

Trabajos de Investigación

VALOR NUTRITIVO DE LA MEZCLA DEL MAÍZ CON LA LECHE (*)

Josué de Castro y Emilia Pechnik

INSTITUTO DE NUTRICION DE LA UNIVERSIDAD DEL BRASIL
Director: Prof. Josué de Castro

"Archivos Venezolanos de Nutrición" se sienten muy honrados al publicar un trabajo original del Prof. Josué de Castro en colaboración con la Dra. Emilia Pechnik, del Instituto de Nutrición de la Universidad del Brasil, con cuyo trabajo se inicia el intercambio de colaboración entre dicho Instituto y el de Venezuela.

Fué el maíz, sin duda alguna, la más significativa contribución que, en el campo de los recursos alimenticios, trajo el Continente Americano al mundo y a la civilización.

Oriundo de América Central, donde había sido iniciado hace millares de años su cultivo por las antiguas civilizaciones precolombinas, es el maíz hoy en día utilizado en la alimentación de pueblos de todos los continentes. En nuestro país, el Brasil, se consume en toda la extensión territorial, y en dos regiones alimenticias —la del "sertao" de Noreste y la del Centro-Oeste— constituye este cereal el alimento base de la dieta regional.

Este uso, tan abundante y tan generalizado, del maíz por parte de nuestras poblaciones, y el hecho, hoy universalmente reconocido, de que es un alimento hasta cierto punto deficiente en lo que se refiere a su valor proteínico (puesto que la zeína es una proteína deficiente en ciertos aminoácidos indispensables

(*) Recibido el 5 de octubre de 1951.

al crecimiento y al equilibrio nutritivo), hacen del estudio del maíz en la alimentación humana un tema de alto interés práctico para todos aquellos que se dedican a la búsqueda de soluciones adecuadas para el grave problema de la alimentación del pueblo brasilero.

En este sentido fué que resolvimos, en el Instituto de Nutrición de la Universidad del Brasil, estudiar el problema de la complementación alimenticia del maíz, teniendo en mira corregir sus deficiencias específicas en forma de aprovechar racionalmente el enorme potencial nutritivo que puede representar la producción nacional de ese cereal para una población subnutrida como la nuestra.

La observación del hecho de que en la región del "Sertao" (llanos) del Noreste, donde el consumo del maíz alcanza el nivel más alto de todo el país (aproximadamente 200 gramos diarios **per cápita**), no exista en las épocas de vida normal —excluyendo los trágicos episodios de sequía— ni siquiera señales aparentes de carencias alimenticias, y el reconocimiento de que el maíz, en esta región, es consumido casi siempre mezclado con la leche, nos ha llevado a la convicción de que tal mezcla debe poseer un alto valor nutritivo, completando la leche las posibles deficiencias alimenticias del maíz.

Ya en la "Geografía del Hambre" afirmamos que "usado en las más diversas formas, como en caratos, atoles y cremas, el maíz es casi siempre consumido juntamente con la leche, combinación ésta muy feliz, pues la proteína de la leche completa así las deficiencias de aminoácidos de la **zeína** del maíz" (1). También el Prof. Francisco Miranda, de la Universidad de Méjico, llegó a la conclusión de que las proteínas de la leche son las que mejor complementan las del maíz, y, en trabajo presentado ante el Tercer Congreso Mejicano de Medicina, hizo resaltar el hecho de que "en regiones de la India y del Brasil la combinación de maíz y leche da magníficos resultados nutritivos" (2).

Las experiencias que hemos emprendido tenían, pues, como objeto demostrar, con bases científicas, este hecho, hasta cierto punto captado por la observación directa de la realidad social.

Sobre el valor alimenticio del maíz existen varios estudios, tanto nacionales como extranjeros, realizados en diferentes épo-

cas y con diversos fines. En algunos de esos trabajos se señala la ventaja del posible uso del maíz en asociación con otras fuentes proteínicas.

Según Mc. Collum (3), los animales sustentados con dietas a base de trigo, avena o maíz, almacenan de 23 a 28% de la proteína total del alimento; y aquellos con dieta a base de leche descremada son capaces de almacenar 66% de la proteína ingerida.

La mezcla de maíz + trigo + avena en idénticas proporciones no ha dado resultados mejores que los presentados por cada uno de los cereales usados por separado (experiencias efectuadas con cerdos).

Todavía cuando para 1 Kg. de maíz se adiciona 1,3 Kg. de leche descremada, los animales (cerdos) en experimento transforman el 62% de la proteína suministrada en tejidos corporales. Eso demuestra que la mezcla de leche y maíz, en esas proporciones, es tan eficiente como la leche sola, popularmente considerada el "alimento ideal"; del mismo modo también sugiere que no es absolutamente necesario que cada componente de la ración tenga proteína de alta calidad. Un modo inteligente de escoger es el basado en los modernos conocimientos de las características, de las cualidades y de las deficiencias nutritivas de cada constituyente de la dieta, lo que facilita el aprovechamiento ventajoso de varios alimentos en asociaciones que, en conjunto, suministran todos los aminoácidos esenciales en proporciones adecuadas.

Según Shrewsbury y Bratzler (4), la asociación maíz + soya da por resultado una mayor eficiencia proteínica que la soya cuando se usa como única fuente proteínica. Ya las proteínas de la soya, como es sabido, son consideradas las de más alto valor nutritivo entre las de origen vegetal.

De acuerdo con Jaffé (5), en experiencia hecha con ratas Wistar, una dieta compuesta de 20% de harina de ajonjolí + 80% de harina de funche amarillo, a la que se agregan vitaminas A, D y complejo B, proporciona un aumento medio de 100 gramos después de 9 semanas, mientras que 20% de harina de ajonjolí más 80% de almidón (con el mismo suplemento vitamínico) resultan en un aumento medio de apenas 20 gramos. Las mismas dietas sin suplemento vitamínico proporcionan un aumento me-

dio de 62 y 8 gramos, respectivamente. Es de lamentar que en este estudio el autor no indica las cantidades de comida ingerida por los animales en experimentación.

Barnett Sure (6) investigó el valor alimenticio de la harina de trigo y el de la harina de maíz blanco, adicionadas con vitaminas lipo e hidrosolubles y sales minerales, encontrando que el valor biológico de la proteína del trigo era bajo (índice de eficiencia 0,88 después de 10 semanas de la prueba). Los animales mantenidos con maíz como única fuente proteínica se presentaron en condiciones deficientes después de 6 semanas de prueba, siendo necesario, por eso, interrumpirla.

El cuadro cambió cuando la dieta fué suplementada con levadura (1%, 3%, 5%). Se constató, entonces, un considerable aumento de peso en los animales experimentales (ratas blancas Wistar), especialmente en los casos del 5% de levadura. Es interesante resaltar que no resultó un efecto benéfico sobre el valor alimenticio de las harinas estudiadas, al agregarles lisina o triptófano por separado. Aun así, 20 mg. de lisina + 10 mg. de triptófano, suministrados conjuntamente en la ración de cada una de las ratas en experimento, resultaron en un efecto igual al del 5% de levadura en la dieta (que corresponde a 5,1 mg. de lisina + 0,9 mg. de triptófano). Esta observación lleva al autor del trabajo a concluir que la mejoría del valor alimenticio debe ser atribuída no solamente a los dos ácidos aminados, sino también a otros factores esenciales que contiene la levadura.

El mismo autor (6), en una serie de investigaciones realizadas con la harina de trigo y harina de maíz blanco, a las que agregó otras fuentes proteínicas (soya, maní, leche descremada en polvo y leche deshidratada) en pequeñas cantidades, constató, en cada caso, un evidente aumento del índice de eficiencia proteínica (las dietas modelo: harina de trigo o de maíz adicionadas de sales minerales y vitaminas lipo e hidrosolubles). De entre todas, la harina de maní se reveló la de menos eficiencia como suplemento. La levadura seca, la harina de soya y la leche descremada en polvo resultaron prácticamente con la misma eficiencia. Entretanto, los índices obtenidos con las ya mencionadas asociaciones proteínicas no fueron muy altos, habiendo oscilado entre 1,0 y 1,42 (agregándose el 3,5% de leche descremada en polvo) cuando se empleó harina de trigo. Para la harina de maíz se consiguieron índices más interesantes (1,64, agregándose el 3,5% de

leche descremada en polvo). Esta vez también el maní se reveló el menos eficiente suplemento proteínico.

Antes de entrar en la verdadera parte experimental debemos ver, para una mejor comprensión y discusión del asunto, cuál fué la composición química del funche de maíz amarillo que se empleó en nuestras experiencias:

De acuerdo con Hawley y Carden (7) es la siguiente:

Humedad	12%
Carbohidratos totales	78%
Proteínas	8%
Grasa	1%
Fibra bruta	1%
	100%

Sales minerales:

Ca	10 mg. %
P	140 mg. %
Fe	1 mg. %

Potencial vitamínico:

Provitamina A	300 U. I. %
Tiamina	150 microgr. %
Riboflavina	60 microgr. %
Niacina	900 microgr. %

CUADRO I
COMPOSICION EN AMINOACIDOS ESENCIALES DE 100 GRAMOS
DE PROTEINAS (8)

	Leche	Maíz	Trigo	Arroz
Arginina	4,2	4,8	3,0	7,2
Histidina	2,6	2,5	1,5	1,6
Lisina	8,7	2,3	2,7	3,2
Tirosina	6,0	6,0	3,8	5,7
Triptófano	1,5	0,6	1,0	1,3
Fenilalanina	5,5	5,0	5,7	5,0
Cistina	1,0	1,5	1,2	1,3
Metionina	3,2	3,1	3,0	3,4
Treonina	4,7	3,7	3,3	3,9
Leucina	11,0	5,3	5,8	8,0
Isoleucina	7,5	15,0	3,3	4,9
Valina	7,0	6,4	3,6	5,1

PARTE EXPERIMENTAL

Con el propósito de proseguir las investigaciones ya realizadas en lo que se refiere al valor alimenticio del maíz asociado en la dieta a otras fuentes de proteínas, planeamos dos series de experimentos biológicos.

Fueron las siguientes las dietas empleadas:

CUADRO II
COMPOSICION DE LAS DIETAS DEL ENSAYO I

	Dieta M %	Dieta I a %	Dieta II a %	Dieta L a %
Leche en polvo	—	10,0	16,7	33,4
Funche	88,0	62,0	44,0	—
Levadura de cerveza (seca)	1,0	1,0	1,0	1,0
Mezcla salina O. M. . . .	1,0	1,0	1,0	1,0
Grasa (mantequilla) . . .	10,0	8,2	7,0	4,0
Almidón	—	17,8	30,3	60,6
	100,0	100,0	100,0	100,0
Proteína de la leche . . .	—	2,4	4,0	8,0
Proteína del maíz	8,0	5,6	4,0	—
Proteína total	8,0	8,0	8,0	8,0
Grasa total	12,0	12,0	12,0	12,0

Las dietas del tipo I nos han permitido establecer el índice de eficiencia proteínica del funche de maíz amarillo suplementado con 1% de levadura, sales minerales y una cantidad de grasa suficiente para igualar el de las otras dietas. De este modo en esta serie de ensayos tuvimos posibilidad de comparar los resultados alcanzados con mezclas proteínicas no solamente con los de la leche, sino con los del maíz en idénticas condiciones.

Esto no fué posible en los experimentos de la serie II, en donde tuvimos que limitarnos a la comparación de los resultados ya encontrados con los de la dieta preparada a base de leche.

La cantidad de grasa era idéntica en ambos tipos de regímenes. Las dietas de la serie I eran "isocalóricas", como lo eran también las de la serie II.

CUADRO III
COMPOSICION DE LAS DIETAS DEL ENSAYO II

	Dieta I b %	Dieta II b %	Dieta L b %
Leche en polvo	12,5	20,8	41,6
Funche	77,7	55,8	—
Levadura seca de cerveza	1,0	1,0	1,0
Mezcla salina O. M.	1,0	1,0	1,0
Grasa (mantequilla)	7,8	6,1	2,3
Almidón	—	15,3	54,1
	100,0	100,0	100,0
Proteína de la leche	3,0	5,0	10,0
Proteína del maíz	7,0	5,0	—
Proteína total	10,0	10,0	10,0
Grasa total	12,0	12,0	12,0

El funche del maíz amarillo era un producto adquirido en los mercados locales. La leche en polvo usada era la de marca "Nido", de la Compañía Nestlé.

Antes de preparar las dietas determinamos en los dos productos la proteína total por el método de micro Kjeldahl, obteniendo los siguientes resultados:

Funche 9,2%
Leche en polvo 24,0%

La comida fué preparada en cantidad suficiente para la duración de los experimentos, habiendo sido guardada en la nevera.

Como animales de experiencia usamos ratas Wistar, de aproximadamente un mes de edad, colocadas por parejas en jaulas alambradas y con comedores especiales que no permitían a los animales contaminar la comida con las heces.

La comida era suministrada "ad libitum"; diariamente se pesaban la ración ofrecida y el sobrante. Periódicamente se controlaba el peso de los animales en experimento.

En los cuadros que siguen están tabulados los resultados obtenidos:

CUADRO IV

EXPERIENCIAS DE LA SERIE I

Grupo	Nº de ratas	Días de exper.	PESO	PESO	PESO	Alim. Ingerida (grs.)	Prot. Ingerida (grs.)	Índice de eficienc. proteica
			Inicial (grs.)	Final (grs.)	Aumento (grs.)			
M	4	45	51	72	21	290	23,2	0,91
I a	4	45	49	127	78	430	34,5	2,26
II a	4	45	46	132	86	419	38,5	2,56
L a	4	45	45	96	51	319	25,5	2,00

CUADRO V

EXPERIENCIAS DE LA SERIE II

Grupo	Nº de ratas	Días de exper.	PESO	PESO	PESO	Alim. Ingerida (grs.)	Prot. Ingerida (grs.)	Índice de eficienc. proteica.
			Inicial (grs.)	Final (grs.)	Aumento (grs.)			
I b	6	45	38	103	70	309	30,9	2,26
II b	12	45	35	124	89	343	34,3	2,60
L b	10	45	40	105	65	343	34,3	1,90

(*) Los datos presentados son un promedio por animal.
El aumento de peso, por un gramo de la proteína ingerida.

En el principio del estudio verificamos que las ratas alimentadas con la dieta M comían muy poco y no tenían buen aspecto. Con el tiempo las señales externas de deficiencia se agravaron todavía más. Por otro lado, las ratas mantenidas a base de leche y maíz se desarrollaron normalmente, con todas las características de los animales bien alimentados y sanos.

Después de 45 días de experimentos sacrificamos los animales de las series I y II, procediendo enseguida al examen de sus hígados, y observamos los siguientes resultados:

CUADRO VI

GRUPO	Origen Proteínico de la dieta	PROTEINA HEPATICA %	GRASA HEPATICA %	RESIDUO HEPATICO seco %	Hígado/cuerpo (relación del promedio de los pesos)
M	Maíz.....	15,2	6,45	34,3	1 : 21
I a	Maíz + Leche....	15,2	5,95	32,0	1 : 24
II a	Maíz + Leche....	15,0	5,44	32,1	1 : 21
L a	Leche.....	16,8	2,45	30,5	1 : 24

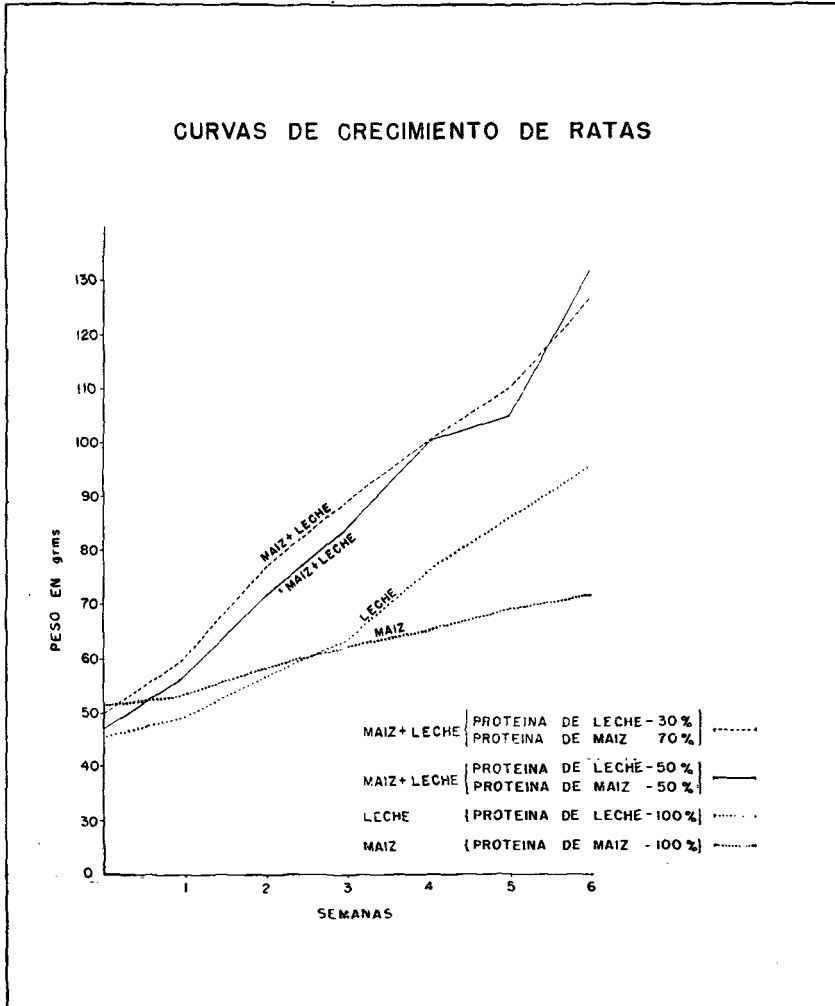
CUADRO VII

GRUPO	Origen Proteínico de la dieta	PROTEINA HEPATICA %	GRASA HEPATICA %	RESIDUO HEPATICO seco %	Hígado/cuerpo (relación del promedio de los pesos)
I b	Maíz + leche....	14,9	2,88	26,9	1 : 23
II b	Maíz + leche....	15,3	2,20	27,4	1 : 19
L b	Leche.....	16,0	2,50	27,2	1 : 24

Los hígados de los animales alimentados con maíz (dieta M) es mostraron amarillentos y con un grado de grasa superior al de los otros animales de la misma serie de experimentos.

Los hígados de todas las otras ratas ofrecían un aspecto normal (color, tamaño, consistencia).

Como se puede observar en el cuadro VII (serie II), el depósito de proteína hepática y el contenido de grasa del hígado de los animales alimentados con maíz y leche se presentaron prácticamente iguales a los que comieron la dieta a base de leche.



CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en el presente trabajo, expuestos en los cuadros IV, V, VI y VII, nos permiten constatar lo siguiente:

1. En los ensayos en que le leche y el maíz fueron usados aisladamente como fuente proteínica de la ración, el índice de eficiencia de las proteínas de la leche fué el doble de las del maíz (2,00 y 0,91, respectivamente). Es interesante notar que las ratas sostenidas con la dieta a base de maíz, y a pesar de

haber sido ésta reforzada con 1% de levadura seca de cerveza, no ofrecieron buen aspecto ni se desarrollaron de un modo normal.

2. Cuando se asociaron las proteínas del maíz y de la leche en las proporciones indicadas en los cuadros II y III, el índice encontrado superó considerablemente no sólo el del maíz, como es perfectamente comprensible, sino también el de la leche. Los números encontrados son semejantes en las dos series de experiencias (dietas preparadas a base de 8% y 10% de proteínas):

2,26 y 2,26 para las dietas I a y I b (30% de proteína del maíz sustituida por proteína de la leche).

2,56 y 2,60 para las dietas II a y II b (la proteína de la leche sustituyendo la mitad de las proteínas del maíz).

Consideramos del mayor interés y abundantes en sugerencias los resultados encontrados en estos ensayos. Llama la atención el sorprendente hecho de conseguirse por las combinaciones ensayadas de maíz y leche un valor alimenticio claramente superior al de las dietas en donde la leche era la única fuente proteínica. Decimos hecho sorprendente porque la proteína de la leche es considerada como del más alto valor biológico, y el maíz, portador de una proteína vegetal deficiente en principios esenciales, como la lisina y el triptófano. Queremos todavía afirmar que fué cuantitativamente igual la ingestión de la ración en los experimentos realizados con dietas a base de 10% de proteína, lo que ha permitido mayor seguridad en la interpretación de los resultados conseguidos.

3. El contenido en grasa hepática y el depósito proteínico encontrado en los hígados de las ratas alimentadas con las dietas I b y II b (leche y maíz) se revelaron prácticamente iguales a los valores encontrados para animales con la dieta modelo (a base de leche), lo que juzgamos digno de la mayor atención.

4. Los resultados conseguidos nos autorizan, pues, a considerar la combinación dietética del maíz con la leche como de gran valor nutritivo, merecedora de especial recomendación en cualquier tipo de dieta, principalmente en las regiones productoras de maíz o en aquellas en donde éste sea un componente habitual de la alimentación regional.

5. Considerando que en varios países latinoamericanos el maíz constituye uno de los alimentos básicos de la dieta popular y que es posible complementar las proteínas de ese cereal con las de la leche descremada, fresca o en polvo, que son fuentes proteínicas de costo no muy elevado (es mucho más bajo que el costo de las proteínas de la carne), recomiéndase por motivos biológicos y económicos el uso generalizado en estos países de la mezcla de maíz y leche como un valioso recurso para mejorar las condiciones de alimentación en las poblaciones latinoamericanas.

RESUMEN

En el presente trabajo, llevado a efecto con ratas albinas de la raza Wistar, los autores tuvieron como objetivo principal estudiar cómo se complementan las proteínas del maíz con las de la leche. La experiencia fué realizada alimentando a grupos de ratas con una dieta que tenía como base proteínica la harina de maíz amarillo combinada con leche en polvo. Animales alimentados con dietas exclusivas de maíz o de leche sirvieron de control. Los resultados alcanzados fueron resumidos en los cuadros IV, V, VI y VII.

Las ratas alimentadas con dieta a base de maíz tuvieron un crecimiento muy deficiente; con dieta de maíz suplementada con leche en polvo presentaron un índice de crecimiento y de eficiencia proteínica no solamente superior al de los animales sostenidos con maíz, lo que era de esperarse, sino también sensiblemente superiores a los de los animales mantenidos sólo con leche. Mientras el índice de eficiencia proteínica del maíz fué igual a 0,91 y el de la leche fué de 2,00, el de la mezcla alcanzó a 2,22 y 2,58, respectivamente, con las dietas en que las proteínas del maíz eran sustituidas por las de la leche en las proporciones de 30 a 50%.

Frente a estos resultados y considerando que el maíz constituye el alimento básico de varios grupos humanos, los autores aconsejan el uso de dietas mixtas, compuestas de maíz y leche descremada en polvo, alimentos de valor adquisitivo poco elevado, como un procedimiento ideal para suplir las unidades de proteínas del organismo y suministrarle los aminoácidos indispensables en los procesos de la nutrición.

SUMMARY

In the present work carried out on Wistar strain albino rats, the authors had in mind to study the nutritive value of corn proteins when associated to those of milk. Groups of rats were maintained on diets prepared with yellow corn meal supplemented with powdered dried milk in certain proportions. Animals fed basal diets (containing yellow corn meal and dried milk, separately) were taken as the controls. The mixed rations contained the same total protein amounts as those in the basal diets. The results obtained are summarized in tables IV, V, VI and VII.

Rats receiving the yellow corn meal diet grew at a very sub-optimum rate. The animals on rations containing yellow corn meal supplemented with dried milk showed a growth response and protein efficiency ratio not only considerably superior to those on basal corn meal diet, as was to be expected, but also and in considerable degree (on very similar food intakes) to those on dried milk. While the protein efficiency ratio of yellow corn was 0.91, that of milk 2.00, the mixture corn meal + milk gave a result as high as 2.22 and 2.58 respectively to diets in which the corn proteins were substituted by those of milk in the ratio of 30% and 50%.

In view of the results obtained and considering that corn is a staple food to several human groups, the authors recommend the use of mixed diets made up of corn and powdered skim milk, both cheap foodstuffs, as an ideal means to supply the body needs in essential aminoacids.

ZUSAMMENFASSUNG

Die Verfasser der vorliegenden Arbeit hatten das Ziel, mit Albinoratten des Stammes "Wistar" die gegenseitige Ergänzung in ihrem biologischen Wert der Proteine aus Milch und Mais zu studieren. Die Versuche wurden so ausgeführt, dass Gruppen von Ratten mit Diäten ernährt wurden, deren Eiweissquelle Milch und/oder gelbes Maismehl war. Tiere die eine Diät ausschliesslich auf Basis von Mais oder Milch erhielten, dienten als Kontrollen. Die Ergebnisse sind in 4 Tabellen zusammengefasst.

Die auf Basis von gelbem Mais ernährten Ratten zeigten ein unzureichendes Wachstum, während die die Tiere, die die kom-

binierte Diät erhielten, nicht nur ein besseres Wachstum und eine höhere Eiweissausnutzung zeigten, sondern sogar besser reagierten, als die mit der Milchdiät behandelten Kontrollen. Der Index der Eiweissausnutzung bei reiner Maisdiät war 0.91, bei reiner Milchdiät 2.0 und bei der gemischten Kost 2.22 und 2.58, wenn 30% oder 50% des Maiseiweisses durch Milcheiweiss ersetzt wurden.

Angesicht dieser Ergebnisse und im Hinblick darauf, dass Mais das wichtigste Nahrungsmittel für zahlreiche Bevölkerungsgruppen darstellt, befürworten die Verfasser den Gebrauch von gemischter Kost auf der Basis von Mais und Trockenmagermilch, beides billige Nahrungsmittel. Diese Mischung stellt eine geeignete Kost dar, um die lebenswichtigen Aminosäuren dem Körper zuzuführen.

BIBLIOGRAFIA

- (1) Castro, Josué de. — "Geografía da Fome". Rio de Janeiro, 1947.
- (2) Miranda, Francisco de. — "El Maíz". México, 1948.
- (3) Mc. Collum. — J. Biol. Chem. 19, 1914, cit. por Morrison. Alimentos y Alimentación, 1943, Santiago.
- (4) Shrewsbury y Bratzler. — J. Agr. Res. 47, 1933, cit. por Morrison. Alimentos y Alimentación, 1943, Santiago.
- (5) Jaffé, W. — Publ. del Minist. de Agricult. y Cría, 30, 1947.
- (6) Sure, B. — J. of Nutrition, 36, 1, 1948.
- (7) Hawley, E., y Carden, G. — The Art and Science of Nutrition. St. Louis, 1949.
- (8) Block, R., y Bolling, D. — The aminoacid composition of proteins and foods. Springfield, 1951.