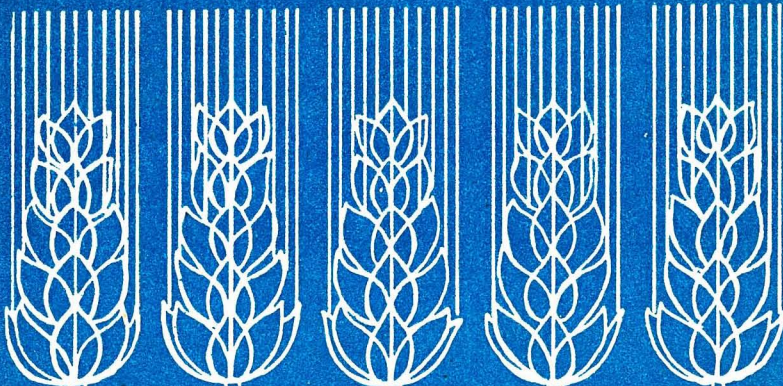


ARCHIVOS  
LATINOAMERICANOS  
DE  
NUTRICION



CONTINUACION DE  
ARCHIVOS VENEZOLANOS DE NUTRICION



ORGANO OFICIAL DE LA SOCIEDAD  
LATINOAMERICANA DE NUTRICION

VOL. XVIII

MARZO 1968

N° 1

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 Williams Waterman Fund of the Research Foundation.

---

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

# ARCHIVOS LATINOAMERICANOS DE NUTRICION

ORGANO OFICIAL DE LA

SOCIEDAD LATINOAMERICANA DE NUTRICION

---

---

VOL. XVIII

MARZO 1968

Nº 1

---

---

## SUMARIO

	<u>Pág.</u>
<i>Editorial</i> .....	3
<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.— <i>Franz Pardo Téllez, Roberto Rueda-Williamson, José Obdulio Mora Parra</i> .....	7
Suplementación del arroz con concentrados proteicos. <i>Luiz G. Elías, Roberto Jarquín, Ricardo Bressani, Constantino Albertazzi</i> .....	27
Estudio del uso de harina de semilla de algodón en el crecimiento y engorde de cerdos.— <i>Roberto Jarquín, Mario González, Ramiro Oliva, Luis A. Lamm, Luiz G. Elías y Ricardo Bressani</i> .....	39
Efecto del proceso de maduración del maíz sobre su valor nutritivo.— <i>Roberto A. Gómez-Brenes, Luiz G. Elías y Ricardo Bressani</i> .....	65
A comparison of dietary data obtained in Jamaica by twenty-four-hour recall and by weighing.— <i>Helen C. Fox, Versada S. Campbell and H. G. Lovell</i> ...	81
<b>BIBLIOGRAFIA LATINOAMERICANA</b> .....	99
<b>LIBROS NUEVOS</b> .....	107
<b>NOTAS</b> .....	111



## EDITORIAL

### Explosão populacional, alimentação e nutrição

“The world must find ways  
to bring food and population  
into balance.”

*Um dos mais sérios problemas mundiais da atualidade é o equilíbrio entre alimentação e população.*

*A população mundial é hoje de 3 bilhões de pessoas e no ritmo atual de crescimento, teremos nos próximos 20 anos mais de 5 bilhões. Os esforços mais otimistas no sentido de controlar a atual explosão populacional fazem prever uma diminuição de cerca de 30% na reprodução do grupo etário em idade fértil. Isto em números equivaleria a dizer que em 1968 teríamos 4 bilhões e meio de habitantes ao invés de 5 bilhões. Por outro lado, com melhor proteção à saúde, com menor mortalidade infantil e com uma vida média mais longa em diversos países, podemos concluir que a população mundial continuará ainda a crescer e por muitos anos.*

*Resta-nos então considerar qual a realidade e os esforços que estão sendo realizados no sentido de se alimentar adequadamente essa população.*

*E é exatamente nesse sentido que um enorme esforço vem sendo dispendido, colocando ênfase no sentido de se melhorar de todas as maneiras a produção de alimentos. Alimentação passa a ser encarada como maior produção de alimentos e produção de alimentos é agricultura. Novas técnicas, novas sementes, adubação mais científica são alguns dos métodos utilizados e que têm demonstrado resultados compensadores. Foi calculado que se 90% dos agricultores dos Estados Unidos produzissem alimen-*

*tos tão eficientemente como os restantes 10%, a produção extra obtida seria suficiente para alimentar a população mundial que se espera para 1980.*

*Se isto pode ser obtido de fontes convencionais de alimentos, o que se poderia dizer da utilização de diversas outras fontes alimentares, como algas, folhas e da possibilidade mais recente de se produzir alimentos a partir de microorganismos?*

*Parece-nos então que do ponto de vista de produção de alimentos as perspectivas são bastante otimistas. Temos o potencial para alimentar a população atual e também a de amanhã. Consideramos entretanto, perigoso reduzir êsse problema mundial a um equilíbrio de duas forças: população e alimentação. Corre-se o perigo de criarmos dois grupos, quase que antagônicos e que passam a considerar prioritário ou o problema populacional ou o de produção de alimentos. Não se tem dúvida de que não será detida imediatamente a explosão populacional e de que existe o potencial de maior produção de alimentos. Não será também simplesmente, com essa maior disponibilidade de alimentos que o problema encontrará a sua solução.*

*Precisamos nos convencer de que da mesma maneira que aconteceu nos países mais adiantados, aonde já se antiguiu um melhor equilíbrio entre população e alimentação, também nos menos desenvolvidos isto só será conseguido através de um melhor conhecimento do problema e da conscientização de sua existência nos seus diversos ângulos e aspectos. A sua solução é antes de mais nada educacional. E para nós ela deverá ser feita com a colaboração efetiva da ciência de nutrição. Ela abrange as mais amplas e variadas características inter-profissionais do problema. Ela atinge desde a produção, distribuição e consumo de alimentos até os aspectos econômicos e sociais da alimentação e é exatamente essa unidade na diversidade que deverá colaborar eficientemente para a solução dêsse angustiante problema.*

J. E. DUTRA DE OLIVEIRA

# TRABAJOS DE INVESTIGACION



# **La efectividad de la yodación de la sal en la prevención del bocio endémico en Colombia**

## **II. EL CONTENIDO DE YODO EN LA SAL A NIVEL DEL CONSUMIDOR <sup>1</sup>.**

FRANZ PARDO TÉLLEZ, M.D., E.S.P.\*, ROBERTO RUEDA-WILLIAMSON, M.D., S.M. HYG.\*\* , JOSÉ OBDULIO MORA PARRA, M.D., E.S.P.\*\*\*

### **RESUMEN**

Se analizaron 712 muestras de sal, procedentes de expendios, casas urbanas y casas rurales de 119 municipios (13.6% del total), los cuales se seleccionaron de acuerdo con la distribución climática de los municipios del país. Para tal efecto se consideraron cuatro climas, a saber: caliente, con temperatura media superior a 24°C; medio, entre 17.5°C y 24°C; frío, entre 12°C y 17.4°C, y muy frío (páramo), con temperatura inferior a 12°C.

De las 712 muestras examinadas, 599 (84%) correspondieron a sal refinada y yodada, y 13 (16%) a sal no yodada, procedente de salinas terrestres y marítimas de la Concesión de Salinas y, en el Departamento de Nariño, procedente en su mayoría del Ecuador.

Los promedios de yodo para la sal yodada oscilaron entre 42 y 60 p.p.m., siendo el promedio general de 51 p.p.m. En relación con la sal no yodada, ninguna muestra superó las 9 p.p.m., siendo el promedio general de 1 p.p.m. El promedio de humedad en las primeras fue de 0.8% y en las segundas de 3.7%.

Las muestras procedentes del clima caliente dieron un promedio de yodo de 48 p.p.m.; las del medio, 53 p.p.m.; las del frío, de 56 p.p.m., y las del muy frío (páramo), de 44 p.p.m.

---

<sup>1</sup> Trabajo presentado en la tercera Reunión Anual de la Sociedad Colombiana de Endocrinología, llevada a cabo en Popayán, Cauca, del 1º al 3 de diciembre de 1966.

\* Jefe División de Investigación, Instituto Nacional de Nutrición.

\*\* Director del Instituto Nacional de Nutrición.

\*\*\* Médico de la Sección de Epidemiología, Instituto Nacional de Nutrición.

Recibido: 2-8-1967

Las muestras contenidas en recipientes o empaques de pared compacta (vidrio y similares, hojas, plástico y similares y talegos de papel de 50 kg.) dieron los promedios más altos de yodo; asimismo, las muestras contenidas en recipientes cerrados dieron promedios de yodo ligeramente más altos que las contenidas en recipientes abiertos.

El promedio de yodo en la sal a nivel de la Planta de Betania de Zipaquirá durante los cinco meses anteriores al presente estudio (enero a mayo de 1966) fue de 65 p.p.m. De acuerdo con este promedio y el obtenido en esta investigación (51 p.p.m.), la sal experimentó una pérdida de yodo del 21%. Esta pérdida se produjo en su mayoría en la etapa de distribución de la sal comprendida entre la Planta de Betania y los expendios. Teniendo en cuenta que el consumo promedio de sal, per-cápita día, en Colombia es de 15 gramos, puede afirmarse que, a pesar de la pérdida señalada, la sal conserva cantidades suficientes de yodo para prevenir el bocio endémico en el país.

## INTRODUCCION

En la primera publicación de esta serie (1) se destacó cómo a partir de la encuesta nacional de bocio, realizada de 1945 a 1948, se iniciaron importantes gestiones encaminadas a lograr la yodación de la sal para consumo humano, medida destinada a prevenir el bocio endémico en el país. La yodación de la sal para consumo humano y animal, de acuerdo a las recomendaciones de la OMS, fue establecida en Colombia mediante el Decreto Legislativo 591 de 1955. Sin embargo, sólo hasta 1959 se inició la yodación de la sal una vez que la Concesión de Salinas modernizó sus equipos.

En 1960 el Ministerio de Salud Pública encargó al antiguo Instituto Nacional de Nutrición del control y la supervisión de la yodación de la sal en todo el territorio nacional. No obstante, las muestras analizadas durante la Encuesta Nutricional de Colombia, llevada a cabo en ese mismo año por ICNND (2), así como las analizadas en 1962 por el Instituto, mostraron cantidades insuficientes de yodo para prevenir la endemia.

El nuevo Instituto Nacional de Nutrición, creado por la Ley 14 de 1963, planeó desde su comienzo un detallado programa de supervisión y control de la yodación de la sal en el país, el cual se ha venido cumpliendo en forma satisfactoria (3). El presente estudio corresponde a una etapa de dicho programa.

## OBJETIVOS DEL ESTUDIO

Fueron dos los objetivos del presente estudio:

- 1) Determinar el contenido de yodo en la sal a nivel del consumidor.
- 2) Establecer la influencia de algunos factores ambientales, tipos de empaques y sistemas usuales de conservación de la sal, en la estabilidad del yoduro de potasio empleado en la yodación.

## MATERIAL Y METODOS

El presente trabajo fue realizado por el Instituto Nacional de Nutrición durante el segundo semestre de 1966. En su planeación y organización colaboró el Ministerio de Salud Pública. Se estudiaron 712 muestras de sal procedentes de 119 municipios, los cuales se seleccionaron de acuerdo con la distribución climática de los municipios en el país. Para tal efecto se consideraron cuatro climas, así: caliente, con temperatura media superior a 24°C; medio, entre 17.5°C y 24°C; frío, entre 12°C y 17.4°C; muy frío (páramo), con temperatura inferior a 12°C. Esta distribución climática se tomó del "Atlas de Economía Colombiana" (4). Conocida la distribución climática de los 882 municipios del país, se seleccionaron 120 (13.6% del total), dando a cada departamento una representación proporcional a su climatología y al número de sus municipios. Con el fin de facilitar la operación del estudio, se seleccionaron aquellos municipios que tuvieran Centro de Salud y ciertas facilidades para el envío de las muestras al Instituto Nacional de Nutrición.

Los 120 municipios, seleccionados de acuerdo con los criterios anotados anteriormente, dieron la siguiente distribución climática: 49 (41.2%) de clima caliente; 47 (39.5%) de clima medio; 21 (17.6%) de clima frío; y 2 (1.7%) de clima muy frío (páramo). Esta distribución es bastante parecida a la correspondiente de todos los municipios del país.

El presente trabajo se realizó a través de los centros de salud de los municipios seleccionados, y en él colaboraron eficazmente los Directores de dichos centros y el personal de saneamiento ambiental.

En cada municipio se tomaron 6 muestras de sal, así: dos de casas urbanas, dos de casas rurales y dos de tiendas. La selección de las casas se hizo al azar. Conjuntamente con la recolección de las muestras se tomaron datos relacionados con el tipo de la sal (refinada y no refinada), el tipo de empaque (costal de fique\*, bolsa de papel, bolsa de plástico, hoja de alguna planta, etc.) y los sistemas usuales de conservación de la sal (en recipientes abiertos o cerrados, en superficies húmedas, exposición a la luz solar, ventilación excesiva y calor no ambiental).

La operación misma de la recolección de las muestras se desarrolló en la siguiente forma: una vez seleccionados los municipios que participarían en el estudio, se envió a cada uno de los Directores o Secretarios Departamentales de Salud y a los Directores de centros de salud una circular en la cual se explicaba el estudio y se solicitaba una decidida colaboración. Después de un tiempo prudencial, se enviaron a cada Director de centro de salud los elementos necesarios y las instrucciones escritas para la recolección de las muestras, el diligenciamiento de los formularios y el envío de la sal al Instituto Nacional de Nutrición.

En cada municipio, la sal fue recolectada por inspectores de saneamiento ambiental y, en pocos casos, por auxiliares de enfermería.

De los 120 municipios seleccionados, 119 enviaron oportunamente las muestras solicitadas; del municipio restante se recibió la sal tardíamente, por lo cual se excluyó del estudio.

En el Laboratorio del Instituto Nacional de Nutrición se determinó el contenido de yodo de la sal por el método de oxidación con bromo (5). Asimismo, se analizó el contenido de humedad por el método de calentamiento a 150°C hasta peso constante (5).

La sal se clasificó en refinada y no refinada. La diferenciación se llevó a cabo por observación directa, pues las características de estos dos tipos de sal la permiten satisfactoriamente. La primera es procesada en la Planta de Betania de Zipaquirá; es la única sal adicionada de yodo en el país; presenta un color blanco y su grano es bastante fino. La segunda se produce en otras salinas terrestres y marinas, también de propiedad del Banco de la República; el 15% de la producción

\* Fibra obtenida de la hoja de pita (Agave americana).

total de sal en el país corresponde a este tipo de sal; no es adicionada de yodo, su color es blanco grisáceo y su grano mucho más grueso que la refinada.

En el presente trabajo se llamará sal yodada a la sal refinada, procesada en la Planta de Betania de Zipaquirá y adicionada de yoduro de potasio, y sal no yodada a la sal no refinada, procedente de otras salinas terrestres y marítimas del país y no adicionada de yoduro de potasio.

## RESULTADOS

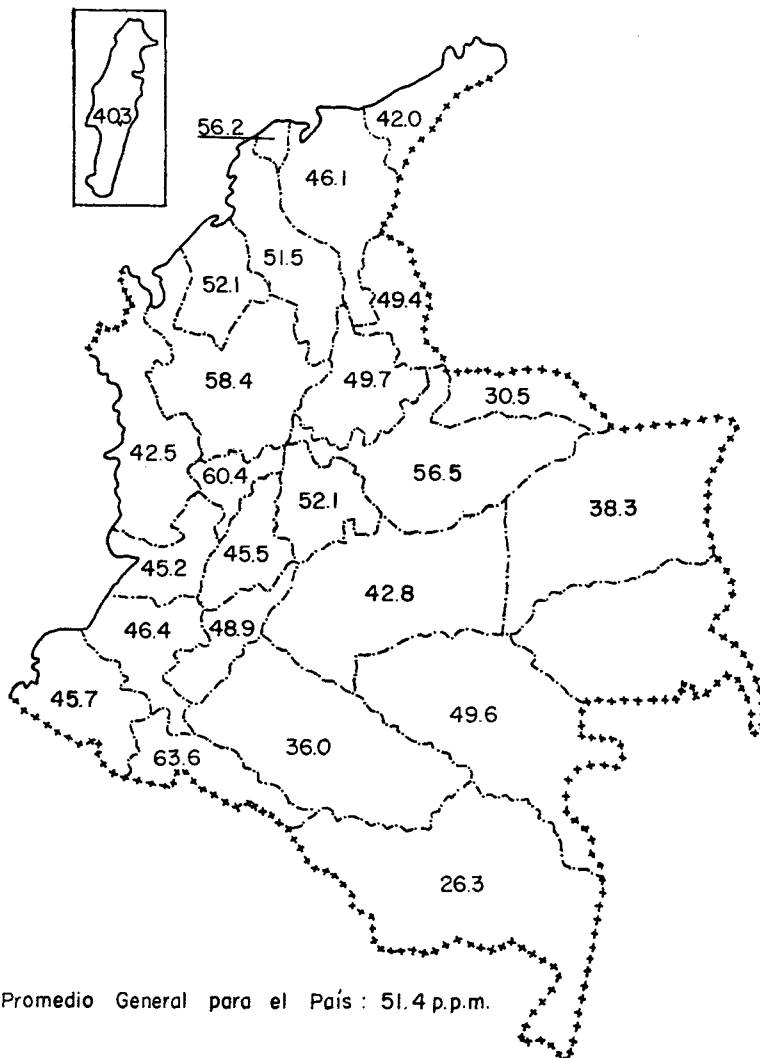
En el Cuadro N<sup>o</sup> 1 y Figura N<sup>o</sup> 1 se presentan los promedios de yodo y humedad de la sal yodada y no yodada, por secciones del país. De las 712 muestras examinadas, 599 (84.1%) correspondieron a sal refinada y yodada, esto es, procesada en la Planta de Betania de Zipaquirá de la Concesión de Salinas del Banco de la República, y 113 (15.9%) a sal no yodada, procedente de las salinas terrestres y marinas de la misma Concesión de Salinas, y en el departamento de Nariño, procedente en su mayoría del Ecuador. Los tres tipos de sal mencionados (refinada de Betania, no refinada procesada en el país y procedente del Ecuador) tienen características especiales y completamente diferentes, que permiten su diferenciación por simple observación.

Los promedios de yodo para la sal yodada oscilaron entre 42.0 y 60.4 p.p.m., siendo el promedio general de 51.4 p.p.m. En relación con la sal no yodada, ninguna muestra superó las 9 p.p.m., siendo el promedio general de 1.1 p.p.m.

Similar a lo observado con el yodo, se encontraron diferencias en el contenido de humedad de estos dos tipos de sal. Las muestras de sal yodada dieron promedio de humedad de 0.8%, mientras que en la no yodada este promedio fue de 3.7%. La diferencia entre estos dos promedios es significativa estadísticamente ( $P=0.045$ ).

Los departamentos de Nariño, Meta, Cundinamarca y Bolívar, así como los Territorios Nacionales, aportaron el mayor número de muestras de sal no yodada. En la actualidad este tipo de sal se produce en seis salinas marinas y nueve terrestres, ubicadas las primeras en Manaure, Bahía Honda, Pozos Colorados, El Torno, Galerazamba y Tasajeras, y las segundas, en Nemocón, Sesquilé, Tausa, Gachetá, Cumaral, Upín, Chita, Chámeza y Recetor.

FIGURA N°1 - Contenido promedio de yodo (partes por millón) en la sal a nivel del consumidor, por secciones del país. Colombia, 1.966.



CUADRO N° 1  
 PROMEDIOS DE YODO Y HUMEDAD EN SAL YODADA (REFINADA) Y NO YODADA (NO REFINADA), POR  
 SECCIONES DEL PAIS. COLOMBIA, 1966

SECCIONES DEL PAIS	SAL YODADA			SAL NO YODADA		
	Muestras N°	$\bar{X}$ Yodo p.p.m.	$\bar{X}$ Humedad %	Muestras N°	$\bar{X}$ Yodo p.p.m.	$\bar{X}$ Humedad %
Antioquia	90	58.4	1.2	—	—	—
Atlántico	16	56.2	0.3	2	—	3.7
Bolívar	22	51.5	1.0	14	0.2	2.7
Boyacá	75	56.5	0.1	3	4.4	3.2
Caldas	34	60.4	1.4	2	8.4	6.6
Cauca	28	46.4	0.6	2	2.2	0.9
Córdoba	7	52.1	1.6	5	1.8	1.8
Cundinamarca	74	52.1	0.5	16	1.6	3.8
Chocó	11	42.5	2.2	1	—	—
Guajira	7	42.0	0.1	5	—	4.6
Huila	23	48.9	0.2	1	—	—
Magdalena	16	46.1	0.3	8	0.9	3.0
Meta	9	42.8	0.7	9	0.5	5.2
Nariño	15	45.7	0.1	21	—	4.7
Norte de Santander	32	49.4	0.2	2	—	4.4
Santander	41	49.7	0.9	1	—	—
Tolima	40	45.5	0.9	2	7.3	0.1
Valle	33	45.2	1.5	3	3.6	1.2
Territorios Nacionales (*)	26	42.2	1.9	16	0.1	4.0
<b>TOTAL</b>	<b>599</b>	<b>51.4</b>	<b>0.8</b>	<b>113</b>	<b>1.1</b>	<b>3.7</b>
—	84.1%	—	—	15.9%	—	—

(\*) Incluye: Amazonas, Arauca, Caquetá, Putumayo, San Andrés, Vaupés y Vichada.

CUADRO N° 2

PROMEDIOS DE YODO Y HUMEDAD EN SAL YODADA PROCEDENTE DE EXPENDIOS, CASAS URBANAS Y CASAS RURALES, POR SECCIONES DEL PAIS, COLOMBIA, 1966

SECCIONES DEL PAIS	EXPENDIOS		CASAS URBANAS		CASAS RURALES	
	$\bar{X}$ Yodo p.p.m.	$\bar{X}$ Humedad %	$\bar{X}$ Yodo p.p.m.	$\bar{X}$ Humedad %	$\bar{X}$ Yodo p.p.m.	$\bar{X}$ Humedad %
Antioquia	60.2	0.7	57.9	1.6	57.2	1.4
Atlántico	42.2	0.1	59.1	0.3	64.7	0.6
Bolívar	51.5	1.0	49.7	1.0	57.2	1.0
Boyacá	59.8	0.1	56.7	0.1	53.3	0.2
Caldas	59.5	0.9	63.4	1.1	57.9	2.2
Cauca	41.5	0.6	54.4	0.4	42.5	0.8
Córdoba	31.4	0.9	56.1	1.2	66.9	3.0
Cundinamarca	53.1	0.3	52.0	0.6	51.1	0.6
Chocó	30.3	2.0	51.5	2.8	46.6	1.8
Guajira	45.7	0.2	34.8	0.1	42.0	0.1
Huila	54.0	0.1	51.0	0.1	42.2	0.3
Magdalena	41.2	0.1	49.0	0.1	49.1	1.0
Meta	43.7	0.7	47.9	0.4	19.3	1.8
Nariño	58.1	0.1	41.7	0.1	40.8	0.2
Norte de Santander	50.3	0.2	47.6	0.1	50.3	0.2
Santander	54.7	0.3	49.3	1.3	44.6	1.2
Tolima	41.9	0.7	47.9	0.8	46.8	1.2
Valle	45.3	0.6	45.0	2.1	45.2	1.9
Territorios Nacionales (*)	41.8	1.3	42.6	1.9	42.2	2.7
<b>TOTAL</b>	<b>51.5</b>	<b>0.5</b>	<b>52.0</b>	<b>0.9</b>	<b>50.7</b>	<b>1.0</b>

(\*) Incluye: Amazonas, Arauca, Caquetá, Putumayo, San Andrés, Vaupés y Vichada.

CUADRO N° 3

PROMEDIOS DE YODO Y HUMEDAD EN SAL YODADA PROCEDENTE DE EXPENDIOS, CASAS URBANAS Y CASAS RURALES, SEGUN PISOS TERMICOS. COLOMBIA, 1966

PISOS TERMICOS	EXPENDIOS			CASAS URBANAS			CASAS RURALES			TOTAL	
	Nº	$\bar{X}$ Yodo p.p.m.	$\bar{X}$ Humedad %	Nº	$\bar{X}$ Yodo p.p.m.	$\bar{X}$ Humedad %	Nº	$\bar{X}$ Yodo p.p.m.	$\bar{X}$ Humedad %	$\bar{X}$ Yodo p.p.m.	$\bar{X}$ Humedad %
Caliente	77	46.0	0.6	84	49.3	0.8	62	48.6	1.4	48.0	0.9
Medio	82	53.4	0.5	86	54.3	1.1	80	50.5	0.9	52.7	0.8
Frío	40	58.6	0.4	41	53.8	0.5	40	54.7	0.6	55.7	0.5
Muy frío (Páramo)	2	46.4	0.2	2	39.2	0.1	3	44.8	0.3	43.6	0.2
TOTAL	201	51.5	0.5	213	52.0	0.9	185	50.7	1.0	51.4	0.8

En el Cuadro N° 2 se presentan los promedios de yodo y humedad de la sal yodada procedente de expendios, casas urbanas y casas rurales, por secciones del país. Para la mayoría de los departamentos no se observa una tendencia definida de variación en el contenido de yodo de las muestras procedentes de expendios, casas urbanas y rurales, mientras que en relación con la humedad sí se observa cómo ésta aumenta en las muestras procedentes de casas urbanas y rurales, comparativamente con las muestras de los expendios.

Para todo el país, los promedios de yodo a nivel de los expendios, casas urbanas y casas rurales fueron 51.5, 52.0 y 50.7 partes por millón, respectivamente. En el mismo orden, los promedios de humedad fueron de 0.5%, 0.9% y 1%. Las diferencias entre los promedios de yodo y entre los de humedad no son estadísticamente significantes.

El Cuadro N° 3 muestra los promedios de yodo y humedad de sal yodada procedente de expendios, casas urbanas y casas rurales, según pisos térmicos. Se aprecian sólo pequeñas diferencias entre los promedios, tanto de los expendios, casas urbanas y casas rurales, como de los correspondientes a los cuatro pisos térmicos considerados en este estudio. Para todo el país, en el clima caliente se encontró un promedio de yodo

CUADRO N° 4  
DISTRIBUCION PORCENTUAL DE LAS MUESTRAS DE SAL YODADA  
PROCEDENTES DE EXPENDIOS, CASAS URBANAS Y RURALES,  
SEGUN NIVELES DE YODO. COLOMBIA, 1966.

Niveles de Yodo p.p.m.	EXPENDIOS	CASAS URBANAS	CASAS RURALES	TOTAL
	Muestras %	Muestras %	Muestras %	Muestras %
10 - 19	4.0	2.4	7.0	4.3
20 - 29	8.4	5.6	6.0	6.7
30 - 39	13.4	18.3	12.4	14.9
40 - 49	25.0	20.2	24.9	23.2
50 - 59	18.4	21.6	20.0	20.0
60 - 69	15.0	17.4	13.5	15.4
70 - 79	7.4	8.9	10.8	9.0
80 y más	8.4	5.6	5.4	6.5

CUADRO N° 5

RELACION ENTRE NIVELES DE YODO Y HUMEDAD EN SAL YODADA  
COLOMBIA, 1966

NIVELES DE YODO p.p.m.	NIVELES DE HUMEDAD %							Total
	Menos de 0.50	0.50 a 0.99	1.00 a 1.49	1.50 a 1.99	2.00 a 2.49	2.50 a 2.99	3.00 y más	
10 - 19	7	3	3	1	3	2	7	26
20 - 29	30	2	1	1	1	—	5	40
30 - 39	62	6	5	4	3	—	9	89
40 - 49	94	15	12	6	3	3	6	139
50 - 59	82	10	9	10	3	3	3	120
60 - 69	66	9	2	4	3	2	6	92
70 - 79	37	9	2	2	—	1	3	54
80 y más	19	7	3	2	1	2	5	39
<b>TOTAL</b>	<b>397</b>	<b>61</b>	<b>37</b>	<b>30</b>	<b>17</b>	<b>13</b>	<b>44</b>	<b>599</b>

$X^2 = 14.20$

$N = 42$

$P = 0.98$

CUADRO N° 6

PROMEDIOS DE YODO Y HUMEDAD DE SAL YODADA, SEGUN EL TIPO Y MATERIAL DEL RECIPIENTE DE CONSERVACION COLOMBIA, 1966

TIPO Y MATERIAL DEL RECIPIENTE	Muestras N°	$\bar{X}$ Yodo p.p.m.	$\bar{X}$ Humedad %
Costal de fique 50 Kg. (1)	12	36.7	2.1
Talego de papel 50 Kg.	111	51.7	0.4
Caja de cartón 1 Kg.	22	49.1	0.2
Bolsa pequeña de papel	152	51.4	0.5
Plástico y similares	22	54.6	0.8
Aluminio y similares	92	51.3	1.4
Vidrio y similares (2)	57	55.9	0.9
Recipiente de barro	21	55.8	0.7
Cortezas de frutas (3)	51	47.6	1.0
Hojas de plantas (4)	25	57.6	1.9
Madera y troncos huecos (5)	34	47.5	1.0

- (1) Fibra obtenida de la hoja de pita (Agave americana).
- (2) Incluye loza y porcelana.
- (3) Incluye calabaza (Cucurbita pepo L.), cocotero (Cocos nucifera L.) y totumo (Crescentia cujete L.).
- (4) Incluye plátano, congo (Andira surinamesis) y bihao (Calathea altísima).
- (5) Incluye guadua (Guadua angustifolia), guarumo (cecropia spp.) y bambú (Bambusa vulgaris L.).

de 48.0 p.p.m.; en el medio, de 52.7 p.p.m.; en el frío, de 55.7 p.p.m., y en el muy frío (páramo), de 43.6 p.p.m. En el mismo orden, los promedios de humedad fueron de 0,9%, 0,8%, 0,5% y 0,2%. Las diferencias entre los promedios de yodo, así como las de los promedios de humedad, no son significantes estadísticamente.

En el Cuadro N° 4 se presenta la distribución porcentual de las muestras de sal yodada, según niveles de yodo. Se aprecia que el 89% de las muestras presentaron niveles de yodo superiores a las 30 p.p.m., cantidad ésta que, como se verá adelante, es suficiente para prevenir la endemia.

CUADRO N° 7

PROMEDIOS DE YODO EN SAL YODADA CONSERVADA EN RECIPIENTES ABIERTOS Y CERRADOS,  
EN PRESENCIA DE DIFERENTES CONDICIONES AMBIENTALES. COLOMBIA, 1966

ESTADO DEL RECIPIENTE	SUPERFICIE HUMEDA	VENTILACION EXCESIVA	ACCION DE LA LUZ SOLAR	ACCION DEL CALOR (no ambiental)
	Yodo (p.p.m.)	Yodo (p.p.m.)	Yodo (p.p.m.)	Yodo (p.p.m.)
Abierto	48.3	50.5	43.1	50.3
Cerrado	53.5	54.1	46.8	50.2
TOTAL	49.7	51.0	44.5	50.3

CUADRO N° 8

PROMEDIOS DE YODO EN SAL YODADA PROCEDENTE DE RECIPIENTES ABIERTOS Y CERRADOS,  
SEGUN EL TIPO Y MATERIAL DEL RECIPIENTE DE CONSERVACION. COLOMBIA, 1966

TIPO Y MATERIAL DEL RECIPIENTE	RECIPIENTES ABIERTOS		RECIPIENTES CERRADOS	
	Muestras N°	$\bar{X}$ Yodo p.p.m.	Muestras N°	$\bar{X}$ Yodo p.p.m.
Costal de fique de 50 Kg.	10	34.7	2	39.6
Talego de papel de 50 Kg.	74	51.2	37	52.7
Caja de cartón de 1 Kg.	16	50.0	6	49.4
Bolsa pequeña de papel	69	51.7	83	50.7
Plástico y similares	18	52.8	4	61.6
Aluminio y similares	77	51.2	15	55.8
Vidrio y similares	30	54.9	27	56.8
Recipientes de barro	17	55.7	4	56.1
Recipientes de cortezas de frutas	47	48.2	4	40.2
Hojas de plantas	7	60.9	18	57.3
Madera y troncos huecos	32	47.0	2	48.9
<b>TOTAL</b>	<b>397</b>	<b>50.8</b>	<b>202</b>	<b>52.2</b>

En el Cuadro N<sup>o</sup> 5 se muestra la relación entre niveles de humedad y niveles de yodo. Esta relación no resultó significativa en el presente estudio ( $P=0.98$ ). La prueba de correlación fue, igualmente, negativa.

Se determinaron, además, los promedios de yodo y humedad de la sal según el material del recipiente de conservación. Como puede apreciarse en el Cuadro N<sup>o</sup> 6, los promedios más altos de yodo, 57.6, 55.9, 55.8, 54.6 y 51.7 partes por millón, se encontraron en la sal conservada en hojas de plantas (congo\*, bihao\*\* y plátano), recipientes de vidrio y similares, recipientes de barro, recipientes de plástico y similares y talegos de papel de 50 kg., respectivamente. En los restantes recipientes, los promedios oscilaron entre 51.4 p.p.m. en la bolsa pequeña de papel y 36.7 p.p.m. en el costal de fique (fibra obtenida de la hoja de pita o *Agave americana*). En relación con humedad, los promedios más altos se encontraron en la sal conservada en costal de fique (2.1%), hojas de plantas (1.9%) y recipientes de aluminio y similares (1.4%). En los restantes recipientes, la humedad osciló entre 1.0% y 0.2%.

En el Cuadro N<sup>o</sup> 7 se presentan los promedios de yodo en muestras conservadas en recipientes abiertos y cerrados, en presencia de algunas condiciones ambientales (muestras colocadas sobre superficies húmedas, sometidas a ventilación excesiva, a la acción de la luz solar y al calor no ambiental). Se aprecian sólo pequeñas diferencias en el contenido de yodo entre las muestras conservadas en recipientes abiertos y cerrados y sometidas a las diversas condiciones ambientales estudiadas. Las muestras que recibieron en forma directa la acción de la luz solar presentaron promedios de yodo relativamente más bajos que las sometidas a las otras condiciones ambientales. En general se observa que las dos variables estudiadas (recipientes abiertos y cerrados y el efecto de algunas condiciones ambientales) no determinaron pérdidas significativas de yodo a partir de las tiendas, pues el promedio en las muestras procedentes de éstas fue de 51.5 p.p.m. y el promedio general en las que estuvieron sometidas a las diversas condiciones ambientales fue de 50.1 p.p.m. De la anterior observación se deduce que la pérdida de yodo del 21% que experimentó la sal se produjo en su mayoría en la etapa de dis-

\* *Andira surinamensis*.

\*\* *Calathea altísima*.

tribución comprendida entre la Planta de Betania y los expendios; esta situación es explicable si se tiene en cuenta que la sal tiene un rápido consumo una vez obtenida por las gentes.

Finalmente, se estudió el contenido de yodo en sal conservada en recipientes abiertos y cerrados, según el tipo y material del recipiente de conservación. Para los diferentes empaques, los promedios, según los dos aspectos señalados, sólo presentaron pequeñas diferencias. El promedio general de yodo en los recipientes abiertos fue de 50.8 p.p.m., mientras que en los recipientes cerrados fue de 52.2 p.p.m. (Cuadro N° 8).

## DISCUSION Y CONCLUSIONES

El primer aspecto que merece ser destacado lo constituye el hecho de que el 84% de la sal que se consume en el país es yodada, lo cual indica claramente que una alta proporción de la población colombiana está recibiendo los beneficios de esta importante medida de salud pública. En la primera publicación de esta serie (1) se vio cómo en siete municipios del departamento de Caldas la prevalencia de bocio endémico descendió dramáticamente de 33.9% a menos del 2% después de tres años de consumo habitual de sal yodada a escala nacional. En este mismo estudio se concluye, después de destacar que el único factor nuevo introducido en estos siete municipios, después de 1962, fue el yodo en la sal, que el cambio observado fue motivado básicamente por esta medida de salud pública.

El contenido de yodo en la sal yodada osciló entre 42.0 y 60.4 p.p.m., siendo el promedio general de 51.4 p.p.m. En Colombia el consumo promedio de sal, per cápita-día, es de 15 gramos, según encuestas realizadas por el Instituto Nacional de Nutrición. De acuerdo con lo anotado anteriormente, el consumo promedio de yodo, per cápita-día, en el país sería de 771 microgramos, cantidad ésta que se encuentra por encima de las recomendaciones estimadas (6, 7, 8).

El promedio de yodo en la sal a nivel de la planta de Betania de Zipaquirá durante los cinco meses que precedieron al estudio (enero a mayo de 1966) fue de 65 p.p.m. (9). De acuerdo con este promedio y el obtenido en esta investigación (51.4 p.p.m.), la sal experimentó una pérdida de yodo del 21%. Sin

embargo, como se anotó anteriormente, ésta conserva cantidades suficientes de yodo para prevenir la endemia.

Los departamentos de Bolívar, Cundinamarca, Meta y Nariño, así como los Territorios Nacionales, aportaron el mayor número de muestras de sal no yodada. Esta situación ha venido preocupando seriamente al Instituto Nacional de Nutrición, el cual ya inició gestiones ante la Concesión de Salinas del Banco de la República para obtener la yodación de la totalidad de la sal destinada a consumo humano y animal en el país.

Los promedios de yodo en la sal a nivel de los expendios, casas urbanas y casas rurales no presentaron diferencias significativas. Tampoco se encontraron mayores diferencias entre los promedios correspondientes a los cuatro pisos térmicos en que se dividió el país, excepción hecha entre el muy frío (páramo) y los pisos térmicos medio y frío, pero esta diferencia se debe básicamente al reducido número de observaciones en el primero.

Similar a lo encontrado en el estudio del Departamento de Caldas (1), en la presente investigación no se observó una relación inversa entre humedad y el contenido de yodo en la sal (Cuadro N<sup>o</sup> 5), debido seguramente al bajo contenido de humedad de la sal estudiada. Sin embargo, es bien conocida la influencia de la humedad en la pérdida del yoduro de potasio, particularmente por su gran solubilidad en el agua; cuando el empaque que contiene la sal se humedece, las zonas de mayor humedad atraen el yoduro, que se desplaza desde la sal hasta el empaque, perdiéndose posteriormente. Asimismo, éste se concentra en mayor proporción en las capas inferiores de la sal húmeda (10). Es posible que no se encuentre en un momento dado una relación inversa entre humedad y contenido de yodo en la sal, como sucedió en el presente estudio, ya que se pueden presentar, dependiendo del tipo de empaque y de los factores ambientales que han actuado previamente al análisis, las variables de yodo bajo y humedad baja o yodo alto y humedad alta (1).

Como era de esperarse, las muestras contenidas en aquellos recipientes y empaques de pared compacta (hojas, vidrio y similares, plástico y similares y talegos de papel de 50 kg.) dieron promedios más altos de yodo. En relación con humedad,

se observaron promedios relativamente bajos en todas las muestras de sal yodada que fueron estudiadas. Vale la pena destacar aquí que la sal sale de la Planta de Betania de Zipaquirá con una gran pureza y su contenido de humedad es de sólo 0.1% (11). Esta situación, sin lugar a dudas, contribuye a la gran estabilidad del yoduro de potasio en la sal observada en nuestro país.

Al estudiar el contenido de yodo en muestras que estuvieron sometidas a la acción de diversas condiciones ambientales, se encontró que no se presentaron pérdidas significativas de yodo a partir de los expendios, pues el promedio general en las muestras procedentes de éstos fue de 51.5 p.p.m. y el promedio en las sometidas a las condiciones ambientales anotadas fue de 50.1 p.p.m. De lo anterior se deduce que la pérdida de yodo del 21% que experimentó la sal se produjo en su mayoría en la etapa de distribución comprendida entre la Planta de Betania de Zipaquirá y los expendios. Esta situación se explica si se tiene en cuenta que la etapa mencionada se cumple aproximadamente en dos meses, mientras que la etapa comprendida entre el expendio y la casa se cumple aproximadamente en 15 a 20 días.

Finalmente merece comentarse que la mayoría de las muestras contenidas en recipientes cerrados dieron promedios de yodo ligeramente más altos que las contenidas en recipientes abiertos.

En resumen, la sal yodada en Colombia con yoduro de potasio por la Concesión de Salinas del Banco de la República, bajo el control y la supervisión del Instituto Nacional de Nutrición, al llegar al consumidor contiene cantidades suficientes de yodo para prevenir el bocio endémico.

### RECOMENDACIONES

1.—Teniendo en cuenta los positivos beneficios de la yodación de la sal en la prevención del bocio endémico en el país, ya demostrados en la primera publicación de esta serie (1), se recomienda la continuación del programa con el mismo control y supervisión del Instituto Nacional de Nutrición.

2.—Teniendo en cuenta que la sal a nivel del consumidor sólo experimentó una pérdida de yodo del 21%, conservando

aún cantidades suficientes de yodo para prevenir la endemia, se recomienda continuar la yodación de la sal con la misma técnica y adicionando el yoduro de potasio en la misma cantidad aproximada de 70 a 75 p.p.m.

3.—Con el objeto de que toda la población colombiana reciba los beneficios de esta importante medida de salud pública, se recomienda que la Concesión de Salinas del Banco de la República lleve a cabo la yodación de toda la sal destinada a consumo humano y animal, ya sea procedente de salinas marinas o terrestres.

4.—Se recomienda al Servicio Seccional de Salud del departamento de Nariño llevar a cabo un programa educativo en la comunidad en general, con el fin de lograr el consumo de sal yodada y el rechazo de la sal no yodada introducida ilegalmente al país.

### AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan sus agradecimientos al Dr. Francisco Piedrahita Hoyos, Jefe de la Sección de Nutrición del Ministerio de Salud Pública, a los Secretarios y Directores Departamentales de Salud, a los Directores de Distritos de Salud Pública, a los Directores de Centros de Salud y al personal de saneamiento ambiental y de auxiliares de enfermería, así como al personal del Laboratorio del Instituto Nacional de Nutrición, por su oportuna y eficaz colaboración en la realización de este estudio.

### SUMMARY

Efficiency of iodized salt in preventing endemic goiter in Colombia.

#### II. Iodine content of salt at the consumer level.

A total of 712 salt samples from stores and from rural and city home in 119 localities (13.6% of the total) were examined; these were selected in accordance with the climatic distribution of the country's towns, considered as being divided into four climatic zones: warm, with an average temperatura above 24°C; mild, with an average between 17.4°C and 24°C; cold, between 12°C and 17.4°C, and very cold, with temperatures below 12°C.

Of the 712 samples examined, 599 (84%) corresponded to refined and iodized salt, and 113 samples (16%) represented non-iodized salt from inland and marine salt mines of the Salt Concession; and, in the Nariño State, largely from Ecuador.

The iodine content of the iodized salt varied between 42 and 60 p.p.m., the general average being 51 p.p.m. As regards non-iodized salt, no sample exceeded 9 p.p.m., the overall average being 1 p.p.m. Average moisture content in the former samples was 0.8% compared with 3.7% in the latter.

In the majority of the states, most of the samples from stores and from urban and rural homes did not vary greatly in their iodine content. The average iodine content of samples taken from these sources was, respectively, 51, 52 and 51 parts per million.

Samples from warm climates contained an average of 48 p.p.m. iodine, those from mild climates 53 p.p.m., those from cold climates 56 p.p.m. and those from very cold climates 44 p.p.m.

Samples packed in water-tight containers or packages (glass, vegetable leaves, plastics, and 50 kg. paper bags) had the highest average iodine content; samples in closed container had slightly higher iodine content than those packed in open containers.

The average iodine content of salt at the level of the Betania Plant at Zipaquirá during the five months preceding this survey (January-May, 1966) was 65 p.p.m. On the basis of this figure and of that obtained in this study (51 p.p.m.), the salt lost 21% of its iodine content. Taking into account that the average daily per capita salt consumption in Colombia is 15 grams, it can be concluded that in spite of the iodine losses as indicated above enough iodine remains in the salt to prevent endemic goiter.

#### BIBLIOGRAFIA

- (1) Rueda-Williamson, R., Pardo, F., Ariza, J. y otros.—“La efectividad de la yodación de la sal en la prevención del bocio endémico en Colombia. I. Resultados en escolares de Caldas.” *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, vol. XVI, N° 1, 65-88, 1966.
- (2) ICNND. Colombia Nutrition Survey. May-August, 1950. Bethesda, Md. December, 1961.
- (3) Rueda-Williamson, R., Pardo, F.—“El control del bocio endémico en Colombia.” *Bol. Of. San Pan.* Vol. LXI, N° 6, 495-503, diciembre 1966.
- (4) Banco de la República. Departamento de Investigaciones Económicas. “Atlas de Economía Colombiana”. Segunda entrega. Aspectos Político, Humano y Administrativo. Bogotá, 1960.
- (5) Official Methods of Analysis of the Association of Official Agricultural Chemists. 9th ed., 461, 1960.
- (6) Greenwald, O.—*Amer. J. Clin. Nutr.* 3: 215, 1956.
- (7) Cantarow, A.; Schepartz, B.—*Biochemistry*. Ed. W. B. Saunders Company, Philadelphia, 641, 1952.
- (8) National Research Council.—“Recommended Dietary Allowances”. Washington, D. C., 1964.
- (9) Banco de la República. Informes suministrados al Instituto Nacional de Nutrición sobre los promedios de yodo de la sal en los primeros cinco meses de 1966.
- (10) Holman, J. C.; McCartney, W.—“Sal yodada”. OMS. Serie de Monografías N° 44, 468, 1961.
- (11) Rueda-Williamson, R.; Mondragón, E.—“La yodización de la sal en Colombia”. Mimeógrafo. Publicación DIR-65-23. Instituto Nacional de Nutrición, Bogotá, 1965. Presentado al Seminario sobre Yodización de la Sal para la Prevención del Bocio Endémico, reunido en Salta, Argentina, 1965.

# Suplementación del arroz con concentrados proteicos<sup>1</sup>

LUIZ G. ELÍAS<sup>2</sup>, ROBERTO JARQUÍN<sup>2</sup>, RICARDO BRESSANI<sup>3</sup>  
CONSTANTINO ALBERTAZZI<sup>4</sup>

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

## RESUMEN

Se describe un estudio en el que se suplementó la harina de arroz con distintos concentrados proteicos, con el objeto de corregir —en este cereal— su deficiencia de ciertos aminoácidos esenciales.

Los concentrados proteicos utilizados para ese propósito fueron los siguientes: harina de torta de semilla de algodón de alta calidad, harina de frijol de soya, harina de pescado, leche descremada, caseína y levadura torula, así como una combinación de esta última y harina de soya.

La evaluación del valor nutritivo del suplemento se llevó a cabo a partir del índice de eficiencia proteica (PER).

De todos los concentrados proteicos usados, la caseína demostró ser el mejor suplemento, siguiéndole en orden de eficiencia de suplementación la harina de pescado; la levadura torula y la harina de soya. Por último, puede clasificarse la harina de algodón y la leche descremada dentro de un tercer grupo, en lo que a eficiencia de suplementación concierne. En cuanto a la combinación de levadura torula y harina de soya utilizada, se determinó que con la adición de 5% de cada uno de estos concentrados se obtenía el mejor índice de eficiencia proteica del alimento.

Se considera que el efecto benéfico de estos suplementos está correlacionado principalmente con la cantidad y disponibilidad de los aminoácidos esenciales en que es deficiente la proteína del arroz, y con la concentración proteica de los propios suplementos.

1. Esta investigación se llevó a cabo con fondos provistos por la Fundación W. K. Kellogg. Publicación INCAP E-388.
  2. Científicos de la División de Ciencias Agrícolas y de Alimentos del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá.
  3. Jefe de la citada División.
  4. Estadístico Asistente de la División de Estadística del INCAP.
- Recibido: 10-8-1967

El arroz, después del maíz y del frijol, ocupa un lugar predominante en la dieta de consumo habitual de los pueblos del área centroamericana, particularmente en Costa Rica y Panamá (3, 4, 13, 14). Asimismo, este cereal es un elemento de importancia en los patrones alimentarios de otras regiones del mundo (9). Por lo tanto, todos los estudios encaminados a mejorar su valor nutritivo han de traducirse en resultados de grandes beneficios para las poblaciones que acostumbran su consumo.

El valor biológico de la proteína del arroz es susceptible de mejorar ya sea suplementándola con los aminoácidos esenciales en los cuales es deficiente (6, 7, 11, 12), o por el agregado de otros alimentos que los contengan (8, 15, 16). Desde el punto de vista práctico, la adición de otros alimentos ricos en proteína tiene la ventaja de que por este procedimiento se logra corregir tales deficiencias y se incrementa también el contenido proteico de la dieta.

A partir de estas consideraciones, el presente trabajo se llevó a cabo con el objeto de estudiar el efecto del agregado de diversos concentrados proteicos sobre el valor nutritivo de la harina de arroz.

## MATERIAL Y METODOS

La harina de arroz usada en todos los experimentos fue obtenida en Guatemala. Dicha harina se preparó con arroz pulido, finamente molido.

Los concentrados proteicos utilizados con fines de suplementación fueron los siguientes: harinas de torta de semilla de algodón de alta calidad<sup>5</sup>, de frijol de soya<sup>6</sup> y de pescado<sup>7</sup>, leche descremada<sup>8</sup>, levadura torula<sup>9</sup>, caseína<sup>10</sup> y una combinación de levadura torula y harina de soya. El contenido de proteína y de lisina, treonina y metionina de estos concentrados se detalla en el Cuadro N<sup>o</sup> 1.

---

5. Borgonovo Hnos., Zacatecoluca, República de El Salvador.

6. General Mills, Minneapolis, Minn., Estados Unidos de América.

7. Viobin Corporation, Monticello, Ill., EE.UU.

8. Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF).

9. Lake State Yeast Corporation, Rhinelander, Wisconsin, EE.UU.

10. N. B. Co., Cleveland, Ohio, EE.UU.

CUADRO N° 1

CONTENIDO DE PROTEINA Y DE CIERTOS AMINOACIDOS EN  
CONCENTRADOS PROTEICOS USADOS COMO SUPLEMENTOS A  
LA HARINA DE ARROZ

Suplemento	Proteína %	Lisina	Metionina	Treonina
		g/16 gN		
Harina de algodón (18)	50.2	3.45 <sup>1</sup>	2.16 <sup>2</sup>	3.89
Leche descremada (19)	35.6	7.94	3.41 <sup>2</sup>	4.70
Harina de soya (19)	50.0	6.32	3.12 <sup>2</sup>	3.94
Harina de pescado (19)	82.5	9.71	2.66	5.76
Caseína (19)	91.2	8.06	3.49 <sup>2</sup>	4.30
Levadura torula (20)	50.0	8.00	2.20 <sup>2</sup>	6.00
Harina de arroz	7.8	3.76	3.01 <sup>2</sup>	3.72

<sup>1</sup> Lisina libre.

<sup>2</sup> Metionina + cistina.

La dieta basal utilizada en todas las pruebas biológicas, expresada en gramos por ciento, era como sigue: harina de arroz, 76.0; minerales (5), 4.0; aceite de semilla de algodón, 5.0; aceite de hígado de bacalao, 1.0, y almidón de maíz en cantidades necesarias para completar 100 g de dieta. Los niveles de incorporación de los concentrados proteicos fueron: 2.0, 4.0, 6.0, 8.0, 10.0, 12.0 y 14.0 g % de la dieta. Además, se agregaron 5 ml de una solución de vitaminas (10).

En el caso del experimento en que se agregó la combinación de levadura torula y harina de soya se usaron los mismos niveles que se indican arriba, de los cuales la mitad provenía de la harina de soya, y la otra mitad de la levadura torula. Se incluyeron dos grupos testigo: uno de ellos recibió la dieta de arroz suplementada con 10% de levadura torula, y el otro la misma dieta con el complemento de 10% de harina de soya.

Para las pruebas biológicas se usaron ratas blancas de la raza Wistar, de la colonia animal del INCAP, las que se alojaron en jaulas individuales de alambre, con pisos levantados de tela metálica. Cada grupo experimental consistió de 4 machos y 4 hembras. Los grupos se distribuyeron en tal forma

que el promedio de peso de cada grupo no difirió en más de un g; a todos ellos se les suministró *ad libitum*, tanto la comida como el agua. La duración de cada experimento fue de cuatro semanas, período en el que se llevó un registro semanal del aumento de peso de los animales, y del alimento consumido. Todas las dietas fueron analizadas para determinar su contenido de nitrógeno (1), y seguidamente, su índice de eficiencia proteica ("Protein Efficiency Ratio" = PER).

## RESULTADOS

En el Cuadro N° 2 se presentan los resultados obtenidos al suplementar la harina de arroz con harina de torta de semilla de algodón y con levadura torula. En el caso de la ha-

CUADRO N° 2  
SUPLEMENTACION DEL ARROZ CON HARINA DE SEMILLA DE ALGODON Y LEVADURA TORULA

Harina de algodón %	Levadura torula %	Proteína en la dieta %	Ganancia de peso <sup>1</sup> g	Índice de eficiencia proteica <sup>2</sup>
—	—	5.8	30 ± 7 <sup>3</sup>	1.87 ± 0.19 <sup>3</sup>
2	—	7.1	40 ± 13	2.09 ± 0.44
4	—	8.1	60 ± 12	2.32 ± 0.23
6	—	9.5	64 ± 16	2.01 ± 0.28
8	—	10.4	93 ± 12	2.29 ± 0.14
10	—	11.3	99 ± 26	2.21 ± 0.24
12	—	12.3	120 ± 16	2.32 ± 0.13
14	—	13.1	133 ± 13	2.30 ± 0.07
—	2	5.9	36 ± 16	2.19 ± 0.84
—	4	7.3	68 ± 19	2.90 ± 0.50
—	6	7.8	95 ± 23	3.13 ± 0.33
—	8	8.2	108 ± 29	3.29 ± 0.30
—	10	9.9	122 ± 16	3.03 ± 0.16
—	12	11.0	137 ± 18	2.93 ± 0.25
—	14	11.9	132 ± 22	2.75 ± 0.21

<sup>1</sup> Peso promedio inicial de las ratas alimentadas con: harina de semilla de algodón, 46 g; con levadura torula, 46 g.

<sup>2</sup> Índice de eficiencia proteica = Aumento de peso/g de proteína consumida.

<sup>3</sup> Desviación estándar.

rina de algodón, el agregado de 12% se tradujo en una mejora significativa, tanto en términos de ganancia de peso como de la eficiencia proteica del alimento. Con la dieta basal se obtuvo un incremento de peso total de 30 g, y un PER de 1.87, comparados con 120 y 2.32 g, respectivamente, resultantes del agregado, a la dieta, de 12% de harina de semilla de algodón. La adición de levadura torula, a los niveles de 8 y 10%, produjo un aumento ponderal de 108 y 122 g, y una eficiencia proteica de 3.29 y 3.03, respectivamente. La adición de mayores concentraciones de levadura torula no mejoró el PER de la dieta, aunque sí se observó incremento en la ganancia de peso.

El efecto del agregado de leche descremada y de harina de soya, a la harina de arroz, se detalla en el Cuadro N° 3. En

CUADRO N° 3  
SUPLEMENTACION DEL ARROZ CON LECHE DESCREMADA  
Y HARINA DE SOYA

Leche descremada %	Harina de soya %	Proteína en la dieta %	Ganancia de peso <sup>1</sup> g	Indice de eficiencia proteica <sup>2</sup>
—	—	5.8	21 ± 9 <sup>3</sup>	1.56 ± 0.50 <sup>3</sup>
2	—	7.2	35 ± 8	1.83 ± 0.40
4	—	7.9	54 ± 18	2.29 ± 0.46
6	—	8.3	75 ± 19	2.64 ± 0.34
8	—	9.1	102 ± 15	2.82 ± 0.18
10	—	9.8	117 ± 23	2.79 ± 0.24
12	—	10.2	135 ± 36	3.16 ± 0.31
14	—	10.6	138 ± 20	3.13 ± 0.22
—	2	6.1	42 ± 16	2.52 ± 0.38
—	4	8.3	58 ± 14	2.24 ± 0.41
—	6	9.3	91 ± 27	2.60 ± 0.30
—	8	9.5	116 ± 16	2.88 ± 0.26
—	10	11.2	130 ± 40	2.84 ± 0.34
—	12	12.3	151 ± 28	2.79 ± 0.23
—	14	12.9	144 ± 31	2.60 ± 0.25

<sup>1</sup> Peso promedio inicial de las ratas alimentadas con: leche descremada, 46 g; con harina de soya, 46 g.

<sup>2</sup> Indice de eficiencia proteica = Aumento de peso/g de proteína consumida.

<sup>3</sup> Desviación estándar.

lo que a la adición de leche descremada se refiere, los datos obtenidos parecen indicar que el nivel de 12% es la cantidad óptima de suplementación requerida, tanto en base del crecimiento de los animales como de la utilización de proteínas de la dieta. La eficiencia proteica que los animales acusaron con este nivel de suplementación fue de 3.16, en contraste con 1.40 que se constató en el grupo control. Por otro lado, la adición, a las distintas concentraciones, de harina de soya, elevó también gradualmente el incremento de peso de los animales. La máxima eficiencia proteica se obtuvo, sin embargo, con los niveles de 8 a 10% de harina de soya.

El Cuadro N° 4 muestra los datos resultantes de suplementar la harina de arroz con harina de pescado y caseína. En

CUADRO N° 4

**SUPLEMENTACION DEL ARROZ CON HARINA DE PESCADO Y CASEINA**

Harina de pescado %	Caseína %	Proteína en la dieta %	Ganancia de peso <sup>1</sup> g	Indice de eficiencia proteica <sup>2</sup>
—	—	6.5	28 ± 13 <sup>3</sup>	1.70 ± 0.55 <sup>3</sup>
2	—	8.6	61 ± 16	2.24 ± 0.40
4	—	11.0	120 ± 16	2.55 ± 0.12
6	—	11.9	140 ± 32	2.70 ± 0.81
8	—	13.9	169 ± 39	2.58 ± 0.38
10	—	14.2	163 ± 38	2.60 ± 0.31
12	—	16.0	179 ± 45	2.47 ± 0.37
14	—	18.7	170 ± 36	2.17 ± 0.28
—	2	8.0	108 ± 18	3.20 ± 0.25
—	4	9.6	151 ± 17	3.35 ± 0.23
—	6	11.3	173 ± 36	3.22 ± 0.28
—	8	14.1	181 ± 41	2.73 ± 0.28
—	10	14.8	181 ± 36	2.60 ± 0.32
—	12	15.5	179 ± 40	2.60 ± 0.32
—	14	17.3	175 ± 43	2.44 ± 0.33

<sup>1</sup> Peso promedio inicial de las ratas alimentadas con: harina de pescado, 50 g; con caseína, 50 g.

<sup>2</sup> Indice de eficiencia proteica = Aumento de peso/g de proteína consumida.

<sup>3</sup> Desviación estándar.

el primer caso, la adición de 6 a 8% de harina de pescado resultó en la mejor eficiencia proteica, comparado con los demás grupos experimentales. Asimismo, el aumento ponderal de las ratas también sugiere que estos dos niveles son los óptimos desde el punto de vista de este parámetro.

Bajo las condiciones en que se llevó a cabo el presente ensayo, el agregado de 4 a 6% de caseína tuvo como resultado el mejor índice de eficiencia proteica. La adición de niveles más altos de este suplemento no indujo un PER superior, aunque sí se pudo notar un ligero aumento en cuanto al peso a partir de la concentración de 6%. Con base en estos hallazgos podría, pues, sugerirse este nivel (6%) como la cantidad óptima de suplementación.

Los datos del experimento en cuyo desarrollo se utilizaron partes iguales de levadura torula y de harina de frijol de soya para complementar la harina de arroz, se suman en el Cuadro N° 5. Según se aprecia, el mejor índice de eficiencia proteica, comparado con los demás grupos experimentales, se obtuvo con la adición de 5% de levadura torula y 5% de

CUADRO N° 5  
SUPLEMENTACION DEL ARROZ CON LEVADURA TORULA  
Y HARINA DE SOYA

Harina de soya %	Levadura torula %	Proteína en la dieta %	Ganancia de peso <sup>1</sup> g	Índice de eficiencia proteica <sup>2</sup>
—	—	6.5	35 ± 14 <sup>3</sup>	1.83 ± 0.59 <sup>3</sup>
1	1	7.8	64 ± 26	2.34 ± 0.58
2	2	8.4	79 ± 20	2.44 ± 0.22
3	3	9.2	105 ± 23	2.72 ± 0.26
4	4	10.4	118 ± 31	2.61 ± 0.24
5	5	10.9	154 ± 30	2.81 ± 0.18
6	6	12.2	146 ± 15	2.70 ± 0.14
7	7	12.9	160 ± 36	2.65 ± 0.38
10	—	11.4	139 ± 22	2.65 ± 0.16
—	10	11.3	143 ± 29	2.71 ± 0.25

<sup>1</sup> Peso promedio inicial de las ratas: 45 g.

<sup>2</sup> Índice de eficiencia proteica = Aumento de peso/g de proteína consumida.

<sup>3</sup> Desviación estándar.

harina de soya. En este caso también el incremento ponderal parece sugerir que ésta es la mejor combinación de los dos suplementos utilizados. El agregado individual de 10% de levadura torula o de harina de soya produjo una ganancia de peso similar, no obstante que el PER fue ligeramente superior cuando la dieta se enriqueció con levadura torula.

## DISCUSION

Según los resultados obtenidos por Kik (11), la lisina es el aminoácido limitante en primer lugar en las proteínas del arroz, ocupando la treonina el segundo puesto en orden de deficiencia. Por otro lado, diversos estudios de otros investigadores (12) señalan que la lisina y la treonina son igualmente limitantes, y que solamente la adición simultánea de estos dos aminoácidos se traduce en una mejora del valor nutritivo de las proteínas del arroz.

Los estudios de Sure (17) indicaron que podría obtenerse una mejora adicional al agregar metionina a la dieta de arroz suplementada con lisina y treonina.

A partir de estos hallazgos puede considerarse que, en parte, el efecto benéfico de la suplementación del arroz con los concentrados proteicos usados en el presente ensayo está correlacionado con la cantidad y disponibilidad de los aminoácidos esenciales deficientes en la proteína de dicho cereal. Esta aseveración la confirman las correlaciones entre el contenido de lisina de los suplementos y el índice de eficiencia proteica óptimo encontrado. Por otro lado, también existe una buena correlación entre el PER y el contenido de treonina de los suplementos. En el primer caso, la correlación fue de 0.76, mientras que en el segundo ésta alcanzó 0.73, siendo ambas altamente significativas.

De todos los concentrados proteicos que se utilizaron en el presente trabajo, la caseína demostró ser el mejor suplemento desde el punto de vista de los parámetros medidos. Asimismo, según lo indica el Cuadro N<sup>o</sup> 6, los niveles de caseína que se revelaron como óptimos fueron menores que los de todos los demás suplementos, con excepción del concentrado de proteína de pescado. En el orden de eficiencia de suplementación, la harina a base de este último producto

CUADRO N° 6

## RESUMEN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS DE LA SUPLEMENTACION DEL ARROZ CON PROTEINAS DE DIVERSAS FUENTES

Suplemento	Cantidad óptima %	Proteína adicional g	Indice de eficiencia proteica	
			sin suplemento	con suplemento
Harina de semilla de algodón	12	6	1.87	2.32
Levadura torula	8	4	1.87	3.29
Leche descremada	12	4	1.56	3.16
Harina de soya	8	4	1.56	2.88
Harina de pescado	6	5	1.70	2.70
Caseína	6	5	1.70	3.22
Levadura torula + harina de soya	5	5	1.83	2.81

ocupó el segundo lugar. Es probable que el efecto superior de estos dos suplementos se haya debido a la acción de la cantidad de lisina y treonina que ambos contienen, y a su mayor concentración de proteína. La levadura torula y la harina de soya acusaron un efecto similar de suplementación, hecho que también es explicable si se compara la composición de aminoácidos esenciales de estos dos concentrados, sobre todo en lo que al contenido de lisina y treonina se refiere. Por último, la leche descremada y la harina de algodón pueden clasificarse como un tercer grupo en cuanto a su eficiencia de suplementación.

Otro punto de interés a considerar en la evaluación biológica de una proteína, usando el método de eficiencia proteica, es el nivel de proteína de la dieta. Es un hecho aceptado (2) que la concentración proteica de la dieta constituye un factor muy importante en la interpretación de los índices obtenidos. Actualmente, el nivel considerado como óptimo es el de 10% de proteína en la ración. En el presente estudio el suplemento proteico fue agregado a la dieta basal en porcentajes crecientes y, consecuentemente, las dietas experimentales no eran

isoproteicas. Por otro lado, ya que los niveles utilizados fueron iguales para todos los suplementos, era de esperar que aquellos, con una mayor concentración de proteínas, manifestaran su efecto de suplementación al emplearse a las concentraciones más bajas, siempre y cuando aportaran la cantidad adicional necesaria de nitrógeno y contuvieran, al mismo tiempo, los aminoácidos esenciales en que es deficiente la proteína a suplementar. Tal es el caso observado en relación al efecto de la adición de harina de pescado o de caseína al compararlo con el producido por los demás suplementos estudiados, los cuales contienen menor cantidad de proteínas.

No menos importante es el hecho de que con el agregado del suplemento no sólo se mejora la calidad de las proteínas del arroz, sino también el porcentaje total de proteína. Por ejemplo, la adición de 8% de harina de soya (50% de proteína) aumenta el contenido proteico del arroz, que es de 6 a 7%, a uno de 10 a 11% en el producto enriquecido. Según lo revela el Cuadro N° 6, la suplementación con las otras fuentes proteicas produce también un aumento similar.

Desde el punto de vista práctico, la incorporación de estos suplementos ofrece otras ventajas, como son: a) propiedades físicas y organolépticas esencialmente iguales a las del producto no suplementado, y b) preparación del alimento en forma exactamente igual al del producto libre de suplementación.

Como una desventaja podría citarse el hecho de que la preparación de la harina suplementada debe hacerse necesariamente a nivel industrial, ya que sería muy difícil llevarla a cabo a nivel individual. Además, la mayor parte del arroz se consume como grano y no en forma de harina, lo cual limita también la posibilidad de enriquecerlo. Para poder incrementar su valor nutritivo sería necesario adoptar un sistema semejante al que se emplea hoy día para el enriquecimiento del arroz con vitaminas. En términos generales, éste consiste, básicamente, en agregar al arroz corriente una proporción de granos sintéticos similares al arroz en estructura, pero formados a partir de las proteínas que demuestren mejorar la calidad proteica del arroz.

## SUMMARY

## Rice supplementation with protein concentrates

A series of experiments were carried out for the purpose of investigating the improvement in protein quality of rice by means of the individual addition of several protein concentrates of animal and vegetable origin. These included a high quality cottonseed flour, soybean flour, fish protein concentrate, skim milk, torula yeast and casein. An experiment was also carried out using equal amounts of soybean flour and torula yeast together as a protein supplement.

The effects of the supplements were evaluated by means of the growth performance of young growing rats and calculation of the protein efficiency ratio.

Among the different protein concentrates tested, casein appeared to be the best to supplement rice protein, followed by fish protein concentrate, torula yeast, soybean flour, skim milk powder and cottonseed flour. The amounts giving the highest performance varied between 6 and 10% of the diet. The results also indicated that the combination of 5% torula yeast and 5% soybean flour resulted in very good performance by the animal and a high protein efficiency ratio.

The effects of the supplements in improving the nutritive value of rice protein were ascribed to an increase in total protein concentration as well as to the correction of the lysine and threonine deficiencies of rice protein. These conclusions were corroborated by the high correlation between protein, lysine and threonine concentration in the protein supplement used and the resulting protein efficiency ratio.

## BIBLIOGRAFIA

- (1) Association of Official Agricultural Chemists. *Official Methods of Analysis of the Association of Official Agricultural Chemists*. 7th ed., Washington, D. C., 1950.
- (2) Braham, J. E., L. G. Elías, S. de Zaghi & R. Bressani.— Effect of protein level and time on carcass composition, net protein utilization (NPU) and on protein efficiency ratio (PER). *Nutrition et Dieta*, 9: 99-111, 1967.
- (3) Castillo, A. S. & M. Flores.—Estudios dietéticos en El Salvador. II. Cantón Platanillos, Municipio de Quezaltepeque, Departamento de La Libertad. *Bol. Ofic. San. Panam.*, Suplemento N° 2, p. 54-65, 1955.
- (4) Flores, M. & E. Reh.—Estudios de hábitos dietéticos en poblaciones de Guatemala. I. Magdalena Milpas Altas. *Bol. Ofic. San. Panam.*, Suplemento N° 2, p. 90-128, 1955.
- (5) 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.
- (6) Harper, A. E., M. E. Winje, D. A. Benton & C. A. Elvehjem.—Effect of amino acid supplementation on growth and fat deposition in the livers of rats fed polished rice. *J. Nutrition*, 56: 187-198, 1955,

- (7) Kik, M. C.—Nutritional improvement of rice. *J. Am. Dietet. Assoc.*, 32: 647-650, 1956.
- (8) Kik, M. C.—Rice protein supplementation - Further studies on the nutritional improvement of rice. *J. Agr. Food Chem.*, 8: 380-382, 1960.
- (9) Beachell, H. M.—Rice. En: *The Chemistry and Technology of Cereals as Food and Feed*, edited by Samuel A. Matz. Westport, Conn., The AVI Publishing Company Inc., 1959, p. 137-176.
- (10) Manna, L. & S. M. Hauge.—A possible relationship of vitamin B<sub>12</sub> to orotic acid. *J. Biol. Chem.*, 202: 91-96, 1953.
- (11) Kik, M. C.—Nutritional improvement of rice diets and effect of rice on nutritive value of other foodstuffs. *Ark. Agr. Expt. Sta. Bull.*, 698, 1965.
- (12) Pecora, L. J. & J. M. Hundley.—Nutritional improvement of white polished rice by the addition of lysine and threonine. *J. Nutrition*, 44: 101-112, 1951.
- (13) Reh, E. & C. Fernández.—Condiciones de vida y de alimentación en cuatro grupos de población de la zona central de Costa Rica. *Bol. Ofic. San. Panam.*, Suplemento N° 2, p. 66-89, 1955.
- (14) Sogandares, L. & G. de Barrios.—Estudios dietéticos en Panamá. I. La Mesa, Provincia de Veraguas. *Bol. Ofic. San. Panam.*, Suplemento N° 2, p. 38-46, 1955.
- (15) Sure, B.—Relative supplementary values of dried food yeasts, soy-bean flours, peanut meal, dried non-fat milk solids, and dried butter-milk to the proteins in milled white corn meal and milled enriched wheat flour. *J. Nutrition*, 36: 65-73, 1948.
- (16) Sure, B., with the technical assistance of L. Easterling, J. Dowell & M. Crudup.—The addition of small amounts of defatted fish flour to milled wheat flour, corn meal and rice. Influence on growth and protein efficiency. *J. Nutrition*, 61: 547-554, 1957.
- (17) Sure, B.—Effect of amino acid and vitamin B<sub>12</sub> supplements on the biologic value of proteins in rice and wheat. *J. Am. Dietet. Assoc.*, 31: 1232-1234, 1955.
- (18) Bressani, R., L. G. Elías, S. 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.
- (19) Orr, M. L. & B. K. Watt.—Amino acid content of foods. Washington, D. C., U. S. Department of Agriculture, 1957. Home Economics Research Report N° 4.
- (20) General Data Sheet. Lake States Dried Torula Yeast U. S. P. XV. Rhinelander, Wisconsin, Lake States Yeast Corporation, 1959.

# **Estudio del uso de harina de semilla de algodón en el crecimiento y engorde de cerdos<sup>1</sup>**

**ROBERTO JARQUÍN<sup>2</sup>, MARIO GONZÁLEZ<sup>3</sup>, RAMIRO OLIVA<sup>4</sup>,  
LUIS A. LAMM<sup>4</sup>, LUÍZ G. ELÍAS<sup>2</sup> Y RICARDO BRESSANI<sup>5</sup>**  
Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP),  
Guatemala, C. A.

## **RESUMEN**

Se llevaron a cabo varios experimentos en cerdos de la raza Duroc-Jersey con el objeto de determinar el efecto de la adición de calcio y hierro sobre la toxicidad del gosispol. Se estudió, asimismo, el efecto de la densidad calórica de la ración sobre la toxicidad de gosispol, en dietas que contenían 42% de harina de torta de semilla de algodón. Otro propósito fue establecer el efecto de esta última, y de la harina de soya, al usarse como suplementos proteicos de raciones para estos animales, en las que se utilizó granillo de trigo para sustituir parcialmente el maíz.

Los hallazgos obtenidos con el uso de raciones que contenían 42% de harina de algodón demostraron que la adición simultánea de calcio y hierro producía mejor crecimiento que la suplementación con hierro únicamente, evitando la depigmentación del pelo que se observa en cerdos Duroc-Jersey que consumen altos niveles de harina de algodón. Asimismo, las harinas procesadas por el método de prensa produjeron mejor creci-

---

<sup>1</sup> La presente investigación se llevó a cabo con ayuda financiera de la Fundación W. K. Kellogg, con sede en Battle Creek, Michigan, EE.UU.

<sup>2</sup> Científicos de la División de Ciencias Agrícolas y de Alimentos del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá.

<sup>3</sup> Técnico Agrícola a cuyo cargo se encuentra la administración de la Estación Experimental de INCAP.

<sup>4</sup> Peritos Agrónomos Infleri que, con el propósito de elaborar sus tesis de graduación, estuvieron en el INCAP en carácter de becarios en la época en que se llevó a cabo el estudio descrito.

<sup>5</sup> Jefe de la citada División.  
Publicación INCAP E-390.

Recibido: 23-10-1967

miento que las obtenidas por los métodos de pre-prensa solvente, o por solvente.

De los niveles calóricos empleados, esto es, 344, 376 y 403 calorías por 100 gramos, respectivamente, la concentración más baja produjo la mejor tasa de crecimiento a un nivel de gosipol dado. En general, se encontró una relación inversamente proporcional entre el nivel de gosipol y la ganancia de peso, y la concentración calórica acusó esta misma relación con el consumo de alimento.

La harina de soya, como suplemento, demostró ser más efectiva como promotora de ganancia ponderal que la harina de algodón. El índice de utilización del alimento fue superior en los casos en que se usó harina de soya. El agregado de harina de carne a estas raciones no produjo ningún beneficio. La sustitución del maíz por granillo de trigo y de harina de residuo de yuca causó menor aumento de peso y de conversión del alimento.

## INTRODUCCION

La escasez de proteína de origen animal para la alimentación humana, que enfrentan varios países latinoamericanos, se debe, en parte, a que esta industria no está lo suficientemente desarrollada para abastecer a toda la población. Los principales factores responsables de ello son la falta de raciones adecuadas—desde los puntos de vista nutricional y económico— y los métodos poco eficientes que se acostumbra emplear en la crianza de animales y su explotación con visos industriales. La necesidad de contar con raciones económicas y bien balanceadas para fomentar la industria avícola y ganadera, cuya elaboración se basa en productos nativos del área, se hace cada vez más imperativa. Sin embargo, la carencia de fuentes de proteína vegetal y animal apropiadas para estos fines, de nuevo constituye un factor limitante.

Una de las principales fuentes vegetales de proteína asequibles en el sector centroamericano es la harina de semilla de algodón. Durante mucho tiempo su uso en la industria animal estuvo restringido a los rumiantes, ya que la presencia de un principio tóxico—el gosipol— limitaba su incorporación en raciones para animales monogástricos (1, 2). De éstos, el cerdo es aparentemente el más susceptible, y en la literatura al respecto se indica que el uso de la harina de algodón en raciones destinadas a este animal debe ser moderado y siempre teniendo en mente que el contenido de gosipol libre no exceda de 0.01% (3). Sin embargo, investigaciones recientes corroboran los resultados obtenidos en 1917 (4) a efecto de que,

en el cerdo, la toxicidad del gopipol puede reducirse y hasta eliminarse mediante la adición de ciertos compuestos químicos como el hierro y el calcio (5-10).

La industria porcina está basada en el uso de raciones adecuadas que suplan las necesidades nutricionales de este animal, de acuerdo a su edad. Estas han sido diseñadas según los requerimientos del cerdo y tienen como principales variantes las concentraciones de proteína y de calorías utilizables. A medida que el animal aumenta de peso o de edad, la concentración de proteína se reduce y la de calorías se incrementa. Al mismo tiempo, el costo de la ración disminuye con el resultado consiguiente de remuneraciones adecuadas para el inversionista. Utilizando la información recabada en estudios previos (11), el presente trabajo, realizado en cerdos, tuvo como objetivo estudiar a) el efecto de la adición de hierro y calcio —a la ración— sobre la toxicidad del gopipol; b) la influencia de la densidad calórica de la ración sobre la tolerancia de este animal al gopipol, y c) evaluar un procedimiento de alimentación con raciones cuya proteína se derivase, en un alto porcentaje, de la harina de semilla de algodón.

## MATERIAL Y METODOS

Se emplearon tres tipos de harina de algodón en los diversos experimentos, cuya composición química, así como contenido de gopipol libre y total, y de lisina disponible, se detallan en el Cuadro N° 1. Una de las harinas fue preparada por el método de prensa hidráulica, otra por medio del proceso pre-prensa solvente, y la tercera por el procedimiento de extracción con hexano.

### A. *Efecto de la adición de calcio y hierro sobre la toxicidad del gopipol.*

Para esta fase del estudio se utilizaron 40 cerdos de la raza Duroc-Jersey, de seis a ocho semanas de edad, los cuales fueron distribuidos en 5 grupos experimentales. Cada grupo estuvo integrado por cuatro machos y cuatro hembras, con un peso promedio inicial similar.

La composición de las raciones administradas se describe en el Cuadro N° 2. La dieta con 50% de harina de soya se em-

CUADRO N° 1

COMPOSICION QUIMICA DE LAS HARINAS DE SEMILLA DE ALGODON UTILIZADAS EN EL PRESENTE ESTUDIO

Componentes	Procedimientos usados para la preparación de la harina de algodón		
	Prensa	Pre-prensa solvente	Extracción por solvente
Humedad, %	7.2	8.8	11.0
Grasa, %	6.3	4.4	2.5
Fibra cruda, %	11.4	3.3	10.9
Proteína (N × 6.25), %	40.6	51.5	35.8
Ceniza, %	6.7	7.5	6.6
Gosipol libre, %	0.039	0.054	0.126
Gosipol total, %	1.046	1.054	0.996
Epsilon-amino lisina, g/16 gN	3.00	3.80	3.29
Nitrógeno soluble en NaOH, %	43.2	71.8	83.2

pleó como control, y todas las restantes se elaboraron con 42% de harina de algodón, producida por el proceso pre-prensa solvente. El período experimental duró 12 semanas.

B. *Efecto de la concentración de calorías sobre la toxicidad del gosipol.*

En este ensayo se prepararon 12 raciones experimentales, 4 de las cuales, consideradas como basales, se detallan en el Cuadro N° 3. De éstas, la elaborada a partir de harina de soya fue usada como testigo, mientras que las otras 3 contenían 42% de harina de algodón obtenida por pre-prensa solvente, y aceite crudo de algodón hasta obtener, por cálculo, niveles de gosipol libre de aproximadamente 20, 50 y 80 mg/100 g de ración, respectivamente. Las 4 dietas basales se diseñaron de modo que contuvieran 344 calorías/100 g, usando para este fin aceite refinado de algodón que no contenía gosipol libre. Para obtener mayores concentraciones calóricas, en el segundo grupo de estas 4 raciones se duplicó el nivel de aceite para que aportase 376 calorías, y luego se triplicó en el tercer grupo

CUADRO N° 2

COMPOSICION DE LAS RACIONES EXPERIMENTALES

INGREDIENTES	RACIONES N°				
	1	2	3	4	5
Harina de soya	50.00	—	—	—	—
Harina de semilla de algodón <sup>1</sup>	—	42.00	42.00	42.00	42.00
Salmina <sup>2</sup>	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
Levadura torula	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Aceite de hígado de bacalao <sup>3</sup>	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Sulfato ferroso (FeSO <sub>4</sub> · 7H <sub>2</sub> O)	—	—	0.10	—	0.10
Hidróxido de calcio (Ca(OH) <sub>2</sub> )	—	—	—	1.00	1.00
Maíz amarillo	45.30	53.30	53.20	52.30	52.20
Aurofac <sup>4</sup>	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2

<sup>1</sup> Borgonovo Hermanos, Zacatecoluca, El Salvador, C. A.

<sup>2</sup> Mezcla de minerales producida por la Compañía Riverside, ciudad de Guatemala, C. A. Contiene 33% de carbonato de calcio; 33% de harina de hueso; 33% de sal yodada, y 1% de elementos menores.

<sup>3</sup> Mead Johnson International, Evansville, Indiana, EE. UU.

<sup>4</sup> Producto de American Cyanamid Co., Wayne, N. J., EE. UU. Fuente de aureomicina al 1.8 g por libra.

CUADRO N° 3

COMPOSICION DE LAS RACIONES EXPERIMENTALES USADAS  
PARA DETERMINAR EL EFECTO DE SU CONTENIDO CALORICO  
SOBRE LA TOXICIDAD DEL GOSIPOL <sup>1</sup>.

INGREDIENTS	CONTENIDO DE GOSIPOL LIBRE, %			
	0	0.02	0.05	0.09
	RACION N°			
	1	2	3	4
Harina de soya	45.0	—	—	—
Harina de algodón <sup>2</sup>	—	42.0	42.0	42.0
Salmina <sup>3</sup>	3.0	3.0	3.0	3.0
Levadura torula	1.0	1.0	1.0	1.0
Harina de alfalfa	2.0	2.0	2.0	2.0
Aceite crudo de algodón <sup>4</sup>	—	—	3.0	6.0
Aceite refinado de algodón	6.0	6.0	3.0	—
Sulfato ferroso (FeSO <sub>4</sub> · 7H <sub>2</sub> O)	—	0.1	0.1	0.1
Hidróxido de calcio (Ca(OH) <sub>2</sub> )	—	1.0	1.0	1.0
Maíz molido	43.0	44.9	44.9	44.9
Total	100.0	100.0	100.0	100.0

<sup>1</sup> Las raciones indicadas en este Cuadro contenían 344 calorías por 100 g. Los niveles de 376 y 403 calorías/100 g en el 2° y 3° grupos se obtuvieron usando 12.0 y 17.0% de aceite refinado de algodón, respectivamente.

<sup>2</sup> La harina de semilla de algodón contenía 50 mg de gosipol libre/100 g. (Véase nota 1 al pie del Cuadro N° 2.)

<sup>3</sup> Véase nota 2 al pie del Cuadro N° 2.

<sup>4</sup> El contenido de gosipol libre del aceite crudo de algodón era de 1.13%.

hasta obtener 403 calorías. Todas estas dietas fueron analizadas luego para determinar su contenido de proteína, el cual varió de 25.4% a 27.4%.

El ensayo incluyó 72 cerdos Duroc-Jersey de 6 a 8 semanas de edad, los cuales se distribuyeron, según su peso y sexo, entre los 12 tratamientos, de manera que cada grupo estuviese integrado por el mismo número de hembras y de machos, con un peso inicial promedio similar. Este experimento se desarrolló durante un período de 10 semanas.

C. *Efecto de raciones a base de harina de semilla de algodón y de diversos cereales en el engorde de cerdos.*

*Ensayo N° 1*

En el primero de los dos estudios que abarcó este experimento se emplearon los mismos 72 cerdos Duroc-Jersey, ya de 16 semanas de edad, utilizados en los estudios previos. Al igual que en el ensayo anterior, los animales también fueron distribuidos por peso y por sexo en 12 grupos, de modo que cada uno de ellos acusara el mismo peso inicial y consistiera del mismo número de hembras y machos. La composición de las raciones utilizadas en este experimento se presenta en el Cuadro N° 4. Según se aprecia, éstas se prepararon a base de maíz, maicillo y granillo de trigo, suplementadas con 10% de harina de soya y con 10% de harina de semilla de algodón obtenida por el método de pre-prensa solvente. Además, se investigó el efecto de la adición de harina de carne a estas raciones. Este trabajo se llevó a cabo en un total de 8 semanas.

*Ensayo N°2. - Sustitución del maíz por granillo de trigo.*

Para la realización del segundo estudio se empleó un total de 36 cerdos, también de raza Duroc-Jersey, que, por espacio de 15 semanas, habían sido alimentados con raciones que contenían porcentajes altos de harina de semilla de algodón y que habían sido incluidos en los ensayos anteriores. Dichos animales se distribuyeron en 6 grupos homogéneos en función de su peso y sexo, quedando así asignados 6 animales por grupo, 3 machos y 3 hembras. En la formulación de las raciones sometidas a prueba (Cuadro N° 5) se tuvo particular cuidado de hacerlas isoproteicas, tratándose de sustituir el maíz por el granillo de trigo. Ya que este último subproducto tiene un porcentaje de proteína mucho más alto que el maíz,

CUADRO N° 4

COMPOSICION DE LAS RACIONES DE ENGORDE, A BASE DE MAIZ, MAICILLO Y GRANILLO DE TRIGO, SUPLEMENTADAS CON HARINAS DE SOYA O DE ALGODON Y DE CARNE

Ingredientes	RACION N°											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Maíz amarillo	84.0	84.0	—	—	—	—	80.0	80.0	—	—	—	—
Maicillo <sup>1</sup>	—	—	84.0	84.0	—	—	—	—	80.0	80.0	—	—
Granillo de trigo <sup>2</sup>	—	—	—	—	84.0	84.0	—	—	—	—	80.0	80.0
Harina de soya	10.0	—	10.0	—	10.0	—	10.0	—	10.0	—	10.0	—
Harina de semilla de algodón <sup>3</sup>	—	10.0	—	10.0	—	10.0	—	10.0	—	10.0	—	10.0
Harina de carne	—	—	—	—	—	—	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
Harina de alfalfa	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
Salmina <sup>4</sup>	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
% de proteína	11.7	12.5	10.6	9.8	19.2	18.8	12.9	14.0	10.8	10.0	18.9	19.9

<sup>1</sup> Sorghum vulgare.

<sup>2</sup> Subproducto más fino del procesamiento del trigo y consiste en las capas internas que están entre el afrecho y la parte almidonada del endospermo.

<sup>3</sup> Véase nota 1 al pie del Cuadro N° 2.

<sup>4</sup> Véase nota 2 al pie del Cuadro N° 2.

CUADRO N° 5

COMPOSICION DE LAS RACIONES A BASE DE GRANILLO DE TRIGO, EN SUSTITUCION DEL MAIZ

INGREDIENTES	RACION N°					
	1	2	3	4	5	6
Maíz molido	87.0	87.0	66.0	45.0	23.0	—
Granillo de trigo	—	—	10.0	20.0	30.0	40.0
Harina de semilla de algodón <sup>1</sup>	10.0	—	10.0	10.0	10.0	10.0
Harina de soya	—	10.0	—	—	—	—
Salmina <sup>2</sup>	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
Residuo de yuca	—	—	11.0	22.0	34.0	47.0
Totales	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

1,2 Véanse notas de los mismos números al pie del Cuadro N° 2.

hubo necesidad de buscar una fuente barata —de bajo contenido en nitrógeno— para completar la formulación de las raciones. En este caso particular se optó por utilizar el residuo que queda después de extraer el almidón de la yuca (*Manihot esculenta*). Este material contenía, por análisis, 14.8% de agua, 0.4% de grasa, 9.6% de fibra cruda, 1.0% de proteína y 1.1% de ceniza; el porcentaje restante (73.1) puede considerarse como de carbohidratos. Los animales fueron alimentados con las raciones descritas por un lapso de 8 semanas.

#### D. *Efecto del tipo de harina de algodón sobre el crecimiento y engorde de cerdos.*

En el desarrollo de este experimento se usaron las 4 raciones descritas en el Cuadro N° 6. Para evaluar la harina de algodón como fuente principal de proteína en la crianza del cerdo, se empleó como dieta control un alimento comercial específico (ración N° 1) y tres clases de harina de algodón: una producida por el proceso de pre-prensa solvente (ración N° 2), otra por el método de prensa (ración N° 3) y una última por el procedimiento de extracción con solvente (ración N° 4). Las harinas se incluyeron en cantidades que aportaban el mismo porcentaje de proteína (véase Cuadro N° 1). Además, las dietas fueron suplementadas con 0.75% de hidróxido de calcio ( $\text{CaOH}$ ) y 0.075% de sulfato ferroso ( $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ). Para suplir la deficiencia de lisina de las harinas de algodón se agregó, a las raciones, 6% de harina de pescado.

Para estos ensayos se emplearon 32 cerdos, 16 hembras y 16 machos, de cinco semanas de edad, de la misma raza Duroc-Jersey. Los animales fueron distribuidos, por sexo y por peso, entre los 4 grupos experimentales, de manera que en cada grupo hubiese igual número de hembras y machos, con el mismo peso inicial. El ensayo tuvo una duración de 20 semanas.

#### *Tratamiento de los animales*

En cada uno de los experimentos descritos, cada grupo de cerdos se alojó en porquerizas de 5 por 2 metros que se aseaban diariamente para mantenerlas en condiciones óptimas de higiene. Todo el tiempo del ensayo se administró a los animales agua y alimentación *ad libitum*. Semanalmente se registró su peso individual, así como la ingesta de alimento, por grupo.

CUADRO N° 6

## COMPOSICION DE LAS RACIONES A BASE DE DISTINTOS TIPOS DE HARINA DE SEMILLA DE ALGODON

INGREDIENTES	RACION N°			
	1	2	3	4
Concentrado comercial <sup>1</sup>	100.0	—	—	—
Harina de semilla de algodón (pre-prensa solvente)	—	23.20	—	—
Harina de semilla de algodón (prensa)	—	—	25.00	—
Harina de semilla de algodón (solvente)	—	—	—	27.00
Hidróxido de calcio (Ca(OH) <sub>2</sub> )	—	0.75	0.75	0.75
Sulfato ferroso (FeSO <sub>4</sub> · 7H <sub>2</sub> O)	—	0.075	0.075	0.075
Salmina <sup>2</sup>	—	3.00	3.00	3.00
Premix <sup>3</sup>	—	0.05	0.05	0.05
Harina de pescado	—	8.00	8.00	8.00
Aurofac <sup>4</sup>	—	0.2	0.2	0.2
Maíz amarillo	—	64.725	62.925	60.925
Totales	100.0	100.0	100.0	100.0

<sup>1</sup> Lechoncina (producto fabricado por Purina de Guatemala) hasta que el animal acusaba 50 libras de peso, vivo; y después Jamonina (de la mismo firma comercial) hasta que el cerdo alcanzó el peso de mercado.

<sup>2 y 4</sup> Véanse notas de los mismos números al pie del Cuadro N° 2.

<sup>3</sup> Mezcla vitamínica y fuente de elementos menores (manufacturado por Chas. Pfizer & Co., Inc., New York, N. Y., EE.UU.).

CUADRO N° 7

COMPORTAMIENTO DE LOS CERDOS DURANTE EL PERIODO EXPERIMENTAL

RACIONES	Gosipol libre mg/100 g	P E S O		Índice de utilización del alimento <sup>1</sup>	Mortalidad	Cerdos depig- mentados
		Inicial kg	Aumento kg			
Dieta control (harina de soya)	—	8.1	43.7	2.79	0/8	0/8
Harina de semilla de algodón <sup>2</sup>	30	8.1	24.8	3.07	0/8	6/8
Harina de semilla de algodón + 0.1% FeSO <sub>4</sub> · 7H <sub>2</sub> O	20	8.1	30.0	2.87	0/8	5/8
Harina de semilla de algodón + 1.0% Ca(OH) <sub>2</sub>	26	8.2	23.7	3.16	1/8*	1/7
Harina de semilla de algodón + 0.1% FeSO <sub>4</sub> · 7H <sub>2</sub> O + 1.0% Ca(OH) <sub>2</sub>	19	8.1	31.8	3.20	0/8	0/8

<sup>1</sup>  $\frac{\text{alimento consumido}}{\text{ganancia de peso}}$

<sup>2</sup> Véase nota 1 al pie del Cuadro N° 2.

\* Muerte debida a hernia diafragmática.

## RESULTADOS

### A. *Efecto de la adición de calcio y hierro sobre la toxicidad del gosipol.*

Los datos referentes al crecimiento, mortalidad y depigmentación del pelo, así como de concentración de gosipol libre en las dietas administradas, constan en el Cuadro N<sup>o</sup> 7. Su examen revela que los animales que recibieron la ración testigo, a base de soya, acusaron un aumento de peso significativamente mayor que los alimentados con la dieta a base de harina de algodón suplementada con hierro o calcio, ya fuesen solos o en combinación.

La adición de hierro y calcio en forma combinada redundó en una respuesta ligeramente mayor en cuanto a incremento ponderal e índice de eficiencia del alimento, en comparación con el producido por la dieta suplementada con hierro únicamente. Sin embargo, en función de la apariencia general de los animales, pudo notarse que —definitivamente— la combinación de ambos compuestos les permitía mantener el color natural de su pelambre, ya que la depigmentación observada fue de 0/8 con la suplementación de hierro y calcio combinados, en contraste con 5/8 de cerdos depigmentados que se constató entre los animales cuya ración sólo contenía hierro.

### B. *Efecto de la concentración de calorías sobre la toxicidad del gosipol.*

El Cuadro N<sup>o</sup> 8 ilustra los cambios observados en el peso de los animales que consumieron las raciones con diferentes contenidos de gosipol, preparadas de modo que aportasen tres niveles de calorías. Según se observa, los cerdos alimentados con la ración testigo, a base de harina de soya, aumentaron más de peso que aquellos que recibieron la ración a base de harina de algodón. Se comprobó un mayor incremento ponderal en los animales a los que se suministró la ración que contenía solamente 344 calorías/100 g que en los que recibieron las dietas con 376 ó 403 calorías/100 g, tanto en el caso de las dietas a base de harina de soya como en el de las elaboradas con harina de algodón. Los aumentos en peso logrados a estos dos niveles calóricos fueron semejantes.

En lo que respecta a los cerdos alimentados con harina de algodón puede notarse que el incremento ponderal que éstos

CUADRO Nº 8

AUMENTO PONDERAL DE CERDOS ALIMENTADOS CON DIFERENTES NIVELES CALORICOS  
Y DE GOSIPOL LIBRE EN LA RACION

Fuente de proteína	Calorías por 100 g	Gosipol libre %	Peso promedio inicial kg	Aumento en peso kg	Alimento consumido kg	Indice de utilización del alimento <sup>1</sup>
Harinas de:						
Soya (testigo)	344	0	9.5	36.2	535	2.46
Semilla de algodón	"	0.02	9.6	29.8	515	2.88
Semilla de algodón	"	0.05	9.7	27.7	464	2.78
Semilla de algodón	"	0.08	9.7	28.4	473	2.77
Soya (testigo)	376	0	9.7	30.0	418	2.33
Semilla de algodón	"	0.02	9.7	29.1	458	2.62
Semilla de algodón	"	0.05	9.6	26.0	378	2.42
Semilla de algodón	"	0.08	9.6	21.3	365	2.86
Soya (testigo)	403	0	9.3	31.5	369	1.96
Semilla de algodón	"	0.02	9.5	28.5	411	2.40
Semilla de algodón	"	0.05	9.6	20.5	353	2.87
Semilla de algodón	"	0.08	10.1	26.0	377	2.41

<sup>1</sup> Véase nota 1 al pie del Cuadro Nº 7.

acusaron fue mayor en los que consumieron las raciones con 344 calorías/100 g en cada nivel de gosipol. No obstante, en general, los aumentos de peso de los animales que recibieron las raciones con niveles calóricos más altos no fueron significativamente menores, salvo el grupo cuya dieta contenía 376 calorías y 0.05% de gosipol libre y el que recibió la ración con 403 calorías y 0.05% de gosipol libre. Puede observarse también que, en términos generales, en cada uno de los niveles calóricos utilizados, las mayores concentraciones de gosipol libre produjeron las menores ganancias en peso.

El consumo de alimento, que también se da a conocer en el mismo Cuadro N° 8, fue menor conforme el nivel calórico de la ración aumentada y, dentro de cada nivel de calorías, a medida que la concentración de gosipol libre era mayor. Por el contrario, los índices de utilización del alimento fueron superiores conforme el nivel calórico ascendía; sin embargo, cabe señalar que el uso de mayores niveles de gosipol libre tendía a reducirlo.

A pesar de que las concentraciones de gosipol empleadas fueron relativamente altas, no hubo mortalidad en ninguno de los grupos experimentales.

C. *Efecto de raciones a base de cereales, suplementadas con harinas de semilla de algodón, de frijol de soya y de carne, en el engorde de cerdos.*

Los resultados del primer experimento que abarcó este estudio se detallan en el Cuadro N° 9. Como lo revelan los datos, el suplemento de harina de soya a los dos cereales (maíz y maicillo, respectivamente), produjo mejor respuesta que el agregado de harina de algodón. En el caso del granillo de trigo, los aumentos de peso —evaluados en función del suplemento utilizado— fueron inferiores a los obtenidos con maíz o maicillo. Los índices de utilización del alimento guardan correspondencia con los incrementos ponderales; sin embargo, en este parámetro el granillo suplementado con harina de soya produjo un índice superior que el resultante de las dietas a base de maíz o maicillo enriquecidas con harina de algodón, y similar al que rindieron las raciones preparadas con maíz y maicillo y suplementadas con harina de soya. El mayor aumento de peso y el mejor índice de utilización se obtuvieron con el maicillo suplementado con harina de soya.

CUADRO N° 9

AUMENTO PONDERAL DE CERDOS ALIMENTADOS CON RACIONES A BASE DE CEREALES, SUPLEMENTADAS CON HARINAS DE SOYA O DE ALGODON Y DE CARNE

RACIONES	P E S O		Indice de utilización del alimento <sup>1</sup>
	Inicial kg	Aumento kg	
Maíz + harina de semilla de algodón	42.9	44.9	3.83
Maíz + harina de soya	43.3	48.0	3.56
Maicillo + harina de soya	43.2	50.8	3.46
Maicillo + harina de semilla de algodón	43.6	40.7	3.86
Granillo de trigo + harina de soya	43.7	31.5	3.59
Granillo de trigo + harina de semilla de algodón	44.0	30.0	3.96
Maíz + harina de soya + harina de carne	43.9	46.6	3.58
Maíz + harina de semilla de algodón + harina de carne	43.6	37.0	4.05
Maicillo + harina de soya + harina de carne	43.5	40.0	3.71
Maicillo + harina de semilla de algodón + harina de carne	43.7	29.9	4.56
Granillo + harina de soya + harina de carne	43.8	31.6	3.83
Granillo + harina de semilla de algodón + harina de carne	44.0	32.0	3.78

<sup>1</sup> Véase nota 1 al pie del Cuadro N° 7.

En la parte inferior del mismo Cuadro se presentan los resultados obtenidos con las raciones elaboradas con los dos cereales y el granillo de trigo, a las que se agregó harina de soya o de algodón, con el suplemento adicional de harina de carne. En ninguno de los casos pudo este último suplemento inducir mejores aumentos ponderales que los obtenidos con las dietas que no lo contenían, excepto en el caso del maíz enriquecido con harina de soya. Lo mismo cabe decir con respecto a los índices de utilización del alimento.

En el Cuadro N° 10 se presentan los cambios que en cuanto a peso acusaron los animales alimentados con las diferentes raciones en las que el maíz fue reemplazado por granillo de

CUADRO N° 10  
RESPUESTA PONDERAL DE LOS CERDOS ALIMENTADOS CON  
RACIONES A BASE DE GRANILLO DE TRIGO EN  
SUBSTITUCION DEL MAIZ

RACIONES	P E S O		Indice de utilización del alimento <sup>1</sup>	% de proteína en dieta
	Inicial kg	Final kg		
Maíz + harina de semilla de algodón	56.8	93.5	4.20	11.4
Maíz + harina de soya	57.0	93.3	4.12	11.6
Maíz + granillo de trigo + harina de semilla de algodón + residuo de yuca	57.0	91.0	4.16	11.2
Maíz + granillo de trigo + harina de semilla de algodón + residuo de yuca	56.8	89.3	4.45	11.8
Maíz + granillo de trigo + harina de semilla de algodón + residuo de yuca	56.8	84.2	4.63	12.6
Granillo de trigo + harina de semilla de algodón + residuo de yuca	57.0	76.8	5.72	12.6

<sup>1</sup> Véase nota 1 al pie del Cuadro N° 7.

trigo y por residuos de yuca. En este caso puede notarse que en los cerdos que habían alcanzado 16 semanas de edad no hubo ninguna diferencia resultante del uso de harinas de soya o de algodón como suplementos de las raciones. Ello se debe a que a esta edad ya no son tan críticas las diferencias entre fuentes de proteína, como sucede en el caso de cerdos más jóvenes. El aumento del residuo de yuca en la dieta redujo los incrementos ponderales, así como los índices de utilización del alimento.

D. *Efecto del tipo de harina de semilla de algodón sobre el crecimiento y engorde de cerdos.*

Los datos resultantes de este estudio se sumarizan en el Cuadro N° 11. En este caso, el alimento comercial utilizado como control indujo, en las 20 semanas que abarcó el ensayo, el mayor aumento en peso, superior al producido por cualquiera de las tres harinas de algodón. Entre éstas, los mejores resultados se obtuvieron con la harina de algodón producida por prensa, mientras que las procesadas por solvente, o por pre-prensa y solvente, dieron resultados parecidos.

En cuanto a la utilización del alimento, salta a la vista que la harina de semilla de algodón producida por prensa fue la mejor aprovechada, superando aún al producto comercial.

## DISCUSION

Los resultados del trabajo aquí descrito señalan, pues, que, conforme los hallazgos de Hill y Totsuka (12) en sus estudios en polluelos, los niveles calóricos de la ración parecen tener un pequeño efecto en la utilización de la harina de algodón por cerdos en proceso de crecimiento, así como sobre su tolerancia al gopipol. Esta suposición la corrobora el leve descenso ponderal que los cerdos incluidos en este estudio acusaron conforme el nivel de gopipol se elevaba, así como los mejores índices obtenidos de utilización del alimento. El efecto protector logrado a un nivel calórico mayor puede atribuirse al menor consumo del alimento a medida que las calorías de la ración aumentaban. Este menor consumo fue responsable de ingestas menores de gopipol libre y, por consiguiente, de un mejor comportamiento por parte del animal. Sin embargo, es posible que no se haya podido detectar un efecto mayor de

CUADRO Nº 11

COMPORTAMIENTO DE LOS CERDOS ALIMENTADOS CON RACIONES A BASE DE HARINAS DE SEMILLA DE ALGODON DESDE EL INICIO HASTA EL FINAL DEL EXPERIMENTO  
(20 semanas)

Grupo Nº	RACIONES	P E S O			Mortalidad	Indice de utilización del alimento <sup>1</sup>
		Inicial kg	Final kg	Aumento kg		
1	Lechoncina	7.27	90.03	82.76	0/8	3.97
2	Harina de semilla de algodón (pre-prensa solvente)	7.14	65.03	57.89	0/8	3.84
3	Harina de semilla de algodón (prensa)	7.27	73.00	65.73	0/8	3.66
4	Harina de semilla de algodón (solvente)	7.18	66.4	59.22	1/8*	4.28

<sup>1</sup> Véase nota 1 al pie del Cuadro Nº 7.

\* Muerte ocasionada por neumonía infecciosa debida a *Pasteurella multocida*.

los niveles más altos de calorías, a causa de que el menor consumo de alimento implica también una ingesta más reducida de proteína. Puesto que la proteína del algodón es deficiente en lisina (13, 14), una menor ingesta proteica se refleja en una deficiencia mayor de este aminoácido y, desde luego, en el menor crecimiento del animal.

Es de interés destacar que, no obstante los altos niveles de gopisol libre en las raciones, no hubo mortalidad entre los animales, hecho que probablemente se haya debido a la presencia de hierro y de calcio en la ración, minerales que —según datos de Jarquín *et al.* (9), Braham y colaboradores (10) y Bressani *et al.* (14), así como de acuerdo a los que se dan a conocer en este trabajo— protegen al cerdo contra la acción tóxica del gopisol, reduciendo las concentraciones de esta sustancia en la ración y, probablemente, al nivel gastrointestinal. En el presente caso es posible que la inclusión de estos dos minerales en las raciones evitara la producción de un efecto más ostensible del nivel calórico sobre la tolerancia del gopisol por parte del cerdo.

En los estudios llevados a cabo sobre el engorde de cerdos se usó 10% de harina de soya y 10% de harina de algodón con el propósito de que las raciones preparadas a base de maíz, maicillo o granillo de trigo contuvieran un mínimo de 12% de proteína —que es el nivel proteico recomendado para engordar y llevar a peso de mercado a los cerdos (15)— y para que la proteína de los suplementos contrarreste las deficiencias de aminoácidos de los cereales. Los resultados obtenidos con la harina de algodón fueron menos satisfactorios que los producidos por la harina de soya, hallazgo que era de esperar en vista de que la proteína de soya constituye una mejor fuente de lisina que la proteína de algodón. Es un hecho conocido que la lisina es el aminoácido más deficiente en las proteínas del maíz y del maicillo (16-18), aunque posiblemente no lo sea en la del granillo de trigo.

Los resultados obtenidos con este último fueron desconcertantes, considerando que su valor nutritivo es superior que el del maíz y del maicillo. Una posible explicación puede ser la concentración proteica de las raciones preparadas con granillo, subproducto que contiene entre 16 y 19% de proteína (15); esta cantidad es el doble de la que se encuentra en el maíz o en el maicillo. Con los suplementos de soya y de algo-

dón, los cuales se agregaron en un 10% de la ración, el nivel proteico de ésta subió en un 5% en cada caso. Ello significa que las raciones a base de granillo de trigo contenían por lo menos dos veces más proteínas que las preparadas con maíz o maicillo. Los análisis de proteína efectuados en las raciones a base de granillo confirmaron que, en efecto, su contenido proteico era mayor. Por consiguiente, las dietas con granillo eran deficientes en calorías directamente utilizables. Es posible, pues, que los animales hayan utilizado la proteína en exceso como fuente calórica, siendo esta conversión poco eficiente. Otra probable explicación podría ser la consistencia física de la dieta, ya que el granillo de trigo, en el porcentaje empleado, muy a menudo causaba dificultades respiratorias a los cerdos. En base de esta observación, y teniendo en cuenta las razones expuestas, podría sugerirse la conveniencia de utilizar cierto porcentaje de melaza en dietas de esta índole a fin de mejorar su textura y elevar el contenido calórico de las mismas.

A pesar de que la harina de carne es buena fuente del aminoácido lisina (15), este producto no indujo mejoras en la utilización de los cereales suplementados con harinas de soya o de algodón. Estos resultados sugieren, así, que la harina de carne no es un suplemento adecuado para la alimentación de cerdos en esta etapa de crecimiento (19), como lo han indicado ciertos investigadores de la Estación Experimental de Mississippi, Estados Unidos. Es también posible que la harina de carne utilizada haya sido muy pobre en lisina disponible debido al proceso de elaboración.

Los incrementos ponderales diarios obtenidos en este estudio fueron relativamente buenos, ya que en un término de aproximadamente 100 días se logró producir un lote de animales con un peso promedio de 94 kg (206 libras), con las raciones a base de maicillo, y un poco menores con los otros productos estudiados. Vistos desde el ángulo económico, los resultados no son muy favorables. El granillo, un subproducto abundante en la región y más económico que el maíz o el maicillo en ciertas épocas del año, puede ser utilizado con mayor eficiencia para producir más alimentos de origen animal para la población, por lo que sería conveniente emprender nuevos estudios encaminados a determinar su mejor utilización y aprovechamiento en la nutrición porcina.

De acuerdo con los resultados que aquí se comentan, el granillo de trigo puede sustituir al maíz hasta en un 42%, sin ocasionar diferencias muy notorias en el peso final de los animales ni en la eficiencia de utilización del alimento. Por otro lado, parece ser que el residuo de yuca es un material adecuado a utilizar como relleno en estas raciones, que comúnmente no ha sido empleado en la nutrición animal y, mucho menos aún, en el caso de animales monogástricos. A pesar de ello y posiblemente debido a su concentración relativamente alta de fibra cruda, dicho residuo produjo menores aumentos ponderales conforme su cantidad en la ración aumentaba.

Los resultados del último experimento muestran que la harina de algodón puede utilizarse eficientemente en la industria porcina, siempre que ésta sea suplementada debidamente con sales minerales que controlan la toxicidad del gosipol. Desafortunadamente, los aumentos en peso obtenidos con las harinas de algodón fueron inferiores a los que produjo el concentrado comercial, aun cuando con dos de esas harinas los índices de utilización del alimento fueron superiores. Existen varias posibles razones que explican el menor crecimiento de los cerdos alimentados con algodón. Si se asume que el hierro y el calcio inactivan el gosipol, como ya se ha podido establecer (9, 10), la menor tasa de crecimiento podría atribuirse no al gosipol presente en la ración, sino más bien a un desbalance mineral, especialmente entre el calcio y el fósforo, así como a cierto desequilibrio entre otros minerales, principalmente los minerales traza, que en las cantidades requeridas por el cerdo se ven afectadas por el exceso de otros minerales (20). Estas posibilidades deberían, pues, ser estudiadas más a fondo. El menor crecimiento no puede atribuirse a la calidad de la proteína del algodón, ya que las raciones fueron enriquecidas con harina de pescado, producto que constituye una excelente fuente de lisina (21), aminoácido en el que es deficiente la proteína del algodón (22). Además, se ha notificado que 4% de harina de pescado es un suplemento eficiente de la proteína del algodón (23). Se notó, en estos estudios, que ciertos cerdos alimentados con raciones que contenían harina de algodón no respondieron muy bien, en comparación con otros animales del mismo grupo. Si esos casos no se toman en cuenta, los resultados con la harina de algodón serían más prometedores.

El mejor índice de eficiencia de utilización del alimento logrado con las harinas de algodón puede explicarse a partir del consumo alimentario. Siendo animales menores que los del grupo usado como control, el consumo fue menor y, consecuentemente, la eficiencia también fue mejor. Por el contrario, los cerdos que integraban el grupo testigo ya habían llegado a un peso en el que la eficiencia de conversión de alimento a tejido corporal disminuyó, necesitándose, en estas condiciones, una ración de composición diferente.

#### SUMMARY

**Studies on the use of cottonseed protein concentrate for growing and fattening swine**

Several experiments were conducted in Duroc-Jersey pigs with the purpose of determining the effect of the addition of calcium and iron on the toxicity of gossypol. Likewise, the effect of caloric density on gossypol toxicity was studied, in diets containing 42% cottonseed meal. Another purpose was to establish the effects of cottonseed and of soybean meal as protein supplements of rations for these animals, with wheat middlings partially substituting corn.

Findings on the use of ration containing 42% cottonseed flour showed that the simultaneous addition of calcium and iron induced better growth rates than supplementation with iron alone, preventing hair depigmentation which is observed in Duroc-Jersey pigs consuming high levels of cottonseed meal. Likewise, the meal processed by the press method led to better growth than those obtained from the pre press solvent or solvent extraction methods.

From the caloric levels employed: 344, 376 and 403 cal per 100 g, respectively, the lowest concentration produced the best growth rate at a given level of gossypol. In general, an inversely proportional ratio was found between gossypol level and weight gain, and caloric concentration showed this same ratio with food intake.

It was found that soy meal, as a supplement, is more effective as a promoter of weight gain than cottonseed flour. The index of food utilization was higher when soybean flour was used. The aggregate of meat flour to these rations did not yield any benefit. The substitution of wheat middlings and cassava residue flour resulted in less weight increase and food conversion.

#### BIBLIOGRAFIA

- (1) Altschul, A. M., C. M. Lyman & F. H. Thurber.—Cottonseed Meal. In: *Processed Plant Protein Food Stuffs*. ed. by A. M. Altschul. New York, Academic Press, 1958, p. 469-534.
- (2) Phelps, R. A.—Cottonseed meal for nonruminantes. In: *Proceedings*

- of the Semi-Annual Meeting of American Feed Manufacturers Association, Nutrition Council, Nov. 26-27, 1962, p. 10-14.
- (3) Hale, F. & C. M. Lyman.—Effect of protein level in the ration on gossypol tolerance in growing-fattening pigs. *J. Animal Sci.*, 16: 364-369, 1957.
  - (4) Withers, W. A. & F. E. Carruth.—Iron as an antidote to cottonseed meal injury. *J. Biol. Chem.*, 32: 245-257, 1917.
  - (5) Gallup, W. D.—The value of iron salts in counteracting the toxic effects of gossypol. *J. Biol. Chem.*, 77: 437-449, 1928.
  - (6) Barrick, E. R.—In: *Proceedings of a Research Conference on Processing as Related to Cottonseed Meal Nutrition*. New Orleans, La., Southern Regional Laboratory, 1950, p. 42.
  - (7) Hale, F. & C. M. Lyman.—Effective utilization of cottonseed meal in swine rations. *J. Animal Sci.*, 21: 998, 1962.
  - (8) Clawson, A. J., F. H. Smith & E. R. Barrick.—Accumulation of gossypol in the liver and factors influencing the toxicity of injected gossypol. *J. Animal Sci.*, 21: 911-915, 1962.
  - (9) Jarquín, R., R. Bressani, L. G. Elías, C. Tejada, M. González & J. E. Braham.—Effect of cooking and calcium and iron supplementation on gossypol toxicity in swine. *J. Agr. and Food Chem.*, 14: 275-279, 1966.
  - (10) Braham, J. E., R. Jarquín, L. G. Elías, M. González & R. Bressani. Effect of calcium and gossypol on the performance of swine and on certain enzymes and other blood constituents. *J. Nutrition*, 91: 47-54, 1967.
  - (11) Braham, J. E., R. Bressani, N. R. Escobar & A. Aguirre.—Uso de la torta de semilla de algodón en raciones balanceadas para cerdos en proceso de crecimiento. *Turrialba*, 12: 75-79, 1962.
  - (12) Hill, F. W. & Totsuka, K.—Studies of the metabolizable energy of cottonseed meals for chicks, with particular reference to the effects of gossypol. *Poultry Sci.*, 43: 362-370, 1964.
  - (13) 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.
  - (14) Bressani, R., L. G. Elías, R. Jarquín & J. E. Braham.—All-vegetable protein mixtures for human feeding. XIII. Effect of cooking mixtures containing cottonseed flour on free gossypol content. *Food. Tech.*, 18: 95-99, 1964.
  - (15) Morrison, F. B.—Assisted by E. B. Morrison & S. H. Morrison. *Feeds and Feeding*. 22nd. edition. Clinton, Iowa, The Morrison Publishing Company, 1959.
  - (16) Bressani, R. & B. Ríos.—The chemical and essential amino acid composition of twenty-five selections of grain sorghum. *Cereal Chem.*, 39: 50-58, 1962.
  - (17) Pond, W. G., J. C. Hillier & D. A. Benton.—The amino acid adequacy of milo (grain sorghum) for the growth of rats. *J. Nutrition*, 65: 493-502, 1958.
  - (18) Hogan, A. G., G. T. Gillespie, O. Koctürk, B. L. O'Dell & L. M. Flynn.—The percentage of protein in corn and its nutritional properties. *J. Nutrition*, 57: 225-239, 1955.

- (19) Scarborough, C. C.—*Cría del Ganado Porcino*. 1<sup>ª</sup> ed. Impreso en México (A. I. D.), p. 144, 1965.
- (20) Cabell, C. A. & I. P. Earle.—Additive effect of calcium and phosphorus on utilization of dietary zinc. *J. Animal Sci.*, 24: 800-804, 1965.
- (21) Orr, M. L. & B. K. Watt.—*Amino Acid Content of Foods*. Washington, D. C., U. S. Department of Agriculture, 1957. Home Economics Research Report No. 4.
- (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) Bressani, R.—Development of food products. Formulated vegetable mixtures. In: *Proceedings of the Western Hemisphere Nutrition Congress*. Organized by the Council on Food and Nutrition, American Medical Association, November 8-11, 1965. Chicago, Ill., AMA, 1966, p. 86-90.



# **Efecto del proceso de maduración del maíz sobre su valor nutritivo <sup>1</sup>**

ROBERTO A. GÓMEZ-BRENES<sup>2</sup>, LUIZ G. ELÍAS<sup>2</sup> Y  
RICARDO BRESSANI<sup>3</sup>

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

## **RESUMEN**

Se recolectaron muestras de maíces en diferentes etapas de maduración, las cuales fueron liofilizadas y sometidas a análisis químico proximal, fraccionamiento nitrogenado y pruebas de crecimiento en ratas jóvenes, para determinar el valor nutritivo de este cereal en las diferentes fases de desarrollo del grano.

El análisis proximal de las muestras, expresado en base seca, señaló un descenso paralelo con la maduración del grano en el contenido de proteína, fibra cruda, ceniza, fósforo y hierro. En cambio, el contenido de grasa y de hidratos de carbono aumentó. El fraccionamiento nitrogenado reveló un incremento de zeína y un descenso de la fracción de nitrógeno soluble en agua.

Se determinó el contenido de los aminoácidos triptofano, lisina, metionina y arginina, observándose una disminución de sus valores originales, con excepción de la arginina, que aumentó conforme el maíz avanzaba en su maduración. Las pruebas de crecimiento en ratas pusieron de manifiesto un descenso apreciable en el índice de eficiencia proteica, reflejando así los cambios progresivos que ocurren en la concentración de zeína y de los aminoácidos durante la maduración del grano.

---

<sup>1</sup> La investigación aquí descrita se llevó a cabo con fondos provenientes de la Fundación W. K. Kellogg, con sede en Battle Creek, Michigan, Estados Unidos de América.

<sup>2</sup> Científicos de la División de Ciencias Agrícolas y de Alimentos del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá.

<sup>3</sup> Jefe de la citada División.  
Publicación INCAP E-395

Recibido: 14-12-1967

## INTRODUCCION

En el maíz que ha alcanzado plena madurez, una parte considerable de su proteína es la zeína (1-3), fracción que no sólo es deficiente en los aminoácidos esenciales lisina y triptofano, sino también de muy baja digestibilidad. Sin embargo, informes en la literatura relativa al tema (4-6) señalan la poca cantidad de zeína que el maíz contiene antes de su maduración.

En la América Central, una buena proporción del maíz tierno se consume en forma de atole, bebida que se prepara cortando las mazorcas a las 18 semanas después de la siembra cuando están aún en estado lechoso, es decir, con maíz tierno, y también se usa para preparar tamales<sup>4</sup> de elote, para lo cual el grano se corta a las 20 semanas después de sembrado. A partir de estos antecedentes y ya que hasta la fecha se carece de información sobre el valor nutritivo del maíz en sus diversas etapas de maduración, se consideró de importancia investigar el efecto que dicho proceso ejerce sobre el valor nutritivo del grano. Con este propósito en mientes se desarrolló el presente estudio, cuya finalidad fue recabar datos relativos a la distribución de zeína y al contenido de aminoácidos del grano de maíz durante sus diferentes etapas de desarrollo, y establecer también su valor nutritivo mediante ensayos biológicos en ratas.

## MATERIALES Y METODOS

El maíz utilizado en este estudio se seleccionó entre las variedades de uso común en la República de Guatemala (Maíz Azotea) y fue cultivado en la finca de experimentación agrícola del INCAP, la cual se encuentra situada a una altura de aproximadamente 1.750 metros sobre el nivel del mar. Para el primer estudio biológico, en ratas, se utilizó maíz en proceso de maduración; éste se sembró el 5 de junio de 1963, y luego se recolectaron siete muestras con una semana de intervalo entre un corte y otro, habiéndose hecho el primero de éstos a las 23 semanas de sembrado el maíz.

---

<sup>4</sup> Alimento semiduro de forma rectangular preparado mezclando masa de maíz con azúcar, sal, canela y mantequilla, envuelto en las hojas de las mazorcas y cocido al vapor para gelatinizar el almidón.

En el caso del segundo ensayo biológico, así como para los estudios de fraccionamiento del nitrógeno proteico y no proteico del grano, el maíz se sembró el 19 de diciembre de 1965. Luego se recolectaron 10 muestras también con una semana de intervalo, haciéndose el primer corte a las 20 semanas de su siembra, y el décimo corte a las 29 semanas.

Viene al caso señalar que en ambas recolecciones, el maíz, a las 28 semanas de sembrado, estaba completamente maduro y casi seco, y a las 29 semanas, del todo seco y listo para ser cosechado.

Las muestras, en mazorca, transportadas a los laboratorios fueron desgranadas, y el grano se liofilizó y luego se molió a un grueso de 40 mallas. Parte de ellas se desgrasaron con hexano durante 48 horas en un extractor Soxhlet con el objeto de facilitar el fraccionamiento proteico. Todas las muestras fueron almacenadas en un cuarto refrigerado a 4°C hasta el momento de practicar los análisis químicos y las pruebas biológicas.

La extracción de zeína y nitrógeno no proteico se llevó a cabo en el material seco, molido y desgrasado, con 75% de etanol y siguiendo el método de Christianson y colaboradores (7). Se tomó una alícuota de este extracto para determinación del nitrógeno total extraído; el resto del extracto se evaporó en un baño de agua a 40°C con una corriente de aire, a fin de eliminar el alcohol y precipitar la zeína, la cual se separó por filtración, quedando el nitrógeno no proteico en solución acuosa. El contenido de nitrógeno de ambas fracciones fue determinado por el método macro-Kjeldahl.

La determinación del contenido de humedad, grasa, fibra cruda y ceniza, así como la digestión de nitrógeno, se realizaron utilizando los métodos oficiales de la AOAC (8); la destilación y titulación del nitrógeno se efectuó de acuerdo al procedimiento recomendado por Hamilton y Simpson (9). La determinación de fósforo se verificó colorimétricamente según Fiske y Subbarow (10) con la modificación de Lowry y López (11). La determinación colorimétrica del hierro se hizo utilizando el método de Jackson (12) y el de Moss y Mellon (13). Los aminoácidos esenciales se determinaron por técnicas microbiológicas en hidrolizados ácidos o alcalinos, empleando las bacterias y los medios de cultivo usados por Steele y colaboradores (14).

Los animales de experimentación utilizados en este ensayo fueron ratas albinas Wistar de la colonia del INCAP, de aproximadamente 21 días de nacidas. Se usaron seis animales por grupo, en cada ración. El primer estudio de crecimiento —con el maíz sembrado en 1963— incluyó 3 hembras y 3 machos por grupo, con un peso promedio de 46 g. En el segundo experimento, en el cual se usó el maíz sembrado en 1965, se usaron ratas macho únicamente, cuyo peso promedio era de 49 g. En ambos ensayos los animales se mantuvieron en jaulas individuales con fondo levantado de tela metálica, para evitar coprofagia, suministrándoles agua y alimento *ad libitum*. Además, se llevó un registro semanal de datos sobre consumo de alimento y ganancia de peso durante un período de 28 días.

Las raciones administradas a las ratas contenían aproximadamente 7% de proteína a base de maíz en sus diversas etapas de maduración, el cual se incluyó en las raciones en porcentajes que variaron de 60 a 90 de acuerdo a su contenido proteico, ajustándose con almidón de maíz hasta completar 100 g. Asimismo, éstas contenían 4% de una mezcla mineral<sup>5</sup>, 5% de aceite de semilla de algodón, 1% de aceite de hígado de bacalao<sup>6</sup> y 5 ml. de una solución vitamínica (16) por cada 100 g de alimento.

## RESULTADOS

Los cambios que ocurrieron en la composición química proximal del grano de maíz en proceso de maduración se detallan en el Cuadro N° 1. En las muestras sembradas en 1963, el contenido de nitrógeno bajó consistentemente de 1.55 que acusaron a las 23 semanas de su siembra a 1.30% a las 29 semanas. En cuanto a las muestras del maíz sembrado en 1965, el contenido de nitrógeno descendió considerablemente de 2.03 a las 20 semanas a 1.54% a las 22 semanas, decreciendo de nuevo ligeramente hasta alcanzar un valor de 1.41% a las 29 semanas.

Las determinaciones relativas al extracto etéreo y fibra cruda realizadas en las muestras de 1963 revelaron que éstas

<sup>5</sup> Mezcla mineral Hegsted (15), obtenida de Nutritional Biochemicals Corporation, Cleveland, Ohio, E.E.UU.

<sup>6</sup> Contiene 1.800 unidades U.S.P. de vitamina A y 175 unidades U.S.P. de vitamina D, por gramo. Se obtuvo por cortesía de Mead-Johnson International, con sede en Evansville, Indiana, E.E.UU.

**CUADRO Nº 1**  
**CAMBIOS EN LA COMPOSICION QUIMICA DEL GRANO DE MAIZ EN PROCESO DE MADURACION**  
 (determinados en base seca)

Semanas <sup>1</sup>	N g%	Extracto etéreo g%	Fibra cruda g%	Ceniza g%	Fósforo mg%	Hierro mg%	Carbohidratos por diferencia <sup>2</sup> g%
<b>1963</b>							
23	1.55	5.4	2.6	1.6	—	—	80.7
24	1.52	6.0	2.6	1.2	—	—	80.7
25	1.35	5.6	2.6	1.2	—	—	82.1
27 <sup>3</sup>	1.43	5.8	2.2	1.2	—	—	81.8
28	1.41	6.0	2.2	1.1	—	—	81.8
29	1.30	5.3	2.6	1.2	—	—	82.8
<b>1965</b>							
20	2.03	3.6	6.6	3.2	162.1	5.6	73.9
21	1.80	3.5	5.9	2.7	373.3	4.3	76.6
22	1.54	4.7	4.0	2.6	362.8	4.0	79.0
23	1.51	4.6	3.1	1.9	342.8	3.8	80.9
24	1.54	5.2	2.7	2.0	350.1	3.1	80.5
25	1.54	4.7	2.9	1.9	324.4	2.2	80.9
26	1.45	4.5	2.4	1.6	307.4	2.2	82.4
27	1.44	5.5	2.4	1.5	294.7	2.8	81.5
28	1.26	5.2	2.2	1.2	247.6	3.1	83.5
29	1.41	4.9	2.2	1.2	285.4	6.6	82.9

<sup>1</sup> Número de semanas después de sembrado el maíz.

<sup>2</sup> = 100 — (Proteína + extracto etéreo + fibra cruda + ceniza).

<sup>3</sup> Mezcla de muestras obtenidas del 4º y 5º cortes.

CUADRO N° 2

FRACCIONAMIENTO DEL NITROGENO DEL GRANO DE MAIZ DURANTE SUS DIVERSAS ETAPAS DE MADURACION

A. Porcentaje de nitrógeno del maíz extraído con 75% de etanol.									
Semanas <sup>1</sup>	21 <sup>2</sup>	22	23	24	25	26	27	28	29
Extraído	34.7	39.3	40.3	39.7	39.2	40.1	35.4	35.2	27.9
Residuo por diferencia	65.3	60.7	59.7	60.3	60.8	59.9	64.6	64.8	72.1
B. Fraccionamiento del extracto alcohólico en nitrógeno no proteico soluble en agua y en nitrógeno insoluble en agua (zeína).									
% N soluble en agua	66.6	38.6	25.9	30.8	25.9	22.9	25.0	22.2	21.1
% N insoluble en agua	11.7	52.6	60.3	59.6	63.8	62.3	58.9	77.8	68.4
% N perdido <sup>3</sup>	21.7	8.8	13.8	9.6	10.3	14.8	16.1	0.0	10.5
C. Resumen de cambios en la composición de las fracciones de nitrógeno durante el desarrollo del grano de maíz.									
% N residual	65.3	60.7	59.7	60.3	60.8	59.9	64.6	64.8	72.1
% N soluble en agua	23.1	15.2	10.4	12.2	10.2	9.2	8.9	7.8	5.9
% N insoluble en agua (zeína)	4.1	20.7	24.3	23.7	25.0	25.0	20.8	27.4	19.1
% N perdido <sup>3</sup>	7.5	3.4	5.6	3.8	4.0	5.9	5.7	0.0	2.9

<sup>1</sup> Número de semanas después de sembrado el maíz.

<sup>2</sup> Mezcla de muestras obtenidas del 1º y 2º cortes.

<sup>3</sup> Pérdida de nitrógeno durante el fraccionamiento del extracto alcohólico.

no sufrieron cambios considerables durante el proceso de maduración. Sin embargo, en las muestras de 1965 el extracto etéreo aumentó de 3.6% a las 20 semanas a 5.5% a las 27 semanas, contenido que se mantuvo cerca de este valor hasta las 29 semanas. El análisis reveló que en estas muestras la fibra cruda también decreció consistentemente, de 6.6 a las 20 semanas a 2.2% a las 29 semanas.

Tanto en las muestras de 1963 como en las de 1965, pudo establecerse que el contenido de ceniza bajó y el de hidratos de carbono aumentó en forma paralela al desarrollo del grano.

El contenido de fósforo y hierro solamente se determinó en las muestras de 1965. En el caso del fósforo, éste ascendió de 162.1 mg% a las 20 semanas hasta 373.3 mg% a las 21 semanas, para luego descender, alcanzando 285.4 mg% a las 29 semanas. El contenido de hierro decreció de 5.6 a las 20 semanas a 2.2 mg% a las 29 semanas.

En el Cuadro N<sup>o</sup> 2 se presentan los resultados del fraccionamiento del nitrógeno del grano de maíz en sus diversas etapas de maduración. Para este fraccionamiento se usaron únicamente las muestras cultivadas en 1965. El porcentaje de nitrógeno del maíz extraído con 75% de etanol se detalla en el Cuadro N<sup>o</sup> 2(A) y, según puede apreciarse, éste varió de 34.7 a las 21 semanas a 27.9% a las 29 semanas, obteniendo un valor máximo de 40.3% a las 23 semanas de su siembra. Los porcentajes de nitrógeno de las dos fracciones, una soluble y la otra insoluble en agua con respecto al nitrógeno total del extracto alcohólico, figuran en el Cuadro N<sup>o</sup> 2(B). El contenido de nitrógeno soluble en agua descendió bruscamente de 66.6 a las 21 semanas a 38.6% a las 22 semanas, decreciendo nuevamente hasta 21.1% a las 29 semanas. Por el contrario, el nitrógeno de la fracción insoluble en agua aumentó abruptamente de 11.7 a las 21 semanas a 52.6% a las 22 semanas, y siguió un alza progresiva hasta alcanzar el valor de 68.4% a las 29 semanas. Parte del contenido de nitrógeno se perdió durante el fraccionamiento del extracto alcohólico, posiblemente por las diferentes manipulaciones a que se sometió el extracto. Las pérdidas de nitrógeno fluctuaron desde 0 hasta 21.7%, con un valor promedio de 11.7%.

Las relaciones existentes entre el nitrógeno residual y el de la fracción soluble en agua (nitrógeno no proteico), así como el de la fracción insoluble en agua (zeína), se resumen

en el Cuadro N° 2 (C). Los datos correspondientes se expresan como porcentajes de nitrógeno con respecto al nitrógeno total del grano de maíz. Según se observa, el nitrógeno no proteico soluble en agua constituye un 23.1% en el maíz tierno, es decir, a las 21 semanas de su siembra, y éste decrece paralelamente a la maduración del grano hasta constituir el 5.9% a las 29 semanas. En contraposición a lo expuesto, el nitrógeno insoluble en agua (zeína) forma solamente un 4.1% en el maíz tierno (21 semanas); sin embargo, a las 22 semanas, ya constituye parte importante del grano (20.7%) y sus niveles siguen aumentando progresivamente hasta alcanzar el valor máximo de 27.4% cuando el maíz ya ha alcanzado plena madurez y sequedad y se encuentra listo para ser cosechado.

En el Cuadro N° 3 se presentan los resultados de la determinación de cuatro aminoácidos en las muestras de maíz cultivadas en 1965, triptofano, metionina, lisina y arginina, los que, además de ser esenciales, presentan ciertas características con respecto a su contenido en la zeína.

La concentración de los aminoácidos triptofano y lisina descendió en el maíz conforme avanzaba la maduración, tanto al ser expresados en términos de porcentaje de muestra seca como en base a su contenido de nitrógeno. Siendo la lisina la que reflejó mejor el efecto de la maduración.

Expresado en términos de porcentaje de muestra seca, el aminoácido metionina también decreció por efecto de la maduración, ya que a las 21 semanas de siembra éste acusaba un valor de 0.344 g%, mientras que a las 29 semanas éste fue de 0.245 g%. Sin embargo, expresado en base de contenido de nitrógeno, se observa primero un incremento de 0.179 a las 21 semanas, a 0.227 a las 28 semanas, y luego un descenso que se tradujo en un valor final de 0.174 g/g N a las 29 semanas.

En lo que respecta al contenido de arginina, inicialmente ocurrió un descenso en su concentración (de 0.519 a 0.404 g% entre la 21 y la 26 semanas) y luego un alza hasta alcanzar el valor de 0.542 g% a las 29 semanas. Expresados en base al contenido de nitrógeno, estos valores reflejan un incremento en la concentración de este aminoácido de 0.270 a 0.434 g/g N entre la 21 y la 28 semanas, seguido de un descenso que acusó 0.385 g/g N a las 29 semanas de sembrado el maíz.

En el Cuadro N° 4 se presentan los hallazgos del primer ensayo biológico realizado con el maíz cuyo cultivo se hizo en

CUADRO N° 3

CAMBIOS EN LOS AMINOACIDOS DEL GRANO DE MAÍZ DURANTE EL PROCESO DE SU MADURACION  
(determinados en base seca)

Semanas <sup>1</sup> 1965	TRIPTOFANO		METIONINA		LISINA		ARGININA	
	g%	g/gN	g%	g/gN	g%	g/gN	g%	g/gN
21 <sup>2</sup>	0.215	0.112	0.344	0.179	0.755	0.394	0.519	0.270
22	0.149	0.096	0.326	0.211	0.463	0.299	0.535	0.346
23	0.132	0.087	0.311	0.205	0.436	0.287	0.421	0.277
24	0.136	0.088	0.331	0.215	0.409	0.265	0.488	0.316
25	0.164	0.106	0.340	0.221	0.402	0.261	0.505	0.328
26	0.211	0.145	0.291	0.200	0.390	0.268	0.404	0.278
27	0.138	0.095	0.299	0.207	0.379	0.262	0.506	0.350
28	0.122	0.097	0.286	0.227	0.396	0.314	0.547	0.434
29	0.137	0.097	0.245	0.174	0.329	0.234	0.542	0.385

<sup>1</sup> Número de semanas después de sembrado el maíz.

<sup>2</sup> Mezcla de muestras obtenidas del 1º y 2º cortes.

CUADRO N° 4

**EFEECTO DE LOS DIFERENTES GRADOS DE MADURACION DEL MAIZ  
SOBRE EL CRECIMIENTO DE RATAS <sup>1</sup>**  
(muestras cultivadas en 1963)

Raciones (a base de maíz)	Proteína en la ración g%	Aumento promedio de peso g	Indice de eficiencia proteica (PER)
Corte hecho a las:			
23 semanas	7.84	32.0 ± 4.7	1.74 ± 0.15
24 "	8.37	20.0 ± 6.0	1.14 ± 0.28
25 "	7.06	25.8 ± 12.4	1.52 ± 0.55
27 <sup>2</sup> "	6.96	17.7 ± 6.0	1.24 ± 0.28
28 "	6.45	19.8 ± 6.2	1.22 ± 0.33
29 "	6.58	22.0 ± 9.5	1.31 ± 0.48

<sup>1</sup> El ensayo incluyó 6 ratas por grupo: 3 machos y 3 hembras, cuyo peso inicial era de 46 gramos.

<sup>2</sup> Mezcla de muestras obtenidas del 4º y 5º cortes.

1963. Los datos revelan, según se aprecia, una disminución en la ganancia ponderal de los animales conforme la maduración del maíz avanzaba. Este descenso puede observarse mejor aún al comparar el maíz obtenido a las 23 semanas de su siembra con el grano que se cortó a las 24 semanas, pues no obstante que la ración preparada con el maíz de 24 semanas de cultivo acusó una concentración proteica de 0.53% más alta que la primera, el aumento ponderal de los animales alimentados con la segunda ración fue solamente de 43.4%, mientras que el incremento en peso obtenido con la primera fue de 69.5% con respecto a los pesos iniciales de las ratas.

Estos cambios se reflejan con mayor fidelidad en los índices de eficiencia proteica ("Protein Efficiency Ratio" = PER), respectivos, pues con el maíz cuyo corte se hizo a las 23 semanas se obtuvo un PER de 1.74 ± 0.15 y 1.14 ± 0.28 con el maíz cuyo corte se hizo a las 24 semanas de la siembra.. La inconsistencia que acusan las desviaciones estándar podrían explicarse a partir del hecho de que se trabajó a un nivel proteico bajo en la ración, y por este motivo los animales no siem-

pre respondieron en la misma forma. Sin embargo, análisis estadísticos sobre las ganancias en peso de los animales entre las 23 y las 29 semanas después de sembrado el maíz demostraron ser altamente significativas.

Los resultados del segundo ensayo de crecimiento en ratas jóvenes, en el que se usó el maíz sembrado en 1965, se dan a conocer en el Cuadro N° 5. En este caso, los animales que

CUADRO N° 5

EFFECTO DE LAS DIVERSAS ETAPAS DE MADURACION DEL GRANO DE MAIZ SOBRE EL CRECIMIENTO DE RATAS JOVENES <sup>1</sup>  
(muestras cultivadas en 1965)

Raciones (a base de maíz)	Proteína en la ración g%	Aumento promedio de peso g	Indice de eficiencia proteica (PER)
Corte hecho a las:			
21 semanas <sup>2</sup>	8.57	32.8 ± 7.6	1.41 ± 0.19
22 semanas	8.50	27.8 ± 10.5	1.37 ± 0.34
23 semanas	7.80	18.5 ± 12.2	1.17 ± 0.44
24 semanas	7.17	20.8 ± 9.5	1.11 ± 0.46
25 semanas	7.52	15.2 ± 10.7	1.08 ± 0.40
26 semanas <sup>3</sup>	7.55	21.7 ± 8.7	1.20 ± 0.38
28 semanas	7.93	16.0 ± 6.4	1.07 ± 0.35
29 semanas	6.87	10.5 ± 8.1	0.86 ± 0.40

<sup>1</sup> El ensayo incluyó ratas machos por grupo, con un peso inicial de 49 gramos.

<sup>2</sup> Mezcla de muestras obtenidas del 1° y 2° cortes.

<sup>3</sup> Mezcla de muestras obtenidas del 6° y 7° cortes.

recibieron el maíz cortado a las 21 semanas mostraron un aumento ponderal promedio de  $32.8 \pm 7.6$  g en el término de 28 días. Esta ganancia en peso disminuyó progresivamente con el estado de maduración del maíz hasta obtener un incremento de peso promedio de  $10.5 \pm 8.1$  g en las ratas alimentadas con la ración a base del maíz cuyo corte se efectuó a las 29 semanas de la siembra. La eficiencia proteica decreció paralelamente a la maduración del grano, desde  $1.41 \pm 0.19$  a las 21 semanas hasta  $0.86 \pm 0.40$  a las 29 semanas.

## DISCUSION

Los resultados de los estudios descritos en este trabajo en lo concerniente a la composición química del maíz en sus diversas etapas de maduración son similares a los observados por Evans en 1941 (17) en maíces cultivados en los Estados Unidos de América, y a los obtenidos por Bressani y Conde en 1961 (4) en maíces de la Costa Sur de Guatemala. El fraccionamiento a que se sometió la proteína del grano de maíz para determinar los cambios que ocurren en la distribución de las fracciones de nitrógeno en el proceso de su maduración confirma los hallazgos de otros investigadores (4-6). En sus diversos trabajos éstos han notificado la poca cantidad de zeína que presenta el maíz tierno, seguida de un notorio aumento de esta proteína a medida que el maíz avanza en su desarrollo hasta alcanzar la madurez, convirtiéndose luego esta fracción proteica en una de las más importantes del grano. Asimismo, se corroboran las observaciones de estos investigadores en el sentido de que con el rápido aumento que ocurre en la razón nitrógeno de zeína a nitrógeno total se presenta, en orden inverso, una reducción en el nitrógeno no proteico soluble en agua.

En los valores correspondientes al maíz de 1965, cosechado a las 28 semanas, se observa que hay menos nitrógeno total, más zeína y, sin embargo, más lisina. Estos resultados son diferentes a los esperados, para los cuales no se puede ofrecer ninguna explicación.

Los resultados del fraccionamiento nitrogenado presentados en este estudio, y los de otros investigadores (4-7), sugieren que el efecto de la maduración sobre el desarrollo del grano de maíz podría considerarse como un proceso compuesto de tres etapas. La primera, que dura hasta la 21 semana después de la siembra, se caracteriza por una baja concentración de zeína y altos niveles de hierro, fósforo y compuestos solubles (aminoácidos, nucleótidos, nitrógeno soluble y azúcares). En la segunda etapa, comprendida entre la 22 y la 25 semanas después de la siembra, la zeína principia a formarse en cantidades apreciables a partir de las fracciones de nitrógeno soluble y durante esta fase los carbohidratos simples se convierten en carbohidratos complejos y grasa. La tercera etapa, que podría denominarse de almacenaje, estaría com-

prendida entre las 25 semanas posteriores a la siembra del maíz y el momento de su recolección, y se caracteriza por una acumulación de carbohidratos complejos, zeína y pérdida de agua en el grano. Es de interés indicar que la concentración de zeína en el maíz de la Azotea es inferior al de variedades informadas por otros investigadores (1, 2, 3). Los valores de zeína consignados en este trabajo son similares a los indicados para el maíz Opaco-2, con la diferencia que en éste la cantidad de nitrógeno no-proteico es superior al del maíz usado en el presente estudio (18). Estos resultados sugieren que maíces como el de la Azotea contienen el gen-Opaco-2 u otro en pequeña dosis, lo cual amerita más investigación.

Evidentemente, las dos primeras etapas pueden considerarse como las más activas del proceso metabólico de maduración, ya que la síntesis proteica y la formación de polisacáridos y grasa se lleva a cabo durante este período.

Los resultados de los estudios efectuados con ratas jóvenes en proceso de crecimiento, cuyo propósito fue obtener un índice del valor nutritivo de la proteína del maíz en vías de maduración, señalan que en sus primeras etapas el grano tiene un valor nutritivo superior al del maíz sazón. Estos hallazgos, y los correspondientes a los análisis de aminoácidos y fraccionamiento nitrogenado, parecen indicar que en el maíz tierno el triptofano es el aminoácido limitante, habiendo cantidades relativamente altas de lisina, ya que el contenido de triptofano no cambia del maíz tierno al maíz sazón. Por el contrario, y como lo han demostrado varios investigadores (19-22), en el maíz sazón los aminoácidos limitantes son la lisina y el triptofano. Estos resultados, así como los informados por otros autores (4), que han demostrado que las glutelinas —proteínas de mejor calidad que la zeína— se encuentran en una mayor concentración en el grano tierno que en el sazón, justifican, pues, el menor crecimiento que se obtuvo en las ratas alimentadas con este último en el curso de los ensayos biológicos descritos.

Una de las principales desventajas del maíz tierno es su bajo contenido en proteína, el cual se podría mejorar por la adición de concentrados proteicos. Con ello se lograría obtener alimentos de valor nutritivo superior, con la ventaja de su alta aceptación por parte de los pobladores, puesto que su

olor y su sabor son agradables y, como se dijo, se acostumbra muy comúnmente en la alimentación rural de los países del área centroamericana.

#### SUMMARY

##### Effect of maturation on the nutritive value of corn

Samples of corn collected at different stages of development were analyzed for their chemical composition, and fed to young rats to determine the nutritive value of their protein. The samples were also analyzed for the amount of alcohol-soluble and water-soluble nitrogen and for their content of tryptophan, lysine, methionine and arginine.

Results of the main chemical components, expressed on a dry weight basis, showed a decrease in protein, crude fiber, ash, phosphorus and iron content. On the other hand, the fat and carbohydrate content increased with maturation of the grain. Nitrogen fractionation showed an increase in zein and a decrease in the nitrogen fraction soluble in water. The tryptophan, lysine and methionine content decreased while the arginine content increased with maturation time.

The weight gain and protein efficiency ratio of rats fed on the samples decreased with maturation time, thus corroborating the chemical data obtained.

#### BIBLIOGRAFIA

- (1) Bressani, R. & Mertz, E. T.—Studies on corn proteins. IV. Protein and amino acid content of different corn varieties. *Cereal Chem.*, 35: 227-235, 1958.
- (2) Hamilton, T. S., Hamilton, B. C., Johnson, B. C. & Mitchell, H. H.—The dependence of the physical and chemical composition of the corn kernel on soil fertility and cropping system. *Cereal Chem.*, 28: 163-176, 1951.
- (3) Hansen, D. W., Brimhall, B. & Sprague, G. F.—Relationship of zein to the total protein in corn. *Cereal Chem.*, 23: 329-335, 1946.
- (4) Bressani, R. & Conde, R.—Changes in the chemical composition and in the distribution of nitrogen of maize at different stages of development. *Cereal Chem.*, 38: 76-84, 1961.
- (5) Ingle, J., Beitz, D. & Hageman, R. H.—Changes in composition during development and maturation of maize seeds. *Plant Physiol.*, 40: 835-839, 1965.
- (6) Zeleny, L.—The distribution of nitrogen in the seed of *Zea mays* at different stages of maturity. *Cereal Chem.*, 12: 536-542, 1935.
- (7) Christianson, D. D., Wall, J. S. & Cavins, J. F.—Nutrient distribution in grain. Location of nonprotein nitrogenous substances in corn grain. *J. Agr. Food Chem.*, 13: 272-276, 1965.
- (8) Association of Official Agricultural Chemist. *Official Methods of Analysis*. 8th ed. Washington, D. C., 1955.
- (9) Hamilton, L. F. & Simpson, S. G.—*Talbot's Quantitative Chemical Analysis*. 9th ed. New York, McMillan Co., 1946.

- (10) Fiske, C. H. & Subbarow, Y.—The colorimetric determination of phosphorus. *J. Biol. Chem.*, 66: 375-400, 1925.
- (11) Lowry, O. H. & López, J. A.—The determination of inorganic phosphate in the presence of labile phosphate esters. *J. Biol. Chem.*, 162: 421-428, 1946.
- (12) Jackson, S. H.—Determination of iron in biological material. *Ind. Eng. Chem. Anal. Ed.*, 10: 302-304, 1938.
- (13) Moss, M. L. & Mellon, M. G.—Colorimetric determination of iron with 2, 2' -bipyridyl and with 2, 2', 2'' -terpyridyl. *Ind. Eng. Chem. Anal. Ed.*, 14: 862-865, 1942.
- (14) Steele, B. F., Sauberlich, H. E., Reynolds, M. S. & Baumann, C. A. Media for *Leuconostoc mesenteroides* P-60 and *Leuconostoc citrovorum* 8081. *J. Biol. Chem.*, 177: 533-544, 1949.
- (15) Hegsted, D. M., Mills, R. C., Elvehjem, C. A. & Hart, E. B.—Choline in the nutrition of chicks. *J. Biol. Chem.*, 138: 459-466, 1941.
- (16) Manna, L. & Hauge, S. M.—A possible relationship of vitamin B<sub>12</sub> to orotic acid. *J. Biol. Chem.*, 202: 91-96, 1953.
- (17) Evans, J. W.—Changes in the biochemical composition of the corn kernel during development. *Cereal Chem.*, 18: 468-473, 1941.
- (18) Mertz, E. T., Bates, L. S. & Nelson, O. E.—Mutant gene that changes protein composition and increases lysine content of maize endosperm. *Science*, 145: 279-280, 1964.
- (19) Gillespie, G. T., Flynn, L. M., O'Dell, B. L. & Hogan, A. G.—Nicotinic acid, lysine, tryptophan and threonine as supplements to high-protein corn. *Mo. Agr. Exp. Sta. Res. Bull.* 679, 1958.
- (20) Hogan, A. G., Gillespie, G. T., Koçtürk, O., O'Dell, B. L. & Flynn, L. M.—The percentage of protein in corn and its nutritional properties. *J. Nutrition*, 57: 225-239, 1955.
- (21) Koçtürk, O. N., Flynn, L. M., O'Dell, B. L. & Hogan, A. G.—Nicotinic acid, lysine and tryptophan as supplements to low-protein corn. *Mo. Agr. Exp. Sta. Res. Bull.* 678, 1958.
- (22) Sure, B.—Protein efficiency. Improvement in whole yellow corn with lysine, tryptophan and threonine. *J. Agr. Food Chem.*, 1: 626-629, 1953.



# **A comparison of dietary data obtained in Jamaica by twenty-four-hour recall and by weighing**

HELEN C. FOX<sup>1</sup>, VERSADA S. CAMPBELL<sup>1</sup> AND H. G. LOVELL<sup>2</sup>

## **SUMMARY**

The sampling and field work for a dietary survey in which data were collected both by twenty-four-hour recall and by weighing the food eaten by six hundred and sixty-five Jamaican children between the ages of weaning and six years are described. Results obtained by the two methods have been compared and show that there is a tendency to report less food items and smaller intakes when the recall method is used. Mean figures are given for the daily consumption of thirty-nine groups of items by the children and for the daily intake of food constituents of prime interest as estimated from both methods of data collection.

Little factual information on the dietary pattern of young Jamaican children has been reported, although sufficient observations have been made on low income families to indicate that preschool children are relatively more poorly fed than are older children and adults (1, 2). The major deficiencies appear to be in calories, protein and riboflavin intake.

Previous surveys undertaken by various local agencies had adopted either the recall (3) or the weighing technique (4) and each had been warmly defended by its users. Since no overwhelming justification could be found for preferring either method and such reports as existed were concerned

---

<sup>1</sup> Human Nutrition Research Unit, Scientific Research Council, Jamaica, W. I.

<sup>2</sup> Medical Research Council, Epidemiological Research Unit, U. W. I.

Received: 12-4-1967

with developed countries (5, 6, 7), it was decided to use both. The less expensive twenty-four-hour recall method was used to collect the six-day diet consumption of all the children and, in order to check its validity when used in a developing country, the recall history of one day's diet for each child was matched with a complete weight record of food intake for that day. This paper describes the survey and compares the results of weighing and recall histories of the same days.

### MATERIAL AND METHODS

For financial reasons the survey was carried out in conjunction with a household expenditure survey of the Government of Jamaica. The statistical plan of this survey, the area selection and mapping have therefore been reported (8). Area maps and lists of all the households in fifty-nine areas selected by means of a stratified random sample, were provided for the purposes of this survey and a random sample of twenty to twenty-five households was selected from each list.

The subjects whose diets were investigated were infants receiving not more than 2 breast feeds in twenty-four hours and children under seven years old. The households were visited in the order of their random selection and all children of appropriate age were listed until a total of at least twelve children had been obtained. All children in the chosen households and in the age group of interest were studied so that the number of children surveyed in an area varied between twelve and sixteen. The number of households varied between four and eight.

The composition of the sample is shown in Table 1 together with estimates of the number of Jamaican children in the relevant age group. Twenty-two areas selected for this survey were urban and thirty-seven were rural. A total of three hundred and sixty-nine households were asked to participate; two refused and were replaced. In six households either the children being observed were removed from the house during the course of the survey or information was withheld and these children, nine in all, were not replaced. Three hundred and sixty-three households were, therefore, included in the study. The data on two children under one year old were later dis-

TABLE 1  
THE NUMBER OF HOUSEHOLDS AND CHILDREN SURVEYED  
IN URBAN AND RURAL AREAS

	Urban	Rural	Total
No. of Areas	22	37	59
No. of Households scouted	124	245	369
No. of Households surveyed	122	241	363
No. of children			
Weaning - 1 yr.	26	17	43
1 - 3 "	81	185	266
3 - 6 "	112	244	356
Total	219	446	665
Approx. Population in relevant age range (1960 census)	45,000	227,000	272,000
% Population studied	0.49	0.20	0.25

carded because their main dietary intake was breast milk although they also received supplementary feeding in the form of sweetened "bush" tea five or six times daily. The diets of six hundred and sixty-five children are therefore reported. Although sixty-seven percent of these children were from rural areas the urban population is over-represented in the sample because statistical selection was based on areas and households and not on children in the relevant ages.

The field officers were trained in survey methods and the importance of keeping accurate records was particularly stressed. They were instructed not to discuss the diets of the children among themselves, but were encouraged to inform each other of daily customs and happenings in the households as an aid to pinpointing particular days for recall purposes. The supervising officer made spot checks twice a week.

Every effort was made to ensure that there was a clear understanding between the householder and the field officer that the history should be taken from the person who had prepared the child's meals, that it should relate to the day immediately preceding the field officer's visit, and that quan-

tities were to be given as accurately as possible. A few simple precautions were found helpful in promoting these aims; for instance, each area was visited in the week preceding the survey and local customs noted. All utensils used in preparing and serving meals were measured for capacity in liquid measures and quantities of food were arrived at by requesting the respondent to give a visual indication of the amount prepared or served in the relevant utensil. Visual indicators had been found to be the most accurate method among this low socioeconomic group of the population where the housewife was for the most part illiterate. No assistance in weighing, measuring or recording food intake was therefore accepted; quantities being handed to the field officer in the household container.

Twenty-four-hour recalls of the children's food consumption were taken by field officers from each household for six days, Sunday through Friday, in one week. On one of the survey days, other than Sunday, all food items were weighed; records were made of the raw weights of individual items on the household menu, the weight of the item or composite recipe when cooked, and the waste. The child's portion of the total minus his plate waste gave an estimate of his consumption of each ingredient. In addition, the quantity of each item or composite recipe was recorded in descriptive terms given by the housewife, this information being used for transposing the recall data to quantitative amounts. Data for the twenty-four-hour recalls were collected by an officer other than the one who did the weighing for that household so that the householder would remain unaided in his or her recall.

The work was carried out in three phases. Inter-phase conferences helped to co-ordinate the approach of all survey staff. Two observers collected recall histories from rural areas and each weighed one day's food intake of almost every child being observed by the other. A third observer collected recall histories for five days and weighed one day's food for urban children during the last two phases of the survey and the fourth member of the team collected their matched recall histories.

The data were stored on paper tape and analysed on an IBM 1620 electronic computer.

TABLE 2

THE NUMBERS OF CHILDREN WHO CONSUMED EACH OF 39 FOOD GROUPS, AS DETERMINED BY TWO METHODS OF OBSERVATION

Group No.	Food	1. Similarity	2. Difference	
		Both methods	Weighing only	Recall only
1	Flour - whole wheat	16	5	6
2	Flour - ordinary	537	41	20
3	Oats - Pablum, popcorn, Farex	69	11	3
4	Cornmeal - Cornflakes	255	26	13
5	Rice, Barley, Cornstarch	220	17	4
6	Green banana & Plantain	278	43	21
7	Yam	183	25	16
8	Breadfruit	122	15	14
9	Cocoyam *	31	8	10
10	Potatoes - Irish	72	14	13
11	Potatoes - Sweet	63	13	8
12	Beans & Peas - dry	97	11	14
13	Beans & Peas - green	9	3	2
14	Sugar - Granulated	346	34	19
15	Sugar - Brown	547	31	20
16	Milk - Cow's fresh	398	22	15
17	Milk - dried skimmed	187	13	7
18	Milk - dried half cream	18	3	0
19	Beef	42	9	13
20	Mutton	7	1	2
21	Pork (fat)	67	29	7
22	Chicken	29	5	2
23	Liver	3	1	1
24	Eggs	92	30	3
25	Cheese	19	4	2
26	Fish - Fresh	58	6	6
27	Fish Salted (low fat)	244	41	24
28	Fish Salted (high fat)	79	15	4
29	Butter & Margarine	244	87	47
30	Coconut oil & lard	362	72	46
31	Fruits - citrus	46	63	18
32	Fruits - red & yellow	53	39	25
33	Fruits - other	9	10	6
34	Vegetables - red & yellow	80	46	19
35	Vegetables - green leafy	84	21	11
36	Vegetables - other	42	25	13
37	Cocoa & cocoa products	274	18	24
38	Coconut milk	98	27	14
39	Peanuts	0	0	1

\* Starchy aroids of the species colocasia and alocasia.

TABLE 3

ESTIMATES OF THE MEAN DAILY INTAKE (WET WEIGHT IN GRAMS) OF EACH OF 39 FOODS GROUPS OBTAINED BY TWO METHODS OF INQUIRY INTO THE DIETS OF 665 CHILDREN, AND COMPARISONS OF MATCHING PAIRS OF ESTIMATES. ALL OBSERVATIONS.

I T E M	W E I G H I N G		R E C A L L			
	Mean	Standard deviation	Mean	Standard deviation	t	P
Flour - whole wheat	0.9	6.6	1.2	9.2	1.24	> .1
Flour - ordinary	54.4	51.7	49.5	47.3	3.25	< .002
Oats - Pabulum, Popcorn, Farex	3.5	13.7	3.7	15.2	0.69	> .25
Cornmeal - Cornflakes	15.0	25.4	16.0	27.9	1.45	> .1
Rice, Barley, Cornstarch	23.3	42.6	18.2	35.7	4.09	< .001
Green banana & Plantain	42.9	64.5	40.2	60.4	1.59	> .1
Yam	32.6	68.6	34.2	71.2	0.81	> .25
Breadfruit	28.6	77.1	23.7	63.4	3.81	< .001
Cocoyam *	4.5	22.5	5.4	23.8	1.29	> .1
Potatoes, Irish	7.3	25.4	7.2	25.9	0.22	> .25
Potatoes, Sweet	6.6	23.1	7.2	24.7	0.87	> .25
Beans & Peas - dry	3.6	10.7	3.0	8.8	2.27	< .05
Beans & Peas - green	0.4	3.7	0.2	2.0	1.63	> .1
Sugar - Granulated	9.0	17.9	9.3	21.9	0.41	> .25
Sugar - Brown	42.2	34.6	44.0	37.8	1.35	> .1
Milk - Cow's fresh	101.5	138.3	107.1	150.6	1.52	> .1
Milk - dried skim	6.4	14.3	4.9	11.1	3.79	< .001
Milk - dried half cream	1.5	11.7	1.3	10.1	0.71	> .25
Beef	2.6	11.3	2.2	9.1	1.64	> .1

\* See footnote on Table 2.

TABLE 3 (Continuation)  
 ESTIMATES OF THE MEAN DAILY INTAKE (WET WEIGHT IN GRAMS) OF EACH OF 39 FOOD GROUPS  
 OBTAINED BY TWO METHODS OF INQUIRY INTO THE DIETS OF 665 CHILDREN, AND COMPARISONS  
 OF MATCHING PAIRS OF ESTIMATES. ALL OBSERVATIONS.

I T E M	W E I G H I N G		R E C A L L			
	Mean	Standard deviation	Mean	Standard deviation	t	P
Mutton	0.6	6.1	0.3	3.6	1.41	> .1
Pork (fat)	2.6	9.1	2.3	9.0	1.18	> .1
Chicken	2.1	13.1	2.1	11.7	0.08	> .25
Liver	0.5	7.7	0.4	5.6	0.72	> .25
Eggs	6.6	16.0	6.1	17.5	1.25	> .1
Cheese	0.5	2.7	0.6	4.0	1.30	> .1
Fish - Fresh	5.5	20.7	6.7	25.8	2.07	< .05
Fish Salted (low fat)	7.3	12.0	7.1	11.9	0.40	> .25
Fish Salted (high fat)	3.3	10.7	2.9	9.6	1.33	> .1
Butter & Margarine	3.6	7.5	2.9	6.3	2.40	< .02
Coconut oil and lard	10.2	12.8	9.5	11.6	1.48	> .1
Fruits - citrus	11.8	34.0	7.1	26.1	4.05	< .001
Fruits - red & yellow	13.3	47.7	12.5	47.0	0.61	> .25
Fruits - other	2.6	22.5	2.0	17.4	0.73	> .25
Vegetables - red & yellow	6.8	22.1	5.3	20.6	2.50	< .02
Vegetables - green & leafy	5.5	17.5	5.1	18.4	0.68	> .25
Vegetables - other	4.0	19.6	3.6	18.1	0.56	> .25
Cocoa & cocoa products	5.8	13.0	5.7	11.1	0.00	> .25
Coconut milk	13.1	40.7	7.1	22.5	4.07	< .001
Peanuts	0.0	0.0	0.0	0.8	1.00	> .25

Note: There are 664 degrees of freedom for each item.

TABLE 4

ESTIMATES OF THE MEAN DAILY INTAKE (WET WEIGHT IN GRAMS) OF EACH OF 39 FOOD GROUPS OBTAINED BY TWO METHODS OF INQUIRY INTO THE DIETS OF 665 CHILDREN, AND COMPARISONS OF MATCHING PAIRS OF ESTIMATES AT LEAST ONE POSITIVE OBSERVATION.

ITEM	WEIGHING		RECALL		Degrees of freedom	t	P
	Mean	Standard deviation	Mean	Standard deviation			
Flour - whole wheat	21.9	25.0	29.9	36.3	26	1.26	> .1
Flour - ordinary	60.5	51.0	55.1	46.7	597	3.25	< .002
Oats - Pablum, Popcorn, Farex	27.6	29.0	29.7	33.1	82	0.69	> .25
Cornmeal - Cornflakes	33.9	28.6	36.3	32.1	293	1.45	> .1
Rice, Barley, Cornstarch	64.4	48.7	50.2	43.8	240	4.18	< .001
Green banana & Plantain	83.5	68.5	78.2	64.3	341	1.59	> .1
Yam	96.9	88.1	101.5	90.8	223	0.81	> .25
Breadfruit	126.1	118.0	104.3	96.5	150	3.95	< .001
Cocoyam *	61.6	58.2	72.6	53.2	48	1.30	> .1
Potatoes - Irish	49.1	47.9	48.1	50.6	98	0.22	> .25
Potatoes - Sweet	52.3	43.2	56.8	45.3	83	0.87	> .25
Beans & Peas - dry	19.8	17.5	16.5	14.2	121	2.30	< .05
Beans & Peas - green	18.3	18.2	9.1	10.9	13	1.74	> .1
Sugar - granulated	15.0	21.1	15.5	26.5	398	0.41	> .25
Sugar - brown	46.9	33.3	49.0	36.8	597	1.35	> .1
Milk - Cow's fresh	155.2	144.7	163.8	159.3	434	1.52	> .1
Milk - dried skim	20.5	19.3	15.7	15.2	206	3.88	< .001
Milk - dried half cream	47.3	47.8	40.9	40.8	20	0.70	> .25
Beef	26.7	26.4	22.3	20.4	63	1.66	> .1

\* See footnote on Table 2.

TABLE 4 (Continuation)

ESTIMATES OF THE MEAN DAILY INTAKE (WET WEIGHT IN GRAMS) OF EACH OF 39 FOODS GROUPS OBTAINED BY TWO METHODS OF INQUIRY INTO THE DIETS OF 665 CHILDREN, AND COMPARISONS OF MATCHING PAIRS OF ESTIMATES. AT LEAST ONE POSITIVE OBSERVATION.

ITEM	WEIGHING		RECALL		Degrees of freedom	t	P
	Mean	Standard deviation	Mean	Standard deviation			
Mutton	38.8	32.5	21.8	20.7	9	1.49	> .1
Pork (fat)	17.1	17.1	14.7	18.6	102	1.18	< .1
Chicken	38.5	42.8	37.9	34.9	35	0.08	> .25
Liver	62.5	71.4	47.7	49.3	4	0.68	> .25
Eggs	35.4	18.8	32.3	28.1	124	1.26	> .1
Cheese	12.2	7.5	16.0	13.3	24	1.32	> .1
Fish - fresh	52.2	40.4	63.5	52.4	69	2.12	< .05
Fish - Salted (low fat)	15.7	13.3	15.4	13.4	308	0.40	> .25
Fish - Salted (high fat)	22.3	19.0	19.5	17.6	97	1.34	> .1
Butter & Margarine	6.6	9.1	5.4	7.8	357	2.41	< .02
Coconut oil and lard	14.1	13.1	13.1	11.8	479	1.48	> .1
Fruits - citrus	61.9	54.5	37.2	49.6	126	4.27	< .001
Fruits - red & yellow	75.6	91.1	71.0	92.0	116	0.61	> .25
Fruits -other	68.0	96.6	54.1	73.5	24	0.73	> .25
Vegetables - red & yellow	31.2	38.5	24.5	38.6	144	2.53	< .02
Vegetables - green & leafy	31.7	30.6	29.5	35.1	115	0.68	> .25
Vegetables - other	33.3	47.3	29.6	44.3	79	0.56	> .25
Cocoa & cocoa products	12.0	16.7	12.0	13.5	315	0.00	> .25
Coconut milk	62.8	69.6	33.8	39.1	138	4.27	< .001
Peanuts	0.0	0.0	21.3	0.0	0	0.00	> .25

## RESULTS

Food items consumed by the six hundred and sixty-five children in this survey were divided into thirty-nine groups and the number of positive observations in each group for recall and weighing together and separately are shown in Table 2. The numbers of qualitative agreements and of discrepancies between the two methods are clearly outlined in columns numbered 1 and 2.

Estimates of the mean daily intake of each of the thirty-nine groups of items are listed separately in Table 3 where values of Student's *t* test are given for paired differences between recall and weighing estimates. Data on all the children are included in this table, zeros being recorded for items not reportedly consumed. Table 4 shows similar figures for each group of items but is restricted to those children who, by either technique, consumed some of the items in the group.

Table 5 summarises the mean daily intakes of the most important nutrients and the mean daily weight of food consumed by subjects in this survey, as estimated from the two methods of observation. A comparison of nutrient intake by these methods in children of three age groups is shown in Figure 1. References to the sources of conversion factors, which were used to obtain the dry weight and nutrient content of the diets, are given in the appendix.

## DISCUSSION

Two independent estimates of the food intake on one day were obtained for each of the six hundred and sixty-five children. All items consumed were weighed by one observer and the following day a different observer collected a twenty-four-hour recall history. Thirty-nine groups of items were distinguished some being more frequently used than others.

It is apparent from Table 2 that items were more likely to be recorded by the weigher and omitted from the recall list than vice versa; cocoa and cocoa products being among the few exceptions. Items more prominent among the weighed data included ordinary flour, green bananas and plantain, low fat salt fish, brown and granulated sugar, butter, margarine,

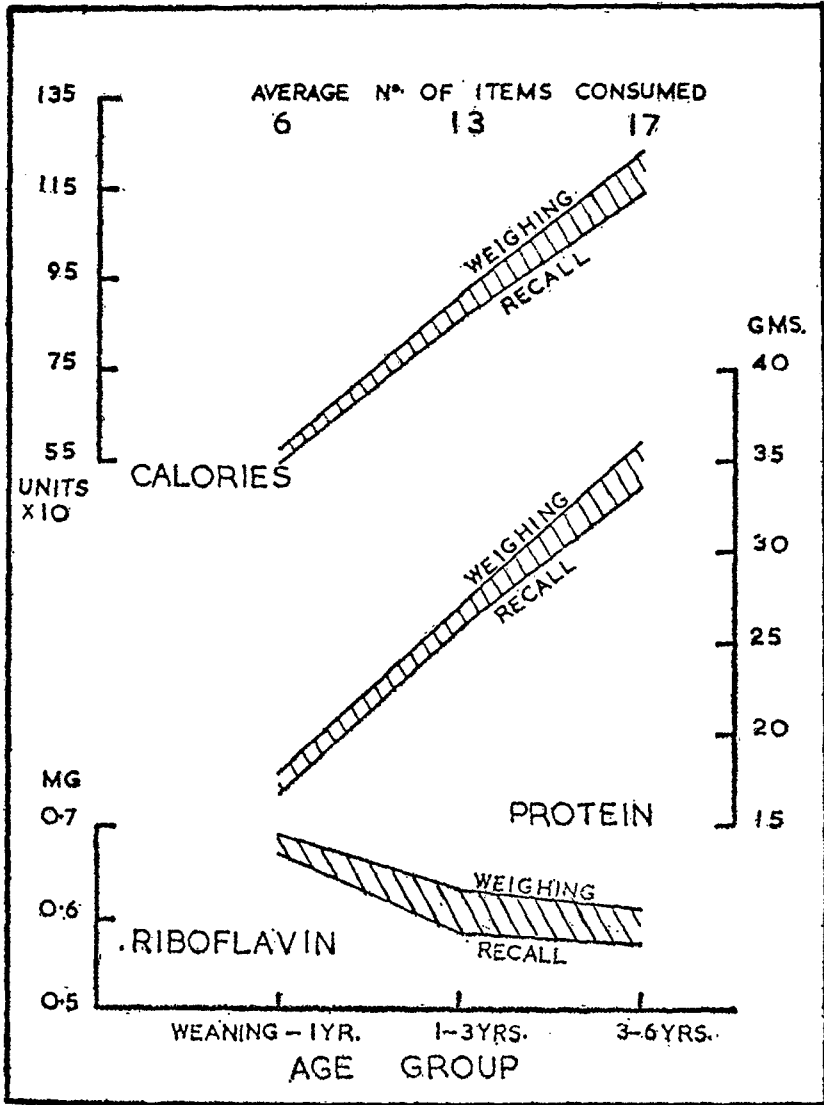


Figure 1: Comparison of nutrient intake of children in three age groups as determined by two methods of observation.

coconut oil and lard, some varieties of fruit, red and yellow vegetables, and eggs. Among these items, ordinary flour, butter and margarine, citrus fruits and red and yellow vegetables also had notably larger mean consumptions recorded by the weighing method (Tables 3 and 4). Breadfruit and dry beans and peas were reported in larger quantities by the weigher but not more often than by the history taker. The only outstanding example of the reverse was for fresh fish, where the mean intake estimated from recall data exceeded the estimate obtained by weighing. Other items reported more frequently by the weigher and having larger estimated means obtained by that method included rice, skim milk powder and coconut milk.

The weights of some food items were more difficult to measure or assess than were those of others. The extent of discrepancies in weights recorded by observers using different methods of data collection depended therefore on the particular group under consideration (Tables 3 and 4). Differences in estimates obtained by the two methods could not have arisen from differences in age or sex of subjects or from varying daily or seasonal consumption patterns, since these were necessarily identical. As we are concerned here only with discrepancies due to methodology and not with estimates *per se*, the data presented are not separated according to these factors.

The only duplicated recording were obtained using different methods of observation and, as can be seen from Tables 3, 4 and 5, higher values for food intake were generally obtained by weighing than by taking recall histories. The mean daily wet weight derived from the weighings of one observer in the rural area was significantly (1% level) larger than that obtained from the corresponding histories, significantly more rice, skim milk powder, citrus fruits and coconut milk having been weighed than recalled. The mean daily wet weight for children whose food was weighed by this observer was also greater than that for the groups of children whose food was weighed by the two other observers, but only significantly so when related to that of children weighed by the third observer who worked in urban areas. There were no significant differences between estimates of the mean daily consumption of the thirty-nine items, total weight or main constituents ob-

TABLE 5

ESTIMATES OF MEAN DAILY INTAKE (BY 665 CHILDREN) OF MOST IMPORTANT NUTRIENTS,  
AS OBTAINED BY TWO METHODS OF ENQUIRY

	WEIGHING		RECALL		Recall as % of weighing
	Mean	Standard deviation	Mean	Standard deviation	
Wet weight (g)	492.5	226.0	467.6	226.1	94.9
Dry weight (g)	238.7	93.3	224.8	90.9	94.2
Calories	1.061	438	989	411	93.2
Proteins (g)	31.0	15.9	29.1	15.4	93.9
Riboflavin (mcg)	0.62	0.42	0.58	0.36	93.5
Fat (g)	28.9	23.8	25.3	19.1	87.5

tained from all recall histories reported by the two observers who participated in all phases of the survey and worked in similar areas.

The age distributions of children whose food was weighed or recalled by the various observers were similar, but as the observers covered different areas and as one observer participated in only two of the three phases of the survey, observer bias can only be accepted where it is proved to exist between officers carrying out the same technique, weighing or recall, in the same areas. Therefore, only in the rural areas could a meaningful comparison be made and there were no significant differences between these observers using either method. The significance of the difference between weighing of one observer and corresponding recall of the other observer in the rural areas can be attributed to the cumulative influence of a higher, but not significant trend in weighing between the two officers and higher results by weighing than recall in the complete data with particular significance (0.1% level) for all the ingredients mentioned (see Tables 3 and 4).

The mean daily wet weight assessed from the recall histories of urban children was lower than either of the rural figures (sig. at 5% and 2%) and due in both cases to less ordinary flour, yam, breadfruit, sweet potatoes, brown sugar and to a smaller extent, salt fish, cocoyam and "other" vegetables reported. As before, however, these differences cannot be attributed to observer bias because of differences between the type of subjects observed. The significantly lower results obtained by both methods in urban areas may be accepted with confidence since dietary pattern studies (9) have shown that mixed feeding is instituted in urban areas at an older age than in rural.

Means and standard deviations of the weighed and corresponding recall history material are compared in Table 3. Each child did not of course consume all thirty-nine items, thus the presence of numerous zeros in the data, together with the heterogeneity in the quantity consumed, results in the standard deviations being large relative to the means. In general a measurement of zero is simply an observation that none of that particular item was consumed and represents a more accurate type of measurement than most, although it could also

APPENDIX

REFERENCES FOR CONVERSION FACTORS USED TO OBTAIN THE  
CALORIES, PROTEIN, RIBOFLAVIN AND FAT CONTENT  
OF 39 SAMPLES OF FOOD ITEMS

FOOD	References	Nº
Flour - whole wheat	(10)	4
Flour - ordinary	(10)	5
Oats - Pablum, Popcorn, Farex	(10)	18
Cornmeal	(11)	9
Cornflakes	(12)	252
Rice, Barley	(12)	254
Cornstarch	(10)	11a
Green banana & Plantain	(11)	131
Yam	(11)	44
Breadfruit	(11)	33
Cocoyam *	(11)	42, 43
Potatoes, Irish	(11)	39
Potatoes, Sweet	(11)	40
Beans & Peas - dry	(11)	51, 58, 66
Beans & Peas - green	(13)	88, 213
Sugar - Granulated	(11)	252
Sugar - Brown	(11)	250
Milk - Cow's fresh	(10)	251
Milk - dried skimmed	(10)	267
Milk - dried half cream	(10)	267, 265
Beef	(11)	198
Mutton	(11)	201
Pork (fat)	(11)	208
Chicken	(11)	211
Liver	(11)	207
Eggs	(10)	215
Cheese	(10)	271
Fish - Fresh **	(13)	632, 652
Fish - Salted (low fat)	(13)	617
Fish Salted (high fat)	(12)	349
Butter & Margarine	(10)	281
Coconut oil & lard	(10)	277
Fruits - citrus	(11)	137
Fruits - red & yellow	(11)	144, 151
Fruits - other	(10)	162
Vegetables - red & yellow	(11)	97, 116, 119
Vegetables - green leafy	(11)	105
Vegetables - other	(10)	116
Cocoa & cocoa products	(10)	288, 289
Coconut milk	(14)	90
Peanuts	(10)	53

\* See footnote on Table 2.

\*\* Where there was more than one source average values were taken.

mean that a very small quantity of the item was consumed. In order to obtain a more sensitive comparison of mean estimates, the calculations have been repeated omitting recordings which were zero for both the weighed and matching recall data but including all pairs of recordings for which only one was zero. The results of this analysis are shown in Table 4. It was found that the significance of the mean differences as assessed by Student's *t* - test, were very little altered by the omission of zeros.

From Table 5 it can be seen that the nutrients of primary interest were estimated to have higher mean daily consumption when the method of observation was by weighing than when it was by recall. These differences were statistically significant at the 1% level for dry weight, calories and fat and at the 5% level for wet weight and protein. The mean differences for riboflavin was not statistically significant but the difference in variances for riboflavin was significant (at the 0.1% level). There was also a significantly larger variance for fat (0.1% level) when using the weighing method. The influence of age on the results for nutrient intake obtained by each method, as depicted in Figure 1, appears to be related to the number of food items which must be recalled by the respondent. With increase in age the content of the child's diet became more varied, the average number of items increasing from six in the infant to seventeen in the child over three years and this resulted in a widening gap between weighing and recall histories in each of the three primary nutrients.

It may be concluded that although estimates of nutrient intake by recall shows a significant statistical difference from those by weighing, the order of the difference for each of the four nutrients reported in this paper is within the limit of error usually accepted in information obtained by surveys.

#### RESUMEN

Comparación de datos sobre consumo de alimentos obtenidos en Jamaica por encuesta de 24 horas y por peso directo

Se describen los métodos usados para escoger la muestra y obtener los datos sobre el consumo de alimentos en 665 niños de menos de 1 año hasta 6 años de edad en áreas urbanas y rurales de Jamaica. Simultáneamente se aplicó el método de interrogación con 6 visitas caseras diarias seguidas,

calculando la cantidad ingerida y la cual se determinó además directamente durante 1 día, pesando los alimentos servidos y sobrantes. Los resultados obtenidos con ambos métodos se presentan agrupados en 39 grupos de alimentos y se calcula la ingestión de algunos nutrientes. El consumo estimado por peso directo resultó generalmente algo superior al estimado por interrogación.

## BIBLIOGRAPHY

- (1) Wills, V. G. & Waterlow, J. C.—The Death-rate in the Age Group 1-4 years as an Index of Malnutrition. *J. Trop. Paediat.* 3, 167-170, 1958.
- (2) Back, E. H.—A Nutritional Survey of Small Farmers in Jamaica in 1955. *W. Indian Med. J.* 5, 189-195, 1956.
- (3) Standard, K. L.—A Pilot Nutrition Survey in Five Low-Income Areas in Jamaica. *W. Indian Med. J.* 7, 215-221, 1958.
- (4) MacKey, I. F. S.; Stafford, D.; Wilson, K & Fox, H. C.—Dietary Survey of Jamaican Children. *J. Amer. Diet. Ass.* 34, 603-610, 1958.
- (5) Burke, B. S.—The Dietary History as a Tool in Research. *Ibid.* 23, 1041-1046, 1947.
- (6) Morrison, S. D.; Russell, F. C. & Stevenson, J.—Estimating Food Intake by Questioning and Weighing: A one day Survey of Eight Subjects. *Brit. J. Nutr.* 3, 1949.
- (7) Thomson, A. M.—Diet in Pregnancy 1. Dietary Survey Technique and Nutritive Value of Diets taken by Primigravidae. *Brit. J. Nutr.* 12, 446-461, 1958.
- (8) Jamaica Department of Statistics.—Expenditure Patterns of Working-Class Households, 1963-64. Report, Kingston, Jamaica: Govt. Printing Office, 1967.
- (9) Fox, H. C.; Campbell, V. S. & Morris, J. C.—The Dietary and Nutritional Status of Jamaican Infants and Toddlers. *Information, Bulletin of the Scientific Research Council, Jamaica*, Vol. 8 (in press), 1968.
- (10) F. A. O.—Food Composition Table - Minerals and Vitamins for International Use. *FAO Nutr. Stud.* No. 11, 1954.
- (11) Platt, B. S.—Tables of Representative Values of Foods Commonly Used in Tropical Countries. *Med. Research Council Special Report No. 302*, London. Her Majesty's Stationery Office, 1962.
- (12) Watt, B. K. & Merrill, A. L.—Agric Hdbk. agric Res. Serv. No. 8, Washington: U. S. Government Printing Office, 1950.
- (13) Wu Leung, W. T. & Flores, M.—Food Composition Table for use in Latin America. (INCAP & ICNND) U. S. Government Printing Office, 1961.
- (14) Fox, Helen.—The composition of Food Stuffs Commonly used in Jamaica. *W. Indian Med. J.* 7, 84-92, 1958.



# BIBLIOGRAFIA LATINOAMERICANA

Encargado: Dr. F. Merino

## ARGENTINA

Valores de las proteínas séricas en el hombre parasitado por helmintos intestinales.—E. J. Canal Feijoo y E. J. Iglesias. *Archiv. Bioquim. Farma. (Argentina)* 13: 21-39, 1966.

En los parasitismos estudiados se encuentran las proteínas totales entre valores normales. La albúmina tiene tendencia a disminuir aunque se conserva dentro de valores normales. Las globulinas totales tienen tendencia a aumentar, especialmente a base de las beta y gamma. Las variaciones son principalmente en infecciones por nematodos y dentro de éstos los que realizan migraciones intraorgánicas. Se considera la influencia del parásito en el huésped. 11 referencias.

Bromatología, Nutrición y Bioquímica.—J. C. Sanahuja. *Ciencias e Investigación* 23: 242-251, 1967.

Texto parcial de la conferencia dictada en la ocasión de la inauguración del Centro de Estudios e Investigaciones Bromatológicas y de Nutrición Experimental de la Facultad de Farmacia y Bioquímica, Universidad de Buenos Aires, y en la cual se presenta una definición de los campos de la bromatología y nutrición respectivamente y una discusión de las tendencias modernas de desarrollo y progreso en el campo de la Nutrición Básica.

Encefalitis: investigación serológica, replanteo clínico y correlación etiológica con la diarrea infantil.—F. Escardo y N. Mettler (Hospital de Niños, Buenos Ai-

res). *Rev. Colombiana Ped. Puer.* 23: 1-6, 1967.

Se estudiaron 20 niños con cuadros neurológicos secuales de distinta índole e intensidad, cuya iniciación consistió en formas atípicas no sistematizadas y poco evidentes de daño cerebral agudo, practicándose pruebas serológicas para virus ARBOR tipo A y B. Se encuentran 11 casos con anticuerpos para el virus de la encefalitis de San Luis. Se concluye que este virus parece constituir una causa epidémica de infecciones neurológicas en la Argentina. Además de los cuadros clínicos clásicos, hay formas clínicas poco evidentes. Las infecciones virales parecen constituir simultáneamente una fuente de encefalopatías y diarreas clásicas en el lactante. 5 referencias.

## BRASIL

Kwashiorcor. Alterações endocrinas.—C. dos Santos Aquino, J. P. Lopes Fontes, A. C. Lemme, C. Costa Pinto Francalanci. *Arq. Brasileiros Endocrin. Metab.* 16: 55-70, 1967.

Mediante determinaciones hormonales, biopsia testicular y evaluación hipofisaria se concluye en la existencia de un pan-hipopituitarismo como resultado de la malnutrición. 22 referencias.

Equilibrio hidro-salino-proteico.—J. Liberato F. Cabocio (Faculdade de Ciencia Médica da VEG) *Arq. Brasileiros Med.* 54: 140-159, 1967.

Se hace una revisión general acerca de los disturbios metabólicos de agua,

electrolitos y proteínas. Se enfatiza la administración de diferentes soluciones y se subraya el problema de la osmolaridad del compartimiento extra e intracelular. Se dan reglas prácticas para la corrección de los diferentes disturbios. 12 referencias.

**Preiminary communication. - Serum urinary glycoproteins in diabetes mellitus.**—B. J. Wajchenberg, E. R. Quintao y E. H. L. Melo (Hospital das Clínicas, São Paulo, Brazil). *Arq. Brasileiros Endocrin. Metab.* 16: 71-76, 1967.

La determinación de glicoproteínas séricas y urinarias efectuada en sujetos normales y diabéticos no muestra diferencias significativas, lo que sugiere que no hay relación entre las glicoproteínas y las alteraciones vasculares de la diabetes. 9 referencias.

**Incidencia de protozooses e helmintos intestinais em crianças no Triangulo Mineiro.**—M. Toubes Alonso (Faculdade de Medicina do Triangulo Mineiro, Uberaba, Minas Gerais). *O Hospital* 72: 935-940, 1967.

En 1.021 pacientes de zona urbana, con nivel socioeconómico satisfactoria, se encuentra una alta incidencia de protozoarios y helmintos, especialmente *E. histolytica*, *G. lamblia*, *A. lumbricoides*, *ancilostomos*, *E. vermicularis* y *S. stercorialis*.

**Valor diagnóstico de la prueba de fijación de la triyodotironina por la resina en el bocio endémico.**—D. Martínez Villaseñor (Lab. de Radionúclidos, C.N.E.N. Hospital Grad. S.S.A.). *Arq. Brasileiros Endocrin. Metab.* 16: 25-34, 1967.

Se estudian 450 pacientes, de los cuales el 33,2% eran eutiroides, 29% bocio endémico, 20,4% hipertiroideos y 4,9% hipotiroideos. Se incluyó un 11% de bloqueo tiroideo medicamentoso. Se

realizaron las siguientes pruebas: captación tiroidea a las 24 horas, índice de conversión a las 24 horas, captación de triyodotironina radioactiva por la resina y gammagrama tiroideo. Se encuentra que la prueba de fijación de la triyodotironina por la resina permite separar satisfactoriamente los tres estados funcionales tiroideos, con un error diagnóstico del 5,2%, mientras el error diagnóstico de la prueba de captación de I-131 es del 25%. Esta prueba demostró un mayor margen de seguridad en el bocio endémico.

**Etiopatogenia da tirotoxicose.**—G. A. Madeiros Neto (Faculdade de Medicina Universidade de São Paulo), Brazil). *Arq. Brasileiros Endocrin. Metab.* 16: 15-24, 1967.

Se hace una tentativa de establecer la etiología de la tirotoxicosis en una clasificación comprendiendo tres grupos de pacientes: 1, tirotoxicosis, o sea cuadro de enfermedad de Graves-Basedow, exoftalmia en bocio nodular tóxico, nódulo único hiperfuncionante; 2, adenoma tóxico, y 3, exoftalmia endocrina. En el adenoma tóxico se concluye que debe existir un agente desencadenantes de naturaleza psicossomática. En la enfermedad de Graves-Basedow se afirma tentativamente que es causada por una elevación en la concentración de una substancia plasmática con acción semejante a la TSH, elaborada con acción prolongada; LATS (long acting thyroid stimulator). La existencia de un factor productor de exoftalmia (EPF) encontrado en el plasma y en hipófisis de estos pacientes daría énfasis al origen extratiroideo del síndrome. La presencia de LATS elevada se correlacionaría significativamente con fenómenos oculares y/o mixedema pretibial. La LATS parece ser una gammaglobulina 7 S. 16 referencias.

**Conservação de carnes e pêscao por congelamento.**—H. Beck (Refiçoes de Milho, Brazil). *Arq. Brasileiros Nutr.* 22: 93-98, 1967.

El autor aborda las ventajas y desventajas de congelación lenta, rápida y ultrarrápida de tejidos animales y el daño causado por la formación osmó-

tica y por la desnaturalización de los constituyentes coloidales de la célula. Se describen las ventajas del uso de la glucosa para la protección de la carne y pescados congelados contra la deshidratación excesiva, enranciamiento de grasas y para prevenir la excesiva penetración de sal. 5 referencias.

**Fatores que entram a produção na distribuição de alimentos.**—J. J. Barbosa (Serviço de Ensino do Instituto de Nutrição, Guanabara). Arq. Brasileiros Nutr. 22: 53-63, 1967.

Se estudian los factores negativos que entrañan el abastecimiento alimentario en Brasil. Los factores presentes, aun cuando son mayoría, no todos son negativos.

**Industrialização como factor de promoção da agricultura.**—C. G. Texeira (Centro Tropical de Pesquisas e Tecnologia de Alimentos, Campinas, São Paulo). Arq. Brasileiros Nutr. 22: 65-77, 1967.

El autor analiza los factores para un incremento del rendimiento agrícola, entre ellos varios procesos agrícolas y en particular el procesamiento industrial de alimentos. Estudia la industria alimentaria en detalla, sus ventajas y problemas, con especial atención a la industrialización como factor de promoción agrícola y como aprovechamiento de excedentes alimenticios.

**Problemas e vantagens da redução do volumen do peso de alimentos tradicionais brasileiros.**—P. A. L. De Aguiar. Arq. Brasileiros Nutr. 22: 99-112, 1967.

Los alimentos tradicionales del Brasil contienen en general un alto porcentaje de agua y/o minerales inertes. Los procesos de deshidratación hacen posible una reducción de interesantes economías a expensas del transporte de los mismos por la reducción en peso y volumen. Un aumento de la vida útil de los mismos productos fácilmente perdibles como resultado de la deshidrata-

ción debe ser tomado en consideración para comparación con productos "in natura". Estas consideraciones adquieren significado cuando son examinados a la luz de la realidad brasileña y de gran importancia para la actual generación. 10 referencias.

**Pré-resfriamento e absorção da umidade em aves abatidas.**—G. A. Maciel, L. S. Schneider y J. C. Paneta (Faculdade de Medicina Veterinária, Universidad de São Paulo). Arq. Brasileiros Nutr. 22: 7-19, 1967.

Se lleva a cabo estudio experimental del comportamiento de cáscaras de aves de corral durante el enfriamiento por agua fría y se dan conclusiones prácticas. En conexión y trabajando con gallinas y cáscaras asadas pre-enfriadas con o sin agitación manual, ellos determinan el tiempo de inmersión, la influencia de la agitación, la cantidad de agua absorbida y también la cantidad de agua perdida después del deshielo. 12 referencias.

**Ensino de nutrição para estudantes de medicina.**—J. E. Dutra de Oliveira (Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, São Paulo). Arq. Brasileiros Nutr. 22: 21-36, 1967.

El autor considera que la nutrición debe ser incluida como parte integral del currículum médico, tanto más cuanto el país presenta grandes problemas nutricionales, juzgando, sin embargo, que los problemas de la enseñanza de la nutrición no deben ser tomados aisladamente, ya que sus problemas didácticos son similares a los de la instrucción médica general. 14 referencias.

**A alimentação na expensao demográfica. Colaboração da Comissão Nacional de Alimentação.** Arq. Brasileiros Nutr. 22: 37-52, 1967.

El trabajo estudia el problema desde el grave ángulo de la explosión demo-

gráfica. Se llama la atención a la desnutrición como problema brasileño, pero también como problema universal de subdesarrollo. Se enfatiza la poca utilización generalizada de todos los aspectos que caracterizan la agricultura, considerando particularmente la tecnología y las áreas cultivadas. Se hace énfasis en la importancia de corregir la deficiente estructura agraria y termina indicando soluciones, las cuales difícilmente podrán ser solucionadas sin tecnología, planificación y trabajo. Finalmente, se proscriben el método malthusiano en vista de posibilidades obvias para incrementar la producción y la nutrición.

## COLOMBIA

**Transaminasa glutámica pirúvica en el recién nacido.**—C. Albornoz Medina y G. Bernal H. (Facultad de Medicina, Univ. Nacional). *Rev. Colombiana Ped. Puer.* 23: 43-48, 1967.

Se mide la actividad de la transaminasa glutámica pirúvica en 88 niños de 1 a 3 días de nacidos, encontrando cifras que van de 5 a 70 unidades, siendo el promedio de 30,1 U. 5 referencias.

**Reacción tóxica a la dosis terapéutica única masiva de vitamina A.**—A. L. Oberndorfer (Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia). *Rev. Colombiana Ped. Puer.* 23: 57-60, 1967.

Se presenta un caso de intoxicación aguda (Síndrome de Marie-Sée) a partir de un preparado vitamínico que contiene 350.000 U.I. de vitamina A. Se concluye que se trata de un caso de hipersensibilidad individual, aparentemente no frecuente. 4 referencias.

## CHILE

**Estudio del metabolismo hidrocabonado en niños de poco peso.**—J. E. Howard (Fac. Biología y Ciencias Médicas, Universidad de Chile). *Rev. Colombiana Ped. Puer.* 23: 117-128, 1967.

Se estudiaron 45 niños de poco peso, encontrando que los valores promedio fueron 41 mg% en el primer día, 38 mg% en el segundo, 47 mg% para el tercero y 58 mg% para el quinto. En la primera determinación se obtuvo una gran dispersión de valores con rango entre 12 y 83 mg%. En las determinaciones del segundo, tercer y quinto día hay una tendencia a subir. Se analizan algunos factores que pudieran influir en la glicemia, demostrando sólo que el peso puede tener influencia. Así, en niños mayores de 1.500 g la glicemia inicial fue de 40 mg% con ascenso a 60 mg% al quinto día, y en menores de 1.500 g fue de 37 y al quinto día de 34 mg%. 14 referencias.

## JAMAICA

**Effect of zein diets on nitrogen content of hymenolepsis diminuta and on rat liver protein nitrogen.**—D. F. Mettrick (Univ. West Indies, Kingston, Jamaica). *J. Parasitol.* 53: 688-691, 1967.

Grupos de ratas de igual peso fueron infectadas con 10 cisticercos de *H. diminuta* por rata. Entre los días 8 y 15 después de la inyección se les administró 3 diferentes dietas, todas equivalentes en energía y composición: zeína; zeína suplementada con los aminoácidos, triptofano y lisina; y zeína suplementada con estos dos aminoácidos suministrados 12 horas antes de la zeína. A los 16 días se sacrificaron y se tomaron parásitos e hígados para estudio. El peso del hígado y el nitrógeno proteico hepático de ratas infectadas incrementa significativamente seguido de la administración del suplemento de aminoácidos suministrado aparte o con la zeína. En el grupo de animales no infectados, el peso del hígado y nitrógeno proteico hepático incrementa significativamente solamente cuando el triptofano y la lisina son dados con la zeína.

## MEXICO

**Simposio sobre la importancia de los lípidos en el metabolismo.** I. Introducción.—J. Laguna. *Gac. Méd. México* 97: 1129-1130, 1967.

Se hace una revisión de la situación actual del estudio de los lípidos y sus implicaciones bioquímicas, fisiológicas y patológicas.

**Encuesta sobre parasitosis intestinales en el Internado Nacional Infantil.**—R. Martínez Marañón (Instituto de Salubridad y Enfermedades Tropicales, Dirección de Investigación en Salud Pública, S. S. A., México). *Rev. Invest. Salud Públ. (México)* 27: 161-194, 1967.

Se efectúa una encuesta de parásitos intestinales en 391 niños de un orfanatorio y de las manipuladoras de alimentos. Se encuentra que cada niño alberga un promedio de 1,2 parásitos patógenos. La ocurrencia de los parásitos fue: *Entamoeba coli* 49,87%, *tricolocéfalos* 30,94%, *Entamoeba histolytica* 29,67%, *Giardia lamblia* 21,73%, *Himenolepsis nana* 18,16%, *Ascaris* 11,76%, *uncinarias* (principalmente *Necator americanus*) 6,91%, *Strongyloides stercoralis* 1,02%, y *Tenia sp.* 0,51%. Se piensa que la prevalencia de gusanos es de cerca de 100%, lo que representa un cuadro tan alto como el encontrado hace 20 años cuando las condiciones sanitarias eran más insatisfactorias en comparación con la organización actual. No se encontraban signos o síntomas clínicos en los niños infectados.

**Estudios sobre problemas de nutrición de la población de la República Mexicana realizados por el Instituto Nacional de Nutrición.**—S. Zubirán (Instituto Nacional de Nutrición). *Gac. Méd. México* 97: 502-516, 1967.

Se demuestra que la población infantil de las zonas rurales pobres recibe una alimentación deficiente, que en gran proporción acaba con su vida. En los meses más importantes para el desarrollo no progresan de peso, acentuando progresivamente la desnutrición y pudiendo hacer un daño irreparable. Si bien está ligada la desnutrición a los factores económicos, bastaría con una mejor aplicación de sus propios recur-

sos para obtener una mejora. 41 referencias.

**El núcleo materno-infantil y la salud pública.**—P. Damián Adán (División de Pediatría del Hospital Juárez, S. S. A., México). *Rev. Cir. (México)* 20: 19-37,

El autor analiza el núcleo y concluye que debe crearse un sistema de salud integral que procure que toda madre mantenga un buen estado de salud y aprenda a cuidar el niño y tenga un parto normal. Asimismo, que haga lo posible por que el niño crezca y viva en el seno de una familia, y expone consideraciones a tomar en cuenta en la formulación de un programa coordinativo de los servicios materno-infantiles. 17 referencias.

## PERU

**Estudio de las variaciones de la actividad de la glucosa-6-fosfato dehidrogenasa en cobayos nativos de la altura y del nivel del mar.**—L. Oyola H. y B. Reynafarje (Instituto de Biología Andina, Facultad de Medicina U. N. M. de S. M., Lima). *Bol. Soc. Quím. Perú* 23: 21-25, 1967.

Se estudia la actividad de la glucosa-6-fosfato dehidrogenasa en hígado, páncreas y células adiposas de cobayo a nivel del mar y a altas alturas. Se encuentra que la actividad en las células grasas es mayor en animales a altas alturas, suponiendo sea debido más a un mecanismo de adaptación al frío que a la hipoxia. 5 referencias.

**Estudio de la composición de la carne en las etapas tecnológicas de elaboración de sopa desecada.**—H. Schmidt-Hebbel, I. Penachioti N., G. Donoso y O. Herman L. (Facultad de Química y Farmacia, Escuela de Salubridad, Universidad de Chile). *Bol. Soc. Quím. Perú* 23: 12-20, 1967.

Se estudia por análisis químico y por la determinación biológica de la proteína, la carne en algunas etapas del procedimiento de su tecnología alimentaria. Se encuentra una pequeña pérdida de grasa, fósforo, tiamina y riboflavina, mientras que el contenido de mineral total, calcio y hierro no sufren variaciones significativas. En el estudio biológico de la proteína no se encuentran variaciones significativas en la cantidad y calidad de la proteína de carne. 10 referencias.

**Consumo de oxígeno basal, excreción de creatinina y espacios corporales en residentes.**—E. Piñón Reategui. *Arch. Inst. Biol. Andina (Perú)* 2: 59-67, 1967.

En 17 residentes de alturas en condiciones basales se encontró que el consumo de oxígeno está dentro de límites normales. De acuerdo a la fórmula de Harris y Benedict, el consumo de oxígeno es alto. Pero los resultados caen dentro de los límites normales cuando en la fórmula se emplea el peso corporal standard en reemplazo del peso actual. En comparación con resultados de otros países se encuentra que hay mayor consumo de oxígeno por kilogramo de peso de tejido magro, masa celular o sólidos celulares, el cual puede estar en relación con fenómenos adaptativos a tensiones bajas de oxígeno. 29 referencias.

**Preparación de harina de Engraulis Ringens (Anchoveta) purificada para consumo humano y su estudio químico bromatológico.**—M. C. Oshiro M. (Univ. Mayor San Marcos). *Rev. Fac. Far. Bioquim. (Perú)* 28: 9-24, 1966.

Se obtiene por vez primera harina de anchoveta para consumo humano perfectamente decolorada y deodorizada por acción del perhidrol. La calidad, con respecto a las características organolépticas, depende de la concentración de perhidrol usada. Esta harina contiene 16 aminoácidos, está ausente de gérmenes bacterianos patógenos y se mezcla fácilmente con cualquier alimento para aumentar su tenor proteico. 9 referencias.

**Cupremia en desnutrición infantil.**—D. Peralta G. (Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú). *Rev. Fac. Far. Bioquim.* 28: 38-45, 1967.

Cuantificada la cupremia en niños eutróficos y desnutridos, dio los siguientes resultados: niños eutróficos, 143, 110 - 4,147 gammas %, y en niños con desnutrición de tercer grado es mayor en un 94,7% que en niños eutróficos. 16 referencias.

**Mecanismos bioquímicos de la acción de la vitamina K y el efecto del dicumarol.**—A. A. Oliveira (Facultad de Medicina de Trujillo, Trujillo, Perú). *Rev. Viernes Med. (Perú)* 18: 72-78, 1967.

Se hace una revisión bibliográfica concluyendo que existen dos posibilidades relacionadas con el rol de la vitamina K sobre la coagulación sanguínea, una acción inhibidora sobre el represor RNA que comanda la formación de RNA mensajeros y otra en la participación del sistema electrotransportador o en los mecanismos de transporte de energía y fosfato para la síntesis de ATP. El trabajo se acompaña de 5 esquemas de fórmulas de los posibles mecanismos. 8 referencias.

**Exploración de las vías metabólicas de la glucosa en cerebro de rata.**—R. M. Guerra (Instituto de Bioquímica y Nutrición, Facultad de Medicina, Universidad Mayor San Marcos, Lima, Perú). *Rev. Fac. Farma. Bioquim. (Perú)* 29: 5-22, 1967.

Trabajando con glucosa marcada con  $C^{14}$  se indica que la vía preferencial usada en el tejido cerebral es la de Embden-Meyerhof, pero en el cerebro fetal la participación de las pentosas es mayor que en el adulto. En experimentos de incorporación de  $C^{14}$  al  $CO_2$  con bloqueo del ciclo de Krebs y uso de piruvatos, se comprueba el mismo fenómeno, por lo cual se piensa que el NADP

podría ser el factor limitante, ya que el cerebro dispone de poca cantidad de este compuesto. 19 referencias.

**Diagnóstico de las deficiencias de tiamina.**—M. H. Padua Sandoval (Facultad de Medicina, Universidad de San Marcos, Lima, Perú). *Ann. Fac. Med. (Perú)* 49: 689-699, 1966.

Se estudia en sujetos sanos y en estados de desnutrición la oxidación de la glucosa 2-C<sup>14</sup> a C<sup>14</sup>O<sub>2</sub> en eritrocitos, encontrando que el rendimiento de C<sup>14</sup>O<sub>2</sub> en la desnutrición es menor que en sujetos sanos y que el tratamiento con tiamina incrementa la oxidación de la glucosa 2-C<sup>14</sup>O<sub>2</sub> en los sujetos desnutridos, implicando que el menor rendimiento de C<sup>14</sup>O<sub>2</sub> es debido a la deficiencia de tiamina. 22 referencias.



## LIBROS NUEVOS

**Handbuch der Landwirtschaft und Ernährung in den Entwicklungsländern, Band 1. Die Landwirtschaft in der Entwicklung, Ernährungs-verhältnisse.**—P. von Blanckenburg y H. D. Cremer. (Compendio de la Agricultura y Alimentación en los Países en Desarrollo. Vol. 1. La Agricultura en el Desarrollo Económico. Condiciones de la Alimentación.) Ed. Eugen Ulmer, Stuttgart. DM 90. - 606 págs.

En el presente volumen se tratan los problemas socio-económicos de los países subdesarrollados, relacionados con la producción, distribución, consumo, deficiencias, problemas nutricionales y de dinámica de poblaciones. En los 22 capítulos figuran como autores 23 especialistas en los distintos campos. Como señalan los editores en la introducción, se han propuesto presentar información básica sobre la situación existente, las tareas más urgentes, facilitar un juicio general sobre las condiciones y sus raíces y, finalmente, señalar posibles caminos para lograr la superación del estado de atraso.

Con este fin han reunido un imponente equipo de expertos con experiencia en los problemas específicos de los países subdesarrollados para lograr la presentación de un conjunto de temas íntimamente relacionados entre sí y, al mismo tiempo, de índole muy diversa.

Los temas tratados comprenden: el aumento de población en relación con la provisión de alimentos; estructuras sociales y constitución agraria; economía de producción; mercados y política crediticia; mejoramiento de la estructura y producción en la agricultura; planificación de desarrollo; nutrición de poblaciones. Cada una de estas secciones está subdividida en 3-5 capítulos elaborados por diferentes autores. Es evidente que una obra de tan vasto alcance no puede ofrecer un cuadro completamente uniforme sin ciertas contradicciones de opiniones entre sus numerosos colaboradores. Esto no le resta

valor, sin embargo, porque más bien hace resaltar precisamente la gran complejidad de los problemas envueltos y aumentada aún por las diferencias profundas de las condiciones específicas en los diferentes países afectados. El valor de la obra está en la presentación sumaria e integral de un mosaico de factores que todos coinciden en su influencia sobre la perduración o superación de la situación de subdesarrollo en el sector agrario.

Igualmente, los problemas nutricionales se tratan de manera sumaria, sin entrar en muchos detalles ni explicaciones pormenorizadas. La integración de estos problemas en una obra del tipo de economía agraria es esencial y se lleva a cabo con inclusión de aspectos como costumbres y educación, etc., factores esenciales para el logro de la superación de estado de atraso.

Una lista de literatura original que acompaña a cada capítulo facilita al lector interesado la búsqueda de información adicional. Para aumentar el valor didáctico hubiera sido útil la enumeración de obras generales seleccionadas sobre los temas tratados en cada uno de los capítulos.

El volumen discutido es el primero de una serie de dos. La publicación del segundo está programada para fines de 1968 y tratará sobre la producción vegetal y animal en las regiones tropicales y subtropicales.

La publicación de una obra de este tipo en idioma alemán demuestra la creciente atención que encuentran los problemas de subdesarrollo en los países altamente desarrollados y que se debe no sólo a un interés puramente académico, sino que se explica también por el aumento del número de personas ocupadas directa o indirectamente con la problemática de las transformaciones indispensables para superar dichos problemas. Estimamos que la obra, al llenar a cabalidad este cometido, será de gran utilidad en los mismos países afectados, especialmente en manos de personalidades responsables por la toma de decisiones sobre planificación económica-social en la agricultura y nutrición. El haber sido escrito en un idioma que ya no está al alcance de la gran mayoría de los académicos internacionales le resta valor en este sentido y sería de desear que se lograra su traducción.

*W. G. Jaffé*

**Symposium: Selenium in Biomedicine.**—Editores: O. H. Muth, J. E. Oldfield y P. H. Weswig. The Avi Publishing Company, Inc. Westport, Connecticut. 1967. 445 páginas. \$4.00.

Enmarcado dentro del lujoso estilo de los libros de la casa AVI, el presente volumen es el producto del Primer Simposio Internacional de Selenio en Biomedicina, celebrado en la ciudad de Corvallis, Oregon, en septiembre de 1966. Su contenido se halla distribuido en 8 secciones, de la manera siguiente: I. Introducción; II. Distribución y Análisis; III, Toxicidad; IV. Deficiencias; V. Metabolismo; VI. Relación con otros nutrientes VII. Aspecto legal, y VIII. Conclusiones.

En cada sección se incluyen las preguntas y respuestas sobre el tema en referencia y finalmente la literatura citada. Debe aclararse que si bien en este libro se recopilan y discuten a fondo los más recientes conocimientos adquiridos sobre el selenio, no se pretende que constituya la única fuente de información sobre este elemento, para lo cual el lector debe ser referido a "Selenium: Geobotany, Biochemistry, Toxicity and Nutrition", Irene Rosenfeld y A. O. Beath, Academic Press, 1964.

*J. F. Chávez*

**Present Knowledge in Nutrition.** — Third Edition. The Nutrition Foundation, Inc. Ninety-nine Park Avenue, New York, N. Y. 10016. 1967. 153 páginas. \$2.00.

Editado por la Nutrition Foundation, este libro contiene una recopilación de las monografías publicadas o listas para su publicación en la revista mensual "Nutrition Reviews". Consta de 32 capítulos, en los cuales encuentra el lector un conjunto de los conocimientos más recientes en materia de calorías, proteínas, grasas, vitaminas y de ciertos minerales como el hierro, cobre, fluor, selenio, zinc, calcio, fósforo y magnesio. De igual manera se estudian temas tan importantes y variados como la diabetes mellitus, acción dinámica específica, pigmentos ceroides, caries dental y grupos metilo.

Conceptuamos el presente texto como una obra de gran utilidad para nutricionistas, médicos, dietistas y en general para todas aquellas personas relacionadas de un modo u otro con la ciencia de la nutrición.

*J. F. Chávez*



# NOTAS

## I CONGRESO DE LA SOCIEDAD LATINOAMERICANA DE NUTRICION Y III JORNADAS VENEZOLANAS DE NUTRICION

Bajo los auspicios del Gobierno de Venezuela, se efectuarán en Caracas, entre el 1 y el 4 del próximo mes de septiembre, el I Congreso de la Sociedad Latinoamericana de Nutrición (SLAN) y las III Jornadas Venezolanas de Nutrición. En el programa, elaborado en conjunto por el Comité Organizador, figuran conferencias dictadas por distinguidas personalidades que han sido especialmente invitadas para este evento, contemplándose además la presentación de comunicaciones sobre trabajos originales, que se expondrán con un tiempo máximo de 15 minutos. Se ha programado igualmente la celebración de reuniones integradas por Grupos de Asesores de la SLAN, en las cuales se discutirán problemas específicos y de gran importancia dentro del campo de la alimentación y nutrición en Latinoamérica.

El temario, incluyendo los nombres de los relatores y coordinadores, se ha estructurado de la siguiente forma:

Lunes 2 de septiembre.—Aspectos socio-económicos de producción de alimentos en Latinoamérica.

- A. M. 1.—Reforma agraria y producción de alimentos. José Gomes de Silva (Brasil).
- 2.—Papel del cooperativismo en la producción y en el consumo de alimentos. Antonio García (Colombia).
- 3.—Acción de organizaciones de campesinos en la producción de alimentos en Latinoamérica. José Luis Pistono (Chile).
- 4.—Producción de alimentos y desarrollo económico en Latinoamérica. Salvador Zubirán (México).
- P. M. 1.—Comunicaciones originales.
- 2.—Informe de los grupos asesores de la SLAN.
- 3.—Adaptación fisiológica y social del niño desnutrido. Fernando Monckeberg (Chile).
- 4.—Desarrollo de mezclas proteicas en Latinoamérica. Ricardo Bressani (Guatemala).

Martes 3 de septiembre.—Producción de alimentos y problemas demográficos en Latinoamérica.

- A. M. 1.—Las potencialidades de Latinoamérica como productora de alimentos. Pompeu Accioly Borges (Brasil).

- 2.—Control de la natalidad en Latinoamérica: ventajas y peligros. Hernán Mendoza Hoyos (Colombia).
- 3.—Desarrollo agropecuario en Latinoamérica: factor de equilibrio demográfico. Antonio Bacigalupo (Perú).
- 4.—Industrialización de Latinoamérica: soluciones y problemas de la producción de alimentos. Manuel Trujillo Sanoja (Venezuela).

- P. M. 1.—Comunicaciones originales.
- 2.—Informe de los grupos asesores de la SLAN.
  - 3.—Centros de Recuperación Nutricional. Leonardo Sinisterra (Colombia).
  - 4.—Programas de Nutrición Aplicada. Carlos Collazos (Perú).
- Noche: Sesión Administrativa de SLAN (según agenda especial).

Miércoles 4 de septiembre.—Educación y entrenamiento en nutrición en Latinoamérica.

- A. M. 1.—Los medios modernos de comunicación y la educación nutricional en Latinoamérica. Juan Díaz Bordenave (Paraguay).
- 2.—Lucha contra el hambre en Latinoamérica: ¿problema educacional? Roberto Rueda Williamson (Colombia).
  - 3.—Entrenamiento en nutrición y subdesarrollo conómico en Latinoamérica. Lucila Sogandares (Panamá).

- P. M. 1.—Trabajos correspondientes a las III Jornadas Venezolanas de Nutrición.
- 2.—Informe de los grupos asesores de la SLAN.
  - 3.—Enseñanza de la nutrición en Latinoamérica. Nelson Chaves (Brasil).
  - 4.—Acción de organismos internacionales que trabajan en nutrición en Latinoamérica. Rafael Ramos Galván (México).

El costo de inscripción de los participantes será de US\$5.00 para los socios de la SLAN y de US\$8.00 para los no socios. Los resúmenes de los trabajos libres, con un máximo de 500 palabras y escritas a máquina, deben ser enviados a la dirección abajo indicada antes del 30 de junio. La fecha límite de recepción de los trabajos se ha fijado para el 30 de julio. Las planillas y formularios de inscripción, al igual que cualquier otra información adicional sobre estos eventos, puede obtenerse escribiendo al Profesor Dr. J. E. Dutra de Oliveira, Faculdade de Medicina, Ribeirao Preto, Sao Paulo (Brasil),

#### CURSO DE NUTRICION Y PEDIATRIA

El Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP) y la Universidad Autónoma de San Carlos de Guatemala, a través de su Facultad de Ciencias Médicas, iniciarán en 1968 un curso integral a nivel de postgrado, cuyo propósito es proporcionar adiestramiento superior en pediatría, con especial énfasis en las materias nutrición y salud pública.

El plan de estudios tiene una duración de dos años, divididos en cuatro semestres, y su desarrollo incluye los cursos teóricos y prácticos que se

detallan: Fisiología, Bioquímica, Microbiología General y Médica, Virología e Inmunidad, Patología, Pediatría, Pediatría Social, Nutrición Básica, Epidemiología, Nutrición en Salud Pública, Estadística, Administración en Salud Pública.

El programa incluye también prácticas hospitalarias y de campo, así como trabajos de investigación. Los cursos de fisiología, bioquímica y microbiología han sido incluidos con el objeto de actualizar y unificar conceptos dentro del grupo de profesionales en vías de adiestramiento.

Los formularios de admisión y cualquier otra información que se desee pueden obtenerse solicitándolos del Director de Enseñanza del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP), Apartado 1188, Guatemala, Guatemala, C. A.

## **SEGUNDO SIMPOSIO BRASILEIRO DE ALIMENTACION Y NUTRICION**

Del 8 al 13 de julio del presente año se llevará a efecto en la ciudad de Recife el Segundo Simposio Brasileiro de Alimentación y Nutrición (II SIBAN), el cual tendrá por objetivo estudiar la situación alimentaria del pueblo brasileiro.

El temario estará dividido en 3 secciones: 1. Producción de alimentos. 2. Industrialización y distribución. 3. Nutrición humana. El costo de la inscripción será de 20 cruzeiros por persona y de 300 cruzeiros para las firmas industriales. Los interesados deben dirigirse a: Prof. Nelson Chaves, Instituto de Nutrición, Ciudad Universitaria, Recife, Brasil, S. A.

## **CURSO EN EL INSTITUTO DE TECNOLOGIA DE MASSACHUSETTS**

En el Instituto de Tecnología de Massachusetts (M.I.T.) se dictará el curso "Recent advances in nutritional biochemistry and metabolism pertinent to oral biology and pathology", entre el 24 y el 28 de junio de 1968. Organizado especialmente para odontólogos interesados en problemas de nutrición o responsables por la enseñanza de esta materia, el curso consistirá de 25 ó más clases o conferencias, dictadas por especialistas pertenecientes al Instituto con la colaboración de otros profesionales de diversas Universidades de los Estados Unidos y Europa. Se dedicará un tiempo especial para la discusión de los temas.

El precio fijado para la inscripción en el curso es de US\$200.00 en general y de US\$100.00 para los pertenecientes a las Facultades de Odontología. Estará previsto el alojamiento en los locales de la Universidad.

Para la obtención de las planillas de inscripción o si se desea información adicional, favor escribir al Dr. Robert S. Harris, Director of the Training Program in Oral Science, E 18-564, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, Massachusetts.

## **I SEMINARIO NACIONAL DE NUTRICION**

Organizado por el Instituto Interamericano del Niño y bajo los auspicios del Gobierno de Venezuela, se celebrará en la ciudad de Valencia, Venezuela, el I Seminario Nacional de Nutrición, entre el 2 y el 8 de junio. El programa a tratar comprende temas de particular importancia y que son los siguientes:

**Tema 1.**

- I. Estudio de la situación nutricional y alimentaria:
  - a) Consideraciones generales.
  - b) Disponibilidad de alimentos (producción, mercadeo y consumo).
  - c) Morbilidad y mortalidad en relación a la desnutrición.
  - d) Programas de acción del Estado e instituciones privadas.

**Tema 2.**

- II. Educación alimentaria:
  - a) Situación actual.
  - b) Programa de acción a nivel profesional, medio y comunal.
  - c) Suplementación alimentaria como factor educativo.

**Tema 3.**

- III. Centros de Educación y Recuperación Nutricional.

Para una mayor información sobre este Seminario, favor dirigirse al Dr. Otto Malpica Guada, Colegio de Médicos del Estado Carabobo, Urbanización Guaparo, Apartado N° 82, Valencia, Venezuela.

**CONFOEDERATIO INTERNATIONALIS AD QUALITATES  
PLANTARUM EDULIUM PERQUIRENDAS**

Del 24 al 26 de septiembre de 1968 se reunirá en París la "Confoederatio internationalis ad qualitatis plantarum edulium perquirendas", CIQ, donde se tratarán los siguientes temas: 1. Reguladores del crecimiento, especialmente abscisina y dormicina. — 2. Variaciones de proteínas y aminoácidos en plantas alimenticias. — 3. Variaciones de lípidos y aceites esenciales en plantas alimenticias.

Para una mayor información favor dirigirse al Profesor W. Schuphan 6222 Geisenheim Rüdeshheimerstr. 12-14, Alemania.

**SYMPOSIUM OF FERMENTATION INDUSTRY**

Entre el 27 de mayo y el 1 de junio de 1968 tendrá lugar en la ciudad de Leipzig, República Democrática Alemana, la celebración del "Second International Symposium of Fermentation Industry". La organización de este evento científico corresponde al Research Institute of the Fermentation Industry, Enzymology and Technical Microbiology of the GDR DDR-1017, Berlín, Alt-Stralan 62.

**SIAL**

Hemos recibido para su divulgación el primer boletín referente a la celebración del Tercer Salón Internacional de la Alimentación (SIAL). Este evento se efectuará en París, en el Palacio de las Exposiciones del C.N.I.T., entre el 27 de octubre y el 4 de noviembre de 1968. Aquellas personas interesadas pueden obtener información adicional escribiendo a: G. Viot, III SIAL, 121 Boulevard Haussmann, París 8 E.





## DIRECTORIO DE ARCHIVOS LATINOAMERICANOS DE NUTRICION

Dr. José E. Dutra de Oliveira (Brasil), Dr. B. A. Houssay (Argentina), Dr. José A. Landa (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	Dr. Silvestre Frenk
Dr. Conrado F. Asenjo	Dr. Carlos Gitler
Dr. C. Alvariñas	Dr. Alberto Guzmán Barrón
Dr. Carlos Bauza	Dr. Miguel Guzmán F.
Dr. José María Bengoa	Dr. Emilio Picón Reátegui
Dr. Moisés Béhar	Dr. Yaro Ribeiro Gandra
Dr. Edgar Braham	Dr. Roberto Rueda Williamson
Dr. Ricardo Bressani	Dr. Juan Claudio Sanahuja
Dr. Dante Costa	Dra. Esther Seijo de Zayas
Dr. Nelson Chávez	Dr. Leonardo Sinisterra
Dr. Joaquín Cravioto	Dr. Hermann Schmidt-Hebbel
Dr. Eric Cruickshank	Dra. María Angélica Tagle
Dr. Mario Desio de la Vega	Dr. Carlos Tejada
Dr. Gonzalo Donoso	Dra. Tamara de Vega
Dr. Rafael Enderica Vélez	Dr. Salvador Zubirán

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. Silvestre Frenk (México)
Secretario:	Dr. Guillermo Arroyave (Guatemala)
Tesorero:	Dr. Edgar Braham (Guatemala)
Vocales:	Dr. Antonio Bacigalupo (Perú)
	Dr. Hernán Vélez (Colombia)
	Dr. Erick Cruickshank (Jamaica)

# ARCHIVOS LATINOAMERICANOS DE NUTRICION

Vol. XVIII — Nº 1 — Marzo 1968

## CONTENIDO

	<b>Pág.</b>
<b>TRABAJOS DE INVESTIGACION:</b>	
<b>LA EFECTIVIDAD DE LA YODACION DE LA SAL EN LA PREVENCION DEL BOCIO ENDEMICO EN COLOMBIA.</b>	
<b>II. CONTENIDO DE YODO EN LA SAL A NIVEL DEL CONSUMIDOR.</b>	
FRANZ PARDO TELLEZ, ROBERTO RUEDA-WILLIAMSON, JOSE OBDULIO MORA PARRA .....	7
<b>SUPLEMENTACION DEL ARROZ CON CONCENTRADOS PROTEICOS</b>	
LUIZ G. ELIAS, ROBERTO JARQUIN, RICARDO BRESSANI, CONSTANTINO ALBERTAZZI .....	27
<b>ESTUDIO DEL USO DE HARINA DE SEMILLA DE ALGODON EN EL CRECIMIENTO Y ENGORDE DE CERDOS</b>	
ROBERTO JARQUIN, MARIO GONZALEZ, RAMIRO OLIVA, LUIS A. LAMM, LUIZ G. ELIAS Y RICARDO BRESSANI .....	39
<b>EFFECTO DEL PROCESO DE MADURACION DEL MAIZ SOBRE SU VALOR NUTRITIVO</b>	
ROBERTO A. GOMEZ-BRENES, LUIZ G. ELIAS Y RICARDO BRESSANI .....	65
<b>A COMPARISON OF DIETARY DATA OBTAINED IN JAMAICA BY TWENTY-FOUR-HOUR RECALL AND BY WEIGHING</b>	
HELEN C. FOX, VERSADA S. CAMPBELL AND H. G. LOVELL .....	81
<b>BIBLIOGRAFIA LATINOAMERICANA .....</b>	99
<b>LIBROS NUEVOS .....</b>	107
<b>NOTAS .....</b>	111