

## **Mejoras de la eficiencia proteica de la arepa con Triptófano, Lisina y Treonina**

**ALEJANDRO MOSQUEDA SUÁREZ**  
Instituto Nacional de Nutrición

Es un hecho conocido de todos los venezolanos el gran consumo de la arepa como alimento. En una publicación anterior (1) estudiamos su constitución química, enriquecimiento, etc. En una segunda publicación (2) abordamos la cuestión de su digestibilidad, para llegar a conclusiones satisfactorias.

Nos proponemos en este trabajo estudiar la naturaleza proteica de la arepa criolla, con la finalidad de alcanzar niveles proteicos de óptima calidad por el agregado de aminoácidos.

Varios investigadores han publicado trabajos de suplementación proteica, todos ellos muy recientes. Para Rosemberg y Rohdenburg (3) la adición de cantidades de lisina a una dieta de pan de trigo suplementada con grasas, sales y vitaminas, produce aumento del crecimiento de ratas. Con 0,2% de lisina el aumento es 75% en cinco semanas. Un máximo crecimiento de 124-127% se obtuvo con 0,5 - 0,8% de lisina.

Los mismos autores (4) señalan, sin embargo, que un valor promedio del 15% de la lisina se pierde durante la cocción del pan de trigo, sin considerar otra pérdida de 5 a 10% por el tostado de pan en rebanadas, o cuando se seca y endurece.

Rosemberg y col. (5) estudiaron en muestras comerciales de pan blanco la adición de lisina, treonina, valina y metionina. Sólo se observan mejoras por el agregado de lisina.

Pecora y Hundley (6) han mejorado la proteína natural del arroz pilado con la combinación lisina + treonina. El crecimiento en las ratas aumenta tres veces más que con la dieta no suplementada. Pero la lisina o treonina, o cualquier otro aminoácido individual adicionado al arroz, no produce mejor crecimiento que la dieta no suplementada.

Sure (7) ha estudiado la influencia de la lisina, valina y treonina sobre el trigo integro al 8% de nivel proteico.

Según Mitchell y col. (8), en el maíz integro la suplementación de las proteínas con lisina y triptófano puede alcanzar un valor biológico cuyo nivel se aproxime al valor biológico de las proteínas de la carne ( $N \times 6.25$ ). La suplementación con uno u otro aminoácido no presenta efectos apreciables sobre el valor biológico.

Sauberlich y col. (9), en experiencias verificadas en ratas, encuentran que en igualdad de condiciones muestras de maíz de alta proteína (11,4%) son superiores proteicamente a muestras de maíz de baja proteína (7,8%). El maíz de baja proteína fué encontrado deficiente en los aminoácidos lisina, triptófano, isoleucina, treonina y valina. En contraste, el maíz de alta proteína fué deficiente solamente en lisina y triptófano. Sin embargo, sobre la base de igual cantidad de proteína en la dieta, el maíz de alta proteína es inferior biológicamente al de baja proteína, por contener una elevada proporción de zeína en la proteína.

Sure (10) ha suplementado las proteínas del maíz amarillo entero con el uso de lisina, triptófano y treonina.

Rose y col. (11), repitiendo experiencias de años anteriores, estudiaron los efectos producidos por los aminoácidos en el crecimiento de las ratas. Concluyen que la clasificación en esenciales y no esenciales no es más que materia de definición. En igual sentido se pronuncia Mitchell con el agregado de los "semi-esenciales" (tabla 1). Sin embargo, en condiciones particulares, esos mismos aminoácidos pueden producir cambios substanciales y de gran importancia.

## PARTE EXPERIMENTAL

Las experiencias se verificaron en ratas (\*) "Sprague Dawley" de 4-5 semanas, con peso de 50-55 gramos, colocadas en jaulas individuales y con comida y agua "ad libitum". La dieta de arepa se preparó eliminando el agua a 85°C. y moliendo la

---

(\*) Estos animales estaban alimentados con "Ratarina", alimento comercial elaborado a base de harina de pescado, cereales, vitaminas y minerales, etc. Suple todos los requerimientos diarios de la rata y sobrepasa a muchos de ellos.

masa en molino eléctrico. Al polvo resultante se analizó el contenido de nitrógeno por análisis químico. Suplementos vitamínicos y minerales ya señalados en un trabajo anterior (2) fueron añadidos a la dieta. Los animales se pesaron una vez por semana.

En el plan de trabajo sobre crecimiento, consumo de alimento, proteína consumida y aumento de peso por gramo de proteína consumida (REP), se tuvo en cuenta las cantidades mínimas necesarias de cada aminoácido esencial para soportar el crecimiento normal en las ratas y en el hombre, cuando los no esenciales son incluidos en el alimento (tabla 2).

En este sentido, en diferentes grupos de ratas se estudiaron las variaciones del REP con el agregado de los aminoácidos triptófano, lisina y treonina, en las proporciones adecuadas al objetivo perseguido. Los resultados de la investigación se señalan en la tabla 3.

### DISCUSION DE LOS RESULTADOS

De acuerdo con la tabla 4 de Flodin (13) modificada por nosotros, puede verse comparativamente las necesidades proteicas de la rata para su normal crecimiento y la proporción de aminoácidos suministrados por la carne, huevos, leche y maíz íntegro. Allí el maíz acusa principalmente deficiencias de triptófano y lisina; la leche, de metionina; y los huevos, de lisina.

Ahora bien: el maíz que se utiliza en Venezuela para consumo es pilado, o sea desprovisto de su cutícula y un por ciento del germen que puede llegar al 40% (foto 1). Llama la atención que, a pesar de ser el germen la porción del grano de maíz aceptada como de mejor valor proteico, sin embargo es posible alcanzar para la arepa altos valores de niveles proteicos.

La dieta venezolana necesita de ser mejorada en pródidos de óptima calidad (15) (16). Por la adición de aminoácidos a la arepa se aumenta extraordinariamente la eficiencia proteica de un alimento cuyo principal empleo era por sus caracteres energéticos. Con 0,2% de L-Triptófano aumenta 213,9% el REP; para la lisina, 59,3%; la combinación de 0,2% de L-Triptófano + 1% de L-Lisina, 264,4%. Finalmente, con

0,2% de L-Triptófano + 1% de L-Lisina + 0,5% de L-Treonina, el aumento es de 413,6%.

Al maíz Pilado criollo blanco, que es la materia prima en la elaboración de la arepa, se le estudió su eficiencia proteica comparativamente con ésta. Su REP (en la igualdad de condiciones) es mucho más elevado que el alimento preparado. La diferencia en valores probablemente se deba al factor calor, que actúa como elemento perjudicial en el proceso de la arepa.

Existe una marcada tendencia, en estos últimos tiempos, de obtener un mejor aprovechamiento de las proteínas vegetales por el empleo de aminoácidos. En teoría y en el laboratorio se han logrado conquistas, y posiblemente se lograrán otras más. Falta por resolver el aspecto económico del asunto, pues la síntesis de los aminoácidos es difícil y el costo elevado.

### SUMARIO

Se presenta la suplementación de la arepa criolla (pan de maíz venezolano) con aminoácidos. Las experiencias se verificaron en ratas del tipo "Sprague Dawley", alimentadas durante seis semanas (a excepción de la dieta A 6, que sólo duró cuatro) con niveles proteicos que variaron del 6,5% al 9,4%. El agregado de 0,2% de L-Triptófano + 1% de L-Lisina + 0,5% de D-L-Treonina permite obtener un alto grado de eficiencia proteica.

Por ser la dieta venezolana deficiente en los consumos proteicos, y por tratarse la arepa de ser un alimento muy utilizado por la clase popular, la mejora de sus proteínas representa una contribución en el logro de una mejor alimentación nacional.

### SUMMARY

It is presented the supplementation of the arepa (venezuelan corn bread) with aminoacids. The experiments were carried out in "Sprague Dawley" rats, fed during 6 weeks (excepting diet A 6, that lasted only four) with protein levels that varied from 6.5% to 9.4%. The addition of 0.2% of L-Tryptophane + 1% of L-Lysine + 0.5% of D-L-Threonine helps to obtain a high degree of protein efficiency.

Because the Venezuelan diet is deficient in protein consumption and Arepa is a very popular food, the improvement of their protein represents an important contribution to a better nutrition.

### ZUSAMMENFASSUNG

Es wurden Versuche mit Ratten angestellt, die aus "Arepas" (Venezolanischen Maisbrot) bestehende Diäten mit oder ohne Aminosäurezulage erhielten. Die besten Wachstumswerte wurden mit einer Zulage von 0.2% L-Tryptophan, 1% L-Lysin und 0.5% D-L-Threonin erhalten.



Foto 1. — Un puñado de granos irregulares de maíz pilado observados de frente. Constatéase cómo una porción elevada del germen permanece en el cereal después de la pilación.

TABLA 1

CLASIFICACION DE LOS AMINOACIDOS POR LA ACCION  
NUTRICIONAL EN EL CRECIMIENTO DE LA RATA (12)

Esenciales	Semiindispensables	No esenciales
Lisina	Arginina	←→ Prolina
Triptófano	↑	→ Acido glutámico
Histidina		→ Acido aspártico
Fenilalanina	→ Tirosina	Hidroxiprolina
Leucina		Alanina
Isoleucina		Glicina
Treonina		
Metionina	→ Cistina	← Serina
Valina		

TABLA 2

REQUERIMIENTOS MINIMOS DE AMINOACIDOS ESENCIALES  
EN LA RATA Y EN EL HOMBRE

Aminoácido	En la rata (13) % de la dieta	Propor- ciones	En el hombre (14) Valores provisionales
L-Lisina . . . . .	1.0	5	0.80
L-Triptófano . . . . .	0.2	1	0,25
L-Histidina . . . . .	0.4	2	
L-Fenilalanina . . . . .	0.7	3.5	1.10
L-Leucina . . . . .	0.9	4	1.10
L-Isoleucina . . . . .	0.5	2.5	0.70
L-Treonina . . . . .	0.5	2.5	0.50
L-Metionina . . . . .	0.6	3	1.10
L-Valina . . . . .	0.7	3.5	0.80
L-Arginina . . . . .	0.2	1	

**TABLA 3**  
**INFLUENCIA DEL TRIPTOFANO, LISINA Y TREONINA SOBRE EL VALOR PROTEICO DE LA AREPA**

DIETA	Proteína %	N° de animales (mitad machos, mitad hembras)	Duración del experimento. Semanas	Ganancia en peso. Gramos	Aumento %	Alimento total consumido. Gramos	Proteína consumida. Gramos	REP		Aumento %
								(a)	(b)	
A 1) Maíz pilado . . . . .	6.5	10	6	20.0		359.7	23.5	0.85 ± 0.03		
A 2) Arepa . . . . .	6.7	12	6	12.2		307.8	20.6	0.59 ± 0.02		
A 3) Arepa + 0.2% L-Triptófano . . . . .	6.9	6	6	57.7	372.9	455.4	31.5	1.85 ± 0.05		213.9
A 4) Arepa + 1% L-Lisina .	7.0	6	6	17.1	40.2	230.8	18.2	0.94 ± 0.02		59.3
A 5) Arepa + 0.2% L-Triptófano + 1% L-Lisina .	9.2	8	6	110.9	809.0	558.7	51.4	2.15 ± 0.02		264.4
A 6) Arepa + 0.2% L-Triptófano + 1% L-Lisina + 0.5% D-L-Treonina .	9.4	6	4	108.9	792.6	382.6	36.0	3.03 ± 0.07		413.6

Para convertir el nitrógeno en proteína se utilizó el factor 5,7 y no el conocido 6,25, en razón de lo recomendado por la FAO en la publicación "Elementos nutritivos productores de energía en los alimentos y cálculo de los valores energéticos en calorías". Mayo de 1947. Pág. 8.

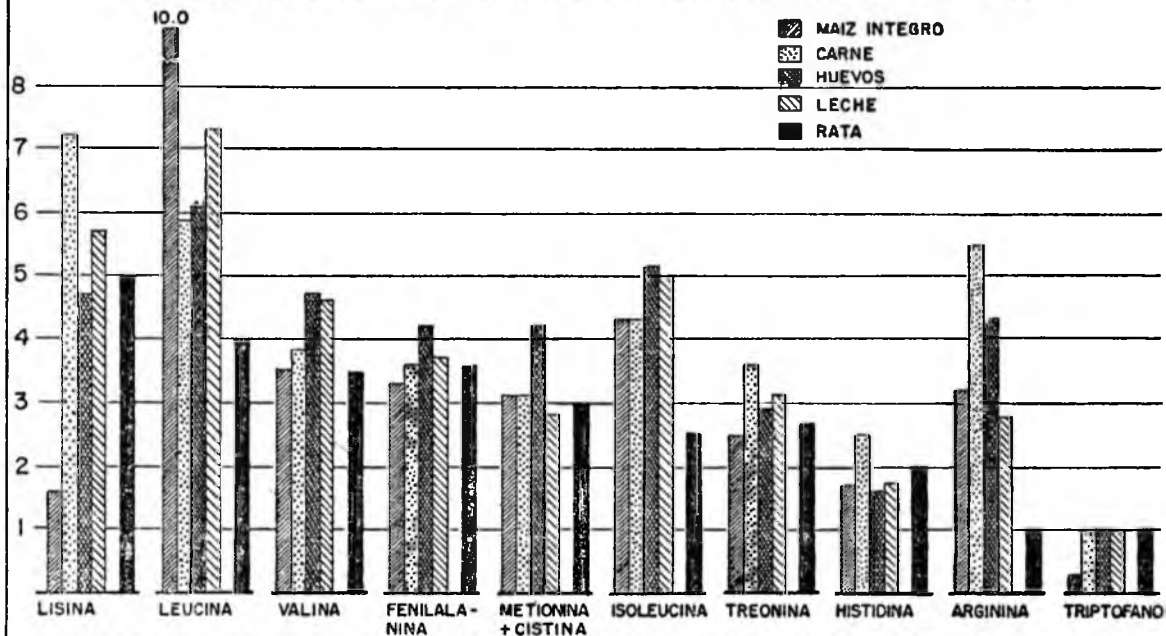
(a) Razón de eficiencia proteica.

(b) Error medio de la media, según la fórmula

$$\sqrt{\frac{\sum d^2}{n(n-1)}}$$

TABLA Nº 4

PROPORCION DE LOS AMINOACIDOS PROTEICOS DE LA LECHE,  
HUEVOS, CARNE Y MAIZ INTEGRO, EN FUNCIÓN DE PROPORCIÓN DE  
AMINOACIDOS NECESARIOS PARA EL CRECIMIENTO DE LA RATA



SOBRE LA BASE DE QUE TRIPTOFANO = 1,0 PARA LA LECHE, HUEVOS Y CARNE;  
Y TREONINA = 2,5 EN EL MAIZ INTEGRO. LA HISTIDINA NO ES UN AMINOACIDO  
ESENCIAL PARA HUMANOS.

## BIBLIOGRAFIA

- (1) Mosqueda Suárez, A. — Arch. Venez. de Nutr. 5, 407 (1954).
- (2) Mosqueda Suárez, A. — Arch. Venez. de Nutr. 6, 71 (1955).
- (3) Rosemberg, H. R. y Rohdenburg, A. L. — Arch. Biochem. 37, 461 (1952).
- (4) Rosemberg, H. R. y Rohdenburg, A. L. — J. Nutrition 45, 593 (1951).
- (5) Rosemberg, H. R. y col. — Arch. Biochem. 49, 263 (1954).
- (6) Pecora, L. J., y Hundley, J. L. — J. Nutrition 44, 101 (1951).
- (7) Sure, B. — Arch. Biochem. 39, 463 (1952).
- (8) Mitchell, H. H., y col. — J. Nutrition 48, 469 (1952).
- (9) Sauberlich, H. E., y col. — J. Nutrition 51, 623 (1953).
- (10) Sure, B. — J. Agr. Food Chem. 1, 626 (1953).
- (11) Rose, W. C., y col. — J. Biol. Chem. 76, 753 (1948).
- (12) Mitchell, H. H. — Biological value of Proteins and Aminoacid Interrelationships. (Methods for Evaluation of Nutritional Adequacy and Status. December 1954. Page 14.)
- (13) Flodin, N. W. — J. Agr. and Food Chem. 1, 229 (1953).
- (14) Rose, W. C. — Fed. Proc. 8, 546 (1949).
- (15) Rodríguez Cabrera, J. H. — Arch. Venez. Nutr. 2, 179 (1954).
- (16) Bengoa, J. M. — La Alimentación de las Clases Obrera y Media de Caracas (Publicaciones del Instituto Nacional de Nutrición). Diciembre de 1950. Pág. 76.