

EL VALOR NUTRITIVO DE LAS VARIEDADES DE MAÍZ CULTIVADAS EN CENTRO AMÉRICA

II. CONTENIDO DE LISINA Y METIONINA EN VEINTITRES VARIEDADES DE GUATEMALA^{1, 2}

Por FRANCISCO AGUIRRE, CARLOS ENRIQUE ROBLES

Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP)

Y NEVIN S. SCRIMSHAW

*Sección de Nutrición, Oficina Sanitaria Panamericana, e INCAP
Guatemala, Centro América*

Con un régimen dietético en el cual el maíz proporciona exclusivamente la cantidad necesaria de proteínas, se produce un crecimiento deficiente en los animales (9) debido al contenido insuficiente de uno o más aminoácidos esenciales. La zeína, una de las principales proteínas del maíz, es deficiente en lisina y triptofano (10). Las restantes proteínas del maíz, aun cuando contienen cantidades importantes de triptofano y lisina, no pueden compensar esa deficiencia en la medida necesaria para que pueda producirse el máximo crecimiento de los animales. Las proporciones relativas de la zeína y de las otras proteínas varían de acuerdo con el contenido de nitrógeno del maíz (14). Teniendo en cuenta que se han observado variaciones acentuadas en el contenido de nitrógeno de algunas variedades de maíz cultivadas en Centro América (1), cabe esperar también variaciones en el contenido de aminoácidos esenciales.

En regiones como Centro América, en donde el maíz proporciona el 80 % de proteínas de las dietas de algunas familias en las zonas rurales, la selección de variedades de alta calidad proteínica, mediante el estudio de las variaciones genéticas y de las debidas al medio en el contenido de aminoácidos, encierra gran importancia potencial, desde los puntos de vista nutritivo y agrícola. La información que se presenta en este trabajo tiene por objeto contribuir a un programa de mejoramiento del maíz cultivado en la región, y a facilitar datos relativos a las diferencias en el valor nutritivo de las variedades de maíz.

¹ Publicado originalmente en *Food Research*, 18:268-272, 1953, bajo el título "The Nutritive Value of Central American Corns. II. Lysine and Methionine Content of 23 Varieties in Guatemala," número INCAP I-23.

² Un estudio en colaboración para el cual el Dr. Irving E. Melhus, Director del Iowa State College, Tropical Research Center, de Antigua, Guatemala, proporcionó las muestras de maíz y los datos relativos a su origen. El Instituto de Fomento de la Producción (INFOP), Guatemala, Centro América, contribuyó al proyecto con una subvención para investigaciones. Publicación Científica, INCAP E-47.

En este estudio se han analizado, para determinar el contenido de metionina y lisina, veintitrés de las veinticuatro variedades de maíz analizadas anteriormente para determinar el contenido de humedad, nitrógeno, fibra cruda, grasa, ceniza, calcio y hierro (1), así como muestras de una de esas variedades cultivada en cinco localidades diferentes.

MATERIALES Y MÉTODOS

En una localidad, Antigua, Guatemala, se cultivaron en 1947, 1948 y 1949 veintidós variedades de maíz y el cruce de una variedad guatemalteca con otra híbrida comercial de los Estados Unidos. Ya se han descrito en otro estudio (1) las características y el origen de esas variedades de maíz. Para determinar el contenido de lisina y metionina, se valoraron muestras representativas de semillas cosechadas en esas plantaciones, así como cinco muestras obtenidas de una de las variedades que había sido cultivada durante la misma estación en cinco localidades diferentes. Las muestras fueron analizadas empleando los métodos microbiológicos de Horn *et al.* (7, 8). Cada muestra fué valorada por duplicado en cuatro concentraciones y, en los casos en que los resultados no fueron relevantes, se volvió a repetir todo el procedimiento de hidrólisis y análisis.

RESULTADOS

En el Cuadro No. 1 figuran los valores obtenidos, calculados tanto en términos del 10 % del contenido de humedad como sobre la base del 16 % de nitrógeno. Se observará que calculado sobre la base de 10 % de humedad, el contenido de metionina varió de 0.10 % a 0.22 % en el maíz reventador. El más alto valor de metionina en el maíz ordinario fué de 0.18 %. El promedio de contenido de metionina en veintidós variedades de maíz ordinario, omitiendo el maíz reventador, fué de 0.14 % (s 0.02). El contenido de lisina varió de 0.28 a 0.40 %, con excepción de un valor sumamente bajo de 0.05 %. El procedimiento completo de hidrólisis y valoración, repetido cuatro veces en esta muestra, dió valores de 0.06, 0.04, 0.07 y 0.05 % respectivamente. El promedio de contenido de lisina en veintidós variedades (omitendo la variedad 142-48) fué de 0.32 % (s 0.04). Cuando en esas mismas variedades se hicieron los cálculos sobre la base de 16 % de nitrógeno, los valores promedios de metionina y lisina fueron de 1.53 % y 3.50 % respectivamente. Las desviaciones normales de 0.39 y 0.65 reflejan las considerables diferencias entre las variedades.

No hay coincidencia aparente entre el porcentaje de nitrógeno notificado en un estudio anterior (1) y el contenido de metionina ($r = 0.110$) y de lisina ($r = 0.114$) en estas variedades de maíz. La información presentada en el Cuadro No. 1 muestra también el porcentaje del contenido mínimo de lisina y metionina sugerido como necesario para el sostenimiento de los adultos (12) proporcionado por 500 gm de maíz

íntegro. Se seleccionó esta cantidad de maíz, a los efectos de la comparación, porque representa la cantidad aproximada consumida por

CUADRO No. 1.—*Contenido de metionina y lisina en las variedades de maíz*

Maíz	Calculado sobre la base de 10% de humedad		Calculado sobre la base de 16% de nitrógeno		Porcentaje de la cantidad requerida, proporcionado por 500 gm de maíz	
	Metionina	Lisina	Metionina	Lisina	Metionina	Lisina
	%	%	%	%		
206-44 (x)	0.15	0.37	1.46	3.60	68	231
159-44 * (2s)	0.16	0.40	1.95	4.87	72	250
47A-46 O.P.	0.15	0.30	1.42	2.84	68	187
15A-46 O.P.	0.11	0.30	1.57	4.29	50	188
166-44 O.P.	0.13	0.30	1.26	2.91	59	187
1470-45 *	0.15	0.37	1.53	3.77	68	231
31-44 *	0.18	0.28	2.41	3.75	80	175
20-47 (x)	0.16	0.28	1.37	4.16	72	175
1483-45 (x)	0.10	0.29	1.32	3.84	45	181
25A-46 (x)	0.12	0.28	1.29	3.00	54	175
92A-46 * (x)	0.17	0.37	2.11	4.60	77	231
192-44 * (x)	0.10	0.29	0.94	2.74	59	181
TGY	0.15	0.29	1.56	3.02	67	175
10A-46 O.P.	0.16	0.35	1.63	3.56	72	218
118A-46 *	0.12	0.34	1.58	4.48	54	212
1626-45 O.P.	0.11	0.36	1.12	3.66	50	225
92-44 O.P.	0.15	0.34	1.34	3.05	68	212
129A-46 *	0.16	0.31	1.69	3.28	72	193
21A-46 B *	0.14	0.29	1.35	2.80	63	181
12A-46 * (x)	0.12	0.33	1.16	3.20	54	206
26A-46 (x)	0.12	0.05	1.07	0.44	54	31
7A(WF9x38-11)	0.11	0.31	1.09	3.08	50	193
200-47 O.P.	0.22	0.30	1.86	2.50	100	187

Clave del Cuadro No. 1:

- O.P. Maíz comercial polinizado naturalmente.
- * Fecundado con polen de la misma generación filial dentro de la variedad.
- (x) Plantas autopolinizadas dentro de la variedad y simiente utilizando de 2 a 12 mazorcas.
- 2s Plantas de la simiente autopolinizada una vez, autopolinizada la segunda vez.
- * (x) Plantas fecundadas con polen de la misma generación filial y autopolinizadas.
- B Grano blanco.
- A Grano amarillo.

persona y día en muchas poblaciones indígenas de las zonas rurales de Guatemala.

Todas las variedades de maíz antes mencionadas fueron cultivadas en una localidad. Por los datos que figuran en el Cuadro No. 2 se deduce

que las diferencias son importantes en una misma variedad de maíz cultivada en diferentes localidades, variando de 0.12 a 0.22%, con un promedio de 0.15 (s 0.04), por lo que respecta a la metionina, y de 0.38 a 0.45%, con un promedio de 0.40 (s 0.05), en el caso de la lisina.

CUADRO No. 2.—*Contenido de metionina y lisina de la variedad de maíz TGY cultivada en cinco medios diferentes*

No.	Localidad	Altitud en pies	Gramos por ciento			
			10% de humedad		16% de nitrógeno	
			Metionina	Lisina	Metionina	Lisina
271	Coatepeque	100	0.12	0.44	1.35	4.93
275	Cuyuta	100	0.13	0.45	1.49	5.16
266	Tiquisate	150	0.12	0.38	1.41	4.30
298	Retalhuleu	200	0.16	0.34	1.70	3.58
276	Antigua	4,953	0.22	0.41	2.26	4.30

DISCUSIÓN

De la información presentada se deduce claramente que en el maíz se observan diferencias importantes en el contenido de los aminoácidos esenciales lisina y metionina. Estudios anteriores han revelado variaciones similares en otros aminoácidos (2, 4). Esas variaciones en el contenido de aminoácidos son muchas veces independientes de las variaciones en el contenido de nitrógeno (1, 2, 5) y pueden ser debidas, bien sea a las condiciones del medio o a factores genéticos, o a ambas causas a la vez, según el material estudiado (2, 3, 4, 5, 6, 16, 17).

Aun cuando las variaciones enumeradas en el Cuadro No. 1 corresponden, con una excepción, a dos años distintos, son importantes las diferencias entre las variedades dentro de cada año. Esas diferencias pueden considerarse principalmente como genéticas, y confirman los hallazgos de otros investigadores (2, 5) en el sentido de que la constitución genética de la planta afecta el contenido de aminoácidos en las proteínas del maíz. El Cuadro No. 2 refleja la influencia de los factores ambientales en el contenido de lisina y metionina.

La lisina proporcionada por 500 gm de maíz parece que representa aproximadamente el doble del mínimo necesario para el sostenimiento del adulto humano. Esto implica que en la dieta de muchos adultos de Guatemala, el maíz sólo proporciona aproximadamente la cantidad diaria recomendada de lisina (12). Es evidente que no se puede determinar, mediante análisis químicos o microbiológicos, el contenido necesario de aminoácidos en las dietas de las familias y poblaciones hasta tanto no se conozcan las cantidades mínimas requeridas tanto para el crecimiento como para el sostenimiento del individuo.

Una vez completada la labor analítica se notificó (13) la posibilidad

de que se disponga de cistina para compensar parte de la cantidad de metionina requerida para el sostenimiento del individuo. Desgraciadamente, no se dispone de valores de cistina que permitan establecer cálculo alguno respecto a la actividad total de la metionina en esas variedades de maíz. Sin embargo, de los datos que figuran en el Cuadro No. 1 se deduce claramente que el contenido de metionina en 500 gm de las variedades de maíz estudiadas es insuficiente por sí solo para proporcionar la cantidad mínima requerida de este aminoácido.

No se puede pasar por alto el contenido excepcionalmente bajo de lisina en la variedad 26A-46. Un precedente de esta variación se estableció en los estudios de Richey y Dawson (11) y Teas y Newton (15) con el contenido de triptofano y niacina en mutantes inducidos radiológicamente. En esos estudios se observaron variaciones que excedieron del 400 % entre algunas mutaciones inducidas y el tipo del cual procedían. Únicamente mediante un estudio más preciso de esta variedad se podrá determinar si las mutaciones bioquímicas espontáneas obedecieron a factores accidentales.

Una variedad de maíz no se puede introducir en una región, desde un punto de vista práctico, únicamente en atención a su valor nutritivo más elevado. Tiene que ser de mayor rendimiento o reunir otras características, cuya conveniencia sea indudable para el agricultor. La mayoría de las variedades enumeradas en el Cuadro No. 1 fueron seleccionadas porque crecían excepcionalmente bien en sus respectivas regiones. Hay que intensificar el cultivo de las referidas variedades que resulten mejores para la zona de Antigua y distribuir las en el más breve plazo posible en esa región.

Teniendo en cuenta que las variedades de maíz se adaptan evidentemente a una serie limitada de condiciones (3, 4, 6, 16, 17) es posible que la mejor variedad, desde el punto de vista del valor nutritivo o del rendimiento, cultivada en la zona de Antigua dé mal resultado en uno de esos aspectos o en ambos, si se cultiva bajo condiciones distintas. Sin embargo, los resultados presentados son alentadores por cuanto indican variaciones genéticas acentuadas en el contenido de lisina y metionina del maíz, variaciones que el cultivador especializado podrá utilizar ventajosamente en sus esfuerzos globales para desarrollar variedades mejoradas de maíz.

RESUMEN

Para determinar el contenido de lisina y metionina, se analizaron por métodos microbiológicos, veintitrés variedades de maíz corriente de Guatemala cultivadas en una localidad. Los valores promedios fueron de 0.14 % (0.10 a 0.22) en la metionina y de 0.32 % (0.28 a 0.40) en la lisina.

Una de esas variedades cultivadas en cinco localidades muy diferentes entre sí, dió valores que variaron de 0.12 a 0.22 % de metionina y de

0.34 a 0.45 % de lisina, con un promedio de 0.15 y 0.40 respectivamente, variaciones que están vinculadas a factores del medio. Los valores están calculados sobre la base de 10 % de humedad.

Una de las variedades no incluida en el promedio de lisina presentó un contenido inexplicablemente bajo de 0.05 %. Un maíz reventador reveló 0.22 % de metionina y 0.30 % de lisina, comparado con el contenido de 0.11 y 0.31 %, respectivamente, de un cruce de un maíz ordinario guatemalteco con una variedad híbrida cultivada en los Estados Unidos. El porcentaje del contenido mínimo requerido para el sostenimiento del adulto humano proporcionado por 500 gm de las variedades de maíz ordinario estudiadas varía de 175 a 250 de lisina. La metionina sola en esa cantidad proporcionó del 45 a 80 % de la actividad mínima requerida. No se determinó la posibilidad de disponer de cistina para compensar parte de la cantidad requerida de metionina.

RECONOCIMIENTO

Los autores expresan su agradecimiento a los Dres. A. Campos y J. Castro por la ayuda y asistencia técnica que prestaron en el curso de este trabajo, al Sr. Guillermo Arroyave, que supervisó parte de la labor, y al Sr. Ricardo Bressani, que prestó gran ayuda en la preparación del manuscrito.

REFERENCIAS

- (1) Bressani, R.; Arroyave, G., y Scrimshaw, N. S.: Nutritive value of Central American corns. I. Nitrogen, Ether extract, Crude Fiber and Minerals of 24 varieties of Corn, *Food Research*, 18:261, 1953; El valor nutritivo de las variedades de maíz cultivadas en Centro América. I. Nitrógeno, extracto etéreo, fibra cruda y minerales de veinticuatro variedades de Guatemala, véase la página 80 de este suplemento.
- (2) Doty, D. M.; Bergdoll, M. S.; Nash, H. A., y Brunson, A. M.: Amino acids in corn grain from several single cross hybrids, *Cereal Chem.*, 23:199, 1946.
- (3) ———, ——— y Milles, S. R.: The chemical composition of commercial hybrid and open pollinated varieties of Dent corn and its relation to soil, season, and degree of maturity, *Cereal Chem.*, 20:113, 1943.
- (4) Fraps, G. S.: "Variations in vitamin A and chemical composition of corn," *Texas Agr. Expt. Sta. Bull.* 422, 1931.
- (5) Frey, K. J.; Brimhall, B., y Sprague, G.: The effects of selection upon protein quality in the corn kernel, *Agron. Jour.*, 41:399, 1949.
- (6) Greaves, J. E., y Nelson, D. H.: The influence of irrigation water and manure on the composition of the corn kernel, *Jour. Agr. Research*, 31:183, 1925.
- (7) Horn, M. J.; Jones, D. B., y Blum, A. E.: Microbiological determination of methionine in proteins and foods, *Jour. Biol. Chem.*, 166:321, 1946.
- (8) ———: Microbiological determination of lysine in proteins and foods, *Jour. Biol. Chem.*, 169:71, 1947.
- (9) Mitchell, H. H., y Smuts, D. B.: The amino acid deficiencies of beef, wheat, corn, oats, and soybeans for growth in the white rat, *Jour. Biol. Chem.*, 95:263, 1932.
- (10) Osborne, T. R., y Clapp, C. H.: Hydrolysis of the proteins of maize, *Zea mays*, *Am. Jour. Physiol.*, 20:477, 1908.

- (11) Richey, F. D., y Dawson, R. F.: Experiments of the inheritance of niacin in corn (Maize), *Plant Physiol.*, 26:475, 1951.
- (12) Rose, William C.: Amino acid requirement of man, *Fed. Proc.*, 8:546, 1949.
- (13) Rose, William C.: Comunicación personal.
- (14) Showalter, M. F., y Carr, R. H.: Characteristic proteins in high and low protein corn, *Jour. Am. Chem. Soc.*, 44:2019, 1922.
- (15) Teas, H. J., y Newton, A. C.: Tryptophan, niacin, and indole acetic acid in several endosperm mutant and standard lines of maize, *Plant Physiol.*, 26:494, 1951.
- (16) Whitson, A. R.; Wells, F. J., y Vivian, A.: "Influence of the soil on the protein content of crops," *Wisc. Agr. Expt. Sta. 19th Ann. Rept.*, pp. 192-209, 1902.
- (17) Widstoe, J. A.: The influence of soil moisture upon the chemical composition of certain plant parts, *Jour. Am. Chem. Soc.*, 25:1234, 1903.

EL VALOR NUTRITIVO DE LAS VARIEDADES DE
MAIZ CULTIVADAS EN CENTRO AMERICA
III. CONTENIDO DE TRIPTOFANO, NIACINA, TIAMINA
Y RIBOFLAVINA EN VEINTITRES VARIEDADES
DE GUATEMALA,^{1, 2}

FRANCISCO AGUIRRE Y RICARDO BRESSANI

Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP)

Y NEVIN S. SCRIMSHAW

*Sección de Nutrición, Oficina Sanitaria Panamericana, e INCAP
Guatemala, Centro América*

A pesar de la frecuente incidencia de la pelagra en otras regiones, atribuida a la deficiencia de niacina en personas que consumen dietas con elevado contenido de maíz (3), los estudios clínicos llevados a cabo en las zonas rurales de Centro América no han revelado una incidencia importante de esta enfermedad carencial. Teniendo en cuenta que el maíz es la fuente del 80% del contenido de niacina en la dieta de algunas familias de Guatemala (17), la determinación del contenido de niacina de las variedades de maíz cultivadas en dicho país presenta especial interés. El triptofano puede ser convertido en niacina (8, 15), y una deficiencia de niacina en la dieta puede ser rectificada mediante el

¹ Publicado originalmente en *Food Research*, 18:273-279, 1953, bajo el título "The Nutritive Value of Central American Corns. III. Tryptophane, Niacin, Thiamine and Riboflavin Content of 23 Varieties in Guatemala," número INCAP I-24.

² Un estudio en colaboración para el cual el Dr. Irving E. Melhus, Director del Iowa State College, Tropical Research Center, de Antigua, Guatemala, proporcionó las muestras de maíz y los datos relativos a su origen. El Instituto de Fomento de la Producción (INFOP), Guatemala, Centro América, contribuyó al proyecto con una subvención para investigaciones. Publicación Científica, INCAP E-48.