

- (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.

triptofano, razón por la cual la determinación de este aminoácido es esencial para el conocimiento de la incidencia de deficiencia de niacina.

Aparte de su relación con el metabolismo y con la cantidad requerida de niacina, el triptofano es uno de los aminoácidos esenciales que, además, puede limitar el crecimiento en personas que consumen dietas predominantemente vegetales. Cualquier programa de investigación relativo a la calidad proteínica del maíz debe comprender especialmente el análisis del triptofano, puesto que se ha demostrado que la zeína, una de las principales proteínas del maíz, es deficiente en triptofano (24), por lo menos para el crecimiento de las ratas. Teas y Newton (31) han descrito grandes variaciones en el contenido de triptofano, niacina y ácido indolacético entre los tipos mutantes y normales del maíz, variaciones que no pueden atribuirse a la simple disminución del desarrollo, a las diferencias en el tamaño de los granos o al almacenamiento. Teas *et al.* (32) han notificado igualmente diferencias entre los granos azucarados y feculosos del maíz que se manifiestan en una última fase del desarrollo. Richey y Dawson (26) declaran que la concentración de niacina en el maíz es una función de la constitución genética del endospermo, sin que prácticamente tenga influencia alguna el tamaño del grano o el medio. Frey (9) no encontró correlación alguna entre el triptofano y el contenido total de nitrógeno.

Es escasa la información publicada sobre el efecto de los factores genéticos y del medio en el contenido de tiamina y riboflavina del maíz. Jaffé, Budowski y Gorra (18) determinaron el contenido de tiamina, riboflavina y niacina de 17 variedades de maíz cultivadas en Venezuela y notificaron fluctuaciones relativamente pequeñas entre las variedades estudiadas. Hunt *et al.* (16) estudiaron los factores agronómicos y del medio que influyen en el contenido de vitaminas B del maíz, trigo y avena e informaron que los fertilizantes de fósforo, potasio y nitrógeno aplicados a tierras sin cal, aumentaron el porcentaje de tiamina en los granos de maíz en dos de los tres años estudiados y redujeron el contenido de niacina en cada uno de los tres años que duró el experimento. Los mismos fertilizantes aplicados a tierras calcáreas aumentaron el contenido de tiamina en los granos de maíz en dos de los tres años estudiados y aumentaron el contenido de ácido nicotínico en uno de los tres años.

La proporción del maíz en la dieta de algunas familias indígenas de Guatemala es tan grande, que se calcula que el 85 % de la tiamina y el 50 % de la riboflavina proceden de esta fuente. Ya se han notificado en trabajos anteriores las acentuadas variaciones en nitrógeno, metionina y lisina observadas en las variedades de maíz estudiadas (1, 4). En el presente trabajo se describen similares variaciones significativas en el contenido de triptofano, niacina, tiamina y riboflavina.

MATERIALES Y MÉTODOS

En una localidad, en Antigua, Guatemala, se plantaron durante 1947, 1948 y 1949, veintidós variedades de maíz de diferente origen y un cruce de una variedad guatemalteca con otra híbrida comercial cultivada en los Estados Unidos. Ya se han descrito en otro estudio (4) las características y el origen de esas variedades de maíz. Se valoraron, para determinar el contenido de triptofano, niacina, riboflavina y tiamina, muestras representativas de semillas cosechadas de esas plantaciones, así como cinco muestras obtenidas de una de las variedades que había sido cultivada durante la misma estación en cinco localidades diferentes.

El triptofano se determinó por el método microbiológico de Wooley y Sebrell (34), con la modificación de que, antes de proceder a la hidrólisis enzimática, el material fué sometido en autoclave a una presión de 15 libras en 75 ml de agua durante 30 minutos, y de que los medios de ensayo fueron preparados en la forma sugerida por Greene y Black (12). El contenido de niacina se determinó microbiológicamente (25). En ambos ensayos se empleó *Lactobacillus arabinosus* 17-5. El contenido de riboflavina se determinó por el método fluorométrico de Hodson y Norris (14) y el de tiamina por el método tiorómico de Hennessey y Cerecedo (13). Los análisis de variación se llevaron a cabo en la forma descrita por Snedecor (30).

RESULTADOS

En el Cuadro No. 1 se presentan los valores de triptofano y niacina obtenidos. Cuando se ajustaron a un valor común de 10 % de humedad, el contenido de triptofano varió de 0.025 % a 0.059 %, con un promedio de 0.046 (s 0.009). Aunque es revelador el signo negativo del coeficiente de correlación, no se observó correlación importante en las condiciones descritas entre los niveles de triptofano y los de nitrógeno anteriormente notificados en las mismas variedades ($r = -0.443$)*. La variación en niacina es asimismo grande, de 1.25 a 2.67 mg por 100 gm, con un valor promedio de 1.77 (s 0.35). No se observó correlación importante entre los valores de niacina y los de nitrógeno (1) o triptofano.

En las dos últimas columnas del Cuadro No. 1 se enumeran los porcentajes de la cantidad mínima de triptofano y niacina necesarios para el sostenimiento del adulto, proporcionada por el contenido de cada uno de esos nutrientes en 500 gm de maíz de las variedades estudiadas. Se emplea esta cantidad de maíz a los efectos de la comparación, porque representa aproximadamente la cantidad consumida por persona y

* Esto explica el mayor margen de variación observado, de 0.28 a 0.84%, con un promedio de 0.50 (s 0.15), cuando se calculó sobre la base de 16% de nitrógeno.

CUADRO No. 1.—Contenido de niacina y triptofano en las variedades de maíz

Maíz	Calculado sobre la base de 10% de humedad		Calculado sobre la base de 16% de nitrógeno	Porcentaje proporcionado por 500 gramos de maíz íntegro	
	Niacina	Triptofano	Triptofano	Cantidad requerida, triptofano*	Cantidad diaria, niacina†
	mg/100 gm	%	%		
206-44 (x)	1.69	0.049	0.48	98	56
159-44 * (2s)	1.69	0.053	0.65	106	56
47A-46 O.P.	1.46	0.048	0.45	96	49
15A-46 O.P.	1.68	0.059	0.84	118	56
166-44 O.P.	2.67	0.039	0.38	78	89
1470-45 *	1.39	0.058	0.59	116	46
31-44 *	1.58	0.056	0.75	112	53
20-47 (x)	1.93	0.057	0.85	114	64
1483-45 (x)	1.70	0.040	0.53	80	57
25A-46 (x)	1.68	0.035	0.38	70	56
92A-46 * (x)	2.17	0.039	0.48	78	72
192-44 * (x)	1.74	0.030	0.28	60	58
TGY	1.25	0.049	0.51	98	42
10A-46 O.P.	1.51	0.048	0.49	94	51
118A-46 *	1.87	0.048	0.63	96	62
1626-45 O.P.	1.59	0.025	0.25	50	53
92-44 O.P.	2.50	0.039	0.35	78	83
129A-46 *	1.97	0.046	0.49	90	66
21A-46B *	1.96	0.034	0.33	68	66
12A-46 * (x)	1.45	0.037	0.36	74	48
26A-46 (x)	2.09	0.050	0.47	100	70
7A(WF9x38-11)	1.29	0.059	0.59	118	43
200-47 O.P.	1.76	0.049	0.41	98	59

* Se calculó un valor de 0.25 de triptofano como cantidad requerida para el sostenimiento del adulto humano (27).

† Cantidad diaria de niacina recomendada por el Consejo Nacional de Investigaciones (Estados Unidos).

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.

día por los adultos en muchas colectividades indígenas de las zonas rurales de Guatemala. Siete de las variedades proporcionarían el 100% o más y otras siete, del 90 al 99% de la cantidad mínima diaria de 0.25 gm

de triptofano recomendada como necesaria por Rose (27). El valor promedio fué de 88 %, variando de 50 a 118 %. Solamente dos variedades proporcionaron el 75 % de la cantidad diaria de 15 mg de niacina recomendada por el Consejo Nacional de Investigaciones de Estados Unidos. Los valores varían de 42 a 89 %, con un promedio de 59 %.

CUADRO No. 2.—*Contenido de triptofano, niacina, tiamina y riboflavina de la variedad de maíz TGY cultivada en cinco diferentes medios*

No.	Localidad	Altitud en pies	Calculado sobre la base de 16% de nitrógeno, triptofano	Calculado sobre la base de 10% de humedad			
				Triptofano	Niacina	Tiamina	Riboflavina
			%	%	mg/100 gm	mg/100 gm	mg/100 gm
271	Coatepeque	100	0.34	0.030	2.12	0.41	0.15
275	Cuyuta	100	0.40	0.034	1.55	0.66	0.14
266	Tiquisate	150	0.67	0.059	1.73	0.55	0.11
298	Retalhuleu	200	0.14	0.013	1.88	0.66	0.14
276	Antigua	4,953	0.37	0.035	1.56	0.69	0.12

CUADRO No. 3.—*Contenido de tiamina y riboflavina en veintitrés variedades de maíz**

Maíz	Calculado sobre la base de 10% de humedad		Maíz	Calculado sobre la base de 10% de humedad	
	Tiamina	Riboflavina		Tiamina	Riboflavina
	mg/100 gm	mg/100 gm		mg/100 gm	mg/100 gm
206-44 (x)	0.51	0.08	TGY	0.45	0.10
159-44 # (2s)	0.44	0.08	10A-46 O.P.	0.42	0.10
47A-46 O.P.	0.70	0.07	118A-46 #	0.57	0.09
15A-46 O.P.	0.61	0.05	1626-45 O.P.	0.56	0.07
166-44 O.P.	0.58	0.10	92-44 P.O.	0.46	0.06
1470-45 #	0.56	0.08	129A-46 #	0.52	0.11
31-44 #	0.40	0.09	21A-46B #	0.54	0.08
20-47 (x)	0.39	0.06	12A-46 (x) #	0.49	0.08
1483-45 (x)	0.37	0.05	26A-46 (x)	0.50	0.07
25A-46 (x)	0.53	0.09	7A (WF9x38-11)	0.39	0.09
92A-46 (x) #	0.52	0.07	200-47 O.P.	0.71	0.06
192-44 (x) #	0.58	0.09			

* Las desviaciones medias y estándar se calcularon empleando los valores de las variedades enumeradas en el trabajo I de esta serie (1).

Una de estas variedades (TGY), un maíz amarillo comercial muy empleado, se cultivó durante el año 1949 en cinco localidades diferentes, y se analizaron las muestras obtenidas en cada una de ellas; los resultados figuran en el Cuadro No. 2. Se observará que las diferencias entre las variedades son importantes, pues fluctúan de 0.013 a 0.059 % en el triptofano y de 1.55 a 2.12 mg por 100 gm en la niacina. El valor pro-

medio del triptofano es 0.034 (s 0.016) y el de la niacina, 1.77 (s 0.24). En el Cuadro No. 2 figuran las variaciones en el contenido de tiamina y riboflavina del maíz TGY cultivado en diferentes localidades. El contenido de tiamina varió de 0.41 a 0.69 mg por 100 gm, con un promedio de 0.59 (s 0.12). El contenido de riboflavina varió de 0.11 a 0.15 mg por 100 gm, con un promedio de 0.13 (s 0.016). En el Cuadro No. 3 se presenta el contenido de tiamina y el de riboflavina de las 23 variedades. Sobre la base del 10% de humedad, el contenido de tiamina varió de 0.71 a 0.37 mg por 100 gm, con un promedio de 0.52 (s 0.029); el contenido de riboflavina varió de 0.05 a 0.11 mg por 100 gm, con un promedio de 0.08 (s 0.118).

DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos demuestran que, aun cuando las diferencias entre los valores son importantes, las cantidades consumidas de algunas de las variedades de maíz estudiadas contienen suficiente triptofano para proporcionar el mínimo calculado como necesario para el sostenimiento del adulto humano.

Los valores citados indican asimismo que, en algunas colectividades de Guatemala, el maíz sólo proporciona el 73% de la cantidad diaria de niacina recomendada por el Consejo Nacional de Investigaciones (Estados Unidos). La ingestión de niacina puede ser algo inferior a esa cantidad sin que aparezcan síntomas clínicos de pelagra (10, 11). Por otra parte, recientes estudios (5, 19, 23) sugieren que, mediante el tratamiento de cal a que se somete el maíz en Guatemala antes de la preparación de las tortillas, se pueden obtener elementos de los cuales se deriva la niacina, y que normalmente no se encuentran en el maíz.

Cuando, mediante un estudio dietético, se calculó el contenido total de niacina procedente de todas las fuentes, se descubrió que en cinco aldeas estudiadas en Guatemala el promedio apenas excedía de 14 mg diarios por adulto (17). Es probable que el verdadero equivalente de niacina de esas dietas sea algo mayor, debido a la conversión de alguna cantidad de triptofano en niacina y, posiblemente, a la presencia de elementos en las tortillas de los cuales se deriva la niacina. Esa dieta no debe producir pelagra, a menos que el maíz contenga un elemento antagónico específico de la niacina o un factor productor de la pelagra. Se ha escrito mucho sobre la relación entre la dieta de maíz y la pelagra (2, 6, 7, 20, 21, 22, 28, 29, 33, 36), pero todavía no se ha demostrado la presencia en este alimento de un factor productor de pelagra.

Las dietas de elevado contenido de maíz notificadas como productoras de pelagra, contenían por lo general una abundante fuente de calorías, pero no proporcionaban suficiente cantidad de proteínas, como por ejemplo, las dietas de grasa, maíz y melaza, más corrientes anteriormente en las zonas pelagrosas del sur de los Estados Unidos. La dieta de elevado

contenido de maíz que consumen las poblaciones de los altiplanos de Guatemala, proporcionan un porcentaje más elevado de proteínas y de calorías procedentes del maíz que las llamadas dietas típicas de maíz productoras de pelagra. Parece probable que el problema quede reducido a la cuestión de la cantidad de actividad de niacina y al contenido de triptofano en la dieta total que exceda los requerimientos para la síntesis proteínica.

Se ha informado que ni el tamaño del grano ni el medio influyen en la concentración de niacina del maíz (26, 31). Aun cuando los resultados obtenidos justifican la conclusión de que ocurren importantes diferencias genéticas, resulta difícil hallar una explicación a la variación en el contenido de niacina en muestras del mismo maíz, cultivado en cinco localidades diferentes (Cuadro No. 2), si se prescinde del argumento de la influencia de los factores del ambiente. Esta conclusión coincide con la expuesta por Hunt *et al.* (16).

RESUMEN

Se analizaron veintitrés variedades de maíz ordinario cultivadas en Guatemala, empleando métodos microbiológicos para determinar el contenido de triptofano y niacina, y métodos químicos para determinar la tiamina y la riboflavina. El valor promedio de triptofano fué de 0.046 % (0.025 a 0.049); el de niacina, 1.76 mg por 100 gm (1.25 a 2.67), el de tiamina, 0.52 mg por 100 gm (0.37 a 0.71) y el de riboflavina 0.08 mg por 100 gm (0.05 a 0.11). Aunque estas diferencias se debieron en gran parte a factores genéticos, las muestras de una misma variedad cultivada en cinco localidades distintas presentaron diferencias importantes en los valores, que variaron de 0.013 a 0.050 en el triptofano, de 1.56 a 2.12 en la niacina, de 0.41 a 0.69 en la tiamina y de 0.11 a 0.15 en la riboflavina, diferencias que hay que atribuir principalmente a factores del medio.

El promedio del consumo diario de maíz por adulto asciende en algunas zonas de Guatemala a 500 gm, y haciendo los cálculos sobre la base de un mínimo de 0.25 mg del triptofano requerido para el sostenimiento del adulto humano, dichos 500 gm de las variedades de maíz estudiadas proporcionarían del 50 al 118 % del contenido de triptofano necesario. Suministrarían igualmente del 42 al 89 % de la cantidad de niacina recomendada por el Consejo Nacional de Investigaciones (Estados Unidos) así como, al parecer, una ingestión suficiente de tiamina.

RECONOCIMIENTO

Los autores expresan su agradecimiento a los Dres. A. Campos, S. Pizzati, J. Castro y C. E. Robles por la cooperación y asistencia técnica que prestaron en el curso de esta labor, y al Sr. Guillermo Arroyave por haber supervisado parte del trabajo.

REFERENCIAS

- (1) Aguirre, F.; Robles, C. E., y Scrimshaw, N. S.: The nutritive value of Central American corns. II. Lysine and methionine content of twenty-three varieties grown in Guatemala, *Food Research*, 18:268, 1953; El valor nutritivo de las variedades de maíz cultivadas en Centro América. II. Contenido de lisina y metionina en veintitrés variedades de Guatemala, véase la página 89 de este Suplemento.
- (2) Axelrod, H. E.; Morgan, A. F., y Lepkovsky, S.: The fate of tryptophane in pyridoxine deficient and normal dogs, *Jour. Biol. Chem.*, 160:155, 1945.
- (3) Aykroyd, W. R., y Swaminathan, M.: The nicotinic acid content of cereals and pellagra, *Indian Jour. Med. Res.*, 27:667, 1940.
- (4) 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 Guatemala. I. Nitrógeno, extracto etéreo, fibra cruda y minerales de veinticuatro variedades de Guatemala, véase la página 80 de este suplemento.
- (5) Chaudhuri, D. K., y E. Kodicek: The biological activity for the rest of a sound form of nicotinic acid present in bran, *Biochem. Jour.*, 47: xxxiv, 1950.
- (6) Chick, H. T.; Macrae, T. F.; Marín, J. P., y Marín, C. J.: Experiments with pigs on a pellagra producing diet, *Biochem. Jour.*, 32:844, 1938.
- (7) Davis, G. K.; Freeman, V. A., y Madsen, L. L.: "The relation of nutrition to the development of necrotic enteritis in swine," Mich. State Agr. Exp. Sta. Tech. Bull. 170, 1940.
- (8) Elvehjem, C. A.: Tryptophan and niacin relations and their implications to human nutrition, *Jour. Am. Dietetic Assn.*, 24: 653, 1948.
- (9) Frey, K. J.: The interrelationships of proteins and amino acids in corn, *Cereal Chem.*, 28:123, 1951.
- (10) Goldsmith, G. A.; Sarrett, H. P.; Register, U. D., y Gibbens, J.: Niacin depletion and requirement in man, *Fed. Proc.*, 10:383, 1951.
- (11) Goldsmith, G. A.; Sarrett, H. P.; Register, U. D., y Gibbens, J.: Studies of niacin requirement in Man. I. Experimental pellagra in subjects on corn diets low in niacin and tryptophan, *Jour. Clin. Inv.*, 31:533, 1952.
- (12) Greene, R. D., y Black, A.: The microbiological assay of tryptophane in proteins and foods, *Jour. Biol. Chem.*, 155:1, 1944.
- (13) Hennessey, D. J., y Cerecedo, L. R.: The determination of free and phosphorylated thiamine by a modified thiochrome assay, *Jour. Am. Chem. Soc.*, 61:179, 1939.
- (14) Hodson, A. Z., y Norris, L. C.: A fluorometric method for determining the riboflavin content of food stuffs, *Jour. Biol. Chem.*, 131:621, 1939.
- (15) Holman, W. I. M., y de Lange, D. J.: Significance of tryptophane in human nicotinic acid metabolism, *Nature*, 165:112, 1950.
- (16) Hunt, C. H.; Rodríguez, L. D., y Bethke, R. M.: The environmental and agronomical factors influencing the thiamine, riboflavin, niacin and pantothenic acid content of wheat, corn and oats, *Cereal Chem.*, 27:79, 1950.
- (17) Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá: Información no publicada.
- (18) Jaffé, W.; Budowski, P., y Gorra, G.: El valor vitamínico de los maíces venezolanos, *Arch. Ven. Nut.*, 1:367, 1950.

- (19) Kodicek, E.: The biological activity for the rat of the bound form of nicotinic acid present in maize, *Biochem. Jour.*, 48:viii, 1951.
- (20) Krehl, W. A.; Tepley, J. J., y Elvehjem, C. A.: Corn as an etiological factor in the production of a nicotinic acid deficiency in the rat, *Science*, 101:283, 1945.
- (21) Krehl, W. A.; Tepley, L. J.; Sarma, P. S., y Elvehjem, C. A.: Growth retarding effect of corn in nicotinic acid low rations and its counteraction by tryptophane, *Science*, 101:489, 1945.
- (22) ———; Sarma, P. S., y Elvehjem, C. A.: The effect of protein on the nicotinic acid and tryptophane requirement of the growing rat, *Jour. Biol. Chem.*, 162:403, 1946.
- (23) Laguna, J., y Carpenter, K. J.: Raw versus processed corn in niacin-deficient diets, *Jour. Nut.*, 45:21, 1951.
- (24) Osborne, T. R., y Clapp, C. H.: Hydrolysis of the proteins of maize, *Zea mays*, *Am. Jour. Physiol.*, 20:477, 1908.
- (25) Farmacopea de los Estados Unidos de América, XIV ed., 1950.
- (26) Richey, F. D., y Dowson, R. F.: Experiments of the inheritance of niacin in corn (Maize), *Plant Physiol.*, 26:475, 1951.
- (27) Rose, W. C.: Amino acid requirements of men, *Fed. Proc.*, 8:546, 1949.
- (28) Sarma, P. S., y Elvehjem, C. A.: Growth inhibition of chicks on rations containing corn grits, *Poultry Sc.*, 25:39, 1946.
- (29) Scott, H. M.; Singen, E. P., y Matterson, L. D.: The influence of nicotinic acid on the response of chicks receiving a diet high in corn, *Poultry Sc.*, 25:303, 1946.
- (30) Snedecor, G. W.: "Statistical Methods," 4^a ed., The Iowa State College Press, Ames, Iowa, Estados Unidos, 1948.
- (31) Teus, H. J., y Newton, A. C.: Tryptophane, niacin and indoleacetic acid in several endosperm mutant and standard lines of Maize, *Plant Physiol.*, 26:494, 1951.
- (32) ———; Cameron, J. W., y Newton, A. C.: Tryptophan, niacin, indoleacetic acid and carbohydrates in developing sugary and starchy maize kernels, *Agron. Jour.*, 44:434, 1952.
- (33) Wintrobe, M. M.; Stain, H. J.; Follis, Jr., R. H., y Humphreys, S.: Nicotinic acid and the level of protein intake in the nutrition of the pig, *Jour. Nut.*, 30:395, 1945.
- (34) Wooley, G. J., y Sebrell, W. H.: Two microbiological methods for the determination of l(-)tryptophane in proteins and other complex substances, *Jour. Biol. Chem.*, 157:141, 1945.
- (35) Wooley, D. W.: Production of nicotinic acid deficiency with 3-acetylpyridine, ketone analogue of nicotinic deficiency, *Jour. Biol. Chem.*, 157:455, 1945.
- (36) ———: The occurrence of a "pellagrogenic" agent in corn, *Jour. Biol. Chem.*, 163:773, 1946.