

# EL VALOR NUTRITIVO DE LAS VARIEDADES DE MAIZ CULTIVADAS EN CENTRO AMERICA

## I. NITROGENO, EXTRACTO ETereo, FIBRA CRUDA Y MINERALES DE VEINTICUATRO VARIEDADES DE GUATEMALA<sup>1, 2</sup>

Por RICARDO BRESSANI, GUILLERMO ARROYAVE

*Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá*

y NEVIN S. SCRIMSHAW

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

El maíz (*Zea mays*) es el elemento más importante de las dietas rurales de Centro América. Proporciona el 80 % de las calorías y el 70 % de las proteínas (14) que consumen algunas familias de las regiones montañosas de Guatemala. Cualquier alteración, favorable o desfavorable, en el valor nutritivo del maíz local, y especialmente en la cantidad y calidad de sus proteínas, tendrá efectos trascendentales en la nutrición humana en esta zona. Sin embargo, todavía son comparativamente escasos los conocimientos relativos al campo de variabilidad que existe en el contenido de nutrientes de las numerosas variedades, razas y tipos de maíz consumido por las gentes.

Actualmente las estaciones agrícolas de Centro América están tratando de desarrollar variedades de maíz de mayor rendimiento y más resistentes a las enfermedades y a las sequías. Desgraciadamente, el contenido de elementos importantes para la nutrición en el maíz de esta clase, parece que tiende a ser más bajo (2). Además de la fertilización (24) y el buen uso del suelo (6, 27, 28), la hibridación y selección de acuerdo con el contenido de los principales nutrientes (3, 4, 5, 11, 21, 23, 25), contribuyen a mejorar el valor nutritivo. Cuando los valiosos genes asociados a cualidades nutritivas convenientes se pierden a través de cruces genéticos diseñados para lograr mayor rendimiento y resistencia solamente, como parece haber sucedido en los Estados Unidos

<sup>1</sup> Publicado originalmente en *Food Research*, 18:261-267, 1953, bajo el título "The Nutritive Value of Central American Corns. I. Nitrogen, Ether Extract, Crude Fiber and Minerals of 24 Varieties in Guatemala," número INCAP I-22.

<sup>2</sup> 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-46.

y en otras partes, resulta más difícil la tarea del mejoramiento del maíz.

Se suponía que entre la gran diversidad de tipos de maíz que se cultivan en Centro América algunos contendrían elementos nutritivos superiores a los del maíz de uso corriente. Si las variedades de maíz de cada región, superiores en valor nutritivo, resultaran de igual o mayor rendimiento que las variedades de uso común, podría aumentarse su cultivo y distribuir las como simiente a fin de lograr un mejoramiento inmediato. Es más, podría mejorarse tanto el valor nutritivo como el rendimiento de esas variedades de maíz por medio de cruces genéticos (8, 9), mejoramiento que representaría una importante contribución en favor de aquellas gentes cuyo alimento principal es el maíz.

Esta serie de trabajos describe los estudios bioquímicos realizados como parte de un programa de mejoramiento de esta índole. Los primeros cuatro describen el análisis de un grupo de variedades representativas de maíz, escogidas para examinar la validez de este punto de vista y compilar el material necesario para un programa de cruces genéticos de esta planta. El presente trabajo se ocupa principalmente del contenido de nitrógeno de las mencionadas variedades de maíz, aunque describe también su contenido de humedad, fibra cruda, fracción de éter que se puede extraer y minerales. Los trabajos subsiguientes relacionados con estas variedades de maíz proporcionarán también datos sobre el contenido de (a) lisina y metionina; (b) triptofano, niacina, tiamina y riboflavina; (c) carotina. Se realizan también estudios sobre las influencias genéticas y del medio en el valor nutritivo de determinadas variedades de maíz.

#### MATERIALES Y MÉTODOS

En el Cuadro No. 1 se describe el origen de cada una de las veinticuatro variedades de maíz estudiadas. Todas eran de uso común en la región indicada. Estas variedades de maíz fueron las que resultaron más prometedoras entre más de 400 cultivadas como ensayo en dos zonas climatológicas, Antigua y Tiquisate. En estas pruebas se eliminaron las variedades de poco rendimiento y mala calidad de grano.

Las dos variedades de maíz mexicano se encontraron cultivadas en los alrededores de las aldeas mencionadas. La variedad venezolana se desarrolló en una de las estaciones experimentales de Venezuela y se distribuyó entre los cultivadores de maíz. La variedad TGY resultó de una selección de un cruce entre dos variedades cubanas. La variedad 142-48 fué una selección del cruce TGY con 10A-46. Ambas selecciones se usan ahora ampliamente en los llanos de la costa del Pacífico en Guatemala. El híbrido se obtuvo del cruce único de la variedad WF9x38-11 de Estados Unidos y por lo tanto, es por su origen medio guatemalteco y medio estadounidense. El último componente del cuadro (200-47

O.P.) corresponde a una variedad tardía de maíz reventador perteneciente al grupo *giganteum* (20).

En el Cuadro No. 1 figuran otros datos relacionados con estas variedades, aunque se publicará en otra parte (15) una descripción más detallada. Todos los granos para los análisis se obtuvieron de plantas cultivadas en Antigua, Guatemala, de la simiente recolectada según se ha indicado. Desde la fecha en que se recolectaron (Cuadro No. 1)

CUADRO NO. 1.—*Información relativa a las veinticuatro variedades de maíz latinoamericano*

Variedad No.	Ciudad	Estado o Departamento	Altitud	$\frac{g}{cc}$	Grupo	País	Año del Cultivo
			<i>pies</i>				
206-44 (x)	Quezaltenango	Quezaltenango	7,500	B	Montaña	Guatemala	1949
159-44 # (2s)	Chichicastenango	El Quiché	6,800	A	"	"	1949
47A-46 O.P.	Cobán	Alta Verapaz	4,200	B	Gigante	"	1948
1470-45 #	San Sebastián	Huehuetenango	6,000	B	"	"	1948
25A-46 (x)	Chichicastenango	El Quiché	5,200	A	"	"	1948
92A-46 # (x)	Paraje Nuevo	Veracruz	—	A	"	México	1948
192-44 # (x)	—	—	—	A	"	Guatemala	1948
15A-46 O.P.	Villa Nueva	Guatemala	4,855	A	"	"	1949
166-44 O.P.	Los Pinos	México	—	B	"	México	1949
31-44 #	Antigua	Sacatepéquez	5,000	A	"	Guatemala	1949
20-47 (x)	Mixco	Guatemala	5,000	A	"	"	1949
1483-45 (x)	Aguacatán	Huehuetenango	5,128	B	"	"	1949
21A-46 B #	La Democracia	Escuintla	380	B	Costa	"	1947
10A-46 O.P.	Chocollá	Suchitepéquez	2,700	A	"	"	1948
142-48 O.P.	Tiquisate	Escuintla	150	A	"	"	1948
118A-46 #	Guatemala	Guatemala	4,855	B	"	"	1948
92-44 O.P.	Retalhuleu	Retalhuleu	300	B	"	"	1948
129A-46 #	—	—	—	A	"	Venezuela	1948
12A-46 # (x)	Chocollá	Suchitepéquez	2,700	A	"	Guatemala	1948
TGY	Tiquisate	Escuintla	150	A	"	"	1949
1626-45 O.P.	Chocollá	Suchitepéquez	2,700	B	"	"	1949
7A (WF9x38-11)	Antigua	Sacatepéquez	4,953	A	Híbrido	"	1948
26A-46 (x)	Sanarate	Progreso	2,632	B	Enano	"	1949
200-47 O.P.	Patzún	Chimaltenango	7,000	B	temprano Maíz reventador	"	1949

Clave de los Cuadros Nos. 1 y 2:

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.

hasta que se realizó el análisis se conservaron en pequeños sacos en estantes abiertos colocados en una habitación interior. Se incluyen también en el estudio cinco muestras de una variedad cultivada durante la misma estación de cultivo en cinco localidades distintas.

Se emplearon los métodos oficiales de la A.O.A.C. (Association of

Official Agricultural Chemists) (1) para determinar la humedad, fibra cruda, extracto etéreo, ceniza y calcio. La digestión para la determinación del nitrógeno se efectuó por el método oficial (1); la destilación y titulación se verificaron de acuerdo con las recomendaciones de Hamilton y Simpson (10). Se determinó el hierro por el método alfa alfa' dipiridilo de Hill (12) modificado por Jackson (16) y Moss (22). Toda la muestra de maíz se molió aproximadamente hasta pasar por un tamiz No. 15,

CUADRO No. 2.—Grasa, fibra cruda, nitrógeno, ceniza, fósforo y hierro contenidos en veinticuatro variedades de maíz\*

Variedad No.	Grasa	Fibra cruda	Nitrógeno	Ceniza	Fósforo	Hierro
	%	%	%	%	mg/100 gm	mg/100 gm
206-44 (x)	5.54	1.3	1.64	1.85	424	5.14
159-44 * (2s)	6.80	1.2	1.31	1.62	368	3.46
47A-46 O.P.	4.95	1.3	1.69	1.70	345	2.36
1470-45 *	5.74	1.7	1.57	—	—	—
25A-46 (x)	5.95	1.2	1.49	1.54	364	3.26
92A-46 * (x)	6.86	1.5	1.29	1.47	343	2.83
192-44 * (x)	5.65	1.2	1.70	1.41	277	2.61
15A-46 O.P.	4.82	1.4	1.12	1.37	313	2.76
166-44 O.P.	7.32	1.5	1.65	1.44	336	3.54
31-44 *	7.62	1.4	1.20	1.33	303	1.98
20-47 (x)	5.61	1.1	1.09	1.08	249	2.86
1483-45 (x)	6.25	1.6	1.21	1.43	311	2.07
21A-46B *	3.80	1.2	1.66	1.60	342	2.99
10A-46 O.P.	4.71	1.5	1.57	1.55	338	2.40
142-48 O.P.	5.02	1.4	1.66	1.42	212	2.08
118A-46 *	5.44	1.4	1.22	1.50	303	2.52
92-44 O.P.	5.00	1.4	1.78	1.55	374	4.96
129A-46 *	4.60	1.8	1.51	1.39	257	2.52
12A-46 * (x)	6.07	1.7	1.65	1.39	333	2.50
TGY	4.55	1.4	1.54	1.47	222	2.44
1626-45 O.P.	4.48	1.5	1.57	1.51	367	2.96
7A (WF9x38-11)	4.88	1.7	1.61	1.43	226	5.32
26A-46 (x)	6.36	1.4	1.79	1.50	339	2.56
200-47 O.P.	7.23	1.0	1.92	1.57	401	2.87

\* Todos los valores son el promedio de dos determinaciones y están expresados sobre la base del 10% de humedad.

en un molino Hobart antes de pesarla, salvo para las valoraciones de minerales. En este último caso, se utilizó para triturarla un mortero de porcelana. Los coeficientes de correlación y las desviaciones estándar se computaron de acuerdo con lo sugerido por Snedecor (26).

### RESULTADOS

Los resultados figuran en el Cuadro No. 2. Ciertas variedades son indiscutiblemente superiores a otras en contenido total de nitrógeno,

con una variación de 1.09 a 1.92 y un valor promedio de 1.52 % (s 0.22). Usando un factor de conversión de 6.25 esto representa una fluctuación en contenido de proteína de las variedades de maíz de 6.8 a 12.0 %. Hubo una diferencia en el promedio de nitrógeno de las variedades de maíz cultivadas en 1948 y 1949, con un valor promedio de 1.57 % correspondiente a 1948, o sea más elevado que el de 1.44 % del año siguiente.

La porción que puede extraerse con éter en estas variedades de maíz varió de 3.80 a 7.62, con un valor promedio de 5.63 % (s 0.97). El contenido de fibra cruda varió de 1.0 a 1.8, con un promedio de 1.40 % (s 0.21). Las variedades de maíz cultivadas en 1948 y 1949 no mostraron una clara diferencia en la variación ni en el promedio de los valores de grasa y fibra cruda. El contenido de hierro varió de 1.98 a 5.32, con un valor promedio de 3.00 mg por 100 gm (s 0.92). La facilidad con que las muestras utilizadas en la valoración del hierro se contaminan con vestigios de este elemento explica probablemente algunos de los altos valores y gran parte de la variación. Se determinó también el contenido de fósforo por el método de Fiske y Subbarow (7), modificado por Lowry y López (19), y se obtuvo una variación de 212 a 424. El contenido promedio de fósforo fué de 320 mg por 100 gm (s 58). No se puede ofrecer información sobre el contenido de calcio debido al uso de un polvo que contenía esta substancia para preservar las muestras del ataque de los insectos.

Las variedades de maíz amarillo y blanco cultivadas en 1948 y 1949 se compararon separadamente con relación a todos los elementos de nutrición que se estudian. No se encontraron diferencias relevantes en nitrógeno, fibra cruda y extracto etéreo, pero tanto en 1948 como en 1949 las variedades de maíz blanco fueron superiores en su contenido de fósforo y hierro a las variedades de maíz amarillo. Omitiendo la variedad de maíz reventador (200-47 O.P.) se observó tendencia a una correlación negativa ( $r = -0.57$ , 1948 y  $r = -0.38$ , 1949) entre la altitud de origen y el contenido de nitrógeno, y una correlación positiva ( $r = +0.56$ , 1948 y  $r = +0.53$ , 1949) entre el contenido de grasa y la altitud de origen en ambos años. Así pues el contenido de nitrógeno aparece más elevado en las variedades procedentes de las tierras bajas que en las de las montañas, aunque ninguna de las correlaciones son estadísticamente significativas al nivel de 5 %. El contenido de grasa demostró tendencia a ser más elevado en las variedades de maíz procedentes de tierras altas. El contenido en fibra cruda, ceniza y minerales no mostró esa tendencia.

A fin de obtener datos relativos a los efectos de las diferencias del medio sobre el contenido de los nutrientes que se discuten, se analizaron muestras de una variedad (TGY) procedentes de cinco localidades en la época de cultivo de primavera en 1951. Los resultados figuran en el Cuadro No. 3 y demuestran una variación relativamente pequeña en

contenido de nitrógeno, de 1.37 a 1.52 %, a pesar de una variación en altitud de 100 a 4,953 pies en las localidades donde se cultivaron. Las variaciones en grasa, fibra cruda, ceniza y hierro son correspondientemente insignificantes. La variación en fósforo que se muestra en el Cuadro, de 284 a 354 mg, fué también inferior a la que se observa entre las variedades del Cuadro No. 1.

CUADRO No. 3.—Grasa, fibra cruda, nitrógeno, ceniza, fósforo y hierro de la variedad TGY cultivada en cinco localidades\*

Origen	Altitud	Grasa	Fibra cruda	Nitrógeno	Ceniza	Fósforo	Hierro
	<i>pies</i>	<i>%</i>	<i>%</i>	<i>%</i>	<i>%</i>	<i>mg/100 gm</i>	<i>mg/100 gm</i>
Tiquisate.....	150	5.18	1.8	1.41	1.39	344	2.62
Cuyuta.....	100	4.60	1.8	1.37	1.43	354	2.49
Retalhuleu.....	200	4.74	1.9	1.50	1.28	316	2.02
Coatepeque.....	100	5.19	1.3	1.43	1.18	296	1.84
Antigua.....	4,953	4.30	1.3	1.52	1.18	284	2.80

\* Todos los valores son el promedio de dos determinaciones y están expresados sobre la base del 10% de humedad.

### DISCUSIÓN

Para una población que depende casi por completo del maíz como fuente de proteínas en su dieta, tienen gran importancia práctica las diferencias descritas relativas al contenido de proteínas. Las proteínas que aporta el maíz a la dieta de las personas que consumen 500 gm, ingestión corriente en las montañas de Guatemala, variarían de 34 a 56 gm, como muestran los resultados que aparecen en el Cuadro No. 1. Todas estas variedades de maíz, con excepción de dos de ellas, eran consumidas por gran número de personas, tal como crecían en las localidades, considerándoselas de buena calidad en su zona. Por contraste, una muestra de maíz seleccionada en Santa María Cauqué y de uso común en esa aldea, sólo tenía un contenido de proteína equivalente a 29 gm por 500 gm de maíz. Naturalmente, el valor nutritivo de estas variedades de maíz depende tanto de la calidad de la proteína como de su cantidad, pero las diferencias cualitativas no pueden ocultar por completo el efecto nutritivo de diferencias cuantitativas de esta magnitud. Los datos relativos a la calidad de la proteína en estas variedades de maíz serán considerados en los dos próximos trabajos de esta serie.

También se presentan diferencias en el valor nutritivo de estas variedades de maíz debido a las variaciones en los otros elementos de nutrición descritos, pero éstas quedan atenuadas desde el punto de vista de la nutrición humana a causa de las diferencias relativamente considerables de contenido de proteína. Las variedades de maíz que contienen mayores porciones extraíbles por el éter tienen un valor calórico notable-

mente más elevado. Puesto que las dietas centroamericanas tienden a ser extremadamente bajas en grasas y el contenido de grasa del maíz constituye a menudo el volumen de grasa de la dieta, estas variaciones pueden tener una importancia directa desde el punto de la nutrición. Las diferencias en la porción que se puede extraer por medio del éter son también de importancia para las industrias molineras de maíz.

Surge la cuestión relativa a qué proporción de estas diferencias en composición es debida a factores genéticos inherentes y qué proporción a las variadas influencias del cultivo y del medio. Puesto que todas las variedades de maíz se cultivaron en la misma localidad, el efecto del medio debe haberse reducido a un mínimo, lo que es cierto en lo que se refiere a las cosechas de una sola estación, pero todas estas variedades de maíz no se cultivaron en el mismo año y ocurrieron de un año a otro algunas pequeñas diferencias en lluvia, temperatura y soleamiento. Debido a las diferencias observadas entre las variedades cultivadas el mismo año, puede decirse que existió un alto grado de variación genética en los nutrientes estudiados.

Tampoco cabría esperar la misma calidad relativa en estas variedades de maíz cultivadas en otra localidad, o aun en la misma localidad, en un año de marcadas diferencias en las condiciones climatológicas (20). El maíz se adapta mucho más a ciertas condiciones específicas del medio y frecuentemente la mejor calidad de maíz en una región dada resulta muy deficiente cuando se cultiva en otra región (17, 18). La tendencia hacia una correlación negativa entre el contenido de proteína y la altitud de origen, aunque no de importancia estadística, indica la relación entre el contenido de elementos nutritivos y el medio al cual se ha adaptado el tipo de maíz. Merece comentario la tendencia a una correlación positiva que existe entre extracto etéreo y la altitud. El maíz de las tierras altas tiene un período de madurez más prolongado, y aunque por el momento no se dispone de datos locales, es posible que en estos maíces ocurra acumulación de grasa en cantidades mayores que en el maíz de las tierras bajas, cuyo período de madurez es de unos 100 días. Se proyectarán futuros estudios para determinar la relación entre el valor nutritivo y la altitud, pero naturalmente los datos sobre rendimiento y madurez (13) resultan indispensables para la evaluación de la importancia agrícola del fenómeno descrito o para cualquier estudio sobre el valor nutritivo de las cosechas.

La importancia de las variaciones observadas en el valor nutritivo del maíz, tanto desde el punto de vista de la agricultura como de la nutrición, quedará considerablemente reforzada si se confirman por medio de nuevos estudios los resultados que figuran en el Cuadro No. 3. Las diferencias relativamente extensas en altitud y otras condiciones del medio produjeron diferencias muy pequeñas en contenido de nitrógeno, comparadas con las descritas en el Cuadro No. 2. El maíz escogido no se

adaptó ni creció tan bien en las tierras altas como en las zonas de la costa para las cuales se había desarrollado; sin embargo, la constitución genética tuvo al parecer una influencia mucho mayor en el contenido del nitrógeno que las considerables diferencias del medio. Los datos indican claramente que la búsqueda, el desarrollo y la distribución de las variedades de maíz superiores en rendimiento y en valor nutritivo, es prometedora y debe proseguirse, especialmente en la región centroamericana, donde el maíz representa un importante alimento humano y muestra gran variación genética.

#### RESUMEN

Se analizaron con relación a humedad, nitrógeno, extracto etéreo, fibra cruda, hierro y fósforo, 23 tipos de maíz de origen guatemalteco, mexicano o venezolano, que se cultivan a una altitud de 5,000 pies en Antigua, Guatemala, junto con un híbrido guatemalteco-estadounidense. Todos los valores fueron ajustados a una humedad promedio de 10%. El promedio de nitrógeno fué de 1.52% (s 0.22), el de extracto etéreo, 5.63% (s 0.97), el de fibra cruda, 1.40% (s 0.21), el de hierro 3.00 mg por 100 gm (s. 0.92) y el de fósforo, 320 mg por 100 gm (s 58). Todos fueron cultivados a una altitud media, pero el maíz procedente de sientes recogidas en altitudes bajas revela tendencia a presentar mayor contenido de nitrógeno y menor contenido de grasa que los obtenidos de zonas elevadas, como demuestran las correlaciones ( $r = -0.57$ ,  $r = +0.56$  en 1948) y ( $r = -0.38$ ,  $r = +0.53$  en 1949).

Se cultivó una variedad en cinco localidades diferentes durante la estación de cultivo de primavera de 1951, observándose relativamente poca variación en el contenido de nitrógeno (1.37 a 1.52%) y en los demás elementos nutritivos medidos. Se ha llegado a la conclusión de que, aunque el medio influye también en el valor nutritivo, existen importantes diferencias genéticas en la composición nutritiva, especialmente en cuanto al nitrógeno y al extracto etéreo, entre las variedades de maíz guatemalteco, las cuales pueden ser utilizadas en la selección de variedades de valor nutritivo mejorado.

#### RECONOCIMIENTO

Los autores desean dejar constancia de su agradecimiento a los doctores S. Pizatti, A. Campos y J. Castro por su ayuda y asistencia técnica en el curso de este trabajo.

#### REFERENCIAS

- (1) Association of Official Agricultural Chemists: "Official and tentative methods of analysis of the Association of Agricultural Chemists," 6ª ed., Washington, D. C., 1945.
- (2) Aurand, L. W.; Miller, R. C., y Huber, L. L.: "Influence of heredity on carotene and protein contents of corn," The Pennsylvania State College, Agr. Exp. Sta. Bull. 526, 1950.



- (3) East, E. M.: The role of selection in plant breeding, *Pop. Sc. Monthly*, 27:190, 1910.
- (4) ——— y Jones, D. F.: Genetic studies on the protein content of maize, *Genetics*, 5:543, 1920.
- (5) Emerson, R. A., y East, E. M.: "Inheritance of quantitative characteristics in maize," *Nebraska Agr. Exp. Sta. Bull.* 2, 1913.
- (6) Finch, L. R., y Underwood, E. J.: The influence of clover leys on the thiamin and nitrogen contents of wheat, *Australian Jour. Exp. Biol. Med. Sc.*, 29:131 (1951).
- (7) Fiske, C. H., y Subbarow, Y.: *Jour. Biol. Chem.*, 66:375, 1925.
- (8) Frey, K. J.: Inheritance of protein, zein, tryptophane, valine, leucine and isoleucine in two maize hybrids, *Iowa State Coll. Jour. Sc.*, 23:33, 1948.
- (9) ———; Brimhall, B., y Sprague, G. F.: The effect of selection upon protein quality in the corn kernel. *Agron. Jour.*, 41: 399, 1949.
- (10) Hamilton, L. F., y Simpson, S. G.: "Talbot's Quantitative Chemical Analysis," 9ª ed., The McMillan Company, Nueva York, 1946.
- (11) Hayes, H. K., y Garber, R. J.: Synthetic production of high-protein corn in relation to breeding, *Am. Soc. Agron. Jour.*, 11:309, 1919.
- (12) Hill, Robert: *Proc. Roy. Soc.*, Londres, B107, 205, 1930.
- (13) Hunt, C. H.; Gillespie, I., y Bethke, R. M.: "Farm science and practice," Ohio Agr. Exp. Sta. Bull. 705, p. 23, 1951.
- (14) Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá: Informes no publicados.
- (15) Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá: Estudio del valor nutritivo de maíces guatemaltecos, INCAP Bol. No. 1, 1952, en preparación.
- (16) Jackson, S. H.: Determination of iron in biological material, *Ind. Eng. Chem. Anal. Ed.*, 10:302, 1938.
- (17) Jones, D. F., y Huntington, E.: The adaptation of corn to climate, *Jour. Am. Soc. Agron.*, 27:261, 1935.
- (18) Kiesselbach, T. A.: "Progressive development and seasonal variations of the corn crop," *Nebraska Agr. Exp. Sta. Research Bull.* 166, 1951.
- (19) Lowry, O. H., y López, J. A.: The determination of inorganic phosphate in the presence of labile phosphate esters, *Jour. Biol. Chem.*, 162:421, 1946.
- (20) Melhus, I. E.: "Plant research in the tropics," *Iowa Agr. Exp. Sta. Research Bull.*, 371:539, 1949.
- (21) Miller, R. C.; Aurand, S. W., y Flach, W. R.: Amino acids in high and low protein corn, *Science*, 112:57, 1950.
- (22) Moss, M. L., y Mellon, M. G.: Colorimetric determination of iron with 2,2' bipyridyl and with 2,2',2'' terpiridyl, *Ind. Eng. Chem. Anal. Ed.*, 14:862, 1942.
- (23) Parker, F. W., y Pierre, W. H.: The relation between the concentration of mineral elements in a culture medium and the absorption and utilization of these elements by plants, *Soil Sc.*, 25:337, 1928.
- (24) Sauberlich, H. E.; Wan-Yuin, Chang, y Salmon, W. D.: Effect of nitrogen fertilization upon the biological value of amino acid content of corn, *Fed. Proc.*, 10:243, 1951.
- (25) Showalter, M. F., y Carr, R. H.: Characteristic protein in high and low protein corn, *Science*, 56:24, 1922.
- (26) Snedecor, G. W.: "Statistical methods," 4ª ed., Ames, Iowa, 1946.
- (27) Whitson, A. R.; Wells, F. J., y Vivian A.: "Influence of the soil on the protein content of crops," *Wisconsin Agr. Exp. Sta. 19th Ann. Rep.*, p. 192, 1902.
- (28) Widstoe, J. A.: The influence of soil moisture upon the chemical composition of certain plant parts, *Jour. Am. Chem. Soc.*, 25:1234, 1903.