no son un mercado importante, comparado con los países del norte. Por razones similares no se puede esperar un aumento sustancial a corto plazo en el número de las suscripciones pagadas. Será difícil por mucho tiempo lograr el financiamiento de nuestros Archivos a base de estas dos modalidades de entradas, aunque no se descuida la posibilidad de lograr recursos financieros por propaganda comercial y nuevas suscripciones."*

*"Ninguna de estas medidas podrá asegurar las entradas suficientes para cubrir el costo de la publicación durante los próximos años, dependiendo la aparición ininterumpida de la revista de la continuación de la ayuda económica que se está recibiendo actualmente por parte del INN y de la Research Corporation. Los editores consideramos que es responsabilidad de la SLAN procurar la colaboración de otras instituciones, fundaciones y casas comerciales interesadas en el desarrollo de las ciencias nutricionales en el continente latinoamericano."*

*"Por estas razones se hace un llamado para que otras instituciones nutricionales del continente se unan a la Research Corporation, al INN, al INCAP y la OSP prestando su colaboración, suscribiendo una contribución fija anual para el mantenimiento de la revista."*

*Con este breve bosquejo hemos tratado de dar una visión general de la corta pero fructífera vida de Archivos Latinoamericanos de Nutrición, señalando los múltiples inconvenientes con que ha tropezado, pero con la firme esperanza de que cada día sus dificultades vayan siendo cada vez menores, ya que contamos con los recursos humanos para superarnos en el futuro.*

W. G. J. y J. F. Ch.



# TRABAJOS DE INVESTIGACION



# **Cambios en la composición química y en el valor nutritivo de la proteína de la harina de semilla de algodón durante su elaboración<sup>1</sup>**

RICARDO BRESSANI<sup>2</sup> Y LUIZ GONZAGA ELÍAS<sup>3</sup>  
Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP),  
Guatemala, C. A.

## **RESUMEN**

Se da cuenta de un estudio efectuado con el fin de observar cambios en cuanto a composición química, contenido de gósipol libre y total, de lisina disponible y valor proteínico de la semilla de algodón, durante las diferentes etapas de su elaboración para obtener el aceite y la harina de semilla de algodón. Las muestras utilizadas en estos ensayos fueron obtenidas durante las diferentes etapas del proceso de extracción de aceite por los métodos de prensa y de pre-prensa solvente.

Los resultados indican que los cambios más importantes ocurren durante la fase de prensa de la semilla, cuando se observa en la torta un descenso significativo en el contenido de grasa, gósipol libre y lisina disponible. Durante esta misma operación ocurren incrementos en fibra cruda, proteína total y ceniza, pero el gósipol total permanece relativamente constante.

La harina obtenida con el proceso de pre prensa solvente presenta un contenido de 10 a 12% de grasa, cifra que con la extracción con hexano desciende a niveles de 2 a 4%. Sin embargo, este último tipo de harina acusa cierta tendencia a un mayor contenido de gósipol libre, aunque la lisina disponible es definitivamente más alta.

Los estudios biológicos realizados sólo con el material producido por el procedimiento de pre prensa solvente demuestran que, antes de pasar por

1 El trabajo aquí descrito se llevó a cabo con fondos provenientes de la Fundación W. K. Kellogg, con sede en Battle Creek, Michigan, EE. UU.

2 Jefe de la División de Ciencias Agrícolas y de Alimentos del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP).

3 Científico de la citada División.

Publicación INCAP E-394.

Recibido: 18-3-1968

la prensa, la harina es sumamente tóxica, toxicidad que disminuye conforme el material pasa de crudo a cocido, aun antes de haber sido sometido a prensa. Una vez el material atraviesa por esta fase de prensado, ya no ocurre mortalidad en los animales y, en general, su proteína mejora levemente en calidad cuando este mismo material pasa por el aparato que elimina las trazas del solvente.

Los estudios encaminados a determinar las relaciones entre las diferentes fases del proceso industrial y los componentes químicos de la harina de semilla de algodón sugieren que cuando la cantidad de agua en el material de la prensa oscila entre 8 y 9%, y en presencia de fibra cruda, la lisina disponible acusa valores más altos que los obtenidos con niveles menores de agua, si bien las concentraciones de gosispol libre, así como las de grasa, tienden a aumentar. Sin embargo, a partir de estas relaciones se estima que —previos estudios adicionales— con el método de prensa es posible producir harinas de semilla de algodón con niveles adecuados de gosispol libre, lisina disponible y grasa.

## INTRODUCCION

En el curso de los últimos años ha surgido gran interés por utilizar la harina de la semilla de algodón en la elaboración de alimentos ricos en proteína para ser usados como suplementos de las dietas de consumo habitual de grandes sectores de la población de países en vías de desarrollo tecnológico, las cuales son inadecuadas en su contenido proteínico, tanto en cantidad como en calidad.

Dicha harina ha sido utilizada con éxito como fuente de proteína por diversos investigadores (1-5) cuando la calidad de ésta se ajusta a ciertos requisitos mínimos (6), y en estos casos la cantidad de ese ingrediente en las fórmulas ha variado entre 38% (7-10) y 19% (11). Asimismo, los informes en la literatura señalan que el uso de niveles hasta de 12% de harina de algodón mejora la calidad proteínica de preparados a base de arroz, de maíz y de trigo (24-26). A pesar de que ya se ha logrado elaborar varias fórmulas con harina de algodón, su uso todavía es bastante limitado. Ello se debe, sobre todo, a que no existen procesos económicos de elaboración que permitan producir, con el control requerido, harinas con niveles de no menos de 50% de proteína, gosispol libre en porcentajes que no excedan de 0.060% y cuyo contenido de lisina disponible sea de 3.6 g/16 gN. Además deben satisfacer otras especificaciones en cuanto a calidad (6).

El presente estudio se inició con el propósito de determinar los cambios que la semilla de algodón sufre en su composición

química y valor nutritivo durante el proceso a que se somete para extracción del aceite. Para esas finalidades se estudiaron los métodos industriales existentes en varias fábricas de tres países del Istmo Centroamericano, animados del deseo de que los resultados puedan servir de base para modificar la tecnología actual, a modo de que en el futuro puedan prepararse harinas de algodón de calidad superior.

## MATERIAL Y METODOS

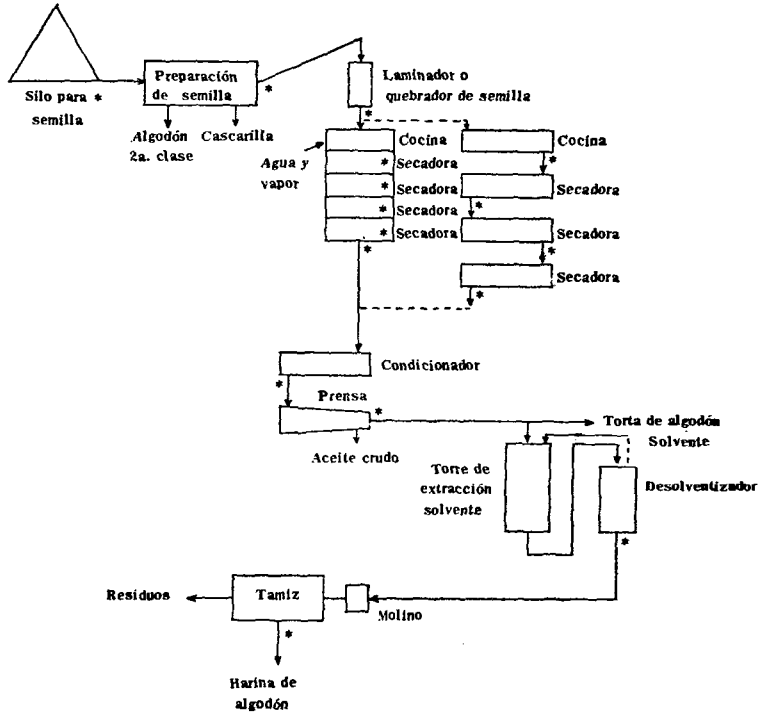
Durante un período de tres años se efectuaron visitas relativamente continuas a tres fábricas de Guatemala, una de El Salvador y una de Nicaragua, las cuales utilizan el método de prensa para extraer el aceite de la semilla del algodón, y otra en El Salvador que emplea el método de pre prensa solvente. Un esquema descriptivo del proceso, que esencialmente es el mismo para todas las fábricas, se presenta en la Figura 1, en cuya parte inferior se detalla parcialmente el proceso de pre prensa solvente.

En todos los casos se recolectaron muestras de 2 a 3 kg después de cada una de las operaciones identificadas con un asterisco en la Figura 1, principiando con la semilla y terminando con el producto final. Cuando la planta contaba con más de una prensa, se tomaron muestras de cada una de ellas.

Se estudiaron también algunas variaciones del proceso empleado comúnmente con el objeto de averiguar si estos cambios alteraban o no la composición química y el valor nutritivo del producto final. Estas variaciones consistieron en reducir la carga de las prensas, de lo normal, o sea 100%, hasta un 60%, y en el uso de la semilla con y sin cáscara, ya que usualmente se acostumbra procesarla con una cantidad de cáscara equivalente al 20%.

Para los estudios biológicos hechos en ratas se recogieron muestras de 10 kg, siguiendo el mismo procedimiento que para la recolección de aquellas destinadas a análisis químico. En todos los casos se usaron bolsas de polietileno que luego fueron selladas. Las muestras se llevaron al laboratorio, donde se almacenaron a una temperatura de 4°C hasta el momento de ser analizadas.

Para los ensayos biológicos se utilizaron ratas blancas de la raza Wistar de la colonia animal del INCAP. Se formaron



\* Lugares donde se recolectaron muestras.

Incap 68-197

Fig. 1.—Esquema general del proceso de elaboración de la semilla de algodón.

grupos de 6 animales (3 machos y 3 hembras) para cada dieta experimental, alojándose en jaulas individuales con fondos levantados de tela metálica. Durante los 28 días del período experimental, los animales recibieron agua y alimento *ad libitum*, periodo en el que se llevó un registro semanal de su crecimiento e ingesta de alimento. Al término de los 28 días se evaluó la calidad nutricional de la proteína aplicando el método de la razón de eficiencia proteica del alimento ("Protein Efficiency Ratio" = PER).

Las dietas utilizadas eran todas isoproteicas e isocalóricas y, en términos de porcentaje, contenían además de la proteína de la semilla de algodón, en una cantidad equivalente al 10% de proteína, los siguientes ingredientes: aceite de hígado de bacalao, 1.4; sales minerales Hegsted (15), 4.0, y una solución de vitaminas (16), 5 ml. Para ajustar el contenido de calorías

de la dieta se usó aceite refinado de semilla de algodón, y almidón de maíz hasta completar 100 gramos.

Previo a iniciar los análisis químicos y biológicos, se molieron las muestras de torta obtenidas en la fábrica, a un grueso de 40 mallas, guardándose submuestras representativas en frascos de vidrio. Luego se procedió al análisis químico valiéndose de los métodos de la AOAC (12) para determinación de humedad, grasa, proteína, ceniza y fibra cruda. El contenido de gósipol libre y total se estableció según las técnicas de la AOCS (13) y la lisina disponible o grupos epsilon amino libres de la lisina de acuerdo al procedimiento de Conkerton y Frampton (14).

## RESULTADOS

### 1. *Composición química - Gósipol y lisina*

Los resultados de los análisis químicos de las muestras recogidas en las cuatro fábricas que emplean el proceso de prensa se detallan en los Cuadros Nos. 1 a 4. Según se observa y es fácilmente comprensible, en todos los casos el contenido de aceite permaneció relativamente constante en las operaciones previas a someterlas a la prensa, fase esta última en la que se produce la expulsión del aceite del resto de los materiales de la semilla. Puede notarse que, en general, conforme la cantidad de grasa disminuye, la concentración de fibra cruda aumenta, casi siempre con un incremento brusco en el producto final. Tanto la concentración de proteína como la de ceniza tiende también a elevarse durante el proceso.

En cuanto a los cambios en el contenido de gósipol, se observa que éste permanece relativamente constante durante todo el proceso, pero no así en el caso del gósipol libre, que muestra una clara tendencia a disminuir. El cambio más notorio ocurre en las propias prensas, aun cuando ya desde la cocción de la semilla el nivel de gósipol libre ha descendido.

Por último, los grupos epsilon amino libres de la lisina permanecen relativamente constantes durante el proceso y es en la fase de prensado donde ocurren las pérdidas más significativas.

El Cuadro N<sup>o</sup> 5 muestra los resultados correspondientes a las muestras de la fábrica salvadoreña que emplea el proceso de pre prensa solvente.

CUADRO N° 1

CAMBIOS EN LA COMPOSICION QUIMICA DE LA SEMILLA DE ALGODON DURANTE EL PROCESO DE EXTRACCION DEL ACEITE POR MEDIO DE PRENSA  
(Muestra A, colectada en Guatemala)

Muestra	Humedad %	Grasa %	Fibra cruda %	Ceniza %	Nitrógeno %	GOSIPOL		Grupos epsilon amino libres de la lisina g/16 gN	Temperatura °F
						Libre %	Total %		
Semilla entera	7.3	30.2	9.8	4.6	5.03	0.13	1.11	3.22	—
Semilla laminada	6.9	31.7	9.0	4.6	4.57	0.10	1.08	3.43	—
Después de: cocina*									
N° 1	13.4	23.1	9.1	5.0	4.29	0.12	1.08	—	185
N° 2	8.1	27.9	8.9	4.9	4.46	0.12	1.06	3.19	200
N° 3	6.0	28.2	8.9	4.9	4.53	0.11	1.11	3.14	220
N° 4	4.5	28.4	9.0	4.8	4.66	0.094	1.06	2.77	230
Después de: secadora									
2.2	2.2	28.2	9.1	4.8	4.79	0.052	1.02	2.73	240
prensas**									
N° 1	6.6	5.9	12.0	6.4	6.36	0.056	1.18	—	—
N° 2	4.6	5.4	12.0	6.4	6.85	0.054	1.21	2.67	—
Producto final	5.6	5.7	12.0	6.4	6.61	0.055	1.20	3.10	—

\* La cocina es parte del aparato donde se procesa la semilla por el método de prensa y consta de 4 secciones; la N° 1 es la cocina propiamente dicha, y las 3 inferiores tienen la función de deshidratar el producto.

\*\* Muestras correspondientes a dos prensas (N° 1 y N° 2).

CUADRO N° 2

CAMBIOS EN LA COMPOSICION QUIMICA DE LA SEMILLA DE ALGODON DURANTE EL PROCESO DE EXTRACCION DEL ACEITE POR MEDIO DE PRENSA  
(Muestra B, colectada en Guatemala)

Muestra	Humedad %	Grasa %	Fibra cruda %	Ceniza %	Nitrógeno %	GOSIPOL		Grupos epsilon amino libres de la lisina g/16 gN	Tempe- ratura °F
						Libre %	Total %		
Semilla laminada	7.2	33.6	5.2	5.1	5.31	0.13	1.25	—	—
Después de: cocina	8.7	30.2	9.8	4.7	3.74	0.14	1.07	3.78	190
Después de: secadora* N° 1	6.8	29.0	10.3	4.6	4.16	0.14	1.06	3.56	210
secadora N° 2	5.4	29.3	10.2	4.7	3.97	0.14	1.04	3.41	210
secadora N° 3	4.9	28.4	11.9	4.6	3.95	0.14	1.02	3.46	245
Antes del condicionador	4.3	31.9	10.4	4.6	3.89	0.14	0.99	3.63	250
Después del condicionador	4.6	31.5	10.5	4.5	3.95	0.14	1.02	3.51	260
Después de la prensa	6.1	4.7	16.9	6.2	5.45	0.041	1.10	3.00	—
Producto final	5.0	4.7	16.5	6.2	5.33	0.044	1.08	2.47	—

\* Este proceso, también de prensa, incluye una cocina; después de esta fase el producto pasa por tres secadoras (1, 2 y 3).

CUADRO N° 3

CAMBIOS EN LA COMPOSICION QUIMICA DE LA SEMILLA DE ALGODON DURANTE EL PROCESO DE EXTRACCION DEL ACEITE POR MEDIO DE PRENSA  
(Muestra C, obtenida en El Salvador)

Muestra	Humedad %	Grasa %	Fibra cruda %	Ceniza %	Nitrógeno %	GOSI POL		Grupos epsilon amino libres de la lisina g/16 gN	Tempe- ratura °F
						Libre %	Total %		
Semilla laminada Serie I*	8.7	31.8	8.5	4.7	4.60	1.12	1.36	3.29	—
Después de:									
cocina	10.3	30.9	7.4	4.8	4.78	1.02	1.32	3.41	200
secadora N° 1	8.9	32.2	7.0	4.9	4.90	0.45	1.24	2.92	200
secadora N° 2	6.7	32.7	7.6	5.0	4.76	0.39	1.15	3.04	230
secadora N° 3	5.9	34.9	7.0	5.0	4.99	0.37	1.18	2.87	260
Serie II**									
Después de:									
cocina	9.4	31.4	8.4	4.7	4.49	1.08	1.32	2.99	200
secadora N° 1	10.9	29.9	7.3	4.8	5.00	0.23	1.20	2.88	230
secadora N° 2	9.0	31.7	7.5	4.8	5.04	0.18	1.28	2.72	210
secadora N° 3	3.4	40.4	6.4	4.6	4.63	0.096	1.30	2.72	200
Serie I									
Después de:									
condicionador	4.1	33.5	6.9	5.1	4.70	0.36	1.17	3.04	240
Serie II									
Después de:									
condicionador	2.9	40.7	6.6	4.7	4.68	0.088	1.16	2.61	270-280
Serie I									
Después de:									
prensa	4.8	7.7	10.6	6.9	6.08	0.050	1.37	2.60	—
Serie II									
Después de:									
prensa	4.2	5.1	10.8	7.2	6.64	0.044	1.56	2.16	—
Producto final***	4.6	6.4	10.7	7.0	6.36	0.047	1.47	2.38	—

\* Cocida con 80 lbs de agua por hora.

\*\* Cocida con 150 lbs de agua por hora.

\*\*\* Representa una mezcla del material de la Serie I y de la Serie II.

CUADRO N° 4

**CAMBIOS EN LA COMPOSICION QUIMICA DE LA SEMILLA DE ALGODON DURANTE EL PROCESO DE EXTRACCION  
DEL ACEITE POR MEDIO DE PRENSA  
(Muestra recogida en Nicaragua)**

Muestra	Humedad %	Grasa %	Fibra cruda %	Ceniza %	Nitrógeno %	GOSIPOL		Grupos epsilon amino libres de la lisina g/16 gN	Tempe- ratura °F
						Libre %	Total %		
Semilla entera	7.0	29.8	10.0	4.4	4.84	0.91	1.02	—	—
Semilla laminada	6.5	36.4	3.3	4.9	5.13	1.01	1.01	3.58	—
Después de: cocina	10.0	31.3	7.6	4.4	4.23	0.89	1.07	3.61	190
secadora	7.6	32.3	8.2	4.5	4.63	0.87	1.02	3.07	165-250
condicionador* N° 1	5.9	34.6	7.7	4.6	4.32	0.91	1.09	3.27	240
N° 2	5.4	34.7	8.1	4.5	4.59	0.68	0.96	3.16	240
prensa N° 1	7.0	7.8	12.3	6.2	5.81	0.053	0.78	2.82	—
prensa N° 2	5.9	6.5	12.7	6.3	6.08	0.040	0.79	2.90	—
Producto final	6.2	8.0	12.0	6.3	6.08	0.056	0.82	3.06	—

\* Parte superior de las prensas.

CUADRO N° 5

CAMBIOS EN LA COMPOSICION QUIMICA DE LA SEMILLA DE ALGODON DURANTE EL PROCESO DE EXTRACCION DEL ACEITE POR EL METODO DE PRE PRESA SOLVENTE  
(Muestra procedente de El Salvador)

Muestra	Humedad %	Grasa %	Fibra cruda %	Nitrógeno %	G O S I P O L		Grupos epsilon amino libres de la lisina g/16 gN	Tempe- ratura °F
					Libre %	Total %		
Semilla entera	8.4	32.9	6.9	4.77	1.19	1.36	3.64	—
Después de: cocina	10.1	32.7	7.1	4.31	1.16	1.33	3.60	90
secadora	8.5	33.5	7.1	4.58	1.03	1.34	3.92	—
condicionador N° 1	8.0	34.7	6.5	4.54	0.97	1.37	3.84	—
N° 2	8.0	34.1	8.6	4.81	1.01	1.36	3.65	—
prensa N° 1	10.4	13.1	9.0	5.28	0.14	1.13	3.65	—
prensa N° 2	9.6	10.4	9.7	5.37	0.12	1.16	3.97	—
Antes de la torre	9.3	12.7	10.2	5.39	0.15	1.17	3.88	—
Después de la torre	9.4	3.2	11.4	6.71	0.12	1.14	3.58	—
Producto final	6.3	4.6	4.8	7.68	0.091	1.08	3.84	—

Los cambios en cuanto al contenido de grasa, fibra cruda, proteína y ceniza son parecidos a los notificados anteriormente (Cuadros Nos. 1 a 4), salvo que en este caso la concentración de grasa en el producto final es inferior, y la cantidad de proteína, superior. El gósipol total permanece también relativamente constante, y el gósipol libre disminuye, pero siempre menos que en las harinas producidas por prensa. Según pudo determinarse, la lisina disponible tampoco disminuye tanto con este proceso como con el de prensa. Sin embargo, sí se estableció una pequeña pérdida del aminoácido lisina durante la fase de desolventización de la harina, cuando la temperatura llega hasta 110°C.

Los resultados de algunas pruebas efectuadas con ciertos cambios en las condiciones de elaboración por pre prensa solvente se describen en el Cuadro N° 6. Los datos revelan que, en efecto, ciertas condiciones son favorables y conducen a la producción de harinas de mejor calidad. Por ejemplo, la presencia de la cáscara aparentemente disminuye las cantidades residuales de gósipol libre y aumenta la lisina disponible. Asimismo, la reducción de la carga en el expulsor también tiene como resultado la producción de harinas con un menor contenido de gósipol libre y una mayor concentración de lisina.

## 2. Resultados biológicos

Los cambios observados en el valor nutritivo de la semilla durante las distintas fases de elaboración usando el método de pre prensa solvente se resumen en el Cuadro N° 7. Como puede observarse, con las dietas preparadas con material obtenido de las cuatro primeras fases del proceso hubo una alta tasa de mortalidad en los animales, la cual decreció a partir de las raciones a base del producto recogido después de la etapa de cocción hasta la de los condicionadores. Los datos revelan también la ausencia de mortalidad en los animales que fueron alimentados con el material obtenido de las prensas, hasta el producto final.

La ganancia en peso que acusaron los animales cuya ración se preparó con el material de las prensas fue de 82, 85, 82, 81 y 79 g para las identificadas con los números 1, 2, 3, 4 y 5, respectivamente (Cuadro N° 7). La eficiencia proteínica, en ese mismo orden, fue de 1.99, 2.03, 2.02, 1.99 y 1.95. La ca-

CUADRO N° 6

EFFECTO DE DIFERENTES CONDICIONES DE CARGA EN LAS PRENSAS, SOBRE EL CONTENIDO DE GOSIPOL LIBRE Y DE LISINA DISPONIBLE DE LA HARINA DE ALGODON  
(Proceso de pre prensa solvente)

Muestras	CARGA *			ALMENDRA ***	
	100%	75%	60%	Sin cáscara	Con cáscara
	GOSIPOL LIBRE, mg/100 g				
Antes de la cocción	960	999	999	1250	900
Después de la cocción	960	985	985	1170	940
Después de:					
secadora	940	970	970	1190	940
condicionador	943	927	952	1047	923
prensa	123	106	82	142	121
Producto final**	91	58	47	92	68
Grupo epsilon amino libre de la lisina**	1.56	1.74	1.79	1.71	1.84

\* Carga de semilla pasada por la prensa.

\*\* Material molido a 80 mallas y con 50% de protefna.

\*\*\* 100 %.

CUADRO N° 7

EFFECTO DE LA ELABORACION POR EL METODO DE PRE PRESNA SOLVENTE SOBRE LA COMPOSICION QUIMICA Y EL VALOR NUTRITIVO DE LA SEMILLA DE ALGODON

Fase del proceso	Grasa %	Proteína %	GOSIPOL		Grupos epsilon amino libras de la lisina g/16 gN	Ganancia de peso g	Indice de eficiencia proteica	Mortalidad
			Libre %	Total %				
Almendra	31.8	31.9	1.10	1.110	3.14	—	—	36/36
Después de:								
cocina Nos. 1, 2 y 3	33.9	33.3	1.10	1.190	3.19	—12	—	30/36
secadora	33.9	32.1	1.02	1.140	3.19	—13	—	30/36
condicionador	35.6	33.0	0.975	1.110	3.07	—13	—	17/36
prensa N° 1	8.07	42.3	0.050	0.672	3.37	82	1.99	0/36
prensa N° 2	9.42	41.2	0.068	0.696	3.22	85	2.03	0/36
prensa N° 3	7.83	42.1	0.055	0.723	3.43	82	2.02	0/36
prensa N° 4	9.42	41.7	0.063	0.787	3.36	81	1.99	0/36
prensa N° 5	7.53	42.5	0.047	0.753	3.25	79	1.95	0/36
Antes del molido	9.56	42.5	0.067	0.732	3.22	85	1.98	0/36
Después de torre de solvente	2.05	46.0	0.057	0.738	3.12	81	1.91	0/36
Producto final	2.43	49.3	0.066	0.849	3.33	89	1.93	0/36

N° 1: La temperatura en la cocina varió de 190 a 200°F. — N° 2: La humedad en la cocina varió de 10 a 11%. — N° 3: La cantidad de cáscara de la semilla fluctuó entre 10 y 18%.

lidad del producto se mantuvo igual hasta el producto final, o sea hasta obtenerse la harina de algodón.

Los datos resultantes de la comparación del efecto de la carga de la prensa sobre el valor nutritivo de la semilla de algodón durante su elaboración se consignan en el Cuadro N° 8. Según se aprecia, cuando la semilla se procesó bajo las condiciones de mayor carga en las máquinas, el aumento ponderal de las ratas fue menor y la lisina disponible también acusó los valores más bajos. Sin embargo, no se notó un mejor índice de eficiencia proteica debido al mayor consumo de los animales alimentados con la harina de más alto contenido de lisina. En lo referente a los parámetros restantes considerados en el estudio puede afirmarse que casi no se observó ninguna diferencia.

## DISCUSION

Los resultados expuestos indican que, evidentemente, los mayores cambios en cuanto a la composición química de la semilla de algodón durante el proceso a que ésta se somete para extracción del aceite, ocurren durante la fase de su prensa. Con respecto al gosipol, los datos señalan que esta sustancia principia a reaccionar y a ligarse a otros compuestos en la fase de secamiento de la semilla, después de la cocción, y que los mayores cambios tienen lugar también durante el prensado. Aun cuando en la semilla todo el gosipol está en forma libre y, por lo tanto, este valor debe ser igual al de gosipol total, algunas de las muestras de semilla laminada (hojuela) presentaron valores de gosipol libre significativamente inferiores a los de gosipol total. Es posible que ello se debiera a que las hojuelas fueron preparadas por lo menos 24 horas antes de ser sometidas a cocción y que las altas temperaturas ambientales, la actividad enzimática y la oxidación de las grasas fueran los factores responsables de estos cambios. Se observó que las hojuelas almacenadas, en vez de tener un color amarillo pálido, habían adquirido ya un tinte café oscuro, hecho sugerente de cierto grado de oxidación.

Los cambios observados en concentración de grasa, proteína y ceniza se debieron no sólo al proceso de extracción del aceite, sino también al hecho de que para reducir la proteína a las cantidades requeridas por el mercado los productores acostumbran agregarle cascarilla.

CUADRO Nº 8

EFFECTO DE LA CARGA EN LAS PRENSAS SOBRE EL VALOR NUTRITIVO DE LA SEMILLA DE ALGODON  
DURANTE SU ELABORACION  
(Proceso de pre prensa solvente)

Fase del proceso	Grasa %	Proteína %	GOSIPOL		Grupos epsilon amino libres de la lisina g/16 gN	Ganancia de peso g	Indice de eficiencia proteica	Mortalidad
			Libre %	Total %				
Producto final*	2.43	49.3	0.066	0.849	3.331	89	1.93	0/36
Producto final**	1.85	51.5	0.058	0.794	3.050	75	1.93	0/12

\* Carga reducida en un 40% de lo normal.

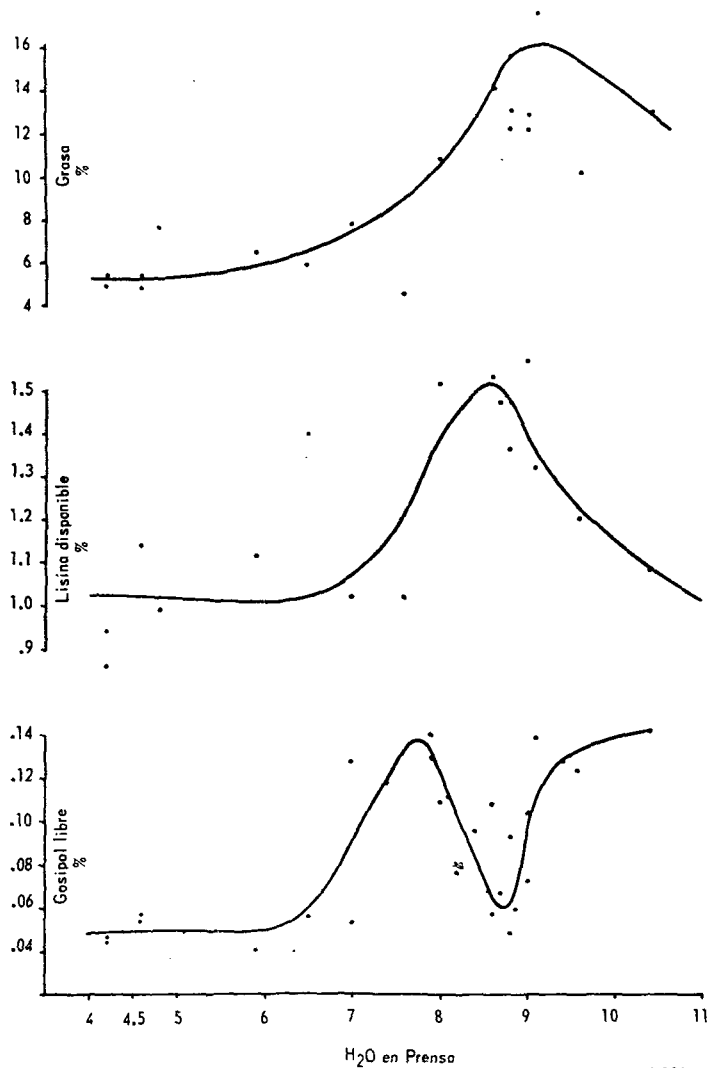
\*\* Carga normal.

La reducción en los niveles de lisina disponible que ocurrió durante el prensado se debe a la reacción de este aminoácido con el gopisol, tal como lo describen varios informes (19, 20), y a su reacción con los carbohidratos de la semilla (21). Desde luego, el proceso ideal sería aquel que ocasionase las menores reducciones de este aminoácido, el cual es deficiente en la proteína del algodón (22, 23) y que al mismo tiempo redujera los niveles de gopisol libre a niveles no tóxicos.

El proceso de pre prensa solvente parece ser superior al de sólo prensado en el sentido de que produce una menor destrucción de la lisina; sin embargo, no reduce en mucho los niveles de gopisol libre, ya que esta substancia no es soluble en el solvente empleado, el hexano. En aquellos casos en que el gopisol libre se reduce por este proceso, bien puede ser que alguna condición favorable haga que el gopisol libre sea expulsado con el aceite.

Los datos preliminares dados a conocer en este estudio sugieren que el contenido de cáscara y la menor capacidad de la prensa o de la carga en ésta producen menores pérdidas en el contenido de lisina. Es posible que la presencia de la cascarilla actúe como elemento refractario del calor que se produce durante el prensado, y de esta manera protege a la proteína de la semilla. Además, la consistencia fibrosa de la cascarilla permite que el aceite (grasa) fluya a través de ella arrastrando así el gopisol. Por otro lado, la menor carga de la prensa tiene como resultado harinas más favorables debido a que las temperaturas no son tan elevadas y también porque el material pasa más despacio, permitiendo así que el aceite sea expulsado a una velocidad menor. Estas explicaciones las corroboran los resultados de los experimentos cuyo propósito fue estudiar la importancia de estas variables. La presencia de la cascarilla en el producto final no es un inconveniente si la experimentación adicional demuestra que ésta protege la calidad de la harina durante el prensado. Posteriormente, esta cascarilla puede eliminarse por medio de tamización (27) o usando una corriente de aire.

Aun cuando es necesario realizar investigaciones debidamente controladas, los resultados obtenidos en este estudio con las muestras de todas las fábricas investigadas sugieren la existencia de cierta relación entre la humedad del material y cantidad de cascarilla o fibra presente, y la cantidad de grasa,



Incap 68-198

Fig. 2.—Relación entre el contenido de agua en el material de las prensas, y grasa, lisina y gosipol libre.

gospol libre y lisina disponible, como se indica en la Fig. 2. Por ejemplo, cuando el material en la prensa tiene más de 10% de fibra y de 8 a 9% de humedad, se obtienen valores que fluctúan entre 0.06 y 0.10% de gospol libre, niveles de 1.38 a 1.54% de lisina y aproximadamente de 12 a 16% de grasa. Sería, pues, de interés averiguar si en realidad existen estas relaciones para mejorar la calidad de la harina de algodón producida por el método de prensa.

Es probable que la gran mortalidad observada en los animales alimentados con las dietas preparadas a base del material obtenido en las primeras cuatro fases del proceso de elaboración de la semilla se haya debido en parte a la alta concentración de gospol libre de estas muestras. Sin embargo, es de interés señalar que esa mortalidad presentó una curva descendente a partir de la almendra hasta la fase del condicionador. Esta disminución gradual en mortalidad parece, pues, indicar que no es solamente el gospol el factor responsable de la muerte de los animales, ya que la cantidad de gospol libre era prácticamente igual en las cuatro primeras muestras del procesamiento. Es, pues, posible que existan otros factores tóxicos presentes en la semilla de algodón que son termolábiles, ya que la muestra correspondiente a la salida de los condicionadores es la que produjo la menor tasa de mortalidad. Es muy posible que estos otros factores tóxicos también sean pigmentos que —aun cuando presentes en menor cantidad— tienen una acción tóxica más concentrada. Otros investigadores (17) han informado sobre la presencia de otro pigmento tóxico en la semilla de algodón, denominado gosiverdurina. Según los resultados obtenidos por ellos, la gosiverdurina es el pigmento más tóxico que hasta la fecha ha podido encontrarse en la semilla de algodón. El valor de la dosis letal media (LD-50) encontrado fue de 0.66 g/kg de peso corporal, usando ratas como animales de experimentación.

Es también de interés observar que el valor nutritivo de las muestras obtenidas de las prensas en el proceso de pre prensa solvente es relativamente bueno y, por lo general, superior al del producto final. Bien puede ser que la pequeña pérdida en cuanto a valor proteico se deba al proceso de eliminación del solvente, en vista de que esto requiere el uso de altas temperaturas. En concreto, sin embargo, el estudio aquí descrito reveló que el proceso de pre prensa solvente es su-

perior al método de prensa solamente. Estos resultados corroboran los datos obtenidos por otros investigadores a este respecto (18, 28).

#### SUMMARY

Changes in chemical composition and protein quality of cottonseed during its processing to cottonseed flour

Studies were carried out to determine the changes occurring in the chemical composition, free and total gossypol, available lysine, and nutritive value of cottonseed during its processing.

The samples used in these studies were obtained at different stages of oil extraction from the seeds, by the screw press and pre-press solvent extraction methods.

The results obtained indicated that the most important changes in chemical components occurred at the expeller level, since a significant decrease in the fat, free gossypol and available lysine was observed. In this same operation there is an increase in the crude fiber, total protein and ash; however, total gossypol remains constant.

Cottonseed flour obtained by the pre-press solvent extraction method has an oil content between 10 to 12%, at the expeller level which decreases further to levels of 2 - 4% after hexane extraction.

This type of cottonseed flour has a tendency to have a higher free gossypol content than material prepared by pressing only, although available lysine is definitely higher.

The biological trials carried out with the material obtained from the pre-press solvent method, show that toxicity decreases as the material passes from the raw to the cooking stage. The material is no longer toxic after the expeller level.

The material from the expeller in the pre-press solvent process in general has a higher nutritive value than the material obtained after the desolventizing step, suggesting the need to lower the temperatures for solvent removal.

The chemical data from all samples for all processes studied show that when the water content at the expeller level varies between 8 and 9%, the available lysine content of the cake is higher than when moisture is lower although the free gossypol and fat content seems to increase. Taking into consideration these relationships, it is considered possible to obtain, by the screw press method, a cottonseed flour with an acceptable free gossypol, available lysine and fat content.

#### BIBLIOGRAFIA

- (1) Cravioto, J., Y. Solano, M. Morales, R. Ramos Galván & J. L. Pérez Navarrete.—Estudios sobre nuevas fuentes de proteínas. Absorción y retención del nitrógeno de una dieta de harina de semillas de algodón. *Bol. Ofic. Sanit. Panamer.*, 52: 122-129, 1962.
- (2) Frenk, S.—Biological value of some new sources of protein in Mexican malnourished children. In: National Research Council. Progress

- in meeting protein needs of infants and preschool children; proceedings of an International Conference held in Washington, D. C., August 21-24, 1960. National Academy of Sciences - National Research Council, 1961, p. 21-33. Publication 843.
- (3) DeMaeyer, E. M. & H. Vanderborcht.—A study of the nutritive value of proteins from different sources in the feeding of African children. *J. Nutrition*, 65: 335-352, 1958.
  - (4) Kaye, R., L. A. Barnes, A. Valyasevi & J. Knapp.—Nitrogen balance studies of plant proteins in infants. In: National Research Council. Progress in meeting protein needs of infants and preschool children; proceedings of an International Conference held in Washington, D. C., August 21-24, 1960. National Academy of Sciences - National Research Council, 1961, p. 297-312. Publication 843.
  - (5) Bressani, R., L. G. Elías, Silvia de Zaghi, L. Mosovich & F. Viteri.—The protein quality of cottonseed protein concentrate prepared by two different industrial processes. *J. Agr. Food Chem.*, 14: 493-496, 1966.
  - (6) Protein Advisory Group, WHO/FAO/UNICEF.—Tentative quality and processing guide. Cottonseed protein concentrate for human consumption. July, 1965.
  - (7) Bressani, R., A. Aguirre, L. G. Elías, R. Arroyave, R. Jarquín & N. S. Scrimshaw.—All-vegetable protein mixtures for human feeding. IV. Biological testing of INCAP vegetable mixture nine in chicks. *J. Nutrition*, 74: 209-216, 1961.
  - (8) Bressani, R., L. G. Elías, A. Aguirre & N. S. Scrimshaw.—All-vegetable protein mixtures for human feeding. III. The development of INCAP Vegetable Mixture Nine. *J. Nutrition*, 74: 201-208, 1961.
  - (9) Bressani, R., L. G. Elías & N. S. Scrimshaw.—All-vegetable protein mixtures for human feeding. VIII. Biological testing of INCAP Vegetable Mixture Nine in rats. *J. Food Sci.*, 27: 203-209, 1962.
  - (10) Bradfield, R. B.—The development of a low-cost high nutritive value food supplement for Peruvian children. In: Cottonseed protein for animal and man. Proceedings of a Conference. November 14-16, 1960. New Orleans, La., p. 22-29.
  - (11) Bressani, R., L. G. Elías, J. E. Braham & M. Eroles.—Vegetable protein mixtures for human consumption. The development and nutritive value of INCAP Mixture 15, based on soybean and cottonseed protein concentrates. *Arch. Latinoamer. Nutrición*, 27: 177-195, 1967.
  - (12) Association of Official Agricultural Chemists: Official Methods of Analysis of the Association of Official Agricultural Chemists. 7th ed., Washington, D. C., 1950.
  - (13) American Oil Chemists' Society. Official and Tentative Methods of the American Oil Chemists' Society. 2nd. ed., Chicago, Ill., 1945-1950.
  - (14) Conkerton, E. J. & V. L. Frampton.—Reaction of gossypol with free  $\epsilon$ -amino groups of lysine in proteins. *Arch. Biochem. Biophys.*, 81: 130-134, 1959.
  - (15) Hegsted, D. M., R. C. Mills, C. A. Elvehjem & E. B. Hart.—Choline in the nutrition of chicks. *J. Biol. Chem.*, 138: 459-466, 1941.
  - (16) Manna, L. & S. M. Hauge.—A possible relationship of vitamin B<sub>12</sub> to orotic acid. *J. Biol. Chem.*, 202: 91-96, 1953.

- (17) Lyman, C. M., A. S. El-Nockrashy & J. W. Dollahite.—Gossyverdurin: a newly isolated pigment from cottonseed pigment glands. *J. Am. Oil Chemists' Soc.*, 40: 571-575, 1963.
- (18) Mann, G. E., F. L. Carter, V. L. Frampton, A. B. Watts & C. Johnson.—Evaluation of cottonseed meals prepared by extraction with acetone-hexane-water mixtures. *J. Am. Oil Chemists' Soc.*, 39: 86-90, 1962.
- (19) Baliga, B. P. & C. M. Lyman.—Preliminary report on the nutritional significance of bound gossypol in cottonseed meal. *J. Am. Oil Chemists' Soc.*, 34: 21-24, 1957.
- (20) Smith, F. H., C. T. Young & F. W. Sherwood.—Effect of bound gossypol on the growth-promoting properties of cottonseed, soybean and peanut meals. *J. Nutrition*, 66: 393-409, 1958.
- (21) Martínez, W. H., V. L. Frampton & C. A. Cabell.—Effects of gossypol and raffinose on lysine content and nutritive quality of proteins in meal from glandless cottonseed. *J. Agr. Food Chem.*, 9: 64-66, 1961.
- (22) Braham, J. E., L. G. Elías & R. Bressani.—Factors affecting the nutritional quality of cottonseed oil meals. *J. Food Sci.*, 30: 531-537, 1965.
- (23) Adriaens, E. L. & E. J. Bigwood.—Contribution à l'étude de la composition en acides aminés de la matière protéique de la graine de coton. *Bull. Soc. Chim. Biol.*, 36: 579-583, 1954.
- (24) Elías, L. G., R. Jarquín, C. Albertazzi & R. Bressani.—Suplementación del arroz con concentrados proteicos. *Arch. Latinoamer. Nutricion* (en prensa).
- (25) Jarquín, R., P. Noriega & R. Bressani.—Enriquecimiento de harinas de trigo, blanca e integral, con suplementos de origen animal y vegetal. *Arch. Latinoamer. Nutrición*, 16: 89-103, 1966.
- (26) Bressani, R. & E. Marengo.—The enrichment of lime-treated corn flour with proteins, lysine and tryptophan, and vitamins. *J. Agr. Food Chem.*, 11: 517-522, 1963.
- (27) Bressani, R., R. Jarquín & L. G. Elías.—Free and total gossypol, epsilon-amino lysine, and biological evaluation of cottonseed meals and flours in Central America. *J. Agr. Food Chem.*, 12: 278-282, 1964.
- (28) Bacigalupo, A., J. Zamora, M. Lara, T. Scarpati, J. Valle-Riestra & C. Widmar.—La producción en escala piloto de semillas de algodón de alto valor biológico. *An. Cient. Univ. Agraria (Lima)*, 3: 164-189, 1965.



# **Plasma Free-Amino acids as an index of protein nutrition**

## **An Evaluation of Whitehead's Method <sup>1</sup>**

**GUILLERMO ARROYAVE<sup>2</sup> AND JEAN BOWERING<sup>3</sup>**

Institute of Nutrition of Central America and Panama

(INCAP)

Guatemala, C. A.

### **SUMMARY**

The purpose of this work was to evaluate the blood plasma free-amino acid ratio of Whitehead as an indicator of protein nutrition. The method was applied to children and adults suffering from severe protein-calorie malnutrition, at admission to the hospital and during recovery, and to children with chronic malnutrition, from a low socio-economic group in Central America. In addition, a rat experiment was conducted with diets of varying amounts and quality of dietary protein. The results indicate that Whitehead's amino acid ratio is valuable to assess protein nutrition under the conditions tested.

### **INTRODUCTION**

In areas where protein malnutrition is prevalent, methods are needed for detecting inadequacy of protein nutriture before the clinical signs of kwashiorkor become obvious. Investigations of the blood plasma free amino acids of children with

---

1 This work was supported by grant AM-04731-03 from the National Institutes of Health.

2 Chief, Division of Physiological Chemistry, Institute of Nutrition of Central America and Panama (INCAP).

3 Miss Bowering worked at INCAP as a research student from Cornell University. Present address: College of Agricultural Sciences, Department of Nutritional Sciences, University of California, Berkely, Calif., U. S. A.

INCAP PUBLICATION I-461

Recibido: 25-3-1968

kwashiorkor in several parts of the world showed alterations which were typical for the disease, regardless of differences in the major source of dietary protein (1-5). Changes in the plasma ratio of non-essential to essential amino acids were observed and were caused generally by a reduction in leucine, isoleucine and valine, with relatively little change in the level of non-essential amino acids (1-5).

Arroyave (6) found changes in the free amino acid pattern of plasma resulting from feeding a nitrogen-free diet. It has been suggested that an altered plasma amino acid pattern might be an indication of potential kwashiorkor. Whitehead (7) proposed that the ratio of certain non-essential to essential amino acids might serve as an early diagnostic test of protein deficiency and that the severity of the alteration in the ratio might be indicative of the degree of protein malnutrition before overt clinical signs appear.

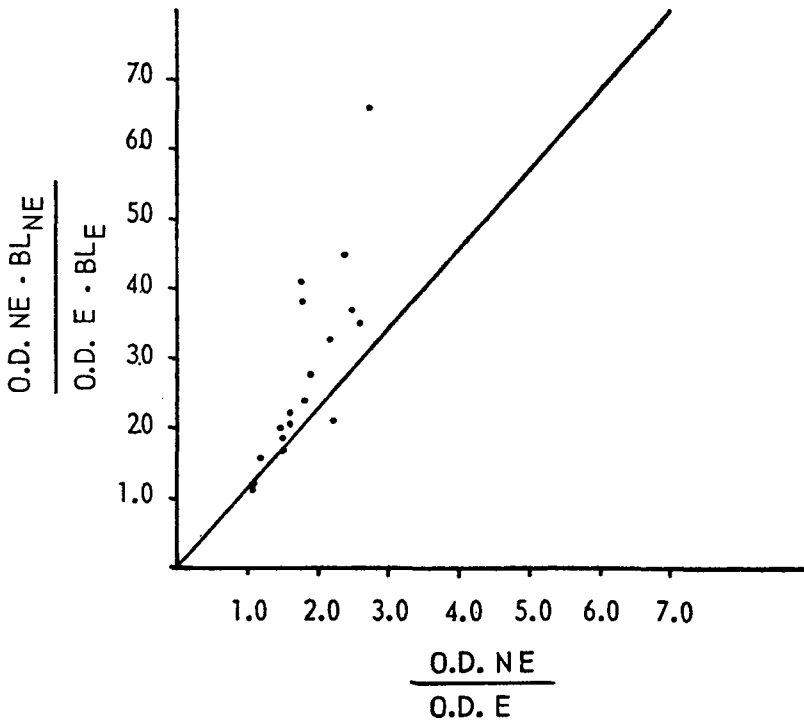
Since complete amino acid analyses of plasma are impractical for field studies, Whitehead (7) proposed a simplified chromatographic procedure. Amino acids were separated on paper, and the group containing primarily leucine, isoleucine and valine was compared with the group containing primarily glycine, serine and taurine.

The purpose of the present studies was to evaluate Whitehead's procedure as a means of distinguishing between population groups known to differ with respect to protein nutriture. The fasting plasma amino acid ratios of Whitehead, as well as several other parameters of nutritional adequacy, were determined under the following conditions: 1) recovery from kwashiorkor; 2) field studies of pre-school children in a low income rural area, characterized by a poor protein intake, and in an orphanage with an adequate diet; 3) recovery from adult malnutrition; 4) a short term rat experiment to test the effect of quality and quantity of protein in the diet under controlled laboratory conditions.

## MATERIALS AND METHODS

In each study, fasting blood serum was prepared and analyzed for amino acids according to the method of Whitehead (7), with the following modifications: 1) Whatman No. 1 or No. 4 filter paper was used; 2) sufficient serum for duplicate

assays was deproteinized, the ethanol was evaporated and the protein-free extract was dissolved in 120  $\mu$ l of 10% isopropanol; 3) two 25  $\mu$ l aliquots were applied to *each* of two 2" wide paper strips; 4) a blank strip was chromatographed simultaneously with the papers containing the samples. For elution, two tubes containing blanks corresponding in paper area to that cut for each group of amino acids, were prepared. Optical density (O.D.) of each blank was subtracted from the appropriate sample value. The subtraction of the O.D. of blanks gives a more accurate result. As would be expected the effect is more marked with samples which have a low concentration of the essential amino acid spot. This is illustrated in figure 1. It is obvious that if a large sample of serum is applied to the paper, which is the usual practice in Dr. Roger Whitehead's



Incap 68-207

Fig. 1.—Effect of failing to subtract “blanks” on the non-essential to essential serum amino acid ratio (NE/E).

laboratory<sup>4</sup>, the error introduced by failing to subtract a blank is reduced. We believe, however, that the O.D. of blanks ought to be subtracted in order to avoid this complication entirely, regardless of the size of the serum sample.

The amino acid ratio was computed with the O.D. of the spots containing primarily glycine, serine and taurine in the numerator and the O.D. of the spot containing primarily leucine, isoleucine and valine in the denominator. Throughout this article, we will refer to the ratio so obtained as the non-essential to essential amino acid ratio (NE/E).

Total serum proteins were determined according to the method of Lowry and Hunter (8), and serum albumin by paper electrophoresis in barbital acetate buffer pH 8.6 at an ionic strength of 0.075 using 110 volts for 16 hours. Colorimetric estimation was carried out with amido-black staining and subsequent elution in 0.01 N sodium hydroxide.

### *Study 1 - Recovery from Kwashiorkor*

The technique of Whitehead for determining the serum ratio of certain amino acids was first evaluated under the extreme conditions of acute kwashiorkor and subsequent recovery. Blood samples which had been obtained from five children upon entering the hospital and at intervals throughout recovery were analyzed for the amino acid ratio. The five children ranged in age from 1 years 8 months to 3 years 4 months. All have been diagnosed as moderate kwashiorkor with moderate amounts of edema<sup>5</sup>.

## RESULTS

Figures 2 through 6 show the relationship between NE/E ratio, serum protein and albumin, protein intake and weight gain during recovery. Initial NE/E ratios ranged from 6.57 - 3.72. (With average of 4.63.) The ratios of all five children showed a generally steady improvement (decrease) in the course of recovery. Final ratios ranged from 2.16 - 1.20 with

---

<sup>4</sup> Personal communication.

<sup>5</sup> These patients were under the pediatric care of Dr. Doroty Wilson, Biomedical Division, INCAP. Present address: Ministerio de Trabajo, Previsión Social y Salud Pública, Departamento de Salud Pública, República de Panamá.

an average of 1.86. The ratios followed the same trends taken by total serum protein, serum albumin and weight gain (after decline due to loss of edema). In most cases, the children were fed 0.8 g/kg body weight per day of milk protein during the first few days of recovery, and increased after about one week to 2 g/kg body weight per day. Milk and sometimes a vegetable mixture (Incaparina) with protein of high biological value were fed.

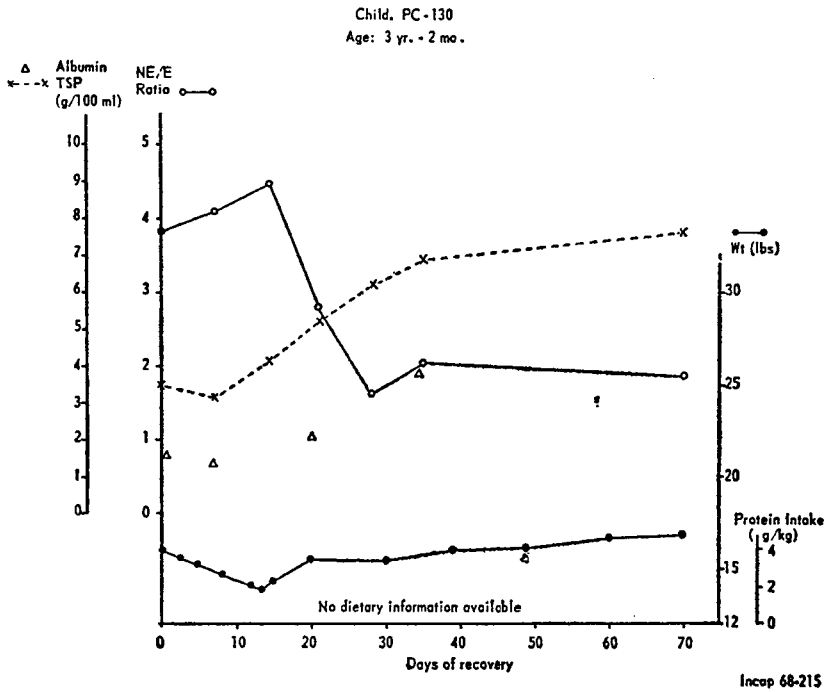


Fig. 2.—Biochemical changes during recovery from kwashiorkor.

Child PC-135  
(Age: 2 yr, 4 mo.)

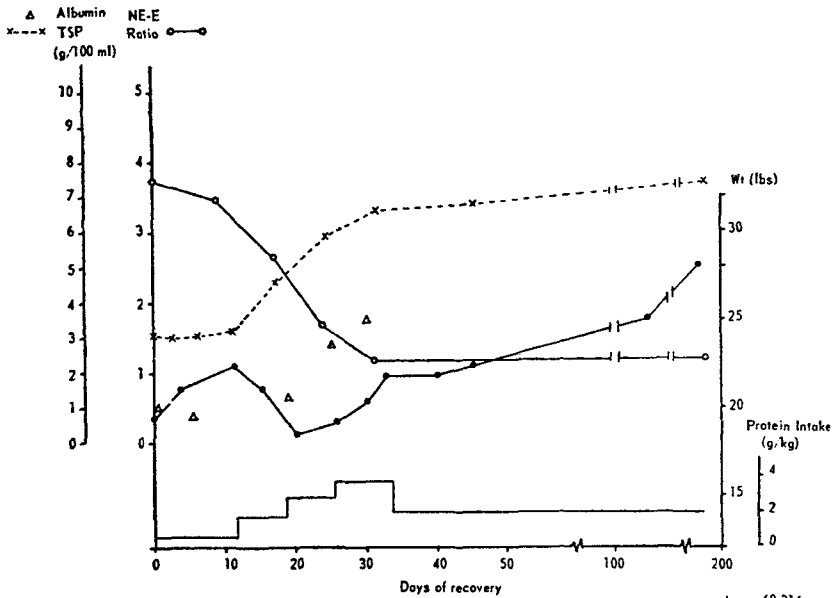


Fig. 3.—Biochemical changes during recovery from kwashiorkor.

Child PC-142  
(1 yr., 8 mo.)

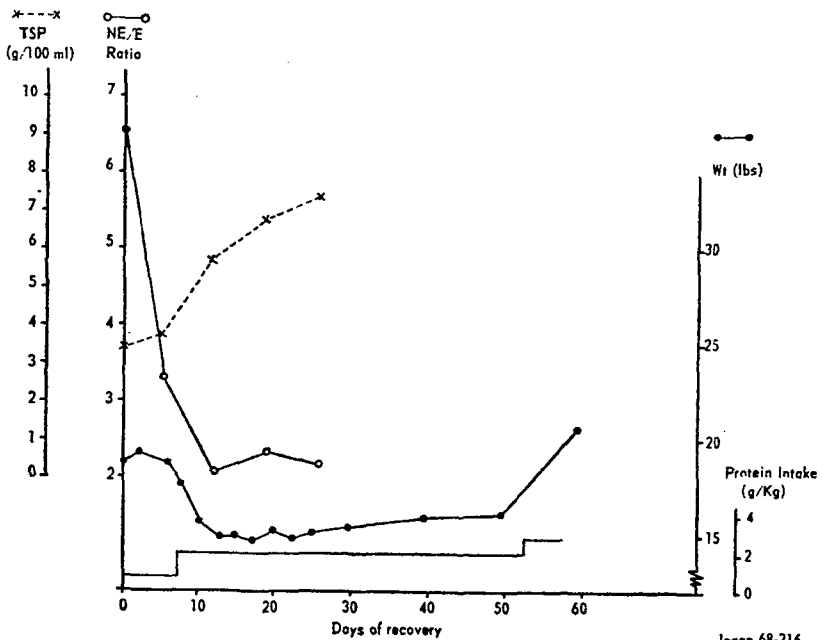


Fig. 4.—Biochemical changes during recovery from kwashiorkor.

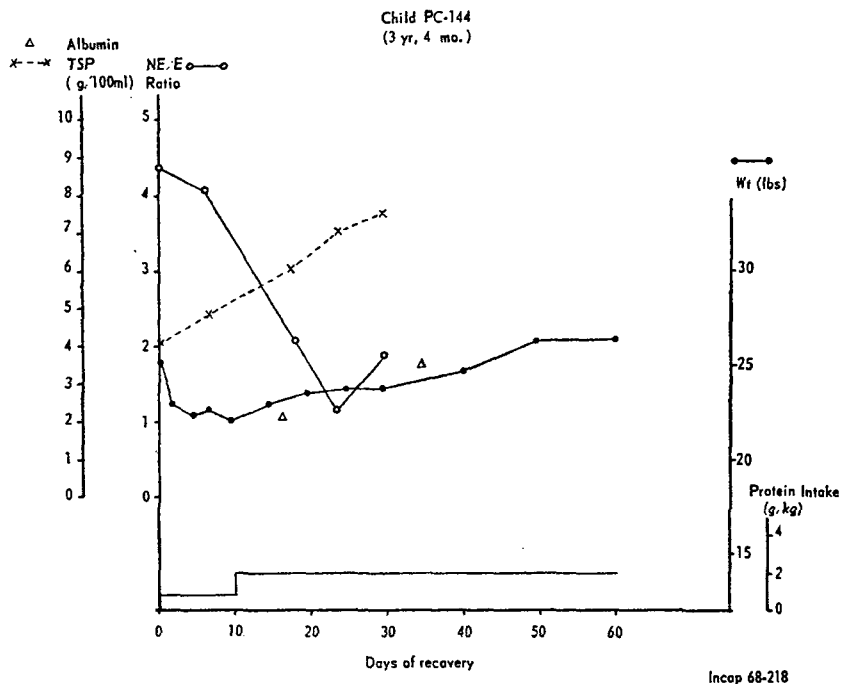


Fig. 5.—Biochemical changes during recovery from kwashiorkor.

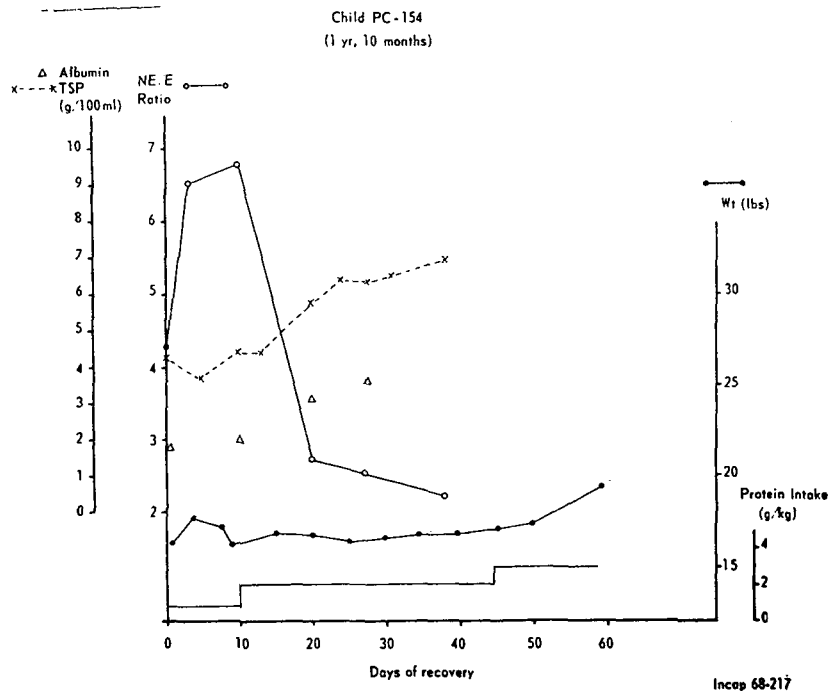


Fig. 6.—Biochemical changes during recovery from kwashiorkor.

## DISCUSSION

It was apparent that the NE/E ratio was sensitive to small changes in improvement from kwashiorkor, a condition in which the serum amino acid pattern is known to be severely disturbed. The fact that it is a ratio determination eliminates the effect of plasma volume changes which in many instances alter serum protein and albumin concentration values. These results are in remarkable agreement with those obtained in African kwashiorkor patients reported by Whitehead (9).

The ability of the NE/E ratio to reflect gradual improvement in protein nutriture suggested that it may also be useful in detecting small changes in blood prior to the appearance of clinical signs of kwashiorkor.

### *Study 2 - Pre-school Children*

The purpose of this study was to determine the usefulness of the NE/E ratio as a means of detecting chronic protein malnutrition in population groups. The pre-school children in the two groups were of similar racial and socio-economic background. Information about their diets was obtained from a seven day dietary survey which had been conducted several months before.

One group was composed of thirty-four pre-school children from a low-income rural area of Guatemala. Their diet was inadequate in many nutrients, including protein (Table I)<sup>6</sup>. The second group was composed of twenty-two pre-school children from an orphanage in Guatemala City. Their diet was adequate in all nutrients when compared with the NRC recommendations (Table I). All children included in this group had been receiving the orphanage diet for at least two months. Since many of the children had probably entered the orphanage in an undernourished state, they were not typical of a group which had always received an adequate diet. However, with respect to a diet of two months or longer duration, these children provided a definite contrast with the rural children.

---

<sup>6</sup> Dietary data kindly given to us by Miss Marina Flores, Chief of the Dietary Research Unit, INCAP.

TABLE I  
 CHARACTERISTIC DAILY AVERAGE NUTRIENT INTAKE\* OF THE  
 TWO GROUPS OF PRE-SCHOOL CHILDREN

Nutrient		Cons./person	NRC recommendation	% of NRC
<b>LOW INCOME RURAL (11 children)</b>				
Protein (total)	g	24.8	41.8	59
% animal protein		22	—	—
Calories		785	1209	65
Fat	g	12.0	—	—
Carbohydrate	g	150	—	—
<b>ORPHANAGE (41 children)</b>				
Protein (total)	g	55.4	45.0	123
% animal protein		61	—	—
Calories		1324	1330	100
Fat	g	26.0	—	—
Carbohydrate	g	220	—	—

\* Averages are based on a 7-day Dietary Survey.

## PROCEDURE

A 0.5 - 1.0 ml blood sample was taken from the finger tip before breakfast. Serum was removed and analyzed for total proteins and the remainder was frozen until analyzed as indicated before. The height and weight of the children were determined.

## Results

The classification of nutritional status on the basis of body weight is given in Table II. Several children from both groups were classified with second degree malnutrition and only seven had weights in the normal range. Both groups had mean percent deficits in weight greater than the 10% according to

the standards adopted by INCAP (10). The orphanage children were less deficient in both height and weight than the rural children.

Study of the blood serum (Table III) showed a significantly lower NE/E ratio in the orphanage (2.07; S.D.=0.55) than in the group of rural children (2.89; S.D.=0.71). Rutishauser and Whitehead (11) found an average of 1.90 with

TABLE II  
CLASSIFICATION OF MALNUTRITION IN PRE-SCHOOL CHILDREN  
ON THE BASIS OF BODY WEIGHT

Degree of Malnutrition	Relative weight % of normal	Orphanage		Low Income Rural	
		N	%	N	%
Normal	90 — 110	4	18	3	9
First	75 — < 90	15	68	17	48
Second	60 — < 75	3	14	15	43
Third	< 60	—	—	—	—

TABLE III  
COMPARISON OF NE/E RATIO WITH OTHER MEASURES OF NUTRITIONAL STATUS IN TWO GROUPS OF PRE-SCHOOL CHILDREN

Parameter Studied	Low Income Rural (Inadequate Intake)	Orphanage (Adequate Intake)
No. of children	35	22
NE/E Amino Acid ratio	2.89 (0.71) <sup>1,2</sup>	2.07 (0.55) <sup>1,2</sup>
Total Serum Protein g/100 ml	6.54	7.04
Age in months	54.6	57.2
Weight deficit (%)	22	18
Height deficit (%)	12	10

<sup>1</sup> Standard deviation.

<sup>2</sup>  $t = 4.88$  with 55 degrees of freedom ( $t = 2.67$  for  $P < 0.01$ ).

a standard deviation of 0.50 for 195 children of similar ages who had been successfully treated for kwashiorkor or marasmus. We found 1.83 for our recovered kwashiorkor patients. These values are only slightly lower than those found in the orphanage children. On the other hand, the rural children had a much higher ratio. The difference was significant at the 1% level. Ten well-nourished European children studied by Whitehead and Dean (7) gave an average ratio of 1.5 with a range between 1.2-1.8. On the basis of the distribution found in the 195 African children recovered from protein-calorie malnutrition, however, Rutishauser and Whitehead conclude that ratios of three or above are definitely abnormal (11). Thirteen of the 35 children in the rural population had values of 3.0 or over (37% prevalence). In the orphanage, only one of the 22 (4%) had ratios above 3.0.

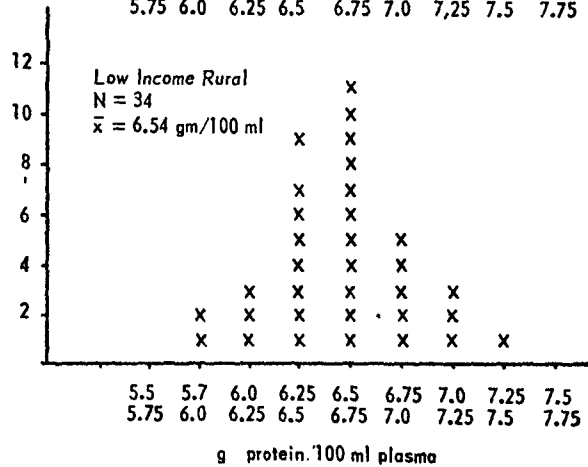
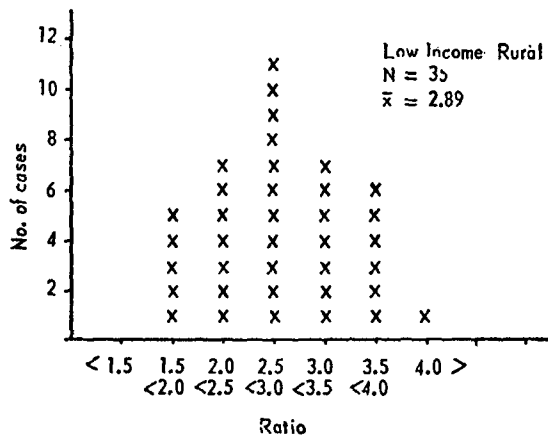
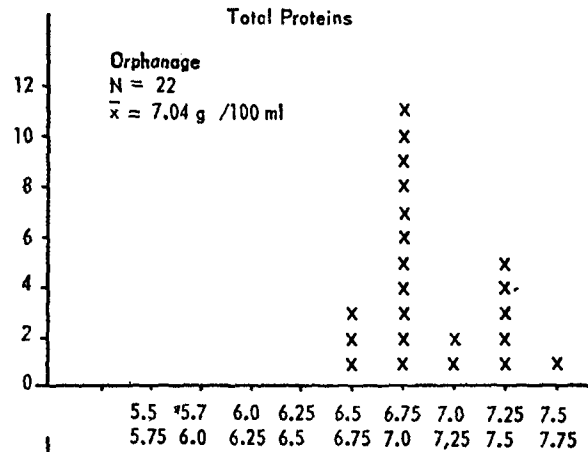
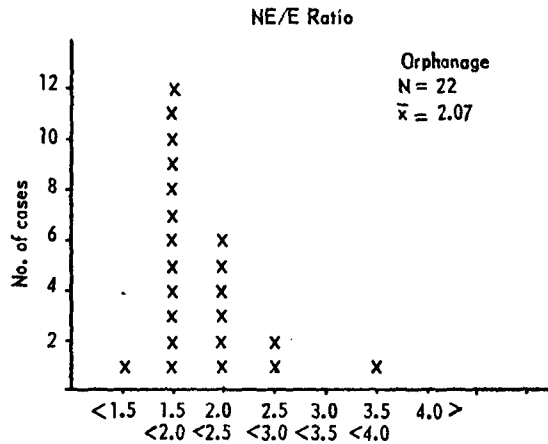
The difference in the distribution of ratios is shown in figure 7. The difference in the distribution of serum proteins was less striking (figure 7).

## DISCUSSION

The children in the orphanage could not be considered adequately nourished on the basis of height and weight. This retardation in physical development indicates that, before entering the institution, they were suffering from a degree of malnutrition similar to the children in the low income rural group. The NE/E amino acid ratio was, however, very sensitive to distinguish between the two groups, reflecting the improvement in protein nutrition produced by the superior diet in the orphanage.

### *Study 3 - Recovery from Adult Malnutrition*

In a manner similar to the study of recovery from kwashiorkor, the NE/E ratios of blood serum were determined under the extreme condition of malnutrition in the adult. It was necessary to determine whether or not older individuals, with demands for repletion and maintenance of body protein which differed from those of children responded in the same way.



Incap 68-212

Fig. 7.—Serum free amino acid index (NE/E ratio) and total serum proteins in two groups of pre-school children having different nutritional characteristics.

The blood serum of five patients aged 13-84 years, who had been hospitalized with severe malnutrition was analyzed<sup>7</sup>.

RESULTS

Comparisons of NE/E ratios with other parameters of nutritional status are given in figures 8 through 12. Initial ratios ranged from 2.94 - 1.92. The decrease in ratios during recovery followed the pattern of improvement given by total serum proteins and albumin, with one exception. Case AM-9 was an 84-year-old man whose age may have classified him differently with respect to protein metabolism. It is possible that

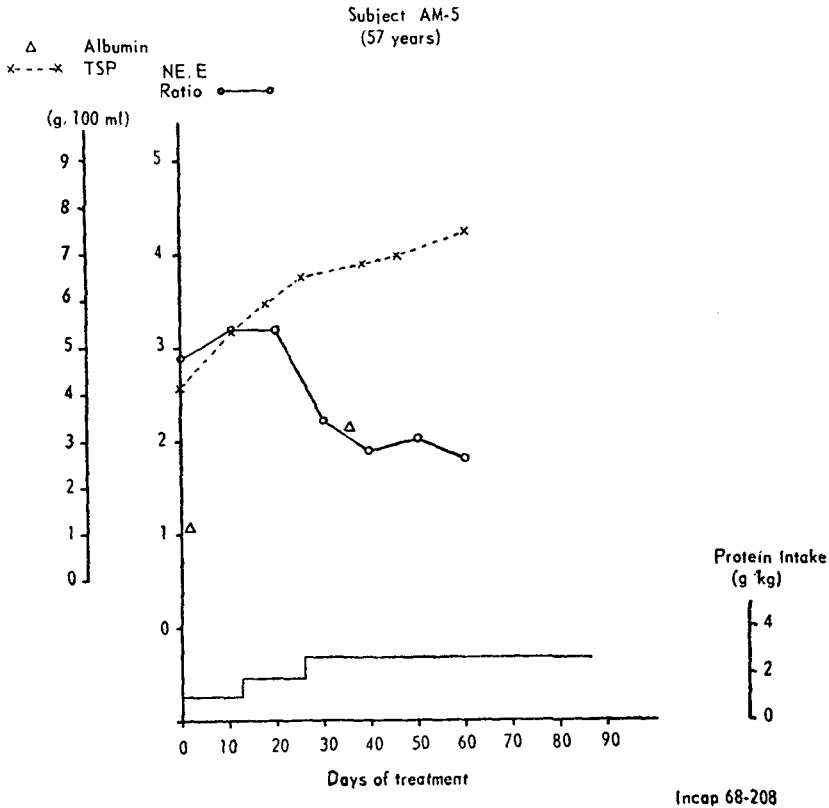


Fig. 8.—Biochemical changes in adults during recovery from severe malnutrition.

7 These patients were under study by Dr. Fernando Viteri, Chief of the Division of Biomedics, INCAP.

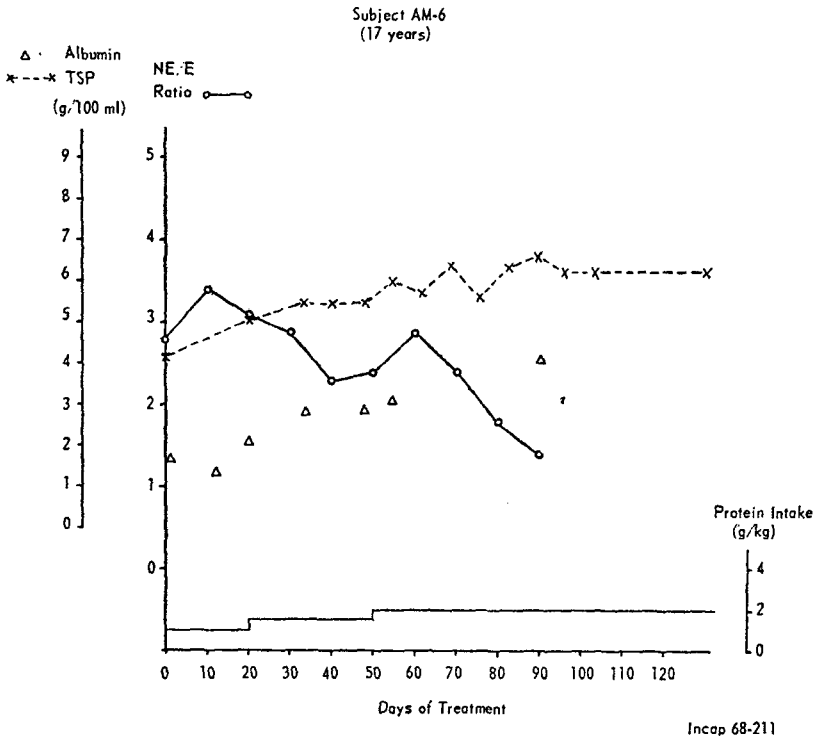


Fig. 9.—Biochemical changes in adults during recovery from severe malnutrition.

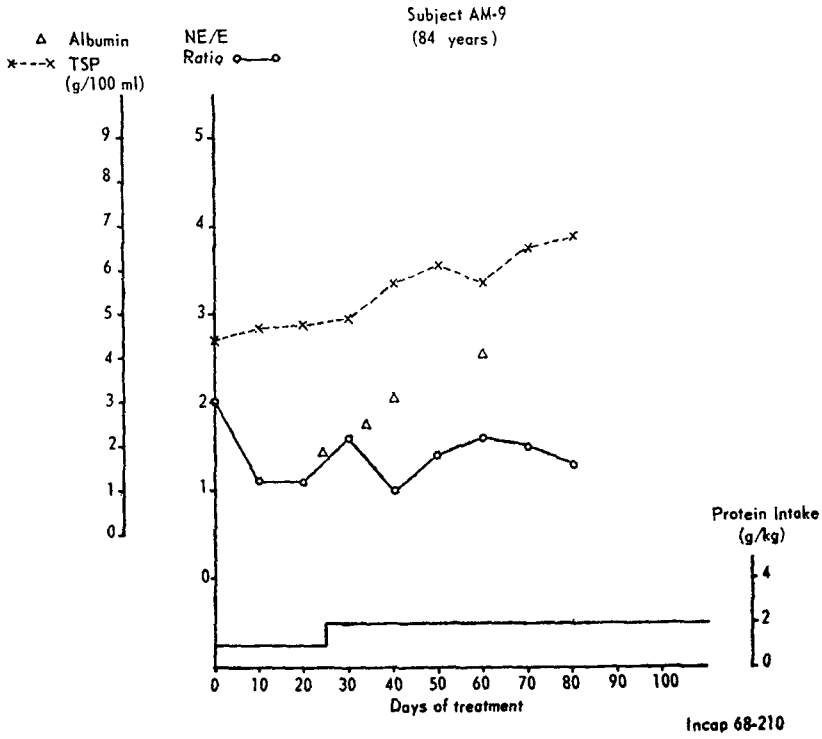
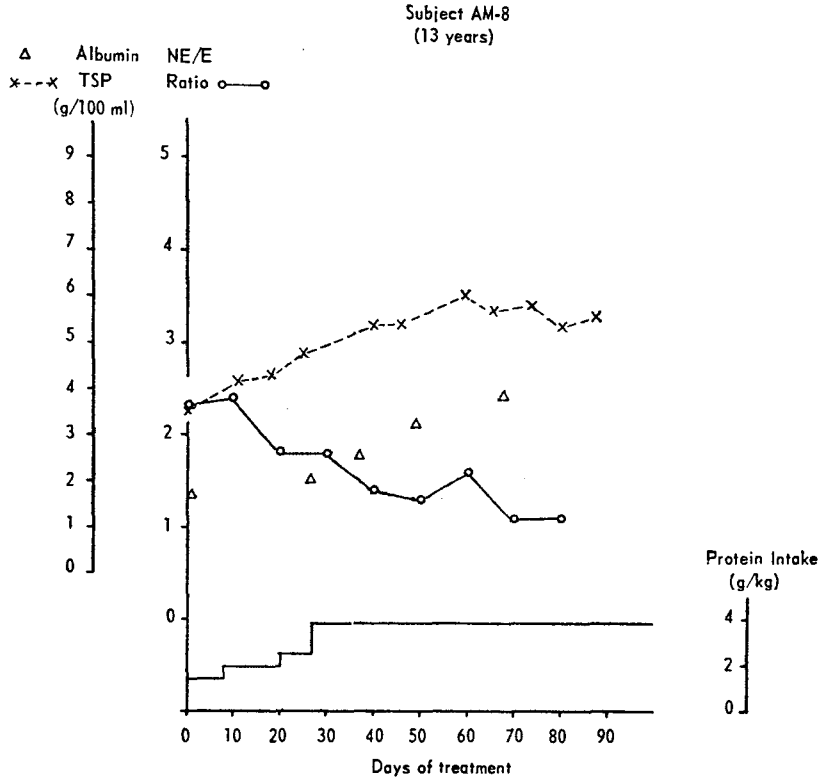


Fig. 10.—Biochemical changes in adults during recovery from severe malnutrition.



Incap 68-209

Fig. 11.—Biochemical changes in adults during recovery from severe malnutrition.

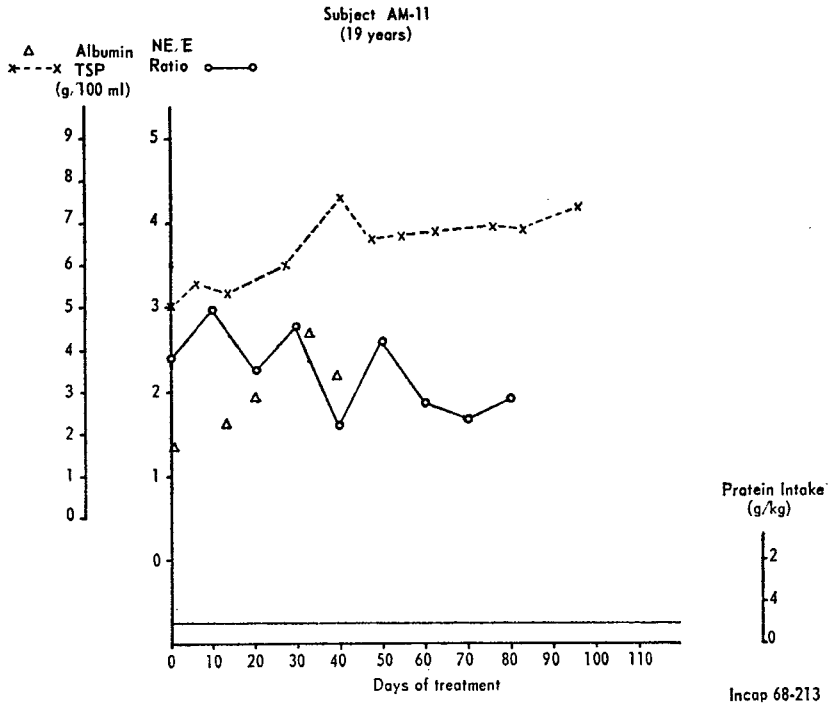


Fig. 12.—Biochemical changes in adults during recovery from severe malnutrition.

he was in a state of protein catabolism during the first few weeks, a fact which might explain the high ratios during the early stages of recovery. It is known, in fact, that in starvation and in the acute phase of measles (catabolic conditions), the changes in plasma amino acids are the reverse of those found in kwashiorkor, i. e. the essential amino acids are elevated while the non-essentials are depressed (12).

### DISCUSSION

The NE/E ratio of blood serum permitted detection of gradual improvements in nutritional status of adults as well as children, although, their initial ratios were not as elevated. Similar response by the two groups following the severe metabolic stress of malnutrition suggests that the ratio is a crit-

ical indicator of protein nutriture. It is possible that the NE/E ratio could be used in evaluation of nutritional status of adult populations as effectively as in populations of children.

#### *Study 4 - Experimental Animals*

The purpose of this study was to evaluate the use of the fasting NE/E ratio in blood serum under more controlled conditions than those found in human populations by making the quality and quantity of protein the only significant dietary variable. Male rats of the Sprague-Dawley strain, average weight 88.8 grams, received a stock diet<sup>8</sup> prior to the experiment. During the experimental period, diets<sup>9</sup> were offered *ad libitum* and contained either 5% corn protein, 5% casein or 20% casein. Serum NE/E ratios were determined initially, after one week, and after two weeks. On the day of sampling, animals were fasted for eight hours, anesthetized with ether and 1-2 ml of blood was taken by heart puncture. Preparation and analysis of blood was the same as previously described.

### RESULTS

Weight gain and NE/E ratios are given in Table IV. The change of diet from stock to purified diet produced a weight loss in animals receiving 5% of either protein source. The greater weight loss with 5% casein was accompanied by a lower food consumption. Adaptation to a new diet was probably partly responsible for the increase in all NE/E ratios during the first week and may have obscured particular effects of the diet on the ratio.

During the second week, NE/E ratios reflected differences in both quality and quantity of dietary protein. The ratios were significantly different in all three groups (Table IV), in spite of the fact that neither protein source supported growth when fed at the 5% level. The ratio declined more rapidly during the second week in the serum of animals receiving a

---

8 Stock diet (22% protein): Purina, Guatemala, 42%; Corn 55%; minerals (Salmina) 3.0%.

9 Non-protein diet was as follows: 65% or 80% cornstarch; 10% cottonseed oil; 4 ml vitamin mix in alcohol (Manna, L. and S. M. Hauge, *J. Biol. Chem.*, 202:91, 1953): 4%.

TABLE IV

THE EFFECT OF PROTEIN QUALITY AND QUANTITY ON THE NE/E AMINO ACID RATIO IN BLOOD SERUM OF RATS

Diet	ONE WEEK			TWO WEEKS		
	Weight Gain	Ratio		Weight Gain <sup>2</sup>	Ratio	
		$\bar{X}$	S. D.		$\bar{X}$	S. D.
5% Corn Protein	(4) <sup>1</sup> — 5.2 ± 1.7	3.31	0.87	(5) — 4.6 ± 2.1	8.96	4.44 <sup>3</sup>
5% Casein	(4) — 9.8 ± 3.5	3.29	0.62	(4) — 12.5 ± 2.8	4.53	1.21 <sup>3</sup>
20% Casein	(6) 41.2 ± 5.9	2.63	0.41	(6) 91.0 ± 5.7	2.17	0.51

Initial average weight: 88.8 g.

Initial ratio: 1.60; S. D. = 0.31 (8 rats).

<sup>1</sup> Number of rats in parenthesis.<sup>2</sup> Two weeks gain.<sup>3</sup> "t" significant at the 1% level ( $P < 0.01$ ) when compared with the 20% casein group at two weeks.

small amount of poor protein than in the serum of animals receiving a small amount of a high quality protein.

### DISCUSSION

The NE/E ratio in fasting serum of rats reflected variations in dietary protein quality and quantity after a period of one week. The changes in ratios during the second week indicated that after adaptation to a diet of low protein quality or quantity, serum ratios continue to reflect dietary differences. Evidence obtained from this very short term study suggested that the NE/E ratio was very sensitive for detecting differences in protein quality and quantity under controlled laboratory conditions.

### COMMENTS

Whitehead's technique for estimating the ratio of two groups of amino acids in blood plasma was evaluated under several types of conditions. The method appeared to be sensitive to small changes in the relative serum concentrations of particular essential and non-essential amino acids which accompanied dietary differences. The procedure is relatively simple and seems to be an effective means of detecting different protein nutrition of population groups. In cases where serum amino acid pattern was severely altered, as the result of disease, the ratio responded to dietary treatment in individual cases.

The technique demands further study, possibly under the following conditions: 1) A field study of groups of children or adults suspected or having, on the average, various grades of chronic malnutrition; 2) longitudinal studies in which various measures for improving the nutritional status of population groups are being investigated; 3) laboratory investigation of longer duration, in which the balance of nutrients, especially carbohydrate: protein, as well as the source of protein, are studied under controlled conditions.

### RESUMEN

Los aminoácidos libres del plasma como índice de la nutrición proteica

El propósito de este trabajo fue evaluar la razón de los aminoácidos libres del plasma, propuesta por Whitehead como indicador de nutrición

proteica. El método se aplicó a niños y adultos que padecían de malnutrición proteico-calórica severa, al ingreso al hospital y durante la recuperación; y a niños con malnutrición crónica pertenecientes a un grupo de nivel socio-económico bajo en el área rural de Centro América. Además, se llevó a cabo un experimento con ratas alimentadas con dietas que diferían en cantidad y calidad de proteínas. Los resultados indican que la razón de aminoácidos de Whitehead es de valor para evaluar el estado nutricional proteico bajo las condiciones de este estudio.

## BIBLIOGRAPHY

- (1) Arroyave, G., D. Wilson, C. de Funes & M. Béhar.—The free amino acids in blood plasma of children with kwashiorkor and marasmus. *Am. J. Clin. Nutrition*, 11: 517-524, 1962.
- (2) Cravioto, J., F. Gómez, R. Ramos-Galván, S. Frenk, E. L. Montaña & N. García.—Metabolismo proteico en la desnutrición avanzada: concentración de aminoácidos libres en el plasma sanguíneo. *Bol. Ofic. San. Panamer.*, 48: 383-391, 1960.
- (3) Edozien, J. C., E. J. Phillips & W. R. F. Collins.—The free amino acids of plasma and urine in kwashiorkor. *Lancet* 1: 615-618, 1960.
- (4) Snyderman, S. E., L. E. Holt, Jr., P. M. Norton, E. Roitman & J. Finch.—The plasma aminogram in kwashiorkor. *Am. J. Clin. Nutrition*, 12: 333, 1963.
- (5) Whitehead, R. G. & R. F. A. Dean.—Serum amino acids in kwashiorkor. I. Relationship to clinical condition. *Am. J. Clin. Nutrition*, 14: 313-319, 1964.
- (6) Arroyave, G.—The estimation of relative nutrient intake and nutritional status by biochemical methods: proteins. *Am. J. Clin. Nutrition*, 11: 447-461, 1962.
- (7) Whitehead, R. G. & R. F. A. Dean.—Serum amino acids in kwashiorkor. II. An abbreviated method of estimation and its application. *Am. J. Clin. Nutrition*, 14: 320-330, 1964.
- (8) Lowry, O. H. & T. H. Hunter.—The determination of serum protein concentration with a gradient tube. *J. Biol. Chem.*, 159: 465-474, 1945.
- (9) Whitehead, R. G.—Biochemical tests in differential diagnosis of protein and calorie deficiencies. *Arch. Dis. Child.*, 42: 479-484, 1967.
- (10) Jackson, R. L. & H. G. Kelly.—Growth charts for use in pediatric practice. *J. Pediat.*, 27: 215-229, 1945.
- (11) Rutishauser, I. H. E. & R. G. Whitehead.—Field evaluation of two biochemical tests which may reflect nutritional status in three areas of Uganda. (Submitted for publication to the *British Journal of Nutrition*.)
- (12) Arroyave, G.—Biochemical signs of mild-moderate forms of protein-calorie malnutrition. In: Blix, G., Ed. *Mild-moderate forms of protein-calorie malnutrition. Symposia of the Swedish Nutrition Foundation I. Bastad, August 29-31, 1962. Uppsala, Almqvist & Wiksells, 1963. p. 32-46.*



## **Fermented rice, a food from Ecuador**

A. G. VAN VEEN\*, D. C. W. GRAHAM\*, K. H. STEINKRAUS\*\*

### **SUMMARY**

"Fermented Rice" (arroz fermentado or requemado) is a food consumed in the Ecuadorean Andes, about which little information is available. One paper published ten years ago (1) describes its manufacture, distribution, consumption and its economical aspects. The unhusked rice is fermented by the microorganisms with which it is contaminated. During the fermentation the grain acquires a yellowish or brownish color. After drying and milling the resulting product is still colored, after cooking it develops a faint, specific flavor.

We isolated from samples of the fermented product a mixture of fungi and bacilli, in which *Aspergillus flavus* (2 strains), *Asp. candidus*, and *B. subtilis* were preponderant. To judge from the increase in "soluble N" a part (a few percent) of the protein is broken down by the microorganisms and as a result of this and other microbiological effects the cooking properties of the rice (and the consistency of the cooked product) have been changed. In the rat-experiment the nutritive value of the protein had not improved; the riboflavin content increased considerably.

The fermented rice samples did not contain aflatoxin, and the two *Aspergillus flavus* strains were not able to form aflatoxin on the usual wheat medium.

### **INTRODUCTION**

Fermented foods play a less important role in the diet in Latin America than in Southeast Asia and in part of Africa. As a part of our research program in nutritional and health aspects of fermented foods, we undertook the study of a little

---

\* Graduate School of Nutrition, Cornell University, Ithaca, New York.

\*\* New York State Agriculture Experiment Station, Cornell University.

This paper was presented at the 53rd Annual Meeting of the AACC, Washington, D. C., April 1968.

Received: 3-5-1968

known fermented product from Ecuador, *arroz fermentado* also called *arroz amarillo* or *requemado*, or *Sierra rice*. The adjectives *amarillo* and *requemado* are used because of the brownish yellow color of the product reminding one of yellow toasted rice. So far, to our knowledge only one paper devoted to this interesting product has been published (1), which mentions the following:

"This 'Sierra rice' is used exclusively in the preparation of 'dry rice', which is considered indispensable to all meals. 'Dry rice' is prepared by cooking the kernels until they separate evenly. Inasmuch as fermentation already precooks the rice by subjecting it to temperatures of 50 to 80 degrees C. 'Sierra rice' requires less cooking time in the Andean altitudes where water boils below 100 degrees C.\* 'Dry rice' is distinguished from white 'soup rice' and 'wet rice' in that the latter are cooked to a mushier consistency than the former.

"Inasmuch as varieties characterized by slender ligneous integuments ferment more easily, so-called 'Fortuna' and 'Carolina' varieties are preferred. Occasionally, shortage of supply of these varieties will cause 'Chato-Canilla' (with a thicker integument) to be used. In the milling process, fermented rice is more susceptible to breakage; while 'Sierra rice' is not highly polished, yields of between 32 and 40% brokens (kernels smaller than three-fourths of the whole grain) considerably exceed those of hardmilled white rice. This does not present a serious marketing problem, however, because the trade accepts rice with up to 35% brokens. In fact, the greatest demand is for low-priced rice — hence for rice containing a large percentage of brokens."

The authors were not able to verify all this and the situation may have changed since this article was written.

The authors were interested not only in the nutritive value but also in the possibility of the occurrence of mycotoxins which might present health hazards to the consumer of fermented rice (2).

Studies on fermented corn products have been made repeatedly (3,4,5) and recently an interesting study has been made on fermented wheat (wheat tempeh) (6), but to our knowledge studies on fermented rice have not been published.

---

\* At 3000 m. altitude water boils at about 87°C.

In general, fermentation may increase the acceptability as in the case with tempeh (7), ontjom (2) and bongkrek (8). Protein quality (at least of the total protein mixture) is in our experience, usually not improved in the animal experiment. Digestibility for human beings (not necessarily for rats) may be increased, as is the case with tempeh and ontjom prepared from, for human beings rather undigestible, basic materials, soybeans and peanut presscake.

## MATERIALS AND METHODS

*Manufacture in Ecuador (according to Hertzfeld) (1).* "Fermentation is induced by dumping moist rice on large cement or cane floors out in the open, and covering it with tarpaulins. The rice normally used for this process is grain which already has a relatively high moisture content. Rice with a 22% moisture content begins to ferment in three days, while it takes up to ten days for rice with a moisture content of 17% to ferment. Once fermentation sets in, the rice is left under tarpaulins for four or five days. Then laborers remove the tarpaulins, replacing them after turning the rice with shovels. At a decreasing rate, the rice continues to ferment; six to fifteen days elapse, depending on relative humidity and temperature, before the rice is turned once more and left to dry in the open. The hulls turn a cinnamon color, the shade becoming darker the longer fermentation proceeds. Individual kernels of fermented milled rice, on the other hand, range in color from golden to deep cinnamon brown. The most acceptable color to the trade is golden or light cinnamon."

Some samples from Ecuador were investigated (Exp. I).<sup>\*</sup> The husked and unhusked samples were labelled *Arroz medio quemado*, *Arroz fermentado o quemado*, *Arroz amarillo Fortuna*, and *Arroz quemado Canilla*.

### *Preparation of Fermented Rice in the Laboratory*

For comparative purposes one batch of fermented rice was prepared with the fungus, *Aspergillus candidus* isolated from our Ecuadorian samples (Exp. II) and one batch with *Bacillus subtilis*, another isolate (Exp. III). Because the authors were

<sup>\*</sup> The authors would like to thank Mr. Jose Villafuerte Paredes, Director de Fomento Agrícola, Quito, and Dr. Luis Vallejo Cevallos, Director of the Instituto Nacional de Nutrición, in Quito, for their cooperation in sending of samples.

interested in the action of these microorganisms on the protein, milled rice (Riceland Rice) was used and not rice in the husk as is done in Ecuador.

a) Suspensions were made of the *Aspergillus* spores and small quantities of rice (60 g) were inoculated with about 10 ml of the spore suspension. The rice was incubated for four days at 30°C and portions of about 1800 g rice were, after soaking with 300 ml of distilled water, mixed with the small batches of inoculated rice mentioned before; the batches were incubated at 30°C for three days and then autoclaved at 105°C to kill the mold.

b) For the experiment of rice fermented by *Bacillus subtilis*, two tubes of 10 ml of a brain-heart-infusion broth were inoculated with *Bacillus subtilis* and incubated for 48 h at 37°C. The tubes were centrifuged and the washed cells were diluted with 200 ml saline solution. A batch of 3400 g of dry rice plus 400 ml of distilled water was, after soaking for a few hours inoculated with this bacterial suspension and then incubated for seven days, at 37°C; the rice was stirred two times during this period. The product was autoclaved for 15 minutes at 120°C.

c) Both batches were freeze-dried, ground and sieved (20 mesh). The unfermented rice controls were also autoclaved and ground. The final products were incorporated into the diet formula for the animal experiments (Tables 1, 3, and 5).

#### *Microbiological Analysis of samples from Ecuador*

All husked samples had the same yellowish-brown (uneven) color and gave practically the same microbiological results. A number of husked grains of the samples were either soaked in A.P.T. broth, or in distilled water and inoculated on A.P.T. agar, Nutrient agar, or B.H.I. agar. A great number of isolates were obtained which were transferred to either slants or plates. The isolated bacteria were determined with the help of Bergey's Manual of Determinative Bacteriology (7th Ed., 1957). For the determination of the fungi we received the cooperation of specialists in this field.\*

\* The authors are grateful for Dr. R. T. Korf, Professor of Mycology, Cornell University, Dr. J. J. Ellis, Research Mycologist, and Dr. C. W. Hesseltine, Acting Chief, both of the Fermentation Laboratory, U.S.D.A. (ARS), Peoria, Illinois, for their help and assistance.

Moisture, crude protein, fat, ash, and riboflavin were determined according to the "Methods of Analysis of the A.O. A.C." (9).

True protein was determined by precipitation with 5% trichloroacetic acid (10). The rice samples were cooked in ten times their weight of boiling water and the cooking water, and also the rice plus cooking water, diluted with 20 times the volume of 5% trichloroacetic acid.

Water absorption of rice in cooking was determined by heating the rice samples at 90, and 100°C in the tenfold volume of water during 30, 40 and 60 minutes, respectively, centrifuging at 3500 RPM and measuring the volume of the supernatant.

#### *Protein Efficiency Ratio and Apparent Digestibility*

Both were determined by the method described by Barnes and Fiala (11).

The fermented and unfermented rice products after freeze-drying were analyzed and compared in the rat experiment (6 rats, initial weight 50-60 g, in each group) with standard casein. The composition of the diets is given in Tables 1, 3, and 5.

#### *Aflatoxin*

Aflatoxin was determined by the method of the Tropical Product Institute, London, England, by Broadbent *et al.* (12).

## RESULTS AND DISCUSSION

We isolated several different fungi and bacteria from the different Ecuadorian fermented rice samples (husked) and it is difficult if not impossible, to state which microorganisms are the most important ones for the fermentation process. However, in general, all samples showed more or less the same population of microorganisms.

All bacteria were gram-positive spore-formers, which is not surprising because the fermenting rice heats itself up considerably. The most prominent bacteria appeared to be *Bacillus subtilis* with a strong proteolytic and amylolytic activity; two other less important bacilli resembled *Bacillus pumilis* and *Bacillus cereus*, though both were not quite identical with

these strains (in connection with some of the biochemical properties), as described in Bergey's Manual.

Amongst the fungi, the Aspergilli were prominent especially *Aspergillus flavus*, L. K. var. *flavus* and *Aspergillus flavus* var. *columnaris* Raper and Fennel, *Aspergillus candidus* L. K., and *Aspergillus fumigatus*. Furthermore, we isolated *Rhizopus rhizopodiformis*, *Absidia corymbifera* and an *Actinomyces* species.

With the help of the usual techniques we tried to investigate the possibility that one or more of the microorganisms isolated by us, would be predominant in the fermentation process because of the production of substances with antibiotic action on the others, but in spite of using different techniques we only found very weak or no antibiotic activity.

From the cooking experiments with two unfermented and two fermented Ecuadorian rice samples, under carefully controlled conditions, it appeared that after treatment with trichloroacetic acid the two unfermented samples contained 20 and 40 mg soluble nitrogen (calc. per 100 g of raw rice), after fermentation 40 and 90 mg. The total N-content of the raw rice was 1400 mg.

From our cooking experiments it appeared moreover that the fermented grains retained their consistency much better than those of unfermented rice which is in accordance with Herzfeld's observations (1.).

From Table 2 it is clear that on the 6% protein level the P.E.R. of the Ecuadorian fermented rice (and the apparent digestibility) are certainly not higher than that of the unfermented product. The P.E.R.'s and apparent digestibility of the rice samples fermented with *Aspergillus candidus* and *B. subtilis* (Tables 4 and 6) were inferior to those of unfermented rice. This is not surprising, because during the rather lengthy fermentation (4 days) some amino acids are decomposed by the fungi, and the fungus mycelium is rather indigestible. We did not perform any crude fiber determinations, because this fact is well known. Therefore, fermentation has not increased the protein quality, but only broken down some of the protein.

More interesting are the riboflavin figures in Table 7 which show that the Ecuadorian fermented rice has about double the riboflavin content of the non-fermented rice and

that the riboflavin content of ordinary milled rice fermented with *Bacillus subtilis* has increased nearly fourfold. An increase in riboflavin content through microbial action has been noted in many fermented foods such as tempeh (7), ontjom (2), and idli (2).

Aflatoxin could not be detected in any of the Ecuadorian rice samples, and both *Aspergillus flavus* strains did not produce aflatoxin on the whole-wheat medium on which other *Asp. flavus* strains produced much aflatoxin.

Table 1 - Analytical Data  
EXPERIMENT I  
ECUADORIAN RICE, FERMENTED AND UNFERMENTED

	Crude Protein (N×6.25) %	Fat %	Moisture %	Calories per 100 g
Unfermented Rice	7.00	0.84	12.9	—
Fermented Rice	8.81	1.10	11.3	—
Casein Diet	6.00	6.32	16.5	356.1
Unfermented Rice Diet	5.75	6.54	15.0	360.5
Fermented Rice Diet	5.75	6.86	15.3	360.9

Table 2 - Protein Intake, Weight Gain and Apparent Digestibility  
in Rats on Three Diets (Mean values for 6 male rats per group)

	Casein	Unfermented Rice	Fermented Rice
Average Feed Intake g/rat/28 days	317.5	334.0	322.2
Average Protein Intake g/rat/28 days	19.0	19.2	18.5
Average Weight Gain g/rat/28 days	46.5	36.5	30.2
Protein Efficiency Ratio	2.45	1.90	1.63
Apparent Digestibility	88.6	88.5	84.2

Table 3 - Analytical Data

## EXPERIMENT II

## RICE FERMENTED WITH ASPERGILLUS CANDIDUS

	Crude Protein (N×6.25) %	Fat %	Moisture %	Calories per 100 g
Unfermented Rice	6.1	—	—	—
Fermented Rice	8.5	—	—	—
Casein Diet	7.8	6.27	16.3	353.9
Unfermented Rice Diet	5.3	6.42	16.5	353.6
Fermented Rice Diet	6.7	6.09	15.9	366.9

Table 4 - Protein Intake, Weight Gain, and Apparent Digestibility in Rats on Three Diets (Mean values for 6 male rats per group)

	Casein	Unfermented Rice	Fermented Rice
Average Feed Intake g/rat/28 days	348.2	363.4	319.7
Average Protein Intake g/rat/28 days	27.2	19.3	21.4
Average Weight Gain g/rat/28 days	70.0	42.8	38.0
Protein Efficiency Ratio	2.57	2.22	1.77
Apparent Digestibility	91.6	86.8	72.6

Table 5 - Analytical Data

## EXPERIMENT III

## RICE FERMENTED WITH BACILLUS SUBTILIS

	Crude Protein (N×6.25) %	Fat %	Moisture %	Calories per 100 g
Unfermented Rice	8.56	0.8	5.3	—
Fermented Rice	8.75	0.1	4.2	—
Casein Diet	7.12	6.50	18.1	347.7
Unfermented Rice Diet	6.69	6.77	15.1	361.2
Fermented Rice Diet	7.12	5.90	15.0	357.1

Table 6 - Protein Intake, Weight Gain, and Apparent Digestibility in Rats on Three Diets (Mean values for 6 male rats per group)

	Casein	Unfermented Rice	Fermented Rice
Average Feed Intake g/rat/28 days	413.2	319.2	290.0
Average Protein Intake g/rat/28 days	29.4	21.4	20.6
Average Weight Gain g/rat/28 days	68.6	35.8	25.6
Protein Efficiency Ratio	2.33	1.67	1.24
Apparent Digestibility	91.2	82.6	78.9

Table 7 - Riboflavin Content in mcg/gr

	Samples from Ecuador	Riceland Rice Inoculated with Bacillus subtilis
Before fermentation	0.15	0.28
After fermentation	0.32	1.04

## RESUMEN

## Arroz fermentado, alimento del Ecuador

Arroz fermentado o requemado es un alimento de consumo popular en los Andes Ecuatorianos sobre el cual se ha publicado poca información científica. En un trabajo publicado hace diez años (1) se describe su preparación, distribución, consumo y aspectos económicos. El arroz entero es fermentado por los microorganismos que lo contaminan espontáneamente. Durante la fermentación adquiere un color amarillo o parduzco. Después del desecado y beneficio, el producto resultante es todavía coloreado y al cocinarlo se le percibe un débil sabor específico.

De muestras del producto fermentado se han aislado varios hongos y bacili, entre los cuales prevalecen 2 cepas de *Aspergillus flavus* y otros *Asp. candidus* y *Bacillus subtilis*. Durante la fermentación se hidroliza una pequeña parte de las proteínas por acción de los microorganismos, resultando en un aumento en el nitrógeno soluble. Igualmente, se observa un cambio en las características de cocción y en la consistencia del producto cocido como consecuencia de la acción microbiana. En experimentos con ratas sobre el valor biológico no se destacó una mejora del valor proteico. Se observó, sin embargo, un aumento significativo del contenido en riboflavina.

No se encontró aflatoxina en las muestras de arroz fermentado y las dos cepas de *Aspergillus flavus* no eran capaces de producir este producto cuando se cultivaron en el medio de trigo, usado generalmente para tal fin.

## BIBLIOGRAPHY

- (1) Hertzfeld, H.C.—Rice fermentation in Ecuador. *Economic Botany*, 11 (3): 267-270 (1957); see also short reference in R. C. Mickus, *Cereal Science Today*, 4 (5): 138-147 (1958).
- (2) Van Veen, A. G., Graham, D. C. W., Steinkraus, K. H.—Fermented peanut presscake. *Cereal Science Today*, 13 (3): 96-99 (1968).
- (3) Platt, B. S.—Some Traditional Alcoholic Beverages and their importance in Indigenous African communities. *Proc. Nutr. Soc.*, 14: 115 (1955).
- (4) Platt, B. S.—Biological Ennoblement: Improvement of the Nutritive value of Foods and Dietary Regiments by Biological Agencies. *Food Technology*, 18 (5): 662 (1964).
- (5) Novelle, L.—Biological Ennoblement and Kaffir Beer. *Food Technology*, 20 (12): 1607 (1966).
- (6) Wang, Hwa L. and Hesseltine, C. W.—Wheat Tempeh. *Cereal Chemistry*, 43 (5): 563 (1966).
- (7) Van Veen, A. G. & Schaefer, G.—The influence of the tempeh fungus on the soybean. *Doc. Neerl. et Indon. de Morbis Tropicis*, 2 (1): 18 (1958).
- (8) Van Veen, A. G.—In: Toxicants occurring naturally in foods. Publ.

- No. 1354, Nat. Ac. Sc. - Nat. Res. Council, Washington, D. C., p. 174 (1966).
- (9) Methods of Analysis, Published by the Association of Official Agricultural Chemists, 1960 edition.
  - (10) B. L. Oser.—Hawk's Physiological Chemistry, 14th ed., McGraw-Hill (1965).
  - (11) Barnes, R. H. & G. Fiala.—Effects of the Prevention of coprophagy in the rat. I. Growth Studies. *J. Nutrition*, 64: 533 (1958).
  - (12) Broadbent, J. H., Cornelius, J. A. & Shone, G.—The detection and estimation of aflatoxin in groundnuts and groundnut materials. *Analyst*, 88: 142 (1963).



# Relación entre la ingesta de tiamina y su excreción urinaria<sup>1</sup>

GUILLERMO ARROYAVE<sup>2</sup> Y OSCAR PINEDA<sup>3</sup>  
Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP),  
Guatemala, C. A.

## RESUMEN

Se presentan datos recogidos durante una extensa encuesta nutricional llevada a cabo en Centro América y Panamá, los cuales demuestran la relación existente entre la ingesta de tiamina y su excreción urinaria. Las conclusiones de este estudio se fundan en una muestra representativa de la población del área y sustentan que una ingesta diaria de esa vitamina, de alrededor de 0.35 a 0.40 mg por 1000 calorías, es el punto crítico, más allá del cual la retención de la tiamina ingerida ya no es eficiente. Esta investigación confirma el concepto de "saturación" tisular, el cual fue la base de la recomendación de ingesta de tiamina de 0.40 mg por 1000 calorías establecida por la FAO/OMS. Los datos muestran que esta relación se aplica tanto a los niños como a los adultos.

## INTRODUCCION

La excreción urinaria de tiamina, en el hombre, no sigue una relación lineal simple con la ingesta de esta vitamina calculada por 1000 calorías. El incremento en la excreción es relativamente pequeño al aumentar la ingesta cuando esta última no llega a determinado límite. Sin embargo, si la inges-

---

1 Esta investigación fue auspiciada por la "Advanced Research Projects Agency" (Proyecto AGILE) por intermedio de la Sección de Nutrición de la Oficina de Investigaciones Internacionales (OIR) de los Institutos Nacionales de Salud (NIH) de los Estados Unidos de América, según Orden ARPA 580 del Programa N° 298.

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

3 Jefe Asociado de la misma División.

Publicación INCAP E-403.

Recibido: 18-3-1968

tión excede de ese límite, la excreción urinaria aumenta proporcionalmente mucho más que la ingesta. Se ha considerado que ese punto "crítico" en que la relación entre excreción e ingesta cambia, representa el nivel al que los tejidos alcanzan "saturación". Por esta razón dicho nivel, que es de 0.40 mg, ha sido utilizado como una de las bases para establecer las recomendaciones dietéticas de esta vitamina por 1000 calorías.

La información obtenida a través de encuestas nutricionales es de gran valor para confirmar las conclusiones de estudios experimentales. Cabe mencionar la contribución provista por datos de las encuestas realizadas en muchos países por el Comité Interdepartamental de Nutrición para la Defensa Nacional (ICNND)<sup>4</sup> de los Estados Unidos de Norte América citado en un Informe del Grupo Mixto de Expertos FAO/OMS (1). Es evidente que la disponibilidad de información de este tipo permitirá llegar a conclusiones más seguras al respecto.

Recientemente, el Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP) y la OIR, en cooperación con los Gobiernos del Istmo Centroamericano, llevaron a término una encuesta nutricional en toda el área, durante la cual, valiéndose de métodos y técnicas estándar, se recabó información sobre la ingesta de nutrimentos y características bioquímico-nutricionales de la población. El objetivo del presente trabajo es dar a conocer datos derivados de dicho estudio sobre la relación entre la ingesta de tiamina y su excreción urinaria.

## MATERIAL Y METODOS

Los datos dietéticos utilizados incluyen cinco países<sup>5</sup>, y se basan en la estimación de la ingesta de alimentos aplicando dos métodos de encuesta, el de recordatorio y el de registro de tres días, por entrevista directa<sup>6</sup>. Fundados en esta información, se elaboraron dietas representativas de las diferentes

4 Hoy día conocida como la Oficina de Investigaciones Internacionales (OIR) de los Institutos Nacionales de Salud (NIH) de los Estados Unidos, con sede en Bethesda, Maryland.

5 Uno de los seis países del área no se incluyó en este trabajo a causa de problemas que se tuvo en el laboratorio con la determinación de tiamina urinaria.

6 Los estudios dietéticos son parte de las investigaciones realizadas bajo la dirección de la Srta. Marina Flores, Jefe del Servicio de Investigaciones Dietéticas, División de Nutrición Aplicada del INCAP.

regiones, utilizando los mismos alimentos y métodos de preparación y de cocción acostumbrados por los pobladores, analizándose luego en el laboratorio para determinar su contenido de nutrimentos. La aplicación de este procedimiento permite corregir por las pérdidas que puedan ocurrir durante el procesamiento. A partir de los datos así obtenidos se calculó la ingesta promedio de tiamina por 1000 calorías para cada país. Los análisis bioquímicos de excreción urinaria de tiamina se hicieron en muestras casuales de orina recolectadas durante la mañana, antes del almuerzo, por el método recomendado en el *Manual for Nutrition Surveys* del ICNND (2). La excreción se calculó por gramo de creatinina, la cual fue determinada por el método de Clark y Thompson (3). Se analizaron los resultados de un total de 3,290 muestras del área rural de cinco países. Para el propósito de este trabajo se calcularon los promedios de excreción de tiamina para ambos sexos, según los grupos de edad que se presentan en el Cuadro N° 1, donde también se da a conocer el número de determinaciones en que estos promedios están basados. Inicialmente el análisis de la relación se hizo solamente sobre dos grupos de edad: de 0 a 14 años y de 15 años y más. Sin embargo, en vista de que la excreción de tiamina varía notoriamente con la edad del niño, disminuyendo a medida que éste crece, se estimó necesario confirmar esa relación en dos subgrupos de edad escogidos dentro del grupo de 0 a 14 años, o sea el subgrupo de 10 a 12 y el subgrupo de 0 a 3 años de edad. Debido a que en algunos países el número de casos en este último subgrupo era muy reducido, se acordó combinar ambos sexos.

## RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados de esta investigación se presentan gráficamente en las Figuras 1 y 2. Según se aprecia, los niveles de excreción tienden a aumentar mucho más rápidamente cuando las ingestas exceden de 0.35 - 0.40 mg/1000 calorías. La línea trazada a través de los puntos no ha sido calculada estadísticamente, siendo su propósito destacar la tendencia mencionada. Aun cuando los niveles absolutos de excreción sean tan distintos, dependiendo de la edad, como puede verse en

CUADRO Nº 1

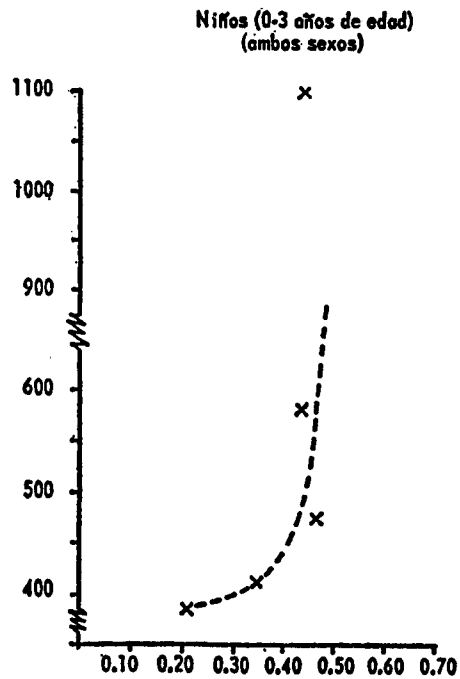
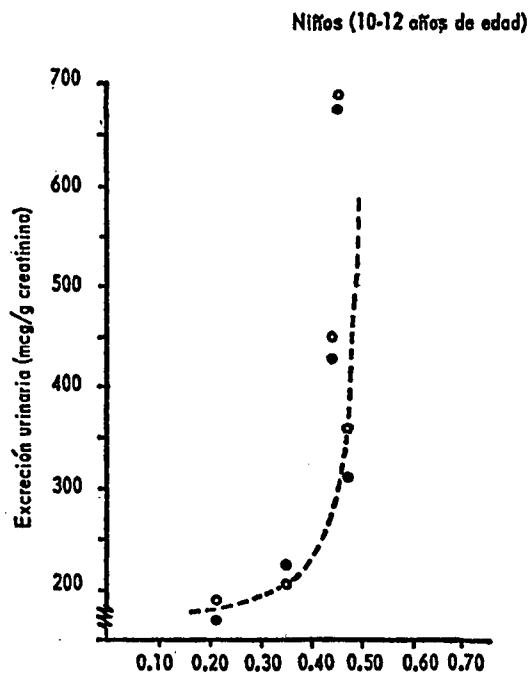
NUMERO DE DETERMINACIONES INDIVIDUALES DE TIAMINA EN CADA GRUPO DE EDAD Y POR PAISES  
CENTRO AMERICA Y PANAMA — 1965-1967

Grupo de edad	P A I S E S											
	El Salvador		Honduras		Nicaragua		Costa Rica		Panamá		Total	
	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F
15 años y más	119	182	121	163	132	176	171	226	139	146	682	896
0 a 14 años	137	121	156	181	186	196	196	215	140	169	834	878
10 a 12 "	39	32	33	39	40	49	49	42	45	23	177	200
0 a 3 "	20		49		62		66		70		260	

M = Masculino

F = Femenino

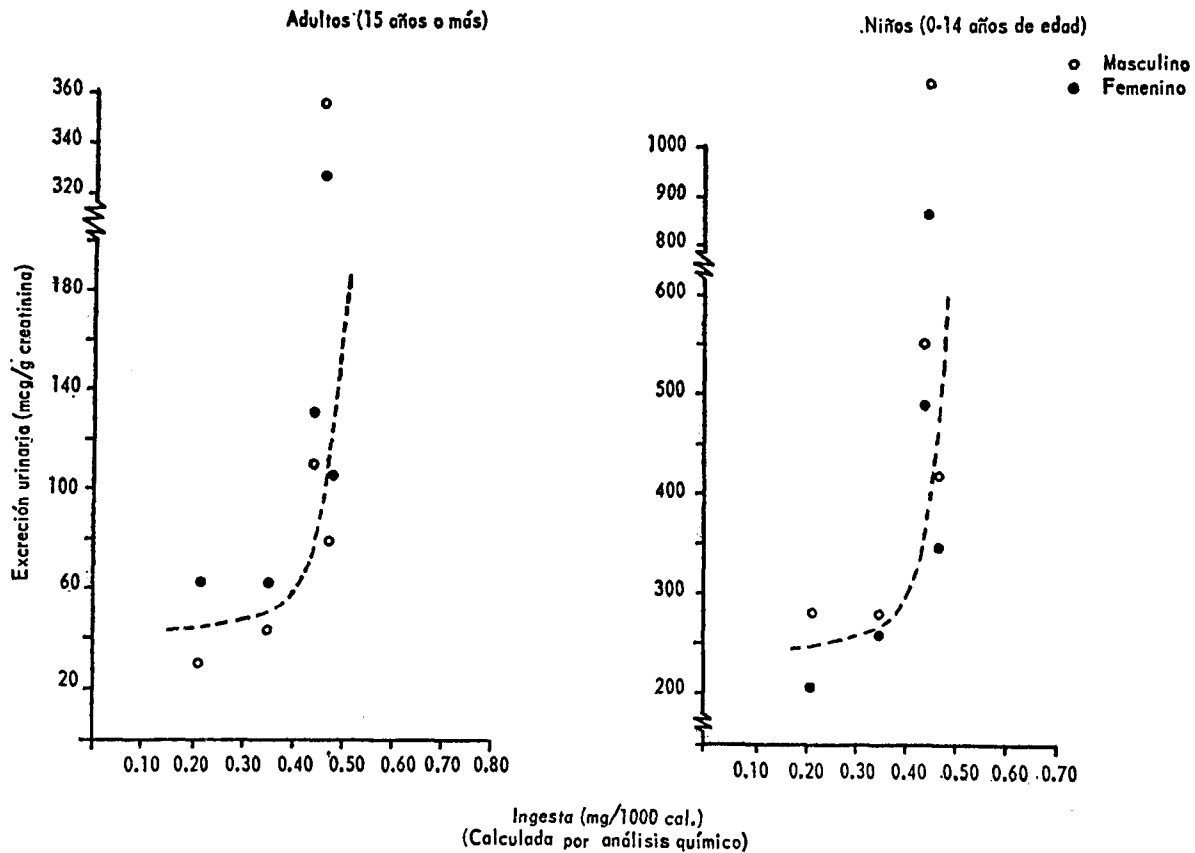
○: Masculino  
●: Femenino



Ingesta (mg/1000 cal.)  
(Calculada por análisis químico)

Incop 68-18

Relación entre ingesta de tiamina y su excreción en Centro América.



Relación entre ingesta de tiamina y su excreción en Centro América.

las ordenadas, es notable la consistencia de los resultados en todos los grupos de edad estudiados.

Algunas investigaciones más específicas de excreción urinaria de tiamina en relación a la ingesta, llevadas a cabo en adultos bajo condiciones controladas de laboratorio, sugieren también alrededor de 0.35 mg/1000 calorías como la ingesta mínima, por encima de la cual la eficiencia de retención de tiamina disminuye rápidamente (4). Otras investigaciones recientes indican que aproximadamente la misma cantidad de esta vitamina es metabolizada diariamente, por cada 1000 calorías, por adultos normales con un consumo de alrededor de 2,800 calorías (5, 6).

Con base en esos estudios, el Grupo Mixto de Expertos FAO/OMS (1) estableció la recomendación de ingesta de tiamina, para adultos, al nivel de 0.40 mg por 1000 calorías. En dicho documento se recomienda también la misma cantidad para niños de 6 meses de edad y más, reconociéndose, sin embargo, la falta de datos que demostraran que la relación tiamina/calorías era la misma que la constatada en el caso de los adultos. Solamente se dio por sentado que éste podría ser el caso. Los datos presentados en este trabajo para los subgrupos de edad de 10 a 12 años y de 0 a 3 años permiten concluir que la relación entre la necesidad nutricional de tiamina y las calorías ingeridas es de la misma magnitud en los niños que en los adultos, según se advierte al comparar las gráficas.

#### SUMMARY

##### Relationship between thiamine intake and its urinary excretion

This paper presents data collected during an extensive nutrition survey in Central America and Panama, demonstrating the relationship between thiamine intake and thiamine urinary excretion. The conclusions are based on a representative sample of the population and give support to the conclusion that an intake of around 0.35 - 0.40 mg of the vitamin per 1000 calories is the critical point above which retention of the ingested vitamin is no longer efficient. This investigation confirms, therefore, the concept of tissue "saturation" which was the basis for the WHO/FAO recommended dietary intake of 0.40 mg of thiamine per 1000 calories. The data presented show that this relationship applies to children as much as to adults.

#### BIBLIOGRAFIA

- (1) Requirements of vitamin A, thiamine, riboflavine and niacin. Report of a joint FAO/WHO Expert Group. Rome, 1965. Rome, Food and

- Agriculture Organization, 1967. (FAO Nutrition Meeting Report Series No. 41; WHO Tech. Report Series No. 362.)
- (2) Interdepartmental Committee on Nutrition for National Defense, *Manual for Nutrition Surveys*. 2nd. ed., Bethesda, Md., 1963.
  - (3) Clark, L. C. Jr. & H. L. Thompson.—Determination of creatine and creatinine in urine. *Anal. Chem.*, 21: 1218-1221, 1949.
  - (4) Melnick, D.—Vitamin B<sub>1</sub> (thiamine) requirement of man. *J. Nutrition*, 24: 139-151, 1942.
  - (5) Ziporin, Z. Z., W. T. Nunes, R. C. Powell, P. P. Waring & H. E. Sauberlich.—Excretion of thiamine and its metabolites in the urine of young adult males receiving restricted intakes of the vitamin. *J. Nutrition*, 85: 287-296, 1965.
  - (6) Ziporin, Z. Z., W. T. Nunes, R. C. Powell, P. P. Waring & H. E. Sauberlich.—Thiamine requirement in the adult human as measured by urinary excretion of thiamine metabolites. *J. Nutrition*, 85: 297-304, 1965.

# **Capacidad de protección del mucílago de la semilla de Linaza en contra de la toxicidad del selenio**

JOSE FÉLIX CHÁVEZ  
Instituto Nacional de Nutrición  
Caracas - Venezuela

## **RESUMEN**

Se estudió en ratas la capacidad de protección de la harina de linaza en contra de la toxicidad del selenio orgánico presente en la torta de ajonjolí. Se utilizaron 2 tipos de harina, una preparada con semillas tratadas con agua para eliminar el mucílago y otra obtenida con semillas sin tratar. Las ratas alimentadas con la dieta selenífera que contenía la harina de linaza sin mucílago mostraron un aumento de peso menor y un marcado descenso en la hemoglobina y el hematocrito. La concentración de selenio en el hígado de estos animales era mayor que en los que consumían la dieta con la harina de linaza completa.

## **INTRODUCCION**

Durante el curso de experiencias realizadas anteriormente, destinadas a comprobar la hipótesis sobre la presencia de selenio en un lote de harina de nuez de Brasil (1), se utilizó en una de las dietas experimentales la harina de semillas de linaza preparada en el laboratorio, en virtud del conocido efecto protector conferido por este material en contra de la toxicidad del selenio (2).

Los resultados de los ensayos biológicos en los cuales se incluyó la harina de semillas de linaza en la composición de las dietas revelaron cierta inconsistencia en su capacidad de

protección, lo cual se trató de explicar sobre la base de las manipulaciones efectuadas en la obtención de la harina, las cuales incluían un paso no contemplado en el proceso industrial (3).

En virtud, pues, de que el procedimiento seguido en la preparación de la harina aparentemente había modificado su capacidad de protección y como quiera que no existe una clara explicación sobre la manera de cómo la harina de linaza impide la intoxicación con selenio orgánico e inorgánico, hemos considerado de interés estudiar bajo condiciones controladas las manipulaciones seguidas en la preparación de la harina de semillas de linaza y sus efectos sobre la capacidad de protección en ratas en crecimiento, alimentadas con torta de ajonjolí selenífero.

## MATERIALES Y METODOS

Las semillas de linaza (*Linum usitatissimum*) eran importadas de Holanda y fueron adquiridas en el comercio. Previa limpieza del material para eliminar partículas extrañas, las semillas se distribuyeron en 2 lotes, a partir de los cuales se prepararon 2 diferentes tipos de harina.

Tipo I.—Las semillas fueron trituradas en un molino de mano, sometiendo luego la masa pastosa resultante a extracción con hexano durante 12 horas en un extractor de Soxhlet. Al cabo de este tiempo se eliminó el solvente por exposición al sol y después por calentamiento en estufa a 75°C durante 2 horas. El polvo grueso obtenido, seco y de color claro, se trituró hasta textura fina (malla 90), utilizando un molino de trituración con tamiz "00"<sup>1</sup>. Su contenido de proteínas era de 33,2% (N×6.25).

Tipo II.—Este lote fue utilizado con el fin de preparar una harina desprovista del mucílago. Con este fin, las semillas se dejaron durante 24 horas en remojo, empleando por cada kilogramo de semillas 4 litros de agua destilada. Al cabo de este tiempo y mediante una malla metálica suficientemente grande, pero que no permitía el paso de las semillas, se separaron

---

<sup>1</sup> Model D, Communuting Machine. The Fitzpatrick Company, Chicago, U.S.A. Se agradece al Depto. de Tecnología de Alimentos de la Facultad de Ciencias de la U.C.V. la colaboración prestada.

éstas del líquido viscoso formado, el cual fue recogido y guardado. Esta manipulación se efectuó por 4 veces consecutivas, pudiéndose comprobar mediante el tacto, al final del último lavado, completa ausencia de viscosidad entre las semillas. Este material se secó en la estufa utilizando bandejas de gran superficie, a una temperatura no mayor de 75°C, sometiéndose luego al mismo tratamiento ya descrito anteriormente, a partir de la trituración de las semillas. El contenido de proteínas era de 32.0% (N×6.25). La pérdida de peso experimentada por las semillas, motivada a la extracción del mucílago, fue de 11%.

Las aguas provenientes del lavado de las semillas y de consistencia viscosa se trataron con alcohol etílico comercial con objeto de precipitar el mucílago en la forma ya descrita por otros autores (4). La masa fibrosa, de color blanco grisáceo, se secó primero al aire y luego en estufa, obteniéndose finalmente pequeños trocitos de un material duro, el cual fue triturado y guardado para ser utilizado en las dietas experimentales.

Debe tenerse especialmente en cuenta que en la elaboración industrial de la harina de linaza, tanto de la obtenida por presión como por extracción con solvente, la semilla no se somete a lavado previo con objeto de eliminar el mucílago, ya que es éste, precisamente, el que se considera como responsable por el valor de la harina de linaza en la alimentación del ganado vacuno y lanar (3). Por consiguiente, independientemente de los detalles de procesamiento relativos a la tecnología de la harina de linaza extraída por solvente, el material final obtenido por nosotros mediante los pasos señalados para el tipo I puede compararse con el producto industrial. No es éste el caso, en cambio, con la harina que responde a la preparación según el tipo II, ya que las semillas habían sido inicialmente lavadas como se indicó.

Como fuente de selenio se recurrió a una torta de ajonjolí extraída por solvente, de procedencia nacional, y que ya había sido empleada en trabajos anteriores (5, 6)<sup>1</sup>. La torta de ajonjolí de bajo contenido de selenio era importada de Nigeria<sup>1</sup>, ya que nos fue prácticamente imposible obtener una

<sup>1</sup> Se agradece a Grasas de Valencia, C. A., y a C. A. Productora de Grasas el suministro de las tortas de ajonjolí.

torta de ajonjolí nacional con un tenor de selenio menor de 1 ppm (7).

A partir de estos materiales se prepararon dietas con un nivel proteico entre 15 - 16% ( $N \times 5.30$ ), suplementadas con 0.4% de L-lisina. Todas las dietas seleníferas tenían 8 ppm de selenio orgánico aportado por la torta de ajonjolí. En aquellas en las cuales se incluyó la harina de linaza se empleó este material a un nivel de 10%. El resto de la composición de las dietas era como sigue: mezcla de sales minerales USP XIV, 4%; aceite de maíz comestible, 5%; aceite de hígado de bacalao, 1%; solución de vitaminas, 1% (8), y almidón de yuca en cantidad suficiente para hacer 100 gramos.

Los ensayos biológicos se realizaron con ratas machos y hembras de 3 - 4 semanas de edad y entre 45 - 59 gr de peso, descendientes de la cepa "Sprague Dawley" de la colonia animal de este Instituto. Los animales se mantuvieron en jaulas galvanizadas individuales, recibiendo agua y dieta *ad libitum* y fueron pesados 2 veces por semana, tomándose nota del alimento ingerido. Los ensayos se prolongaron durante 42 días, a excepción de aquellos cuyos resultados se exponen en las Tablas 7 y 8, los cuales tuvieron una duración de 21 y 30 días, respectivamente. El número de ratas por grupo se indica en la columna de Sobrevivencia de las Tablas 2, 4, 6 y 7 y en la Tabla 8.

La sangre requerida para los análisis de hemoglobina y de hematocrito se obtuvo por corte del extremo de la cola de la rata, dejando que fluyera libremente y descartando las primeras gotas. Estas determinaciones se efectuaron, la primera, como ciano-hemoglobina, según el método de Hainline (9), y el hematocrito de acuerdo a la técnica ya descrita en publicaciones anteriores (10).

Al finalizar el período del experimento o luego del fallecimiento de uno de los animales, se procedió siempre a un examen macroscópico de los órganos. El bazo y el hígado se extrajeron en todos los casos, tomándose nota del peso del primero con objeto de hallar la relación entre el peso de bazo fresco  $\times 100$  sobre el peso total del animal, ya descrita por otros autores (11). Los hígados se secaron en la estufa a 75-80°C y se pulverizaron en un molino pequeño de martillos, guardándose para el análisis de selenio. Esta determinación se efectuó utilizando el método de Dye y colaboradores (12),

modificado por nosotros (7). A todos los animales, luego de su fallecimiento o al cabo del tiempo del ensayo, se les determinó el contenido de agua en el carcas por calentamiento de los cuerpos abiertos e intactos en la estufa a 90°C por 48 horas.

## RESULTADOS

En las Tablas 1 y 2 puede apreciarse el comportamiento general de las ratas alimentadas con las dietas controles preparadas con las tortas de ajonjolí. Se observa en el Control I un aumento progresivo de peso muy superior al anotado para el Control II. Los valores de hemoglobina y de hematocrito difieren también marcadamente entre ambos controles, pudiéndose observar con claridad el efecto que tiene sobre estos parámetros el selenio orgánico presente en la torta de ajonjolí, ya reportado por nosotros (6, 10).

Es de subrayar igualmente el contraste que se aprecia en la información presentada en la Tabla 2, correspondiente a

TABLA 1

AUMENTO DE PESO, HEMOGLOBINA Y HEMATOCRITO DE RATAS ALIMENTADAS CON DIETAS CONTROLES DE TORTA DE AJONJOLI

CONTROL I: Torta de ajonjolí de bajo contenido de selenio			
Días	Aumento de peso Gr	Hemoglobina Gr %	Hematocrito %
21	116.3 ± 11.5 <sup>1</sup>	12.7 ± 0.5	43.9 ± 2.5
28	157.7 ± 12.5	13.5 ± 0.2	46.8 ± 1.2
35	189.3 ± 16.8	14.0 ± 0.4	45.5 ± 1.1
42	214.5 ± 19.6	16.7 ± 0.7	46.7 ± 1.8
CONTROL II: Torta de ajonjolí selenífero (8 ppm Se en dieta)			
21	63.2 ± 8.2	11.2 ± 0.8	36.3 ± 2.4
28	84.6 ± 7.3	10.7 ± 1.5	37.4 ± 4.0
35	108.4 ± 5.7	11.3 ± 1.1	38.9 ± 3.0
42	144.6 ± 5.7	10.7 ± 3.3	37.5 ± 9.5

<sup>1</sup> Desviación standard

Ver número de animales por grupo en Tabla 2.

TABLA 2

**DATOS VARIOS DE RATAS ALIMENTADAS CON DIETAS  
CONTROLES DE TORTA DE AJONJOLI**

(Información complementaria de la Tabla 1)

	Agua en carcas %	Selenio en hígado ppm <sup>1</sup>	Bazo x 100 ----- Peso rata	Alimento consumido rata/día Gr	Sobrevi- vencia
<b>Control I</b> Torta de ajonjolí de bajo conte- nido de selenio.	65.2±0.8 <sup>2</sup>	< 1	0.22±0.01	17.3±1.8	6/6
<b>Control II</b> Torta de ajonjolí selenífero (8 ppm Se en dieta).	72.6±3.5	6.7±1.4	0.83±0.3	9.1±2.6	7/12

<sup>1</sup> Base húmeda. Humedad promedio en hígado: 73.8%.

<sup>2</sup> Desviación standard.

los Controles I y II. Se observa que en las ratas alimentadas con la dieta que contenía ajonjolí de bajo contenido de selenio (Control I) se encontraron valores normales de agua en el carcas y cantidades mínimas de selenio en el hígado. Asimismo, la relación entre el peso del bazo sobre el peso corporal del animal indica una diferencia significativa comparada con la anotada para el Control II.

Con objeto de descartar la acción de posibles efectos indeseables en las harinas de linaza utilizadas (tipos I y II), se efectuaron ensayos biológicos empleando ratas machos alimentadas con dietas preparadas con estas harinas y con la torta de ajonjolí de bajo contenido de selenio. Los resultados de estos experimentos se exponen en las Tablas 3 y 4. Los valores hematológicos presentados en la Tabla 3 correspondientes a los 2 ensayos son prácticamente iguales. Se observa, en cambio, que el aumento promedio de peso es mejor en las ratas que consumían la dieta que contenía la harina de linaza del tipo II. Los datos presentados en la Tabla 4 no difieren

TABLA 3

AUMENTO DE PESO, HEMOGLOBINA Y HEMATOCRITO DE RATAS ALIMENTADAS CON TORTA DE AJONJOLI DE BAJO CONTENIDO DE SELENIO CON EL AGREGADO DE 10% DE HARINA DE LINAZA DE LOS TIPOS I y II

HARINA DE LINAZA DEL TIPO I <sup>1</sup>			
Días	Aumento de peso Gr	Hemoglobina Gr %	Hematocrito %
21	96.1 ± 9.3 <sup>2</sup>	12.9 ± 0.7	42.0 ± 2.1
28	121.6 ± 17.6	13.6 ± 0.5	43.1 ± 1.2
35	153.6 ± 22.2	14.5 ± 1.1	46.9 ± 2.9
42	187.1 ± 17.0	15.5 ± 0.5	46.8 ± 2.3
HARINA DE LINAZA DEL TIPO II <sup>3</sup>			
21	104.2 ± 20.6	12.7 ± 0.3	43.3 ± 0.9
28	149.0 ± 14.1	13.3 ± 0.8	43.4 ± 1.8
35	179.2 ± 23.9	15.1 ± 0.7	47.2 ± 2.3
42	218.5 ± 23.2	14.8 ± 0.6	48.1 ± 1.7

<sup>1</sup> Índice de utilización del alimento: 0.079

<sup>2</sup> Desviación standard.

<sup>3</sup> Índice de utilización del alimento: 0.063

TABLA 4

DATOS VARIOS DE RATAS ALIMENTADAS CON DIETAS DE TORTA DE AJONJOLI DE BAJO CONTENIDO DE SELENIO CON EL AGREGADO DE 10% DE HARINA DE LINAZA DE LOS TIPOS I y II

(Información complementaria de la Tabla 3)

	Agua en carcas %	Selenio en hígado ppm <sup>1</sup>	Bazo x 100 Peso rata	Alimento consumido rata/día Gr	Sobrevi- vencia
Harina de linaza del tipo I	64.8 ± 2.1 <sup>2</sup>	< 1	0.29 ± 0.04	14.9 ± 0.5	6/6
Harina de linaza del tipo II	63.2 ± 4.5	< 1	0.20 ± 0.01	13.9 ± 1.5	6/6

<sup>1</sup> Base húmeda. Humedad promedio en hígado: 72.8%.

<sup>2</sup> Desviación standard.

entre sí. Ninguno de los animales falleció durante el curso del ensayo.

En las Tablas 5 y 6 se ofrece la información relativa a las ratas alimentadas con la torta de ajonjolí selenífero, pero con el agregado de las diferentes harinas de linaza. Es de destacar que la eliminación del mucílago de las semillas de linaza (ver Materiales y Métodos) es responsable por los resultados indicados, ya que la única diferencia entre ambas dietas es precisamente el tipo de harina de linaza empleada en su elaboración. Entre los resultados de los animales alimentados con la dieta que contenía la harina de linaza del tipo II (Tabla 5), pudimos encontrar valores de hemoglobina y de hematocrito por debajo de 10 y de 20%, respectivamente, al lado de otros que todavía podían considerarse como normales. Ello confirma que la disminución de estos valores, experimentada por ratas que consumían dietas preparadas con torta de ajonjolí selenífero, no se manifiesta con igual intensidad al mismo tiempo en todos los animales (6).

TABLA 5

**AUMENTO DE PESO, HEMOGLOBINA Y HEMATOCRITO DE RATAS ALIMENTADAS CON TORTA DE AJONJOLI SELENIFERO (8 ppm Se en dietas), CON EL AGREGADO DE 10% DE HARINA DE LINAZA DE LOS TIPOS I y II**

HARINA DE LINAZA DEL TIPO I			
Días	Aumento de peso Gr	Hemoglobina Gr %	Hematocrito %
21	94.5 ± 18.9 <sup>1</sup>	12.4 ± 1.1	41.6 ± 4.1
28	114.4 ± 25.5	12.9 ± 1.0	42.1 ± 4.3
35	146.9 ± 23.2	13.0 ± 1.0	43.7 ± 1.4
42	187.2 ± 25.3	13.0 ± 0.7	44.4 ± 2.1
HARINA DE LINAZA DEL TIPO II			
21	75.5 ± 23.9	10.4 ± 2.5	36.5 ± 7.5
28	103.1 ± 29.0	11.0 ± 2.2	37.7 ± 7.1
35	130.7 ± 30.2	10.8 ± 3.0	36.8 ± 9.1
42	142.7 ± 41.3	9.5 ± 4.0	34.3 ± 12.4

<sup>1</sup> Desviación standard

Ver número de animales por grupo en Tabla 6.

Debe destacarse que en casi todas las ratas que se alimentaban con la dieta que contenía harina de linaza del tipo II (Tabla 5), se observó un prolongado tiempo de sangría a partir de la toma correspondiente a 28 días. De este hecho no se tomó nota cuantitativa, limitándonos a comprobar que aun horas después era posible obtener sangre por una leve presión de la cola. En cambio, no se pudo registrar nada parecido en los animales bajo la dieta con harina de linaza del tipo I (Tabla 5).

La información que se ofrece en la Tabla 6 respalda los hallazgos anteriores. El contenido promedio de agua en el carcas y de selenio en el hígado es mayor en los animales del grupo alimentado con la dieta que contenía la harina de linaza del tipo II. Debe tenerse en cuenta que, de acuerdo con Heinrich y Kelsey (13), puede haber pérdida de compuestos volátiles de selenio en el órgano fresco durante el proceso de desecación en la estufa. Por lo tanto, los valores de selenio en hígado aquí reportados se refieren a sus compuestos no volátiles. La diferencia entre la razón peso del bazo sobre peso corporal de la rata es significativa; a este respecto merece destacarse que el valor promedio de 0.93 (Tabla 6) es muy superior al reportado por Ganther y Baumann (11) en animales intoxicados con selenio inorgánico.

TABLA 6

**DATOS VARIOS DE RATAS ALIMENTADAS CON TORTA DE AJONJOLI SELENIFERO (8 ppm Se en dieta), CON EL AGREGADO DE 10% DE HARINA DE LINAZA DE LOS TIPOS I y II**

(Información complementaria de la Tabla 5)

	Agua en carcas %	Selenio en hígado ppm <sup>1</sup>	Bazo x 100 Peso rata	Alimento consumido rata/día Gr	Sobrevivencia
Harina de linaza del tipo I	64.2 ± 2.5 <sup>2</sup>	3.9 ± 0.7	0.27 ± 0.07	16.2 ± 1.5	12/14
Harina de linaza del tipo II	71.3 ± 4.9	5.5 ± 0.1	0.93 ± 0.64	11.4 ± 2.1	14/18

<sup>1</sup> Base húmeda. Humedad promedio en hígado: 73.8%.

<sup>2</sup> Desviación standard.

La información contenida en la Tabla 7 corresponde a experiencias realizadas con diferentes niveles de las harinas de linaza de los tipos I y II en dietas que contenían torta de ajonjolí selenífero. Cada grupo estaba constituido por 3 ratas machos y 3 hembras. No se pudo hallar una relación directa entre el nivel de harina de linaza y el aumento promedio de peso, ni tampoco entre el primero y el alimento consumido. Por otra parte, comparando globalmente los grupos de la harina de linaza del tipo I con los del tipo II, se observa que los aumentos de peso de estos últimos (tipo II) son sistemáticamente menores que los correspondientes a los grupos alimentados con las dietas de harina de linaza del tipo I. No se registró ningún fallecimiento entre las ratas que consumían las dietas de harina de linaza del tipo I, en tanto que un 16% de los animales alimentados con las dietas que contenían la del tipo II murió en el curso de los experimentos.

Debe destacarse que en ambas series el índice de utilización del alimento (alimento consumido/aumento de peso) favorece al nivel de 4% de harina de linaza en la dieta (Tabla 7).

En la Tabla 8 se ofrecen los resultados de las experiencias que se efectuaron con objeto de devolver a la harina de linaza del tipo II su capacidad de protección mediante la incorporación de una cantidad proporcional del mucílago en polvo (ver Materiales y Métodos). Debido a nuestra escasa existencia de mucílago, cada grupo constaba de 4 ratas machos y el experimento tuvo una duración de 30 días, al cabo de los cuales se extrajo la sangre en la forma descrita. El aumento de peso y el alimento consumido no indican un efecto concluyente del mucílago sobre la capacidad de protección de la harina de linaza del tipo II. Tampoco el agregado de mucílago a la dieta selenífera ocasionó mejoras en el crecimiento comparado con los animales sometidos a la dieta que tenía sólo la harina de linaza del tipo II (Control, Tabla 8), debido, tal vez, al corto tiempo del experimento y al escaso número de ratas usadas. A pesar de que los datos hematológicos son algo mejores cuando a la harina de linaza del tipo II le es restituido el mucílago perdido en el lavado de las semillas, no es posible sacar conclusiones debido al escaso número de animales utilizados.

**TABLA 7**  
**COMPORTAMIENTO DE RATAS ALIMENTADAS CON DIETAS**  
**SELENIFERAS CONTENIENDO DIFERENTES NIVELES DE HARINA**  
**DE LINAZA DE LOS TIPOS I y II**

<b>HARINA DE LINAZA DEL TIPO I</b>				
% linaza en dieta	Alimento consumido Gr	Aumento de peso Gr	Indice de utilización del alimento <sup>1</sup>	Sobrevi- vencia
0.5	173.7	53.4	3.25	6/6
1.0	169.3	62.9	2.69	6/6
2.0	209.7	65.3	3.21	6/6
4.0	232.7	92.6	2.51	6/6
6.0	218.5	76.5	2.85	6/6
8.0	246.4	81.8	3.01	6/6
10.0	250.4	85.0	2.94	6/6
<b>HARINA DE LINAZA DEL TIPO II</b>				
0.5	181.8	51.5	3.52	6/6
1.0	176.4	44.0	4.00	3/6
2.0	202.1	54.0	3.71	6/6
4.0	159.4	57.1	2.79	6/6
6.0	193.9	51.6	3.75	5/6
8.0	171.8	58.8	2.92	5/6
10.0	289.1	77.8	3.71	4/6

<sup>1</sup>  $\frac{\text{Alimento consumido}}{\text{Aumento de peso}}$

**TABLA 8**  
**COMPORTAMIENTO DE RATAS ALIMENTADAS CON DIETAS**  
**SELENIFERAS CONTENIENDO HARINA DE LINAZA DEL TIPO II**  
**CON MUCILAGO, MUCILAGO SOLO Y HARINA DE LINAZA**  
**DEL TIPO II**

	Aumento de peso Gr	Alimento consumido Gr	Hemoglobina Gr %	Hematocrito %
Harina de linaza tipo II + Mucílago	72.6 ± 26.4	299.9 ± 22.0	11.8 ± 1.0	37.9 ± 3.4
Mucílago	88.1 ± 18.8	329.9 ± 18.5	10.4 ± 2.3	34.5 ± 5.9
Harina de linaza tipo II	74.8 ± 12.8	306.5 ± 13.2	10.3 ± 4.1	34.2 ± 9.4

<sup>1</sup> Desviación standard.  
 Cada grupo constaba de 4 ratas machos.

## DISCUSION

Las experiencias de Moxon (14) y de otros investigadores (15, 16) han evidenciado que la harina de linaza comercial es capaz de prevenir la intoxicación en ratas blancas y en otros animales de mayor tamaño, alimentados con dietas seleníferas. En su demostración experimental sólo se había hecho hincapié en el hecho en sí de la capacidad de protección de la harina y en sus niveles más efectivos en la dieta, dejando a un lado el principio activo responsable y la forma en la cual se impedía la intoxicación.

Halverson y colaboradores (2), al comprobar el efecto protector de la harina de linaza comercial en ratas alimentadas con selenio orgánico e inorgánico, han reportado que la extracción de la harina con una solución alcohólica al 50% disminuía sensiblemente la capacidad de protección de la harina, pero no era capaz de extraer el mucílago. Este aserto fue comprobado por nosotros, ya que, a diferencia del agua, una solución al 50% de alcohol no provocaba en absoluto la salida del mucílago ni de las semillas ni de la harina del tipo I (ver Materiales y Métodos).

Los resultados de los presentes experimentos respaldan la conclusión de que la sustancia que confiere protección es soluble en agua (2) y confirma nuestra observación de que la extracción del mucílago mediante el tratamiento con agua de las semillas de linaza previo a la elaboración de la harina, es capaz de disminuir la capacidad de protección de ésta en contra de la toxicidad del selenio (1). El principio activo es, pues, extraíble tanto de la harina comercial mediante el tratamiento alcohólico (2) como de las semillas, conjuntamente con el mucílago, al ser éstas lavadas con agua. Los resultados obtenidos no permiten, sin embargo, eximir concluyentemente al mucílago de la responsabilidad de conferir protección en contra de la toxicidad del selenio.

En los trabajos realizados hasta la fecha (14, 16, 2) los parámetros considerados para evaluar la capacidad de protección de la harina de linaza han sido el aumento de peso de los animales, la sobrevivencia, el peso del hígado y los daños presentados por este órgano como sitio preferencial de deterioro causado por la seleniosis crónica en la rata (17). Por tal

motivo, la evolución del cuadro hematológico aquí presentado no puede ser comparado con resultados similares obtenidos en otras publicaciones sobre el tema. Debe destacarse, sin embargo, que nuestra inicial conjetura de que el tratamiento con agua de las semillas de linaza era probablemente responsable por un descenso no esperado de hemoglobina y de hematocrito en ratas alimentadas con harina de nuez de Brasil selenífera (1), se ve respaldada por los resultados que se presentan en la Tabla 5.

La disminución de los valores de hemoglobina y de hematocrito presentada por los animales controles alimentados con torta de ajonjolí selenífero (Tabla 1) ya había sido descrita en publicaciones anteriores (6, 10). De igual manera, en la Tabla 5 se aprecia un descenso más marcado de estos parámetros en los animales que consumían la harina de linaza del tipo II, lo cual puede tratar de explicarse en términos de una mayor ingesta de alimento y, por consiguiente, de selenio orgánico (Tablas 2 y 6).

En los animales sacrificados al final de los ensayos se observó que aquellos con valores más bajos de hemoglobina y de hematocrito presentaban el bazo muy aumentado, lo que se traducía en un valor elevado de la relación entre el peso fresco de este órgano y el peso corporal del animal. Igual situación pudo comprobarse en aquellos que consumían las dietas seleníferas y que fallecían durante el experimento. Este aumento de tamaño del bazo pudo haber sido provocado por una metaplasia mieloide del bazo como reacción a la anemia, hipótesis que aguarda posterior comprobación experimental. Dicha relación, utilizada por otros autores como una medida del grado de seleniosis en la rata (11), es mayor en los animales alimentados con el ajonjolí selenífero más la linaza tipo II (Tabla 6) que en los que consumían el ajonjolí selenífero solo (Control II, Tabla 2).

Es interesante destacar que de los dos grupos cuyos aumentos de peso se ofrecen en la Tabla 3, los correspondientes a los animales alimentados con la dieta que contenía la harina de linaza tipo II son sistemáticamente mayores que los del tipo I. Además, el índice de utilización del alimento (alimento consumido/aumento de peso) al final del experimento es mejor en el tipo II que en el tipo I. Estos resultados sugieren que

el mucílago de las semillas de linaza, en gran parte responsable por el valor nutritivo de la harina en la alimentación del ganado vacuno y lanar (3), puede desempeñar un papel desfavorable cuando la harina de linaza es suministrada a animales monogástricos. Constituido principalmente por azúcares no reductores y por ácidos aldobiónicos (18), el mucílago es casi indigerible por animales no rumiantes, siendo en cambio digerido parcialmente por la flora intestinal de los rumiantes.

Los diferentes índices de utilización del alimento que se presentan en la Tabla 7 no permiten una interpretación definitiva debido a la fluctuaciones observadas. Sin embargo, en las condiciones experimentales utilizadas, un nivel de 4% de harina de linaza, tanto de tipo I como del II, produjo un mejor índice de utilización del alimento. En las ratas que consumían la harina de tipo I se observó un mayor aumento de peso a ese nivel y a pesar de que en los animales alimentados con la dieta que contenía el tipo II el aumento de peso era mayor a los niveles de 8 y 10%, algunos animales fallecieron en el curso de estos ensayos. Otros autores han reportado "buena protección" solamente a niveles de harina de linaza comercial no menores de 20% en la dieta (16) y Halverson y colaboradores (2), con dietas que contenían 10 ppm de selenio orgánico, no pudieron obtener protección completa utilizando 21% de harina.

Según Olson y Halverson (16), la acumulación de selenio en el hígado no es disminuida por diferentes niveles de harina de linaza en la dieta y Halverson y colaboradores (2) consideran poco probable que el mucílago sea capaz de impedir la absorción de selenio. Sin embargo, los resultados obtenidos en los presentes experimentos revelan que la harina de linaza desprovista de su mucílago (tipo II) no posee el mismo efecto que la harina completa (tipo I) en prevenir la acumulación de selenio en el hígado. Esto se infiere del estudio de la Tabla 6, en la cual se aprecia que la cantidad de este elemento hallada en el hígado de las ratas que consumían la dieta con harina del tipo II es significativamente más elevada. Este valor, a pesar de ser menor que la cantidad de 6.7 ppm señalada para los animales de la dieta selenífera control (Control II, Tabla 2), era ya capaz de ocasionar serios trastornos

y aun la muerte de las ratas en los presentes ensayos. Asimismo, se observa en la Tabla 6 que 3.9 ppm de selenio en el hígado fresco, cantidad que se anota para los animales alimentados con la dieta selenífera más la harina completa (tipo I), no provocó alteraciones en ninguno de los parámetros estudiados.

Toda vez que en las dietas seleníferas el porcentaje de harina de linaza es el mismo (ver Materiales y Métodos), estos resultados sugieren que el mucílago disminuye o interfiere de alguna manera la absorción de selenio. Aunque no puede excluirse un incremento en su excreción y, por lo tanto, un proceso de detoxificación más efectivo gracias a la presencia del mucílago, sería aventurado atribuir a este factor la menor cantidad de selenio hepático encontrado (Tabla 6), por cuanto no se determinó la cantidad de selenio excretada.

La restitución de la cantidad correspondiente de mucílago a la harina de linaza tipo II o el añadido de éste a la dieta selenífera no se tradujo en un mejor aumento de peso (Tabla 8). Sin embargo, nuevamente se pudo comprobar en varias de las ratas pertenecientes a la dieta selenífera más el mucílago o a la que contenía la harina de linaza tipo II solamente (Control, Tabla 8), la existencia de valores de hemoglobina y de hematocrito menores de 8 y de 25%, respectivamente. En cambio, en los animales que se alimentaban con la dieta del tipo II más el añadido de mucílago el menor valor de hemoglobina fue de 11.1% y de 35% el de hematocrito. Estos resultados no pueden interpretarse de manera concluyente; sin embargo, no excluyen la posibilidad de que el mucílago de las semillas de linaza y/o las sustancias que lo acompañan desempeñen papel de importancia en prevenir la alteración del cuadro hematológico aquí presentado, en ratas selenizadas.

### AGRADECIMIENTO

El autor agradece a la señora Lic. María Cristina de Mondragón la realización de los análisis de selenio en el material utilizado.

## SUMMARY

**Protective capacity of the linseed oil meal mucilage against the toxicity of organic selenium**

Previous rats experiments carried out with seleniferous Brazil nut flour, revealed lack of uniformity in the protective capacity of home made linseed oil meal, when this material was used as an ingredient in one of the experimental diets. As the procedure followed in the preparation of the meal, was not identical with the one used by industry, it was decided to study the capacity of protection given by linseed oil meal prepared in two different ways, against seleniferous sesame cakes under controlled conditions. The meals were obtained by the crushing of the seeds followed by hexane extraction. The seeds corresponding to one of the batches, were first soaked in distilled water in order to remove the mucilage.

Weanling rats of the "Sprague Dawley" strain were used in the biological trials. The seleniferous diets contained 8 ppm organic selenium and linseed oil meal, when added, at a level of 10%. All the diets were isonitrogenous.

The animals fed diets containing seleniferous sesame cake alone, showed very low values of hemoglobin, hematocrit and poor weight gain, compared with the control group fed low-selenium sesame cake. Water carcass, liver selenium and spleen over body weight ratio, were higher. Addition of 10% of both linseed oil meals to low-selenium sesame cake diets, had no effect on hematological values. Rats fed the mucilage free meal, showed a slight increase in body weight gain. No differences could be observed neither in water carcass, liver selenium values nor in spleen over body weight ratio.

Extremely low hemoglobin and hematocrit values and poor weight gain, were observed when seleniferous sesame cake was fed together with the mucilage-free linseed oil meal. Water carcass, liver selenium and spleen over body weight ratio, increased markedly in these animals. Rats fed the seleniferous diet, but with the complete linseed oil meal added, showed no alteration of the same values, although liver selenium showed a slight increase.

Four per cent level of both linseed oil meal incorporated to seleniferous diets, produced the best index of food utilization. Powdered mucilage restored to seleniferous diets, showed no noticeable effect in preventing the toxicity of organic selenium, measured by hematological and weight gain values.

## BIBLIOGRAFIA

- (1) Chávez, J. F.—Estudio sobre la toxicidad de una muestra de nuez de Brasil con alto contenido de selenio. *Bol. Soc. Química del Perú*, 32: 195-203, 1966.
- (2) Halverson, A. W., C. M. Hendrick & O. E. Olson.—Observation on the protective effect of linseed oil meal and some extracts against chronic selenium poisoning in rats. *J. Nut.* 56: 51-60, 1955.

- (3) Altschul, A. M.—“Processed plant protein foods tufts”. Academic Press Inc., Publishers, New York, 1958.
- (4) Neville, A.—*J. Agr. Sci.* 5: 113, 1913. Citado por Altschul (2).
- (5) Chávez, J. F. & W. G. Jaffé.—Nivel tóxico de selenio en dietas para ratas. *Arch. Latinoamer. Nutr.* 17: 69-76, 1967.
- (6) Chávez, J. F.—Tolerancia al selenio desarrollada por ratas criadas con dietas seleníferas. *Arch. Latinoamer. Nutr.* 17: 77-83, 1967.
- (7) Jaffé, W. G., J. F. Chávez & M. C. Mondragón.—Contenido de selenio en alimentos venezolanos. *Arch. Latinoamer. Nutr.* 17: 59-68, 1967.
- (8) Jaffé, W. G.—Influencia de distintos suplementos dietéticos sobre la reproducción de ratas alimentadas con dietas bajas en vitamina B<sub>12</sub>. *Arch. Venez. Nutr.* 3: 59-68, 1952.
- (9) Hainline, A.—*Standard Methods of Clinical Chemistry*. Vol. II: 49-60, New York, 1958.
- (10) Jaffé, W. G., J. F. Chávez & B. Koifman.—Estudios preliminares sobre la toxicidad de muestras de ajonjolí con alto contenido de selenio. *Arch. Venez. Nutr.* 14: 7-23, 1964.
- (11) Ganther, H. E. & C. A. Baumann.—Selenium metabolism: II. Modifying effects of sulfate. *J. Nut.* 77: 408-414, 1962.
- (12) Dye, W. G., E. Bretthauer, H. J. Seim & C. Blincoc.—Fluorometric determination of selenium in plants and animal with 3,3'-diaminobenzidine. *Anal. Chem.* 35: 1687: 93, 1963.
- (13) Heinrich Jr., M. & F. E. Kelsey.—Studies on selenium metabolism: the distribution of selenium in the tissues of the mouse. *J. Pharmacol. Exp. Therap.* 114: 28-34, 1955.
- (14) Moxon, A. L.—The influence of some proteins on the toxicity of selenium. Ph. D. Thesis. Univ. of Wis. Madison, 1941.
- (15) Rosenfeld, I. & O. A. Beath.—The influence of protein diets on selenium poisoning. *Am. J. Vet. Res.* 7: 52-58, 1946.
- (16) Olson, O. E. & A. W. Halverson.—Effect of linseed-oil meal and arsenicals on selenium poisoning in the rat. *Proc. S. Dakota Acad. Sci.* 33: 90-94, 1954.
- (17) Schwarz, K.—Nutritional significance of selenium. *Fed. Proc.* 20: 665-702, 1961.
- (18) Easterby, D. G. & J. K. N. Jones.—Composition of linseed mucilage. *Nature* 165: 614, 1950.



# **Pectina, pectinesterasa y ácido ascórbico en pulpas de frutas tropicales**

MARY GARCÉS MEDINA

Depto. de Tecnología de Alimentos. Escuela de Biología. Facultad de Ciencias.  
Universidad Central de Venezuela.

## **RESUMEN**

Se realizaron las siguientes determinaciones en las pulpas preparadas a partir de 10 diferentes clases de frutas tropicales: pectina, actividad de pectinesterasa, pérdida de ácido ascórbico durante la preparación de esas pulpas y al dejarlas a temperatura ambiente por un período de una hora, y las temperaturas y tiempos de precocción (blanching) a que hay que someter las pulpas para reducir a un mínimo la pérdida de ácido ascórbico e inactivar la pectinesterasa.

De acuerdo a los datos obtenidos, se recomienda realizar o no una precocción inmediata a la preparación de cada una de las pulpas, para impedir que continúen los procesos enzimáticos estudiados.

## **INTRODUCCION**

Los procesos enzimáticos provocan ciertos cambios en las propiedades físicas y químicas de las frutas y legumbres, no sólo durante su maduración (1) o conservación al natural, sino también durante su procesamiento y aun después de envasado el producto, si no se ha logrado inactivar las enzimas presentes. Estos cambios, en particular el de color, se acentúan durante la preparación de la materia prima para enlatamiento, deshidratación o congelación.

El color natural de los productos puede ser cambiado o encubierto, produciéndose oscurecimiento en los tejidos. Cambios indeseables de sabor, olor y valor nutritivo acompañan usualmente a este oscurecimiento, ocurriendo, por ejemplo,

disminución en el contenido de ácido ascórbico (o aun su completa pérdida), así como de otros nutrientes oxidables, como carotenos (2).

Numerosos trabajos realizados han permitido establecer que el ácido ascórbico puede ser oxidado por varios sistemas (2, 3, 4): oxidación directa por ascorbinato oxidasa, oxidación indirecta por quinonas provenientes de la actividad de peroxidasa o por flavones en presencia de peroxidasa y peróxido, y además por el sistema citocromo.

Otro cambio que se puede observar en los productos elaborados a base de frutas y legumbres es el de la textura, la cual es un índice organoléptico muy importante en relación con la calidad, principalmente en productos como concentrados a base de pulpa de frutas o legumbres, néctares, etc. Dicho cambio es originado generalmente por la acción de las enzimas hidrolíticas de la pectina, especialmente la pectinasa y la pectinesterasa.

La pectinasa debe estar acompañada por la pectinesterasa para poder ejercer su acción, ya que se ha comprobado que la pectinasa puede actuar sobre la pectina solamente cuando los grupos carboxilo están libres (5). Es muy importante para la industria conocer la cantidad de pectina presente en la materia prima, especialmente en la fabricación de mermeladas, jaleas, jam, etc., para poder realizar un acondicionamiento exacto a fin de evitar gelificaciones anormales.

La precocción (blanching), llamada también en otros países de habla española *blanqueo*, *blanqueado* o *escaldado*, es el método más usado industrialmente para la inactivación de enzimas en el procesamiento de frutas y legumbres.

Este trabajo tiene como objeto estudiar: a) el contenido de pectina, b) la actividad de pectinesterasa y su inactivación, c) los cambios que se producen en la pulpa de algunas frutas tropicales, en relación con su contenido de ácido ascórbico durante su preparación y al dejarlas a temperatura ambiente por espacio de una hora, d) cómo reducir la pérdida de ácido ascórbico mediante una precocción de las pulpas inmediatamente después de su preparación.

Estas determinaciones pueden servir para establecer si es necesario realizar o no una precocción inmediata a la obtención de la pulpa, con objeto de impedir que continúen las reacciones enzimáticas consideradas.

## MATERIAL Y METODOS

Las frutas estudiadas se encontraban en buen estado y en su completo grado de madurez botánica. Fueron tomadas 6-8 muestras representativas de por lo menos dos cosechas diferentes, adquiridas en el mercado local.

Las determinaciones realizadas fueron las siguientes:

*Pectina.*—Según el método del A.O.A.C. (6, 7), por precipitación con alcohol. Los resultados se expresan como porcentaje de ácido péctico.

*Actividad de pectinesterasa.*—Se aplicó el método propuesto por Kertesz (8), utilizando como sustrato una solución de pectina al 1% preparada con NaCl 0.2M. A 50 ml. de esta solución se añadieron 2-3 m. de la pulpa y se ajustó el pH de la mezcla a 6.8 por adición de NaOH 0.1N, controlando por potenciometría (Radiometer, modelo PHM22). Inmediatamente se comenzó a medir el tiempo de reacción y durante 30 minutos, a intervalos de 5 minutos, se hicieron tantas adiciones de solución de NaOH 0.02N como fueron necesarias para mantener el pH a 6.8.

La actividad de pectinesterasa se calculó dividiendo el número de miligramos de grupos metoxi liberados durante el período de reacción entre los mililitros de pulpa usados. Los miligramos de grupos metoxi, a su vez, se calcularon en base a los grupos carboxilo liberados, los cuales fueron determinados por la titulación con NaOH 0.02N.

*Inactivación de pectinesterasa.*—Las pulpas de las frutas estudiadas fueron precocidas por calentamiento en recipientes de doble fondo a diferentes temperaturas y tiempos. La temperatura se varió entre 75 y 95°C y se tomó como tiempo mínimo 3 minutos, y como tiempo máximo 10 minutos; este último es generalmente el período máximo de calentamiento en el proceso de precocción industrial usado en la elaboración de productos a base de frutas. Luego de enfriar rápidamente, se realizó la determinación de la actividad de pectinesterasa para establecer la temperatura y el tiempo mínimos requeridos para inactivar dicha enzima.

*pH.*—Una vez preparadas, las pulpas se diluyeron 1:1 y se determinó el pH de cada una de ellas por potenciometría.

*Acido ascórbico. Método seguido para estudiar su pérdida en las pulpas obtenidas.*—El ácido ascórbico se determinó por el método del A.O.A.C. (6, 7) con 2.6 diclorofenol indofenol

sódico, utilizando una solución de ácido metafosfórico al 3% para la estabilización de la muestra.

El método para estudiar la pérdida de ácido ascórbico en las pulpas en relación al contenido existente en las frutas fue el siguiente: Se lavaron, pelaron y cortaron las frutas en trozos pequeños, determinando inmediatamente el contenido de ácido ascórbico. A continuación, con los trozos de frutas previamente cortados, se preparó la pulpa en una licuadora (Waring Blendor). El volumen de pulpa obtenido se dividió en dos partes; en una se determinó de inmediato el ácido ascórbico, considerándose como cero (0) minutos. La otra parte de pulpa se sometió a una determinada precocción por calentamiento en recipientes de doble fondo y se enfrió inmediatamente. Como en el caso anterior, se realizó acto seguido una determinación de ácido ascórbico (0 minutos). Las dos porciones de pulpa, cruda y precocida, se dejaron a temperatura ambiente por espacio de una hora y se realizó una nueva determinación de ácido ascórbico (60 minutos). Temperatura ambiente media: 24°C. Para la precocción las temperaturas y los tiempos de calentamiento se variaron entre los límites siguientes: 75-95°C y 3-10 minutos, respectivamente.

Todas las determinaciones fueron realizadas al pH normal de la pulpa de las frutas estudiadas, es decir, en las condiciones industriales normales, y se efectuaron en las frutas tropicales que se indican en la Tabla 1.

TABLA 1  
FRUTAS ESTUDIADAS

Nombre vulgar	Nombre en inglés	Nombre científico
Cambur	Banana	<i>Musa paradisiaca</i> , L., var. <i>sapientum</i> , Kuntze
Guanábana	Soursop	<i>Annona muricata</i> , L.
Guanábana	Guava	<i>Psidium guajava</i> , L.
Lechoza	Papaya	<i>Carica papaya</i>
Mango	Mango	<i>Mangifera indica</i> , L.
Níspero	Sapodilla	<i>Achras sapota</i> , L.
Parcha granadina	Giant granadilla	<i>Passiflora quadrangularis</i> , L.
Parchita	Passion Fruit	<i>Passiflora edulis</i> , Sims.
Piña	Pineapple	<i>Ananas comosus</i> , Mirr.
Plátano	Plantain	<i>Musa paradisiaca</i> , L.

TABLA 2  
PH, CONTENIDO DE PECTINA Y ACTIVIDAD DE PECTINESTERASA  
EN LAS PULPAS 1:1

Nombre de la fruta	pH	Pectina % (Como ácido péctico)	Actividad de pectinesterasa (unidades expresadas como pectin-metoxilasa/ml. de pulpa diluida 1:1)
Cambur "pineo"	5.19 (5.35-5.00)	0.62 (0.72-0.50)	1.92 (2.26-1.09)
Guanábana	4.06 (4.20-4.00)	0.36 (0.38-0.36)	1.75 (1.98-0.68)
Guayaba	4.18 (4.20-4.15)	0.71 (0.75-0.69)	0.16 (0.18-0.15)
Lechoza	5.03 (5.10-4.90)	0.66 (0.82-0.50)	1.14 (1.41-0.73)
Mango "bocado"	4.40 (4.50-4.30)	0.38 (0.41-0.35)	0.39 (0.40-0.37)
Níspero	5.68 (5.80-5.50)	0.33 (0.44-0.37)	0.40 (0.46-0.34)
Parcha granadina	5.41 (5.65-5.30)	0.40 (0.44-0.37)	0.48 (0.56-0.36)
Parchita "maracuyá"	3.20 (3.30-3.15)	0.05 (0.06-0.04)	0.05 (0.08-0.02)
Piña "cayena"	3.88 (3.95-3.75)	0.04 (0.06-0.01)	0.01 (0.02-0.01)
Plátano	4.78 (4.90-4.75)	0.60 (0.62-0.59)	2.44 (2.56-1.09)

**Nota:** El promedio fue obtenido en base a 6-8 determinaciones realizadas en igual número de muestras representativas de cada una de las frutas estudiadas. Se incluyen los valores extremos hallados.

TABLA 3

## INACTIVACION DE PECTINESTERASA EN LAS PULPAS 1:1

Nombre de la fruta	Régimen de pre cocción		Act. de pectinesterasa (unidades como pectin- metoxilasa/ml. de pulpa diluida 1:1		Inacti- vación %
	C°	min.	Cruda	Precocida	
Cambur "pineo"	90	3	1.02	0.33	67.9
	90	5	1.09	0.01	99.1
	95	3	0.58	0.00	100.0
Guanábana	80	3	1.90	0.26	86.4
	80	5	1.90	0.08	95.8
	85	3	0.68	0.00	100.0
Guayaba	85	3	0.18	0.09	50.0
	85	5	0.18	0.02	88.9
	90	5	0.18	0.00	100.0
Lechoza	85	3	0.45	0.18	60.0
	85	5	0.45	0.06	86.7
	90	3	0.45	0.00	100.0
Mango "bocado"	75	5	0.40	0.15	62.5
	80	3	0.40	0.06	85.0
	80	5	0.37	0.00	100.0
Níspero	98	5	0.44	0.07	84.0
	98	10	0.46	0.06	87.0
	98	15	0.34	0.04	88.3
Parcha granadina	80	3	0.56	0.05	91.1
	80	5	0.56	0.01	98.3
	85	5	0.56	0.00	100.0
Parchita "maracuyá"	70	3	0.08	0.06	25.0
	70	5	0.08	0.03	62.5
	75	3	0.08	0.00	100.0
Plátano	80	3	2.53	1.54	39.2
	80	5	2.53	0.62	75.5
	85	5	2.53	0.00	100.0

Nota: Estos índices representan el promedio de 6-8 determinaciones realizadas en igual número de muestras representativas de cada una de las frutas estudiadas.

TABLA 4

## PERDIDA DE ACIDO ASCORBICO EN PULPA CRUDA DE FRUTAS TROPICALES

Nombre de la fruta	mg/100 g	PERDIDA DE ACIDO ASCORBICO %		
		Durante la preparación de la pulpa	En 1 hora	Total
Cambur "pineo"	10.69 (15.02-6.30)	92.91 (96.26-87.30)	1.48 (1.60-1.26)	94.39 (97.52-88.88)
Guanábana	28.35 (32.30-22.50)	5.26 (7.44-2.81)	7.49 (10.46-3.99)	12.75 (16.22-6.81)
Guayaba	111.93 (115.60-109.66)	80.43 (81.82-79.60)	9.03 (12.60-4.84)	89.46 (92.90-85.33)
Lechoza	43.21 (66.12-42.22)	9.47 (30.09-1.25)	1.55 (5.58-0.12)	11.02 (32.82-1.75)
Mango "bocado"	73.77 (81.86-66.40)	2.75 (3.45-2.18)	5.11 (16.00-2.25)	7.86 (12.61-5.03)
Níspero	8.67 (14.60-5.40)	27.88 (43.25-11.20)	48.69 (64.07-32.31)	76.57 (88.14-66.67)
Parcha granadina	17.29 (19.23-15.35)	6.47 (6.86-5.71)	6.24 (7.29-5.09)	12.71 (14.13-11.95)
Parchita maracuyá"	15.96 (19.83-11.61)	1.88 (3.19-0.77)	3.88 (6.63-1.69)	5.76 (7.40-4.70)
Piña "cayena"	20.98 (24.46-17.12)	9.76 (17.51-2.37)	6.70 (9.49-1.02)	16.46 (19.38-11.86)
Plátano	21.73 (24.80-18.28)	70.41 (85.32-43.44)	18.31 (29.26-6.64)	88.72 (94.91-72.70)

Nota: El promedio fue obtenido en base a 6 determinaciones realizadas en igual número de muestras representativas de cada una de las frutas estudiadas. Se incluyen los valores extremos hallados.

**TABLA 5**  
**PERDIDA DE ACIDO ASCORBICO EN PULPA PRECOCIDA DE FRUTAS TROPICALES**

Nombre de la fruta	Contenido de ácido ascórbico en fruta mg/100 g	REGIMEN DE PRECOCCION		PERDIDA DE ACIDO ASCORBICO %		
		C°	min.	Durante la preparación y precocción de la pulpa	En 1 hora	Total
Cambur "pineo"	10.60	100	10	32.45	43.09	75.54
Guanábana	22.50	80	5	6.75	0.00	6.75
Guayaba	112.87	95	5	80.59	0.33	80.92
Mango "bocado"	81.86	80	3	5.50	0.89	6.39
Níspero	14.60	90	5	9.58	0.00	9.58
Parcha granadina	20.44	90	5	8.06	0.00	8.06
Piña "cayena"	17.12	75	5	9.28	0.00	9.28
Plátano	23.47	85	5	87.73	0.00	87.73

**Nota:** Estos índices representan el promedio de 6-8 determinaciones realizadas en igual número de muestras representativas de cada una de las frutas estudiadas.

## RESULTADOS Y DISCUSION

*Contenido de pectina. Actividad de pectinesterasa.* — De acuerdo a los datos presentados en la Tabla 2, el contenido promedio de pectina en las frutas estudiadas varía entre 0.33 y 0.71%, a excepción de parchita y piña, en las cuales es de apenas 0.05 y 0.04%, respectivamente.

Los valores de actividad promedio de pectinesterasa más altos se observan en cambur (1.92), guanábana (1.75), lechoza (1.14) y plátano (2.44); en cambio, en parchita (0.05) y en piña (0.01) esos valores son los más bajos. En las otras frutas estudiadas la actividad varía entre 0.16 y 0.48.

Los datos de inactivación de pectinesterasa se presentan en la Tabla 3. Debido a la actividad tan baja, no se estudia el régimen de inactivación en pulpa de piña, ya que desde el punto de vista industrial resulta en una mayor rapidez y economía la eliminación de esta etapa de precocción.

En el caso del níspero no se ha registrado inactivación a pesar de calentar la pulpa a 98°C durante 15 minutos. Para explicar esta observación sería necesario realizar un estudio especial. Es posible que el método usado para medir la actividad de pectinesterasa no es el adecuado para el níspero. Además, de acuerdo a un trabajo realizado por Mosqueda (9), una precocción previa durante la preparación de la pulpa de níspero para enlatamiento va a producir dificultades al tratar de llevar la pulpa precocida a la pasadora, pues se obstruyen los tamices.

La inactivación de la pectinesterasa no tiene necesariamente que ser inmediata a la preparación de la pulpa y puede ser realizada en los procesos finales de calentamiento (pasteurización).

Los datos obtenidos con respecto a los regímenes de inactivación de pectinesterasa indican que esta enzima es bastante termorresistente, lo cual podría ser debido, en parte, al hecho de que se encuentra fuertemente absorbida sobre los componentes celulares insolubles en agua, lo cual la protegería de la acción del calor. En el futuro, cuando haya sido completado todo el estudio en relación con la enzimología de estas frutas tropicales, relacionada con su procesamiento, estaremos en capacidad de establecer una comparación en cuanto a la termo-

resistencia de la peroxidasa, la cual es considerada como la enzima más termorresistente dentro de la tecnología de frutas y legumbres.

*Pérdida de ácido ascórbico.*—De acuerdo a los resultados presentados en la Tabla 4, las mayores pérdidas de ácido ascórbico se producen en las pulpas de cambur, guayaba, níspero y plátano. Llama especialmente la atención la pérdida tan alta de ácido ascórbico que se produce durante la preparación de la pulpa de cambur, ya que en ella el ácido ascórbico es oxidado casi en su totalidad (92.9%).

En los casos de parchita, lechoza y mango las pérdidas son bastante bajas, especialmente en parchita, razón por la cual no se realiza precocción inmediata a la preparación de la pulpa. Esta tampoco se practica en la pulpa de lechoza, ya que en ella la pérdida de ácido ascórbico ocurre en su mayor parte durante la preparación de la pulpa y no al dejarla a temperatura ambiente. En las pulpas de las otras frutas estudiadas la pérdida total promedio oscila entre 11.0-16.4%.

Los datos presentados en la Tabla 5 sobre la pérdida de ácido ascórbico en pulpas precocidas demuestran que el *blanching* previo en el caso del cambur disminuye la pérdida de ácido ascórbico sólo a un 75%. Sin embargo, experiencias previas realizadas en la fabricación de harina de cambur "pineo" con un contenido de 33 mg/100 g indican que el ácido ascórbico se conservó casi totalmente y las pérdidas se mantuvieron dentro de límites aceptados industrialmente al aplicar una precocción previa de la fruta sin pelar, en una autoclave a 5 lb. de presión (109°C) durante 10 minutos (10).

En el caso de guayaba y plátano la precocción inmediata a la preparación de la pulpa no reduce mucho la pérdida de ácido ascórbico, ya que ésta en su mayor parte ocurre durante esa preparación.

Una precocción inmediata de la pulpa de níspero a 90°C durante 5 minutos detiene el proceso de oxidación del ácido ascórbico. Sin embargo, la aplicación de estos resultados, realizados en escala de laboratorio, no necesariamente es practicable en el procesamiento semi-industrial o industrial de las frutas estudiadas, como ocurre precisamente en el caso del níspero (9).

Los datos contenidos en la Tabla 5 para las otras frutas estudiadas indican las condiciones de precocción que reducen las pérdidas de ácido ascórbico a nivel de aquellas que ocurren durante la preparación de la pulpa. En el caso de la elaboración de productos a base de guanábana, lechoza, mango, parcha granadina, parchita y piña puede ser aplicado un método frío para dicha preparación, es decir, no es necesaria una precocción. Esta conclusión está basada en el hecho de que la pérdida de ácido ascórbico (Tabla 4) que se produce en las pulpas de esas frutas se encuentra dentro de límites aceptados industrialmente (11). Estos datos justifican la aplicación del método frío en estas frutas, el cual ha sido usado empíricamente en las industrias en el procesamiento de algunas frutas.

Los resultados presentados en las Tablas 4 y 5 nos permiten afirmar, además, que las pulpas deben ser acondicionadas lo más rápidamente posible para reducir las pérdidas de ácido ascórbico a un mínimo.

#### SUMMARY

##### **Pectin, pectin esterase activity and ascorbic acid in tropical fruit pulps**

The following determinations have been performed in pulps from 10 different kinds of tropical fruits: pectin content; pectinesterase activity; ascorbic acid losses during pulp preparation and also after one hour standing at room temperature; and the blanching time and blanching temperature to which pulps should be exposed to minimize ascorbic acid losses and pectinesterase activity.

The results showed that in some cases it is necessary to blanch immediately after pulp preparation and in others not according to the intensity of the enzymatic reactions mentioned.

#### BIBLIOGRAFIA

- (1) Czyhrinciw, N.—Nota sobre las variaciones químicas en productos vegetales. *Arch. Venez. Nutr.* 2, N<sup>o</sup> 1: 139-144, 1951.
- (2) Joslyn, M. A. & J. D. Ponting.—Enzyme-catalyzed Oxidative Browning of Fruit Products. *Advances in Food Res.* 3: 1-37, 1951.
- (3) Joslyn, M. A.—Color Retention in Fruit Products. *Ind. Eng. Chem.* 33: 308-314, 1941.
- (4) Ponting, J. D. & M. A. Joslyn.—Ascorbic Acid Oxidation and Browning in Apple Tissue. *Extracts Arch. Biochem.* 19: 47-63, 1948.
- (5) Gortner, R. A.—“Bioquímica”, 3<sup>a</sup> edición. Buenos Aires, Argentina. Editorial Hispanoamericana, 1949.
- (6) Winton, A. L. & K. B. Winton.—“Análisis de Alimentos”, 2<sup>a</sup> edición. Buenos Aires, Argentina. Editorial Hispanoamericana, 1958.

- (7) "Official Methods of Analysis of the Association of Official Agricultural Chemists". Edited by the A.O.A.C. Ninth edition, Washington, D. C., 1960.
- (8) Kertesz, Z. I.—Determination of activity of Pectin Metoxilase. *J. Biol. Chem.* 121: 589-598, 1937.
- (9) Mosqueda, M. B.—El Nispero (*Achras sapota*) y su tecnología. Departamento de Tecnología de Alimentos. Facultad de Ciencias. UCV, Caracas, 1967. Por publicar.
- (10) Martínez, C.—Corporación Venezolana de Fomento. Comunicación personal,
- (11) "Nutritional Evaluation of Food Processing". Edited by R. S. Harris & H. von Loesecke. First edition. N. Y. John Wiley & Sons, Inc., 1960.

# BIBLIOGRAFIA LATINOAMERICANA

Encargado: Dr. F. Merino

## ARGENTINA

**Contribución al estudio de gomas:** arábica, ciruelo, damasco, karaya y tragacanto.—C. R. Ordóñez, E. E. Vonesch y N. A. Calvo (Facultad de Agronomía y Veterinaria de Buenos Aires, Cátedra Química Biológica), *Revista Farmacéutica (Argentina)*, 110: 112-116, 1968.

Se analizaron muestras comerciales de gomas: arábica, ciruelo, damasco, karaya y tragacanto. Se determinó materia seca, agua, cenizas, calcio, magnesio, índice de acidez, índice de saponificación y glúcidos. Se propone una microtécnica para determinar el grado de esterificación por hidroxilaminosis en gomas karaya. 15 referencias.

**Separación por cromatografía circular de los colorantes permitidos para alimentos en Chile.**—J. Dobrecky y R. C. D. de Carnevale Bonino (Orientación Química y Analítica y Departamento de Química Inorgánica y Analítica. Facultad de Farmacia y Bioquímica, Universidad de Buenos Aires, Argentina). *Nutr. Bromatol. Toxicol.* 6: 36-37, 1967.

Se propone una técnica para la separación de seis colorantes permitidos actualmente en Chile para alimentos, utilizando cromatografía circular en papel preparado mediante cortes que facilitan el desarrollo del cromatograma. Los cortes son especialmente útiles para separar aquellos cuyos R<sub>f</sub> son próximos. Se emplea HCl 0.1 N en agua como solvente; se logra la separación neta en un tiempo de dos horas. Se recomienda el método por su simplicidad y rapidez. 3 referencias.

M. A. Tagle

**Acción cariostática del flúor.**—C.A.

*Grau. La Tribuna Odontológica*, 52, 1968.

Se hace una revisión del uso del flúor en el agua como medida profiláctica de la caries dental y sus ventajas.

## BRASIL

**Sub-registro de nacimiento no distrito de São Paulo.**—M. L. Milanesi y E. Pinho de Castro Silva (Cátedra de Estadística Aplicada y Salud Pública, Facultad de Higiene y Salud Pública, Universidad de São Paulo). *Rev. Saúde Públ.* 2: 23-28, 1968.

Se recolectaron los nacimientos ocurridos en 1965, su registro y las razones por las cuales éste no fue efectuado. Cuando el tiempo considerado para el registro fue de 15 días, siendo el padre uno de los que registra el niño, el sub-registro fue de 4.5%; pero cuando el tiempo se extendió a 45 días, tiempo en que la madre está supuesta a hacer el registro, el sub-registro fue de 3.2%. Se concluye que el principal factor para no registrar los nacimientos estuvo conectado con la responsabilidad del esposo. 17 referencias.

**Plano de amostragen utilizado no estudo de reprodução humana no distrito de São Paulo.**—E. Pinho de Castro Silva (Facultad de Higiene y Salud Pública, Universidad de São Paulo). *Rev. Saúde Públ.* 2: 10-22, 1968.

El trabajo presenta el procedimiento de muestreo empleado para seleccionar muestras para un "estudio de la reproducción humana en el Distrito de São Paulo", hecho por el Departamento de Estadísticas Aplicadas de la Facultad de Higiene y Salud Pública de la Universidad de São Paulo. 1 referencia.

**O papel da agricultura e da nutrição em face da explosão demo-**

gráfica.—P. Accioly Borges (Director da FAO da zona leste de América Latina). *Boletín da Associação Brasileira de nutricionistas*, 2: 21-26, 1967.

Se efectúa un planteamiento del papel de la agricultura y ciencia de la nutrición en relación a la explosión demográfica y concluye en el reconocimiento de la subnutrición en las zonas subdesarrolladas, que los gobiernos tienen que destinar una solución al problema de atención y recursos técnicos y financieros, asimismo en relación a la técnica, los principales obstáculos y su conclusión en el caso específico de Brasil.

## COLOMBIA

La malnutrición del pre-escolar en Colombia en medios económicos bajos o rurales. — J. Camacho Gamba, C. Baracaldo y H. León. *Revista Colombiana Ped. Puer.*, 23: 496-503, 1967.

El estudio consiste en tres encuestas, una nacional y dos locales. En la encuesta nacional se encuentra aceptable el peso al nacer y a los 24 meses con dos crisis nutritivas o alimentarias, una al iniciar la alimentación y otra a los seis meses. En las encuestas locales se encuentra talla y peso inferiores a lo normal, encontrando 25% de desnutrición grados 2 y 3, siendo mayor el porcentaje en el segundo semestre de vida y aumentando con la edad. Las condiciones económicas, culturales, vivienda y de ingreso per cápita eran deficientes. 3 referencias.

## CUBA

Hierro sérico en pediatría. Un estudio sobre 2.500 determinaciones según los métodos de Heymeyer y Plotner y Barkan y Walker.—A. Sellek, J. M. Ballester, H. T. Hernández y E. De Castro (Hospital Infantil de la Habana "Pedro Borrás Astorga", calle F y 29 Vedado, Habana, Cuba). *Rev Cubana Ped.* 39: 277-293, 1967.

Se hacen determinaciones en un total de 2.500 niños, de los cuales se se-

leccionaron 485; 150 con anemia ferropriva, 63 anemias macrocíticas con doble déficit de hierro y ácido fólico, 170 con gastroenteritis, 29 con neumonía, 19 con anemia hemolítica hereditaria, 12 niños distróficos y un grupo misceláneo. Encuentran que en niños normales de 32 días a 10 años los valores de hierro fueron de 50 a 90 microgramos por 100. En anemia ferropriva y anemia macrocítica hipocrómica fue inferior a 50,6 microgramos por 100. En la anemia hemolítica el 83.33% mostraron cifras elevadas comparadas con las de anemia ferropriva y las cantidades variaban entre 60 y 155 microgramos por 100.

Asimismo concluyen que la diferencia de hierro sérico del niño del medio hospitalaria está grandemente condicionada por la incidencia de infecciones. En el grupo misceláneo (hematuria, diarreas sanguinolentas, parasitismo, hipotiroidismo) las cifras fueron bajas y lo contrario en raquitismo, nefrosis lipídica e hipertiroidismo, los cuales eran normales, así como en el 41.7% de los niños distróficos con terapia adecuada de hierro. Consideran asimismo que estos métodos de determinación son de gran utilidad en Pediatría. 96 referencias.

Gastroenteritis: Experiencia durante el año 1966 en una sala del Hospital "Angel A. Aballí".—M. Pérez Stable, R. Marante, I. M. Falcón y M. Gómez Riera (Hospital "Angel A. Aballí", Calzada de Bejucal, s/n. Habana-Cuba). *Rev. Cubana Ped.* 39: 339-362, 1967.

Se revisan 565 casos de niños ingresados en la sala de gastroenteritis del Hospital "Angel A. Aballí", encontrando un ingreso vivo de 517 casos (91%) y una mortalidad bruta del 1.5% y neta de 1.0%. Se pudo determinar etiología bacteriana específica en el 6.1% y en un 21.5% *Amoebas histolíticas*.

Se halló un 2.5% de deshidratación hipertónica y un 87% de anemias ferroprivas. Se hacen consideraciones sobre estos resultados y se discuten en relación al problema de la mortalidad por 100.000 habitantes en relación con años anteriores. 81 referencias.

## CHILE

Determinación espectrográfica de

estroncio, molibdeno y vanadio en harinas de pescado y de huesos. — A. Leng, U. Sánchez, J. Crawen, R. Contreras y R. Vásquez (Departamento de Investigaciones Odontológicas y Cátedra de Química, Escuela Dental Universidad de Chile, Instituto de Investigaciones y Ensayo de Montevideo (IDIEEM), Universidad de Chile). *Nutr. Bromatol. Toxicol.* 6: 34-35, 1967.

Se realizó la determinación espectrográfica de estroncio, molibdeno y vanadio en cenizas de harina de merluza (*Merluccius gavi*) y huesos. El estroncio aparece en las seis muestras estudiadas, en tanto que el vanadio sólo en tres y el molibdeno en una. Se da también la intensidad relativa de las líneas espectrales, lo que, dados los límites de detección, permite ubicar los resultados obtenidos dentro de rangos amplios de concentración. 6 referencias.

M. A. Tagle

**Contenido de ácido cianhídrico en porotos (*Phaseolus vulgaris*) crudos y precocidos de las variedades de mayor consumo en Chile.** E. Jacob (Industrias Productos Alimenticios S. A., IPAL, Santa Elena 1970, Santiago. *Nutr. Bromatol. Toxicol.* 6: 75-77, 1967.

Se investigó el contenido de ácido cianhídrico en porotos (*Phaseolus vulgaris*) crudos y se pudo comprobar que las variedades de mayor consumo en Chile: cristal, tórtola, coscorrón y burro, contienen entre 47.0 y 86.1 mg de ácido cianhídrico por kg (humedad 12%). Después de sometidos a cocción industrial contienen 30.0 mg/kg, cifra suficiente para causar molestias digestivas, en tanto que si se les cocina por el método casero tradicional, el ácido cianhídrico es eliminado casi en su totalidad; pero el procedimiento casero no sirve para la elaboración industrial de sopas y cremas de porotos porque se destruye el grano de almidón y se pierde por ello la propiedad de emulsionar. 5 referencias.

M. A. Tagle

**Inhibidor sérico de la DNasa I en ratas preñadas alimentadas con dietas de caseína con 4 y 12% de calorías proteicas netas. Comunicación preliminar.**—A. Rex, E. Colombara<sup>1</sup> y M. A. Tagle<sup>1,2</sup> (1. Cátedra de Bioquímica, Escuela de Agronomía, Universidad de Chile; 2. Laboratorio de Nutrición, Cátedra de Alimentación, Escuela de Salubridad, Universidad de Chile). *Nutr. Bromatol. Toxicol.* 6: 71-74, 1967.

Se estudió el inhibidor sérico de la DNasa I en ratas con 20 días de preñez, alimentadas durante este período con dieta de caseína al 4 y 12% de Calorías Proteicas Netas (CPN%) y en controles, no preñadas alimentadas con las mismas dietas.

No hubo diferencia entre los niveles séricos encontrados en ratas preñadas alimentadas con dieta al 4% y las alimentadas con dieta al 12%; lo mismo se observó en los controles.

Los niveles de las ratas preñadas fueron significativamente más bajos que los de los controles, independientemente de la dieta consumida. 11 referencias.

M. A. Tagle

**Composición química y digestibilidad de los nutrientes de algunos productos usados en nutrición animal en Chile.** — P. Hirsch-Reinshagen y F. Guzmán U. (Departamento de Ganadería, Facultad de Agronomía, Universidad Católica de Chile). *Nutr. Bromatol. Toxicol.* 6: 123-128, 1967.

Se estudió la composición química y la digestibilidad de los nutrientes de diversos forrajes, granos y subproductos de industrias, utilizados comúnmente en la alimentación de cerdos, aves y rumiantes. Los valores obtenidos se recopilaron en dos tablas, donde se expresa el contenido de nutrientes, coeficientes de digestibilidad, proteína digestible, elementos nutritivos digestibles totales en los alimentos para cerdos y, además, valores de almidón en los alimentos pa-

ra rumiantes. Se hacen resaltar las diferencias y también las similitudes entre las cifras obtenidas y la de tablas extranjeras, como también la importancia que ello reviste para la nutrición animal del país. 12 referencias.

M. A. Tagle

**Torta de maravilla (*Heliantus annuus*); composición química, calidad biológica de la proteína y ensayo de toxicidad en ratas.**—D. Ballester<sup>1</sup>, N. Pak<sup>1</sup>, E. Yáñez<sup>1</sup>, A. Reid<sup>2</sup>, E. Trabucco<sup>3</sup>, I. Pennacchiotti<sup>4</sup>, L. Masson<sup>4</sup>, M. Mella<sup>4</sup>, J. Vinagre<sup>4</sup>, D. Cerda<sup>4</sup>, H. Schmidt-Hebbel<sup>4</sup> y G. Donoso<sup>1</sup> (1. Centro de Investigaciones de la Nutrición, Cátedra de Alimentación, Escuela de Salubridad, Universidad de Chile; 2. Departamento de Anatomía Patológica, Hospital Juan de Dios; 3. Laboratorio de Investigaciones Pediátricas, Hospital Arrián; 4. Cátedra de Bromatología, Escuela de Química y Farmacia, Universidad de Chile, Santiago). *Nutr. Bromatol. Toxicol.* 6: 63-70, 1967.

Se determinó la composición química, calidad biológica y digestibilidad verdadera de la proteína en diversas muestras de tortas de maravilla de tres industrias de aceite de Santiago. Se encontró un alto contenido de proteínas, como asimismo de calcio, fósforo, hierro, tiamina, riboflavina y niacina. La Utilización Proteica Neta varió de 43.4 a 56.1 y la digestibilidad verdadera mostró un rango de 70.6 a 79.4. La suplementación de la proteína de torta de maravilla con diferentes aminoácidos reveló que su utilización está limitada por lisina. Sin embargo, la determinación de aminoácidos por métodos microbiológicos señala al triptofano como primer limitante.

Se investigó la toxicidad de la torta de maravilla al 20% de las calorías proteicas en ratas de ambos sexos, durante seis meses, utilizando como grupo control ratas alimentadas con dieta de leche-caseína a igual concentración proteica. El estudio histológico de los diferentes órganos y tejidos estudiados no presentó diferencias entre el grupo con-

trol y el grupo alimentado con torta de maravilla. 25 referencias.

M. A. Tagle

**Alteraciones en la composición de hidrolizados de harina de anchoveta (*Engraulis ringens*) sobre-calentada.**—P. Silva y E. Contreras (Cátedra de Bromatología, Escuela de Química y Farmacia, Universidad de Chile e Instituto de Fomento Pesquero, Santiago de Chile). *Nutr. Bromatol. Toxicol.* 6: 55-62, 1967.

Se estudió el daño que experimenta la harina desgrasada de anchoveta (*Engraulis ringens*) al calentarla durante 1.3 y 6 horas a 100°C. En dos muestras calentadas por seis horas se encontró que la digestibilidad in vitro disminuyó en 10.3 y 17.5%, respectivamente. En los hidrolizados pepsínicos se constató la presencia de un grupo de proteínas que precipitan a pH 4.5; en las muestras calentadas la cantidad de material precipitado a este pH disminuyó.

El fraccionamiento de los hidrolizados en Sephadex G-100 mostró un grupo de proteínas con peso molecular entre 3.600 y 5.000, y otro con peso superior a 100.000. En las muestras calentadas se evidenció una disminución en el pico de las macromoléculas, que incidió en un aumento no proporcional en el de las sustancias de bajo peso molecular. 9 referencias.

M. A. Tagle

## ECUADOR

**Pruebas bacteriológicas para el laboratorio de control en plantas de productos lácteos.**—F. Contreras Amores (Centro de Química y Farmacia (Ecuador), 73-91, 1968.

Se hace una revisión de las técnicas utilizadas en el control bacteriológico en plantas de productos lácteos. 7 referencias.

## MEXICO

**Características metabólicas del ejercicio físico.**—F. Dies (Departamento de Fisiología Clínica, Ins-

tituto Nacional de la Nutrición, México, D. F.). *Rev. de Investigación Clínica*, México, 20: 67-90, 1968.

Se hace una revisión sobre las características metabólicas del ejercicio físico y se comentan brevemente los aspectos generales de la adaptación funcional de diversos aparatos orgánicos al trabajo físico intenso. 52 referencias.

**Contribuciones del Instituto Nacional de la Nutrición a la medicina mexicana.**—S. Zubirán (Instituto Nacional de Nutrición, México). *Gac. Med. México*, 98: 131-138, 1968.

Se hace una reseña de la labor del Instituto Nacional de la Nutrición desde su fundación y realizada a través de sus departamentos.

## PERU

**Educación para la salud y educación en nutrición en el campo de la Salud Pública.**—C. D. de Thays. *Boletín de la Sociedad Química del Perú*, 33: 183-188, 1967.

Se plantea el problema de la educación en nutrición en la salud pública basado en que el Programa Nacional de Educación ha dado poca atención directa al problema de la nutrición y concluye en la creencia de una mayor atención y que el personal de salud, incluyendo un nutricionalista, deberían revisar sus métodos de trabajo en el acercamiento educativo del problema.

**Nutrición en la educación médica.**

M. Eisler. *Boletín de la Sociedad Química del Perú*, 33: 189-194, 1967.

Se enfoca la poca atención a la enseñanza de la nutrición en las escuelas médicas tanto de EUA como Latinoamérica. El autor establece las responsabilidades médicas en el campo de la nutrición, los niveles de adiestramiento y señala la coordinación de la enseñanza

y la nutrición en la educación médica continua. 16 referencias.

## PUERTO RICO

**Conservación de alimentos por irradiación.**—J. Cuevas Ruiz (División de Ciencias Biológicas y Agrícolas, Centro Nuclear de Puerto Rico, Mayagüez, P. R.). *Rev. de Química y Farmacia (Ecuador)*, 14: 30-35, 1968.

Se hace una revisión del problema y de la labor realizada en Puerto Rico a tal fin.

## VENEZUELA

**Prevalencia del bocio endémico y cretinismo en Venezuela de 1946 a 1966. Su prevención por la yodación de la sal.**—Fermín Vélez Boza. Cuaderno Azul N° 27. Instituto Nacional de Nutrición. Caracas, Venezuela. Distribución gratuita bajo pedido.

Se presenta un análisis de la importancia del Bocio Endémico y Cretinismo en Venezuela y de los primeros estudios clínicos y encuestas sanitarias realizadas. El problema es enfocado especialmente desde el punto de vista sanitario y se estudian en particular las encuestas de prevalencia efectuadas desde el año 1946 hasta 1966.

Se hace un resumen de los resultados encontrados en la encuesta nacional de Bocio efectuada en escolares en el año 1966, estudio realizado conjuntamente por el I.N.N. y los servicios locales de Salud del Ministerio de Sanidad y Asistencia Social, y se presentan las conclusiones de dicha encuesta.

Se presentan los hechos fundamentales acerca de los requerimientos del yodo y de los métodos empleados en la prevención del bocio mediante la yodación de la sal.

Se señalan las etapas realizadas en el programa de prevención del Bocio en el país, tales como la legislación y reglamentación basadas en las características de la endemia y las normas de aplicación del programa.

Finalmente se presenta la Bibliografía Venezolana del Bocio Endémico, ordenada cronológicamente. 136 referencias.

Autor



## LIBROS NUEVOS

**Investigaciones realizadas y publicadas por el personal técnico del Instituto Nacional de Nutrición.** — F. Vélez Boza. Cuaderno Azul Nº 26, 1968. Instituto Nacional de Nutrición, Caracas. Venezuela. Distribución bajo pedido.

Este cuaderno presenta la recopilación bibliográfica de las investigaciones científicas, así como los estudios normativos derivados de éstos y su aplicación práctica al campo de la Salud y la Educación en materia de nutrición, efectuados por el personal del Instituto Nacional de Nutrición desde su fundación.

En esta forma dicha bibliografía es al mismo tiempo una exposición de la labor realizada y de la evolución que han seguido en el transcurso del tiempo estos estudios de Nutrición a la vez que revela el esfuerzo de las autoridades sanitarias del país por atender debidamente estos problemas. Al mismo tiempo esta obra facilita el conocimiento y consulta de dichos trabajos, ya que ellos aparecen ordenados por el nombre de los autores o por el tema o materia tratado. Esta Bibliografía contiene además el resumen de la mayoría de las citas bibliográficas.

*Autor*



# NECROLOGIA

## FALLECIMIENTO DEL Dr. DANTE COSTA

Faleceu no Rio de Janeiro, Brasil, no mês de Outubro, o Dr. Dante Costa, sócio da Sociedade Latino Americana de Nutrição e membro do Corpo Editorial da nossa revista.

O Dr. Dante Costa foi um dos mais ativos nutrólogos brasileiros tendo inúmeras publicações sobre problemas brasileiros de alimentação e nutrição. Como professor universitário lecionou nutrição e dietética em diversas instituições no Rio de Janeiro. Participou de inúmeros Congressos Nacionais e Internacionais, fazendo também parte da UNESCO. Além de cientista o Prof. Dante Costa era jornalista e escritor, tendo deixado diversas obras literárias.

J.E.D.O.



## NORMAS PARA LA ELABORACION DE LOS MANUSCRITOS

### I. GENERALIDADES:

- A) Los trabajos que se someten para la publicación en *Archivos Latinoamericanos de Nutrición* deben ser originales, no habiéndose publicado con anterioridad o simultáneamente en otra Revista.
- B) Los manuscritos deben ser enviados en original (papel bond  $8\frac{1}{2} \times 11$ " ) y dos copias en papel aéreo, para facilitar la distribución a los editores. Deberán ser escritos a máquina, a doble espacio, y con márgenes amplios.
- C) Los manuscritos pueden ser redactados en los idiomas: español, inglés, portugués y francés, según la preferencia del autor.
- D) No se aceptarán trabajos que por su extensión ocupen desproporcionado espacio.
- E) Los trabajos deberán ser remitidos al Editor de la Revista después de haber sido cuidadosamente revisados por su autor, a fin de evitar posteriores modificaciones sustanciales que demorarían su publicación.

### II. FORMA Y ESTILO DEL MANUSCRITO:

- A) *Texto*: Se insiste en la necesidad de una redacción breve y concisa, limitada estrictamente al tema del trabajo. Las expresiones en otro idioma como *ad libitum*, *et. al.*, etc., así como los nombres científicos, deberán ser subrayados.
- B) Las gráficas ilustrativas que acompañen a los trabajos deben ceñirse a la importancia de éstos y por ningún motivo redundar en cantidad.
- C) Las gráficas e ilustraciones deberán ser presentadas en fotografías en papel brillante no montadas y deberán llevar el nombre del autor y el número correspondiente en el dorso. Cuando sea necesario deberá señalarse la parte superior de la gráfica o figura.

- D) Las leyendas de las gráficas e ilustraciones deberán contar con los datos imprescindibles para su interpretación sin recurrir al texto; éstas, así como las notas al pie de la página, deberán especificarse en hoja separada.

### III. ORGANIZACION DEL MANUSCRITO:

- A) Se recomienda que los manuscritos se organicen preferiblemente en este orden: Introducción, Material y Métodos, Resultados, Discusión, Bibliografía y un Resumen en el idioma original del artículo y en inglés, o español si el manuscrito es en inglés. Este último debe incluir también la traducción del título del trabajo.

La Oficina Editorial se encargará de la traducción del resumen al inglés o español, respectivamente, si así lo solicita el autor.

- B) *Resumen*: Deberá incluir en breves palabras el propósito, método(s) y resultados importantes. Este resumen puede ser utilizado también como resumen del artículo en el idioma original.
- C) *Introducción*: Deberá estar indicado claramente el objetivo de la investigación y sus relaciones con la nutrición y con otros trabajos existentes; sin embargo, deben ser evitadas largas revisiones bibliográficas desproporcionadas al trabajo mismo.
- D) *Material y Métodos*: Cuando se hayan empleado técnicas o procedimientos previamente publicados, éstos no deberán ser descritos, sino referirse a la cita correspondiente. Se debe dar una descripción concisa de los materiales usados, explicando términos locales, si es posible por la denominación científica.
- E) *Resultados*: Los resultados deberán ser claramente expresados y, de ser posible, respaldados por los correspondientes cálculos estadísticos. Deberán ser presentados tanto como sea posible en cuadros y/o gráficas; pero los mismos no deberán ser repetidos en unos y otras. Al consignar números se recomienda el uso de punto (.) para indicar cifras decimales, ejemplo: 35.75.
- F) *Discusión*: Deben ser breves y restringirse a los hechos significativos del trabajo.
- H) *Bibliografía*: No deberá exceder de 15 citas, más o me-

nos, excepto cuando se trate de un artículo de revisión. Las referencias bibliográficas deben ser numeradas en el texto en el mismo orden en que son mencionadas y deben ser consignadas en la forma siguiente:

Artículos de revista:

Bustamante B., J., H. Vélez A. & E. Sanclemente P. Malabsorción intestinal (sprue tropical) en Colombia. Informe preliminar. Antioquia Médica (Colombia), 13: 564-579, 1963.

En caso de libros:

González, Z. M. "El problema de la Nutrición", 2ª edición. Caracas, Venezuela, Editorial Campaña, 1897.

Al consignar los autores deberá utilizarse el signo & para expresar "y", "and", "et", ejemplo:

Fernández, L. & S. M. González.

#### IV. ABREVIATURAS:

Hasta donde sea posible, deberán utilizarse las abreviaturas consignadas en *Style Manual of Biological Journals*, Washington, D. C., American Institute of Biological Science. La abreviatura de la presente revista será: Arch. Latinoamer. Nutr.

- V. Los autores que deseen separatas de su trabajo deberán solicitarlo tan pronto como las pruebas de imprenta les sean remitidas para su corrección, debiendo abonar la Institución donde se ha efectuado el trabajo la suma de U. S. \$ 1 por página de 50 separatas.



## INDICE GENERAL DEL VOLUMEN XVIII — 1968

	<u>Pág.</u>
<b>EDITORIALES:</b>	
Explosão populacional, alimentação e nutrição .....	3
Primeira reunião da SLAN .....	119
Editorial .....	199
Informe de Archivos Latinoamericanos de Nutrición .....	311
<b>TRABAJOS GENERALES:</b>	
Factores tóxicos en leguminosas.—W. G. Jaffé .....	302
<b>TRABAJOS DE INVESTIGACION:</b>	
La efectividad de la yodación de la sal en la prevención del bocio endémico en Colombia. II. Contenido de yodo en la sal a nivel del consumidor.—F. Pardo Téllez, R. Rueda-Williamson, J. O. Mora Parra .....	7
Suplementación del arroz con concentrados proteicos.—L. G. Elías, R. Jarquín, R. Bressani, C. Albertazzi .....	27
Estudio del uso de harina de semilla de algodón en el crecimiento y engorde de cerdos.—R. Jarquín, M. González, R. Oliva, L. A. Lamm, L. G. Elías, R. Bressani .....	39
Efecto del proceso de maduración del maíz sobre su valor nutritivo. R. A. Gómez-Brenes, L. G. Elías, R. Bressani .....	65
A comparison of dietary data obtained in Jamaica by twenty-four-hour recall and by weighing.—H. C. Fox, V. S. Campbell, H. G. Lovell .....	81
Suplementación, con aminoácidos, del maíz y de la tortilla.—R. Bressani, L. G. Elías, E. Braham .....	123
Estudio sobre la recuperación de niños en comunidades rurales. I. El papel de la atención médica.—A. Chávez V., C. J. Angeles .....	135
Estudios sobre la recuperación de niños desnutridos en comunidades rurales. II. La importancia de una auxiliar adiestrada.—A. Chávez, G. Iñiguez .....	149
Dietary survey methods: a comparison of the calorie and protein contents of some rural Jamaican diets.—A. Ashworth .....	165
Desarrollo social de niños pre-escolares con kwashiorkor y marasmo. J. D. Schlenker, V. Bossio, E. Romero Romero .....	173
La anemia en embarazadas de diferente nivel socio-económico.—M. Báez Flores, C. Trimmer Hernández, J. Lara Ramos, A. Chávez .....	221
Valoración de aminoácidos en leguminosas chilenas.—I. Pennacchiotti, H. Schmidt-Hebbel .....	233
Two-year evaluation of a nutritional rehabilitation (mothercraft center).—K. W. King, I. D. Beghin, W. Fougere, G. Dominique, R. Grinker, J. Foucauld .....	245

	<u>Pág.</u>
Estudio sobre la recuperación de niños desnutridos en comunidades rurales.—C. Martínez, A. Chávez .....	263
Evaluación dietética por análisis químico y por cálculo aplicando tablas de composición de alimentos.—M. Flores, M. T. Menchú ..	283
Cambios en la composición química y el valor nutritivo de la proteína de la harina de semilla de algodón durante su elaboración. R. Bressani, L. G. Elías .....	319
Plasma free-amino acids as an index of protein nutrition. An evaluation of Whitehead's method.—G. Arroyave, J. Bowering .....	341
Fermented rice, a food from Ecuador.—A. G. Van Veen, D. C. W. Graham, K. H. Steinkraus .....	363
Relación entre la ingesta de tiamina y su excreción urinaria.—G. Arroyave, O. Pineda .....	375
Capacidad de protección del mucílago de la semilla de linaza en contra de la toxicidad del selenio.—J. F. Chávez .....	383
Pectina, pectinesterasa y ácido ascórbico en pulpas de frutas tropicales.—M. Garcés Medina .....	401
<b>BIBLIOGRAFIA LATINOAMERICANA</b> .....	99, 185, 301, 413
<b>LIBROS NUEVOS</b> .....	107, 189, 419
<b>NOTAS</b> .....	111, 191, 303
<b>NECROLOGIA</b> .....	195, 421
<b>NORMAS:</b>	
Normas para la elaboración de los manuscritos .....	423

## INDICE POR AUTORES DEL VOLUMEN XVIII — 1968

	Pág.
<b>A</b>	
Albertazzi, C. (Véase Jarquín, R.) .....	27
Angeles, C. J. (Véase Chávez V., A.) .....	135
Arroyave, G., Bowering, J.—Plasma free-amino acids as an index of protein nutrition. An evaluation of Whitehead's method .....	341
Arroyave, G., Pineda, O.—Relación entre la ingesta de tiamina y su excreción urinaria .....	375
Ashworth, A.—Dietary survey methods: a comparison of the calorie and protein contents of some rural Jamaican diets .....	165
<b>B</b>	
Báez Flores, M., Trimmer Hernández, C., Lara Ramos, J., Chávez, A. La anemia en embarazadas de diferente nivel socio-económico...	221
Beghin, I. D. (Véase King, K. W) .....	245
Bossio, V. (Véase Schlenker, J. D.) .....	173
Bowering, J. (Véase Arroyave, G.) .....	341
Braham, E. (Véase Bressani, R.) .....	123
Bressani, R., Elías, L. G., Braham, E.—Suplementación, con amino-ácidos, del maíz y de la tortilla .....	123
Bressani, R., Elías, L. G.—Cambios en la composición química y el valor nutritivo de la proteína de la harina de la semilla de algodón durante su elaboración .....	319
Bressani, R. (Véase Elías, L. G.) .....	27
Bressani, R. (Véase Jarquín, R.) .....	39
Bressani, R. (Véase Gómez-Brenes, R. A.) .....	65
<b>C</b>	
Campbell, V. S. (Véase Fox, H. C.) .....	81
<b>CH</b>	
Chávez V., A., Angeles, C. J.—Estudio sobre la recuperación de niños desnutridos en comunidades rurales. I. El papel de la atención médica .....	135
Chávez V., A., Iñiguez, G.—Estudios sobre la recuperación de niños desnutridos en comunidades rurales. II. La importancia de una auxiliar adiestrada .....	149
Chávez, A. (Véase Báez Flores, M.) .....	221
Chávez, A. (Véase Martínez, C.) .....	263
Chávez, J. F.—Capacidad de protección del mucílago de la semilla de linaza en contra de la toxicidad del selenio .....	383

	Pág.
<b>D</b>	
Dominique, G. (Véase King, K. W.) .....	245
<b>E</b>	
Elías, L. G., Jarquín, R., Bressani, R., Albertazzi, C.—Suplementación del arroz con concentrados proteicos .....	27
Elías, L. G. (Véase Jarquín, R.) .....	39
Elías, L. G. (Véase Gómez-Brenes, R. A.) .....	65
Elías, L. G. (Véase Bressani, R.) .....	123, 319
<b>F</b>	
Flores, M., Menchú, M. T.—Evaluación dietética por análisis químico y por cálculo aplicando tablas de composición de alimentos .....	283
Foucauld, J. (Véase King, K. W.) .....	245
Fougere, W. (Véase King, K. W.) .....	245
Fox, H. C., Campbell, V. S., Lovell, H. G.—A comparison of dietary data obtained in Jamaica by twenty-four-hour recall and by weighing .....	81
<b>G</b>	
Garcés Medina, M.—Pectina, pectinesterasa y ácido ascórbico en pulpas de frutas tropicales .....	401
Gómez-Brenes, R. A., Elías, L. G., Bressani, R.—Efecto del proceso de maduración del maíz sobre su valor nutritivo .....	65
González, M. (Véase Jarquín, R.) .....	39
Graham, D. C. W. (Véase Van Veen, A. G.) .....	363
Grinker, R. (Véase King, K. W.) .....	245
<b>I</b>	
Iñíguez, G. (Véase Chávez V., A.) .....	149
<b>J</b>	
Jaffé, W. G.—Factores tóxicos en leguminosas .....	203
Jarquín, R., González, M., Oliva, R., Lamm, L. A., Bressani, R.—Estudio del uso de harina de semilla de algodón en el crecimiento y engorde de cerdos .....	39
Jarquín, R. (Véase Elías, L. G.) .....	27
<b>K</b>	
King, K. W., Beghin, I. D., Fougere, W., Dominique, G., Grinker, R., Foucauld, J.—Two-year evaluation of a nutritional rehabilitation (mothercraft center) .....	245
<b>L</b>	
Lamm, L. A. (Véase Jarquín, R.) .....	39
Lara Ramos, J. (Véase Báez Flores, M.) .....	221
Lovell, H. G. (Véase Fox, H. C.) .....	81

**M**

Martínez, C., Chávez, A.—Estudio sobre la recuperación de niños desnutridos en comunidades rurales .....	263
Menchú, M. T. (Véase Flores, M.) .....	283
Mora Parra, J. O. (Véase Pardo Téllez, F.) .....	7

**O**

Oliva, R. (Véase Jarquín, R.) .....	39
-------------------------------------	----

**P**

Pardo Téllez, F., Rueda-Williamson, R., Mora Parra, J. O.—La efectividad de la yodación de la sal en la prevención del bocio endémico en Colombia. II. Contenido de yodo en la sal a nivel del consumidor .....	7
Pennacchiotti, I., Schmidt-Hebbel, H.—Valoración de aminoácidos en leguminosas chilenas .....	233
Pineda, O. (Véase Arroyave, G.) .....	375

**R**

Romero Romero, E. (Véase Schlenker, J. D.) .....	173
Rueda-Williamson, R. (Véase Pardo Téllez, F.) .....	7

**S**

Schlenker, J. D., Bossio, V., Romero Romero, E.—Desarrollo social de niños pre-escolares con kwashiorkor y marasmo .....	173
Schmidt-Hebbel, H. (Véase Pennacchiotti, I.) .....	233
Steinkraus, K. H. (Véase Van Veen, A. G.) .....	363

**T**

Trimmer Hernández, C. (Véase Báez Flores, M.) .....	221
---	-----

**V**

Van Veen, A. G., Graham, D. C. W., Steinkraus, K. H.—Fermented rice, a food from Ecuador .....	363
--	-----

## INDICE POR MATERIAS DEL VOLUMEN XVIII — 1968

	Pág.
<b>A</b>	
ACIDO ASCORBICO (en pulpas de frutas tropicales) .....	401
ALGODON (proteína de harina de semilla de) .....	39
ALGODON (uso de la harina de semilla de) .....	319
AMINOACIDOS (suplementación con) .....	123
AMINOACIDOS (en leguminosas chilenas) .....	233
AMINOACIDOS (plasma free- ... as an index) .....	341
ANALISIS QUIMICO (evaluación dietética por) .....	283
ARROZ (suplementación del) .....	27
<b>B</b>	
BOCIO (endémico en Colombia) .....	7
BOCIO (prevención del) .....	7
<b>C</b>	
CALORIAS (contents of some rural Jamaican diets) .....	165
CERDOS (crecimiento y engorde de) .....	39
COLOMBIA (bocio endémico en) .....	7
<b>D</b>	
DATOS DIETETICOS (obtained in Jamaica) .....	81
DESARROLLO SOCIAL (de niños pre-escolares) .....	173
DESNUTRICION (recuperación de niños desnutridos) .....	263
DIETA (Jamaican diets) .....	165
<b>E</b>	
EMBARAZO (anemia en embarazadas) .....	221
ECUADOR (fermented rice, a food from) .....	363
EVALUACION DIETETICA (por análisis químico) .....	283
<b>F</b>	
FRUTAS TROPICALES (contenido de pectina, pectinesterasa y) ...	401
<b>G</b>	
HARINA (uso de la ... de semilla de algodón) .....	39
HARINA (proteínas de ... de semilla de algodón) .....	319
<b>J</b>	
JAMAICA (dietary data obtained in) .....	81
<b>K</b>	
KWASHIORKOR (desarrollo social de pre-escolares con) .....	173
<b>L</b>	
LEGUMINOSAS (factores tóxicos en) .....	203
LINAZA (semilla de) .....	383

	<u>Pág.</u>
<b>M</b>	
MAIZ (maduración del) .....	65
MAIZ (suplementación del) .....	123
MARASMO (desarrollo social de pre-escolares con) .....	173
METODOS DE ENCUESTA DIETETICA .....	165
METODO DE WHITEHEAD (an evaluation of) .....	341
MUCILAGO (capacidad de protección del) .....	383
<b>N</b>	
NUTRICION (nutritional rehabilitation) .....	245
NUTRICION (recuperación en niños desnutridos) .....	135, 149
<b>P</b>	
PECTINA (en pulpas de frutas tropicales) .....	401
PECTINESTERASA (en pulpas de frutas tropicales) .....	401
PRE-ESCOLARES (con kwashiorkor y marasmo) .....	173
PROTEINAS (de harina de semilla de algodón) .....	319
PROTEINAS (concentrados proteicos) .....	27
PROTEINAS (contents of some rural Jamaican diets) .....	165
<b>R</b>	
RECUPERACION NUTRICIONAL (en niños desnutridos) .....	135, 149
RECUPERACION NUTRICIONAL (two-year evaluation of a...) ..	245
<b>S</b>	
SAL (yodación de la) .....	7
SELENIO (toxicidad del) .....	383
<b>T</b>	
TABLAS DE COMPOSICION DE ALIMENTOS .....	283
TIAMINA (ingesta y excreción urinaria) .....	375
TORTILLA (suplementación de la) .....	123
<b>Y</b>	
YODO (yodación de la sal) .....	7







## DIRECTORIO DE ARCHIVOS LATINOAMERICANOS DE NUTRICION

Dr. José E. Dutra de Oliveira (Brasil), Dr. B. A. Houssay (Argentina), Dr. José A. Lando (Argentina), Dr. Julio Santa María (Chile),  
Dr. J. C. Waterlow (Jamaica).

Editor General: Dr. WERNER G. JAFFE  
Editores Asistentes: Dr. Guillermo Arroyave y Dr. Mauricio  
Ruphael Divo  
Editor Asociado: Dr. José Félix Chávez

### MIEMBROS DEL CUERPO EDITORIAL

Dr. Cecilio Abela Deheza	Srta. Marina Flores
Dr. Jorge Alvarado	Dr. Silvestre Frenk
Dr. C. Alvariñas	Dr. Carlos Gitler
Dr. Werner Ascoli	Dr. Alberto Guzmán Barrón
Dr. Conrado F. Asenjo	Dr. Miguel Guzmán F.
Dr. Carlos Bauza	Dr. Emilio Picón Reategui
Dr. Moisés Béhar	Dr. Yaro Ribeiro Gandra
Dr. José María Bengoa	Dr. Roberto Rueda Williamson
Dr. Edgar Braham	Dr. Juan Claudio Sanahuja
Dr. Ricardo Bressani	Dra. Esther Seijo de Zayas
Dr. Nelson Chaves	Dr. Leonardo Sinisterra
Dr. Joaquín Cravioto	Dr. Hermann Schmidt-Hebbel
Dr. Eric Cruickshank	Dra. María Angélica Tagle
Dr. Romeo de León	Dr. Carlos Tejada
Dr. Mario Desio de La Vega	Dra. Tamara de Vega
Dr. Gonzalo Donoso	Dr. Fernando Viteri
Lic. Luiz G. Elías	Dr. Salvador Zubirán
Dr. Rafael Enderica Vélez	

Srta. Raquel Flores  
Asesora en comunicaciones científicas

---

La Sociedad Latinoamericana de Nutrición (S.L.A.N.) fue creada el 10 de noviembre de 1965 en ocasión de celebrarse el Primer Congreso de Nutrición del Hemisferio Occidental reunido en Chicago, Illinois, Estados Unidos de Norteamérica. La actual Junta Directiva de la S.L.A.N., elegida durante la celebración del Séptimo Congreso Internacional de Nutrición, realizado en Hamburgo en agosto de 1966, está constituida por los siguientes miembros:

Presidente:	Dr. José E. Dutra de Oliveira (Brasil)
Vice-Presidente:	Dr. Fernando Monckeberg Barros (Chile)
Secretario:	Dr. Guillermo Arroyave (Guatemala)
Vocales:	Dr. Antonio Bacigalupo (Perú)
	Dr. Hernán Vélez (Colombia)
	Dr. Erick Cruickshank (Jamaica)

# ARCHIVOS VENEZOLANOS DE NUTRICION

Vol. XVIII — Nº 4 — Diciembre 1968

## CONTENIDO

	<u>Pág.</u>
<b>TRABAJOS DE INVESTIGACION:</b>	
<b>CAMBIOS EN LA COMPOSICION QUIMICA Y EN EL VALOR NUTRITIVO DE LA PROTEINA DE LA HARINA DE SEMILLA DE ALGODON DURANTE SU ELABORACION</b> RICARDO BRESSANI Y LUIZ GONZAGA ELIAS .....	319
<b>PLASMA FREE-AMINO ACID AS AN INDEX OF PROTEIN NUTRITION. AN EVALUATION OF WHITEHEAD'S METHOD.</b> GUILLERMO ARROYAVE AND JEAN BOWERING .....	341
<b>FERMENTED RICE, A FOOD FROM ECUADOR</b> A. G. VAN VEEN, D. C. W. GRAHAM, K. H. STEINKRAUS .....	363
<b>RELACION ENTRE INGESTA DE TIAMINA Y SU EXCRECION URINARIA</b> GUILLERMO ARROYAVE Y OSCAR PINEDA .....	375
<b>CAPACIDAD DE PROTECCION DEL MUCILAGO DE LA SEMILLA DE LINAZA EN CONTRA DE LA TOXICIDAD DEL SELENIO</b> JOSE FELIX CHAVEZ .....	383
<b>PECTINA, PECTINESTERASA Y ACIDO ASCORBICO EN PULPAS DE FRUTAS TROPICALES</b> MARY GARCES MEDINA .....	401
<b>BIBLIOGRAFIA LATINOAMERICANA</b> .....	413
<b>LIBROS NUEVOS</b> .....	419
<b>NECROLOGIA</b> .....	421
<b>NORMAS PARA LA ELABORACION DE LOS MANUSCRITOS</b> .....	423
<b>INDICE GENERAL DEL VOL. XVIII</b> .....	427
<b>INDICE POR AUTORES</b> .....	429
<b>INDICE POR MATERIAS</b> .....	432