

31
T(24)
C.3

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMIA

EFFECTO DE LA FERTILIZACION DEL SUELO SOBRE LA
COMPOSICION QUIMICA DEL GRANO Y VALOR NUTRITIVO DE LA
PROTEINA DEL MAICILLO (SORGHUM VULGARE)

MONOGRAFIA

Presentada a la Honorable Junta Directiva de la Facultad
de Agronomía de la Universidad de San Carlos

Por

Rodolfo Aragón Hernández

Trabajo previo al exámen general privado de la carrera de
Ingeniero Agrónomo

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
BIBLIOTECA
DEPARTAMENTO DE TESIS-REFERENCIA

Guatemala Febrero de 1963

24/10/63
R. Aragón

El presente trabajo fue realizado en la estación experimental "San Antonio Fachalí" San Raymundo, Guatemala y en los laboratorios del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP), Ciudad de Guatemala, bajo la dirección del Dr. Ricardo Bressani, Jefe de la División de Química Agrícola y de Alimentos.

CONTENIDO

- I. INTRODUCCION
- II. REVISION DE LA LITERATURA
 - A. Composición Química
 - B. Valor Nutritivo
- III. MATERIALES Y METODOS
 - A. Semilla
 - B. Fertilizantes
 1. Elementos mayores
 2. Elementos menores
 3. Abono orgánico
 - C. Localización y Suelos
 - D. Análisis de Suelos
 - E. Diseño Experimental
 - F. Siembra
 - G. Métodos Químicos
 - H. Métodos Biológicos
 - I. Análisis Estadístico
- IV. RESULTADOS
 - A. Rendimiento
 - B. Composición
 - C. Valor Nutritivo de las Proteínas del Maicillo
 1. Aumento en peso
 2. Índice de eficiencia de alimentación
 3. Índice de eficiencia proteica
- V. DISCUSION
 - A. Composición Química
 - B. Valor Nutritivo de la Proteína
- VI. SUMARIO
- VII. AGRADECIMIENTOS
- VIII. REFERENCIAS

De este último serán presentados los resultados en el trabajo de tesis. Al lograrse una mejora, es obvio que ello redundaría directa e indirectamente en beneficio de la población que los consume, así como también contribuiría a que las raciones para animales sean utilizadas con mayor eficiencia.

Para lograr este objetivo, los suelos en donde se cultivará la planta serán enriquecidos usando fertilizantes químicos y orgánicos, mejorando así la nutrición de la misma, y esta a su vez el valor nutritivo de sus granos.

II. REVISION DE LA LITERATURA

En los cultivos de cereales frecuentemente se supone que los granos presentan una composición constante, a pesar de haber sido cultivados bajo condiciones físicas ambientales muy diferentes. Por el contrario, se ha encontrado que la parte vegetativa es afectada por el medio ambiental en cuanto a desarrollo y composición química se refiere.

Los resultados de muchas investigaciones reportadas en la literatura han demostrado que la composición del grano de maíz, especialmente la proteína y el contenido de grasa, pueden ser alterados en alto grado y mejorados para varios fines, por métodos adecuados de hibridación.

El efecto de la aplicación de fertilizantes sobre las plantaciones se ha determinado usando como criterio el rendimiento del grano. Sin embargo, se han realizado algunos trabajos sobre el efecto de fertilizantes, especialmente nitrogenados sobre la composición química del grano de maíz.

Da Cunha (13) discute las posibles relaciones entre la fertilidad de los suelos y el valor nutritivo de ciertos cultivos que en ellos se producen. Presenta resultados de otros investigadores, resultados que parecen confirmar la hipótesis de que relaciones concretas y medibles realmente existen entre las condiciones del suelo y el estado fisiológico de la planta y el grano.

A. Composición Química

Patinov y Pavlov (24) trabajando en macetas y en el campo, notaron un incremento considerable en el contenido de nitrógeno de las hojas, tallos y grano en plantas de maíz. Aplicaciones tardías de urea aumentaron considerablemente el contenido proteico de la masa de la planta y del grano.

Day y Tucker (15), trabajando con trigo, avena y cebada, fertilizados con desperdicios de ciudad (abono orgánico) y fertilizantes químicos nitrogenados demostraron que estos granos utilizaron muy bien estas fuentes de nitrógeno para producir grano con alta cantidad de proteína.

Basak y colaboradores (5) que trabajaron con arroz en la India, concluyeron que la aplicación de N, P, K y Ca, antes de trasplantar, no cambiaba la composición del grano, aunque la producción fue aumentada en 45%. Sin embargo, el contenido de nitrógeno en el grano aumentó en 28% cuando el fertilizante fue aplicado a la raíz o foliarmente, como sulfato de amonio, unas tres semanas antes de florecer.

Hannsway y colaboradores (19) encontraron que las diferencias en la fertilidad del suelo influyeron en la cantidad de N, P, K tomados del suelo por la planta de maíz, pero no marcó un gran cambio en la distri-

lución de estos elementos en la planta. Proporcionalmente cantidades considerables de N y P y pequeña cantidad de K fue trasladada de otras partes de la planta al grano.

Con respecto al nitrógeno no proteico presente en una planta, es abundante cuando el crecimiento es rápido y llega a constituir hasta un tercio del nitrógeno total en los pastos y en los forrajes verdes cultivados.

Cuando la semilla comienza a desarrollarse, es rica en nitrógeno no proteico, pero la proporción es muy baja en la madurez. Una gran parte del nitrógeno de los vegetales ensilados, está en esta forma, debido en parte a la falta de madurez y también a causa de fenómenos de fermentación.

Los heno de yerba madura y las mezclas de granos y sus sub-productos que se alimenta al ganado comunmente, son bajos en nitrógeno proteico.

En cuanto a elementos menores aplicados al suelo y su influencia sobre el valor proteico, se han realizado algunas investigaciones. Danic Baski (11) trabajando con maíz encontró que el Mn causó un incremento en el almidón y contenido proteico de los granos. Marchenki (23) trabajando con papas investigó los cambios en la composición de los aminoácidos de la proteína bajo el efecto de varios fertilizantes; encontró que el sulfato de potasio, el cual entraba en la composición de fertilizantes minerales, tuvo un efecto positivo en la acumulación de cistina.

Fertilizantes minerales conteniendo N, P y K aumentaron el ácido amino-succínico contenido en la proteína de las papas.

Relativamente pocos trabajos se han realizado sobre la composición química del grano de maicillo y factores que la afectan.

Bressani y Ríos (8), analizando 25 muestras de maicillo encontraron una gran similitud en el contenido de proteína, entre éste y el maíz.

Estos investigadores analizaron su contenido de aminoácidos y sus resultados, comparándolos con los anteriormente reportados en maíz (2,10,9,11) muestran que: el sorgo es levemente más alto que el maíz en el contenido de arginina, histidina, isoleucina, triptofano y valina. Mientras que sus niveles de leucina, lisina, metionina, fenilalanina, tirosina y treonina son muy similares. La comparación de los patrones de las 25 muestras de maicillo reportadas por Bressani (8) y los de la FAO (17) muestran que ambos granos son deficientes en lisina y triptofano y también parece ser que el maicillo es bajo en metionina. Estos hallazgos (8) están de acuerdo con los reportes publicados anteriormente (1,12,25,28) e indican una gran similitud en valor nutritivo entre el maíz y el maicillo.

B. Valor Nutritivo

Hogan y colaboradores (20) trabajando con ratas, y Dobbins y colaboradores (16) con cerdos, encontraron que los animales alimentados con maíz de alto contenido proteico, 15%, crecieron más rápido que los animales alimentados con maíz de bajo contenido proteico, 7%. Sin embargo, los autores indicaron que el valor biológico de las proteínas del maíz de bajo contenido proteico era superior al de los del maíz de alto contenido proteico. La adición de lisina a los dos tipos de maíz dió resultados diferentes, siendo la respuesta mayor en el caso del maíz de alto contenido neto de proteína en las muestras de maíz utilizadas en estos estudios se

obtuvo por medio de la selección de la semilla y por medio de la fertilización de los suelos con abonos de uso corriente.

Albrecht y colaboradores (3) en una serie de estudios de fertilización encontraron que la aplicación de elementos menores mejoraba el contenido de aminoácidos en la parte vegetativa de ciertas plantas forrajeras estudiadas. Al llevar a cabo estudios similares en maíz (3) los autores encontraron que la calidad de la proteína del grano mejoraba. Estos estudios fueron realizados con conejos, los cuales fueron alimentados con el grano proveniente de lotes experimentales tratados con combinaciones de fertilizantes. Se encontró que la aplicación de sulfato de magnesio produjo el maíz de mejor calidad con un índice de eficiencia de alimentación de 5.48 gr/gr de peso. La adición de elementos menores (Cu, Na, Bc, Zn, Co, S) solos, dió un índice de 5.72. El control de 7.97 y el de elementos mayores (N, P, K) de 8.28. Los autores presentaron datos del contenido de lisina, triptofano y metionina, aminoácidos que aumentaron en las muestras de maíz de las parcelas fertilizadas con elementos menores y combinaciones de estos con los abonos de elementos mayores. Es importante hacer notar que los elementos menores juntos, o el sulfato de magnesio solo, no aumentaron los rendimientos. Los resultados de Albrecht y colaboradores (3) no han sido confirmados por otros investigadores.

Todos los estudios mencionados anteriormente fueron llevados a cabo con maíz y en la literatura no se han encontrado estudios similares en maicillo, y está demostrado (2,8) que su valor nutritivo es muy semejante al del maíz.

III. MATERIALES Y METODOS

A. Semilla

Varietad Hegari, pertenece a la familia de las gramineas y al órden glumiflora. Es una especie que se puede cultivar en lugares poco fértiles, sus tallos son delgados, jugosos y dulces, amacolla bastante, su ciclo vegetativo es de 90-120 días, su grano es blanquizo y ligeramente moteado y produce harina de buena calidad. Puede cultivarse en todas las alturas no pasando de los 7000 pies. Esta semilla fue proporcionada por la estación experimental de Bárcena.

Las pruebas de germinación, análisis químicos y ensayos biológicos efectuados sobre la semilla se encuentran en el Cuadro No. 1.

B. Fertilizantes

1. Elementos mayores

La proporción 19 de N, 13 de P₂O₅ y 7 de K₂O fue usada. Dicha proporción se obtuvo elaborando una mezcla de 2 partes de la proporción 20-10-10 y una parte de 15-20-0, según los requerimientos de estos elementos por la planta de maíz (26), detallados en el Cuadro No. 2.

2. Elementos menores

La mezcla de elementos menores se preparó usando compuestos químicos comerciales y sales de laboratorio conforme los requerimientos por cantidad (26), descritos en el Cuadro No. 2.

Esta mezcla fue perfectamente homogenizada durante una hora, en una mezcladora eléctrica. Aunque solamente pequeñas cantidades de estas sustancias son utilizadas por los vegetales, se ha probado científicamente que los elementos menores son indispensables para la salud de las plantas y animales.

3. Abono orgánico

El abono orgánico empleado consistió en estiércol de pollo seco y molido en partículas medianas de 30 mallas. El análisis químico de este abono se presenta en el Cuadro No. 3.

C. Localización y Suelos

La estación experimental del INCAP está situada en el Municipio de San Raymundo, Departamento de Guatemala, a 41 Km. de distancia de la capital. La altura sobre el nivel del mar es de 5151 pies. Con una precipitación media anual de 1.22 metros y una temperatura que oscila entre 27.8°C para máximo y 11.1°C como mínimo en los doce meses del año (29).

Los suelos pertenecen a la serie de "Guatemala Fase Pendiente" (29). Esta fase incluye una superficie relativamente pequeña de terreno casi plano que representa el terreno original. Una parte considerable del área ha sido tan erosionada que sólo queda la ceniza del substrato.

El suelo varía de Guatemala franco arcilloso casi típico a una capa muy delgada de suelo franco arcilloso café amarillento. Esta serie de suelos se encuentra en los departamentos de Guatemala y de Chimaltenango. El área total mostrada en la carta agrológica de reconocimiento de suelos es de 8970 Has. o sea 0.082% del área de la República (29).

D. Análisis de los Suelos

En el campo en donde fue plantado el experimento se hicieron tres perforaciones al azar, para la toma de muestras. De cada perforación se tomaron dos muestras de suelo, una de 0-18 cms. de profundidad y la otra de 18-50 cms., según el método descrito por Breasner (7). Para la

determinación de la clase textural se usó el método empleado por el U.S.D.A. (21) en base al análisis granulométrico.

Los resultados de los análisis físicos y químicos se presentan en los Cuadros Nos. 4, 5, 6.

El suelo es bastante pobre, con mucha arcilla, poco nitrógeno, fósforo y materia orgánica.

E. Diseño Experimental

Se utilizó un diseño en bloques al azar con 6 repeticiones. Los tratamientos se agruparon de la siguiente manera:

- 1. N-P-K
- 2. N-P-K más elementos menores
- 3. Abono orgánico
- 4. Abono orgánico más elementos menores
- 5. Elementos menores
- 6. Testigo

Fueron utilizadas parcelas rectangulares de 8 x 4 mts. El número de surcos por parcela fue cuatro, siendo el largo de cada una de 8 mts. Cada réplica constaba de seis parcelas.

F. Siembra

El sistema de siembra usado fue al chorro, procediéndose a dispersar después, dejando un grupo de plantas a cada nueve pulgadas; las hileras exteriores no se consideraron en el análisis estadístico para eliminar efecto de bordes. A causa de que en la región de San Raymundo en donde está localizada la finca, el invierno se retrasa, la siembra fue efectuada en la segunda quincena de junio (1961).

Las plantitas de maicillo emergieron a los seis días de sembradas. A los diez días se aplicó el abono orgánico, tomando como promedio ocho libras por hilera de maicillo. A los 28 días de sembradas se aplicó el fertilizante químico N-P-K, tomando 320 gr. por cada hilera de maicillo. Se procedió de esta manera por ser más tardía la descomposición del abono orgánico y poder ser aprovechados sus nutrientes por las plantas. Asimismo también se procedió a hacer aplicaciones de Glordano con el objeto de controlar las plagas de hormigas y zompopos, los cuales se localizaron principalmente en los tratamientos orgánicos.

La floración empezó en el mes de Septiembre. Se procedió a cortar el experimento el 4 de Noviembre, operación que se efectuó a mano, valiéndose de navajas. Todas las flores del maicillo ya maduro fueron cortadas, exceptuándose las hileras de borde, y recogidas en un saco de manta de cien libras, e identificando con tarjetas indicando el tratamiento y la réplica a que pertenecían. Se transportaron al laboratorio, en donde se limpió perfectamente el material, golpeando cada saco para que desprendiera el grano y luego con un ventilador. El grano ya limpio se pesó, se homogenizó perfectamente y fue molido en un molino Wiley en partículas medianas de 30 mallas. Fue tomada una muestra para los análisis químicos, el resto se almacenó en cuarto refrigerado a 4°C para emplearlo posteriormente en los ensayos biológicos.

G. Métodos Químicos

Todas las muestras usadas para llevar a cabo los diferentes experimentos fueron analizadas en duplicado para determinar su contenido de humedad, nitrógeno, extracto etéreo, ceniza y fibra cruda, valiéndose de los métodos de la AOAC (4).

H. Métodos Biológicos

Para los ensayos biológicos se emplearon ratas Wistar de 22-25 días de edad de la colonia animal del INCAP. Las ratas se distribuyeron de acuerdo con el sexo y peso de tal manera que cada grupo lo constituyeran cuatro machos y cuatro hembras, con el mismo peso inicial promedio.

Los animales se alojaron en jaulas individuales con fondos levantados de tela metálica y se alimentaron ad libitum por un período de 35 días, anotándose semanalmente las variaciones en peso y el alimento ingerido.

Los animales también tuvieron libre acceso al agua, todo el tiempo que duró el ensayo. Estos se diseñaron siempre en igual forma, teniendo por objeto determinar:

- 1) Aumento de peso en gramos .
- 2) Índice de eficiencia de la alimentación (alimento ingerido/ aumento de peso). La cifra más alta indica menor utilización del alimento.
- 3) Índice de eficiencia proteica (aumento de peso/proteína ingerida). La cifra más alta indica mayor utilización de la proteína.

La harina de maicillo constituyente de cada dieta provenía de 6 parcelas que recibieron el mismo tratamiento de fertilización. Las dietas fueron ajustadas a un mismo nivel proteico con el objeto de eliminar una variable, empleando para ello almidón (libre de nitrógeno) como material inerte (Cuadro No. 7). Todas las raciones se suplementaron con 4% de sales minerales Hegstad (6) los cuales tienen la siguiente composición: carbonato de calcio, fosfato de calcio, sulfato de magnesio,

cloruro de sodio, citrato de hierro, yoduro de potasio, sulfato de magnesio, sulfato de cobre, cloruro de zinc. Además, las dietas fueron suplementadas con 5% de aceite de algodón, 1% de aceite de hígado de bacalao (como fuente de vitamina A y D, alcanzando así el 100%), además se agregaron 5 ml. por cada 100 gr. de todas las vitaminas en solución alcohólica, para alcanzar los niveles especificados por Manna y Hauge (22). En el ensayo se incluyó el grupo control a base de harina de semilla original, con la cantidad de proteína que contenía inicialmente.

Con el objeto de calcular el índice de eficiencia proteica de cada dieta, se analizó cada una por su contenido de nitrógeno, siguiendo el método de Kjeldhal (4).

I. Análisis Estadístico

Para los análisis de los datos químicos en el análisis de la variancia, (Cuadro No. 13), las fuentes de variación son las siguientes:

1) Debida a bloques; 2) debida a tratamientos, los cuales están desglosados de la siguiente manera: a) fertilizantes, los llamamos así a N-P-K, abono orgánico y testigo; b) elementos menores, a estos 3 anteriores con y sin elementos menores, por ser uno de los principales datos que nos interesan; c) interacción entre fertilizantes y elementos menores; 3) error experimental.

Para los análisis de los datos biológicos en el análisis de la variancia, (Cuadro No. 16) las fuentes de variación son las siguientes:

1) Debida a ratas, la cual está desglosada en la variancia debido a sexos; 2) a tratamientos o dietas, la cual está desglosada de la siguiente manera: a) fertilizantes, los llamamos así a N-P-K, abono orgá-

nico y testigo; b) elementos menores, les llamamos así a los tres anteriores con y sin elementos menores; c) interacción entre fertilizantes y elementos menores; 3) error experimental.

IV. RESULTADOS

A. Rendimientos

Los rendimientos no se consideraron en el análisis debido a que hubo mucha pérdida por parte de los pájaros, disminuyendo considerablemente los rendimientos, (Cuadro No. 9). Sin embargo, puede notarse que las parcelas abonadas con fertilizantes nitrogenados siempre tienden a dar mejores rendimientos.

B. Composición Química

El contenido de extracto etéreo, fibra cruda, ceniza y nitrógeno se encuentran en el Cuadro No. 9.

El análisis de la variancia para humedad, que puede verse en el Cuadro No. 8, indica que las fuentes de variación debida a bloques, a tratamientos y las fuentes componentes de éstos, fueron altamente significativas al nivel 1%. Por esta razón todos los datos fueron corregidos, ajustándolos a un 10% de humedad.

Parece ser que la fertilización del suelo no tiene ningún efecto sobre el contenido de extracto etéreo en el grano de sorgo. Pudo observarse un ligero incremento en los tratamientos 3 y 4, los cuales contienen abono orgánico con y sin elementos menores, sin embargo este aumento no alcanza ser significativo (Cuadros Nos. 9 y 11).

El contenido de fibra cruda no es significativo para los diferentes tratamientos de fertilización, pero sí para los bloques, siendo el que

alcanzó mayor promedio el bloque número dos (Cuadros Nos. 9 y 11).

En cuanto al contenido de nitrógeno en el grano de maicillo, las diferencias entre fertilizantes resultaron ser altamente significativas (1%) como se muestra en los Cuadros 9 y 11, siendo superior para los tratamientos nitrogenados. La cantidad de nitrógeno para los dos tratamientos que recibieron N-P-K (N-P-K y N-P-K más elementos menores) dió 1.82, (Cuadro No. 10). Los dos tratamientos que recibieron abono orgánico (abono orgánico y abono orgánico más elementos menores) dió 1.67 contra los 2 tratamientos que no contenían ninguna fuente de nitrógeno (elementos menores y testigo) los cuales dieron 1.48%, (Cuadro No. 10).

No se notó ninguna diferencia entre la cantidad de nitrógeno existente entre los tres tratamientos que contenían elementos menores (N-P-K más elementos menores, abono orgánico más elementos menores y elementos menores sólo) y los que no los contenían (N-P-K, abono orgánico y testigo), (Cuadro No. 10). La adición de elementos menores no resultó en un aumento en la cantidad de nitrógeno del grano de maicillo.

C. Valor Nutritivo de las Proteínas del Maicillo

1. Aumento en Peso

La variancia en aumento en peso resultó ser altamente significativa (1%) entre las diferentes dietas, (Cuadro No. 18).

Como puede verse en el Cuadro No. 12, las diferencias son bastante notables, dando el aumento de peso más alto la dieta que provenía de las parcelas fertilizadas con elementos menores solos. Esta dieta dió un au-

mento de peso de 23.50 gr. La más baja era la que perteneció al abono orgánico con 10.87 gr. Analizando los tres grupos de dietas a los cuales llamamos fertilizantes (significativos al 5%) en el Cuadro No. 18 del análisis de la variancia encontramos que las dos dietas que provenían de parcelas conteniendo N-P-K (N-P-K y N más elementos menores) dieron un aumento de peso de 13 gr. (Cuadro No. 13). Las dos que provenían de las parcelas fertilizadas con abono orgánico (abono orgánico y abono orgánico más elementos menores) dió 13.82 gr. Las otras dos dietas (elementos menores y testigo) promediaron 21.18 gr. de peso, (Cuadro No. 13).

En cada una de las dietas siempre hubo mayor aumento de peso en las que contenían elementos menores, estos sólo o en adición con otros fertilizantes, (Cuadro No. 12); estas diferencias son significativas al 5%. Las tres dietas, las cuales provenían de parcelas fertilizadas con elementos menores dieron un aumento de peso promedio de 17.96 gr. contra 14.08 gr. de las que no los contenían, (Cuadro No. 13 y Gráfica No. 1).

2. Índice de eficiencia de alimentación

El índice de eficiencia de alimentación indica la cantidad de alimento necesario para producir una unidad de peso. El análisis estadístico indica que también hubo diferencias entre las dietas en cuanto al índice de eficiencia del alimento se refiere, siendo de 13.20 para la dieta de los lotes abonados con elementos menores sólo y 26.12 para la dieta de los lotes N-P-K, (Cuadro No. 14).

Como puede notarse en el Cuadro No. 15 y la Gráfica No. 1, el índice de eficiencia de alimentación siempre fue mayor en todas las dietas que no contenían elementos menores, lo cual indicó una menor utilización

del alimento. Sin embargo, estas diferencias no alcanzan a ser significativas.

Comparando los tres grupos de dietas llamadas fertilizantes (diferencias significativas 5%, Cuadro No. 18), las dos dietas con N-P-K (N-P-K y N-P-K más elementos menores) dieron 24.84 gramos ~~de alimento~~ ~~consumido~~ (abono orgánico y abono orgánico más elementos menores) dieron 20.98, mientras que las otras dos dietas, las cuales provenían de sorgo con menor cantidad de nitrógeno (elementos menores sólo y testigo) dieron 14.37, (Cuadro No. 15).

3. Índice de Eficiencia Proteica (PER)

Este índice va en relación directa con la utilización de la proteína. El P.E.R. de 0.93 corresponde a la dieta proveniente de parcelas abonadas con elementos menores sólo, contra 0.65 para la N-P-K, dando la parcela testigo 0.79 (ver Cuadro No. 16).

Como puede observarse en el Cuadro No. 17 y Gráfica No. 1, todas las dietas que contenían elementos menores dieron un P.E.R. superior, contra las que no los contenían.

Comparando los dos grupos de dietas se observó que las tres dietas que contenían elementos menores dieron un P.E.R. de 0.79 y las que no los contenían, de 0.67 (Cuadro No. 17); pero estas diferencias no alcanzan a ser significativas (Cuadro No. 18) debido a la mucha variación entre ratas.

Analizando los 3 grupos a los cuales llamamos fertilizantes (diferencias significativas al 5%, en el Cuadro No. 18 del análisis de la variancia), encontramos que los dos tratamientos N-P-K dieron un P.E.R.

de 0.65, las dos dietas de abono orgánico dieron 0.69 y las dos que no fueron fertilizadas con ninguna fuente de nitrógeno (elementos menores y testigo) dieron 0.66, (Cuadro No. 17).

V. DISCUSION

A. Composición Química

El contenido de cenizas (significativo al 5%) en las muestras provenientes de parcelas fertilizadas con abono orgánico hace suponer que el abono orgánico tiene de por sí ciertos minerales orgánicos, y estos pueden ser aprovechables por las plantas y ser transportados al grano durante su desarrollo. Al aplicar estos minerales solos, directamente como en el caso del tratamiento número 5, que consistió en los elementos menores solos, talvez no puedan ser absorbidos rápidamente por la planta y transportados al grano en forma original en que se encuentran como para acumular cenizas en éste. Esta posible falta de absorción puede ser atribuida a la solubilidad en agua de las sales químicas empleadas en la mezcla de elementos menores.

El contenido de nitrógeno resultó ser más alto para los tratamientos nitrogenados (Cuadro No. 9; N-P-K y el abono orgánico en cualquiera de sus combinaciones), lo cual era de esperarse en vista de los resultados obtenidos por otros investigadores (5,12,18,24). En el presente trabajo se nota que el maicillo es susceptible de mejoras a este respecto. Como puede observarse, sí existe un transporte del nitrógeno del suelo a los granos, el cual puede ser aumentado si se regula la cantidad de este elemento en el suelo.

Parece ser que la fertilización del suelo no tiene ningún efecto sobre el contenido de extracto etéreo y de fibra cruda en el grano de sorgo.

B. Valor Nutritivo de la Proteína

Hubo una gran variancia (significativa al 1%) en el aumento de peso, de las ratas alimentadas con diferentes dietas (isoproteicas). Esto posiblemente se deba a las diferencias en calidad de la proteína presente en cada dieta (Cuadro No. 12).

Todas las dietas provenientes de parcelas fertilizadas con elementos menores dieron un aumento de peso mayor que los que no los contenían. Esta diferencia (significativa al 5%) puede deberse a que estos elementos aumentan la calidad de la proteína del maicillo, (Cuadro No. 13). El índice de eficiencia de alimentación, siempre fue menor en todas las dietas que fueron abonadas con elementos menores, lo cual indicó una mayor utilización del alimento, (Cuadro No. 15). También fue mayor en todos los tratamientos nitrogenados (Cuadro No. 14). Estos resultados hacen suponer que la proteína puede ser elevada por medio de fertilización nitrogenada pero que al mismo tiempo disminuye su índice de utilización (PER). Todas las dietas que contenían elementos menores dieron un índice de eficiencia proteica (PER) superior, (Cuadro No. 15).

En base de los anteriores resultados (aumento de peso, eficiencia de alimentación y PER; Gráfica No. 1), parece ser que la aplicación de fertilizantes consistentes en elementos menores o sus combinaciones con otros fertilizantes resulta en un mayor valor nutricional en el grano del sorgo. Hamilton y colaboradores (18) trabajando con maíz llegan a conclusiones similares. Ellos encontraron que la proteína aumentaba con los

tratamientos nitrogenados, sin embargo, la calidad de la proteína era inferior debido a la deficiencia mayor de triptofano y de lisina.

El incremento observado en el valor nutricional de los provenientes de lotes experimentales a los cuales se les había agregado elementos menores (S, Mg, Ca, Fe, Mn, Zn, I, Mo, Bo, Cl, Cu; Gráfica No. 1), hace pensar que éstos puedan elevar el contenido de los aminoácidos limitantes en la proteína del grano de maicillo. El efecto observado debe de atribuirse a la fertilización con elementos menores, ya que las dietas usadas en el ensayo biológico contenían los elementos menores requeridos por la rata. Por consiguiente es importante hacer una determinación de los aminoácidos con el fin de investigar si las concentraciones de éstos en la proteína del maicillo ha cambiado debido a elementos menores. Los aminoácidos limitantes son lisina, triptofano e isoleucina (8, 27).

Estas determinaciones serán presentadas en el trabajo de tesis, cuando se trabaje con maíz amarillo, maíz blanco y maicillo.

VI. SUMARIO

Se investigó el efecto de ciertos fertilizantes químicos, orgánicos y elementos menores, sobre la composición química del grano y valor nutritivo de la proteína en el maicillo (*Sorghum vulgare*, variedad Hegari).

Los fertilizantes fueron los siguientes: 1) N-P-K, 2) N-P-K más elementos menores, 3) abono orgánico, 4) abono orgánico más elementos menores, 5) elementos menores, 6) testigo.

Composición Química

En el contenido de extracto etéreo y fibra cruda no hubo diferencias significativas entre los 6 tratamientos. El contenido de cenizas resultó ser de mayor contenido (significativo al 5%) para los dos tratamientos

que contenían abono orgánico. En contenido de nitrógeno hubo un aumento de 18% para los tratamientos N-P-K y de 12% para el abono orgánico sobre los testigos. No se notó ninguna diferencia entre el contenido de nitrógeno entre los tratamientos que provenían de parcelas fertilizadas con elementos menores y las no fertilizadas con éstos.

Valor Nutritivo

Con base en los resultados de aumento de peso, índice de eficiencia de alimentación y PER, cabe suponer que la proteína puede ser aumentada por medio de fertilización nitrogenada, pero que a la vez disminuye su valor nutricional, posiblemente debido a la dilución de los aminoácidos limitantes. Se observó un incremento en el valor nutricional de todas las dietas provenientes de lotes abonados con elementos menores o sus combinaciones (S, Mg, Ca, Fe, Mn, Bc, Cl, Cu, Zn, I, Mo). Esto hace pensar que éstos puedan ayudar a cambiar las concentraciones de los aminoácidos de la proteína en el grano de sorgo.

VII. AGRADECIMIENTOS

Deseo expresar mi más sincero agradecimiento al Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP), a sus Jefes y personal. Muy en especial al Dr. Ricardo Bressani por su acertada dirección, bajo la cual pude llevar a cabo estas investigaciones.

CUADRO No. 1

Composición Química y Valor Nutricional de
Semilla Maicillo Variedad Hegari
(87.5% de germinación)

Análisis Proximal					
Muestra	Humedad	Extracto Etéreo	Fibra Cruda	Ceniza	Nitrógeno
Maicillo	13.70	3.66	12.21	1.30	1.12

Valor Nutricional (Ratas)			
Muestra	Aumento de Peso	Índice de Eficiencia de Alimentación	P.E.R.
Maicillo	19.87	22.68	0.85

CUADRO NO. 2

Requerimientos de Elementos de
la Planta de Maíz*

Elemento	Requerimiento Lbs. en experimento	Compuestos Usados	Cantidad gr/ grupo de plantas
N	12.1	N-P-K 19-13-7% } }	40
P	2.6		
K	10.8		
Ca	4.9	CaOH	30
Mg	4.4	SO ₄ 7H ₂ O Mg	
S	3.0	SO ₄ Fe ₂ 7H ₂ O	
Fe	0.3	MnSO ₄ H ₂ O	
Mn	0.03	H ₃ BO ₃	
Bo		Cl ₂ Zn	
Cl		Tintura de yodo	
I	Trazas	MoNH ₃	
Zn			
Cu			
Mo			

* Requerimientos por una planta de maíz según Scarseth y Nerman (26).

CUADRO NO. 3

Análisis Proximal del Abono Orgánico
(Estiercol de pollo)

gr/100 gr.

Humedad	Extracto Etéreo	Fibra Cruda	Nitrógeno	Ceniza	Calcio	Fósforo
10.60	1.80	11.70	2.85	26.60	1.37	1.30

CUADRO NO. 4

Análisis Físico del Suelo de la
Finca Experimental del INCAP

Hoyo No.	Profundidad	Arcilla	Limo	Arena	Clase Textural [*]
I	0-18 cms.	48.25	20.82	39.93	Arcilloso
	18-50 cms.	50.60	2.16	47.24	Arcilloso
II	0-18 cms.	19.28	22.77	57.95	Franco arenoso
	18-50 cms.	55.22	17.82	29.96	Arcilloso
III	0-18 cms.	19.32	23.02	57.66	Franco arenoso
	18-50 cms.	48.64	17.81	33.55	Arcilloso

* Como puede verse, es un suelo con bastante arcilla, lo cual indica que es bastante pobre.

CUADRO NO. 5

Análisis Químico del Suelo*

Hoyo No.	Profundidad cms.	pH	NO ₃ p.p.m.	P Lpa.	K Lpa.
I	0-18	5.80	4	50	120
	18-50	6.20	12	25	120
II	0-18	5.80	8	25	110
	18-50	6.22	6	25	110
III	0-18	5.60	16	100	180
	18-50	6.10	12	25	110

* Pruebas rápidas (La Motte)
El suelo es bastante pobre en nitrógeno y en fósforo.

CUADRO NO. 6

Análisis Químico de los Suelos

Muestra	Prof. cms.	pH	H.F. ¹ %	N %	C.O. ² %	M.O.T. ³	Cap. Tot. de Intercambio	Cationes intercambiables mg/100 g.					% Saturación Bases	mg/100 g.	
								Ca	Mg	Na	K	H		Na Tctal	K Tctal
I	0-18	5.80	19.56	0.09	0.98	1.69	16.40	6.21	3.05	0.14	0.92	6.08	62.93	13.2	1.67
	18-50	6.20	32.32	0.07	0.68	1.17	22.84	7.08	4.49	0.23	0.90	10.14	55.60	15.6	2.70
II	0-18	5.80	13.58	0.08	0.95	1.64	12.00	4.54	2.90	0.16	0.63	3.77	68.58	16.4	1.75
	18-50	6.22	35.42	0.07	0.61	1.05	24.41	6.14	4.89	0.23	0.97	11.58	52.56	13.9	1.80
III	0-18	5.60	18.02	0.11	1.35	2.33	12.66	5.10	2.75	0.10	0.62	4.09	67.69	14.8	1.70
	18-50	6.10	32.69	0.07	0.72	1.24	22.46	6.82	3.77	0.22	0.93	10.72	52.27	13.2	1.67

1 Humedad equivalente

2 Carbón orgánico

3 Materia orgánica total

CUADRO NO. 7

Composición Parcial de las Dietas
empleadas en el Ensayo Biológico (%) *

	Dieta 1	Dieta 2	Dieta 3	Dieta 4	Dieta 5	Dieta 6
Harina	72	74	79	79	89	90
Almidón	18	16	11	11	1	0
Total	90	90	90	90	90	90

- * Todas las dietas fueron suplementadas con 4% minerales (Hegsted), 5% de aceite de algodón, 1% de aceite de hígado de bacalao, además 5 ml. por cada 100 gr. de solución de vitaminas.

CUADRO NO. 8

Análisis de la Variancia
Humedad

Fuentes de Variación	G.L.	S.C.	C.M.	F.
Bloques	5	64.74	12.94	129.10 **
Tratamientos	5	7.00	1.40	14.0 **
Fertilizantes	2	4.42	2.21	22.10 **
Elementos Menores	1	1.94	1.94	19.10 **
Fert. x El. Menores	2	0.64	0.32	3.20
Error	25	2.59	0.10	
Total	35	74.33		

Desviación Standard: 0.18

* Significativa al 5%

** Significativa al 1%

CUADRO N.º 9

Rendimientos y Análisis Proximal de las Muestras de Maicillo

Tratamiento	Héplica	Rendimientos gr.	Extracto Estéreo°	Fibra Cruda°	Geniza°	Nitrógeno°
1. N-P-K	I	754	3.66	3.55	1.11	1.93
	II	673	2.17	2.17	1.36	1.86
	III	669	3.17	3.17	1.36	1.73
	IV	543	3.84	3.87	1.83	2.03
	V	439	3.54	2.94	1.34	1.72
	VI	409	2.97	2.11	1.32	1.88
	\bar{x}	581	3.22	2.96	1.39	1.86
2. N-P-K más Els. Menores	I	564	3.16	2.94	1.29	1.81
	II	776	2.00	2.00	1.35	1.79
	III	573	3.74	3.74	1.43	1.76
	IV	539	3.46	3.21	1.35	1.85
	V	440	3.55	3.27	1.46	1.72
	VI	559	3.21	4.35	1.30	1.75
	\bar{x}	575	3.18	3.25	1.35	1.78
3. Ab. Orgánico	I	535	2.82	2.88	1.43	1.98
	II	500	3.08	2.56	1.57	1.68
	III	806	4.19	4.19	1.45	1.55
	IV	549	4.01	4.01	1.74	1.67
	V	495	3.57	3.26	1.35	1.62
	VI	631	3.37	2.30	1.53	1.58
	\bar{x}	586	3.50	3.20	1.51	1.68
4. Ab. orgánico más els. menores	I	483	3.08	3.90	1.76	1.66
	II	727	3.27	3.07	1.44	1.76
	III	717	3.77	3.77	1.41	1.67
	IV	471	3.34	3.30	1.50	1.67
	V	546	3.26	3.37	1.23	1.59
	VI	661	3.18	2.41	1.42	1.68
	\bar{x}	601	3.31	3.30	1.46	1.67
5. Els. Menores	I	481	5.16	3.83	1.18	1.66
	II	542	3.05	3.02	1.29	1.49
	III	415	2.33	3.08	1.31	1.30
	IV	505	3.08	3.57	1.34	1.49
	V	365	2.75	3.27	1.18	1.50
	VI	443	2.97	2.44	1.21	1.49
	\bar{x}	458	3.22	3.20	1.25	1.54
6. Testigo	I	369	3.17	3.17	1.19	1.54
	II	587	2.97	2.69	1.22	1.53
	III	496	2.98	2.97	1.19	1.41
	IV	427	3.16	2.55	1.52	1.38
	V	370	3.33	2.50	1.38	1.46
	VI	468	3.24	2.58	1.53	1.53
	\bar{x}	453	3.14	2.74	1.33	1.47

° Datos ajustados a un 10% de humedad, expresados en g/100 g.

CUADRO NO. 10

Nitrógeno. Datos promedios de las 6 frecuencias

	N-P-K	Orgánico	Testigo	\bar{x}
Con elementos menores	1.78	1.67	1.49	1.65
Sin elementos menores	1.86	1.68	1.47	1.67
\bar{x}	1.82	1.67	1.48	

CUADRO NO. 11

Análisis de la Variancia

CUADRO MEDIO					
Fuentes de Variación	G.L.	Extracto Etéreo	Fibra Cruda	Ceniza	Nitrógeno
Bloques	5	0.46	0.91*	0.04	0.03
Tratamiento	5	0.10	0.27	0.05	0.14
Fertilizantes	2	0.19	0.23	0.11**	0.34**
Elementos Menores	1	0.02	0.72	0.03	0.01
Fert. x Ele. Menores	2	0.05	0.09	-	-
Error	25	0.32	0.29	0.02	0.06
Total	35				
Desviaciones Standard		0.33	0.30	0.08	0.14

* Significativo al 5%

** Significativo al 1%

CUADRO NO. 12

Aumento de Peso en Ratas

Tratamiento (Dietas)	MACHOS				HEMBRAS				Total	\bar{x}
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII		
1. N-P-K	12	19	8	19	4	10	18	10	100	12.50
2. N-P-K más Ele. Menores	11	16	17	4	15	10	10	25	108	13.50
3. Abono orgánico	6	13	15	16	10	9	11	7	87	10.87
4. Abono orgánico más ele. menores	12	9	9	21	20	26	15	23	135	16.87
5. Elementos menores	24	30	16	18	27	29	15	29	188	23.50
6. Testigo	13	30	22	15	16	21	15	9	151	18.87
T O T A L	78	117	87	93	92	105	84	113	769	

CUADRO NO. 13

Aumento de Peso en Ratas
 Datos Promedio de las Ocho Frecuencias

	N-P-K	Orgánico	Testigo	\bar{x}
Con el. menores	13.50	16.87	23.50	17.96
Sin el. menores	12.50	10.87	18.87	14.08
\bar{x}	13.00	13.82	21.18	

CUADRO NO. 14

Indice de Eficiencia de Alimentación
Alimento ing/peso ganado

Tratamiento (Dietas)	MACHOS				HEMBRAS				Total	\bar{x}
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII		
1. N-P-K	23.00	13.00	27.25	11.53	76.75	23.50	14.50	19.40	208.93	26.12
2. N-P-K más Ele. Manres	22.82	19.19	13.65	53.50	18.67	25.20	24.20	11.36	188.59	23.57
3. Abono orgánico	39.67	17.46	14.33	15.60	27.50	29.67	21.63	30.14	196.00	24.50
4. Ab. orgánico más elementos menores	22.00	26.00	26.55	11.85	13.20	11.92	17.80	10.34	139.67	17.46
5. Elementos menores	11.42	9.97	15.75	16.05	12.40	11.72	17.20	11.10	105.61	13.20
6. Testigo	23.77	10.03	13.91	18.27	14.19	13.24	16.73	14.21	124.35	15.54
T O T A L	142.68	95.65	111.44	26.81	162.71	115.25	112.06	96.55	963.15	

CUADRO NO. 15

Indice de Alimentación en Ratas
Datos Promedios de las Ocho Frecuencias

	N-P-K	Orgánico	Testigo	\bar{x}
Con ele. menores	23.57	17.46	13.20	18.07
Sin ele. manres	26.12	24.50	15.54	22.03
\bar{x}	24.84	20.98	14.37	

CUADRO NO. 16

Indice de Eficiencia Proteica (PER).
Aumento de peso/proteina ingerida

R A T A S

Tratamientos (Diatas)	MACHOS				HEMBRAS				Total	\bar{x}
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII		
N-P-K	0.54	0.95	0.45	1.07	0.16	0.53	0.85	0.64	5.19	0.65
N-P-K más ele. menores	0.55	0.66	0.92	0.23	0.68	0.50	0.52	1.11	5.17	0.65
Abono orgánico	0.33	0.75	0.92	0.83	0.47	0.44	0.60	0.43	4.76	0.59
Abono orgánico más elementos menores	0.56	0.48	0.47	1.04	0.94	1.04	0.70	1.20	6.43	0.80
Elementos menores	1.03	1.19	0.75	0.74	0.95	1.01	0.69	1.06	7.42	0.93
Testigo	0.49	1.16	0.84	0.64	0.82	0.88	0.70	0.82	6.35	0.79
T O T A L	3.50	5.19	4.34	4.55	4.02	4.40	4.06	5.26	35.32	

CUADRO NO. 17

P.E.R. en Ratas.
Datos Promedios de las 8 Frecuencias

	N-P-K	Orgánico	Testigo	\bar{x}
Con elementos menores	0.65	0.80	0.93	0.79
Sin elementos menores	0.65	0.59	0.79	0.68
\bar{x}	0.65	0.69	0.86	

CUADRO NO. 18

Análisis de Variancia

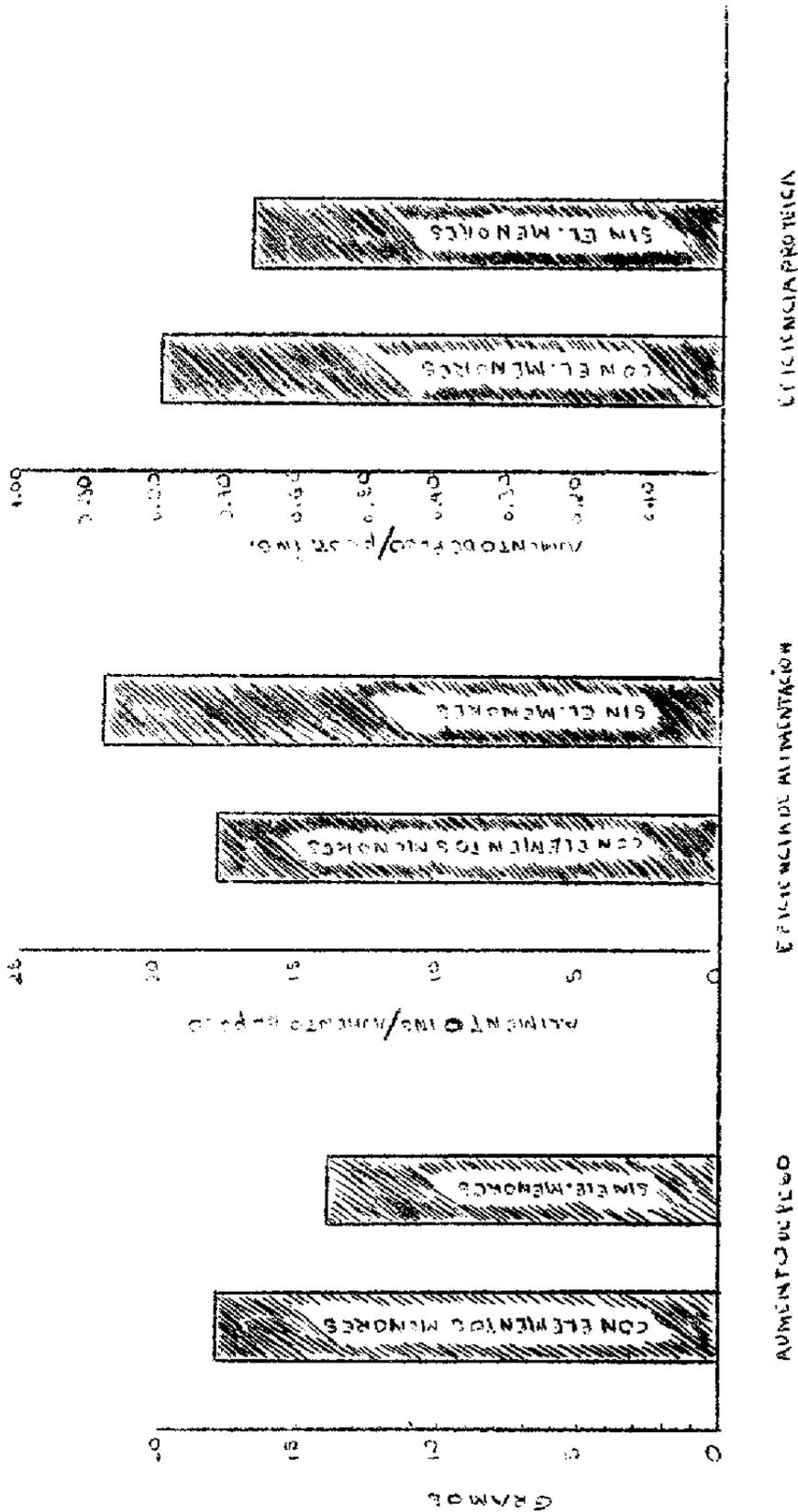
CUADRADO MEDIO				
Fuente de Variación	G.L.	Aumento de Peso	Indice de Eficiencia Alimenticia	Indice de Eficiencia Prot.
Ratas	7	25.83	87.74	5.85
Sexos	1	7.52	2.02	0.05
Tratamiento Dietas	5	176.07**	228.71	12.82
Fertilizantes	2	323.39**	448.71*	19.76*
Ele. Menores	1	180.19*	189.64	15.41
Fert. x Ele. Menores	2	26.68	28.24	4.58
Error	35	33.94	135.36	6.00
Total	47			
Desviaciones Standard		291	5.81	1.22

* Significativo al 5%

** Significativo al 1%

GRAFICA No. 1

EFFECTO DE LA FERTILIZACION CON ELEMENTOS MENORES
 SOBRE EL VALOR NUTRICIONAL DEL GRANO DE MAIZILLO.



VIII. REFERENCIAS

1. Adrian J. and Sayerse
Composition of Senegal and Sorghum.
Brit. J. of Nut. 11:99-105, 1957.
2. Aguirre, F., R. Bressani and N.S. Scrimshaw
The nutritive value of Central American Corns. III. Tryptophan, niacin,
thiamine and riboflavin content of twenty-three varieties in Guatemala.
Food Research 18:273-279, 1953.
3. Albrecht, W.A. and F.E. Koheler
Plan & Soil 4:336, 1953.
4. Association of Official Agricultural Chemists
Official Methods of Analysis of the A.C.A.C.
7th Ed. Washington, D.C., 1950.
5. Basak, M.N.S., B. Chaudhury and Roma Battacharya
Effect of fertilizers on the nutritive value of rice grain.
Indian Jour. Agric. Sci. 31(2):113-122, 1961.
6. Biological Test Diets and Salt Mixtures. Diets Manual. Salt Mixtures Hegsted
(p. 6).
Nutritional Biochemicals Corporation, Cleveland 28, Ohio, U.S.A.
7. Breauner, Mario
Métodos de Caracterización física del suelo.
Facultad de Agronomía de Guatemala, C.A., 1959.

8. Bressani, R. and B.J. Rios

The chemical and essential amino acid composition of twenty-five selections of grain sorghum.

Cereal Chem. 39(1):50-58, 1962.

9. Bressani, R. and E.T. Mertz

Studies on Corn Proteins. IV. Protein and Amino Acid Content of Different Corn Varieties.

Cereal Chem. 35:227-235, 1958.

10. Bressani, R., G. Arroyave and N.S. Scrimshaw

The nutritive value of Central American corns. I. Nitrogen, ether extract, crude fiber, and minerals of twenty-four varieties in Guatemala.

Food Research 18:261-267, 1953.

11. Bressani, R. and N.S. Scrimshaw

Effect of lime-treated on in vitro availability of essential amino acids and solubility of protein fraction in corn.

J. Agric. Food Chem. 6:774-778, 1958.

12. Glose J. and G. Naves

La composición en ácidos amines du sorgho and congo belge. Introduction a l'étude des boissons fermentées préparées a partir de cette céréale.

Ann. Nut. et Aliment. 12(5):41-50, 1958.

13. Da Cunha, Alarico José Jr.

Soil fertility and nutrition.

Arq. Brasil Nutricao 16(1):59-75, 1960.

14. Danik Euskii, V.S. and L.L. Omel Yaryuk

Trace elements fertilizers hasten ripening and increase the kernel of yield corn.

Zemledelie 3,3,82-87, Referat Zhur. Biol. 1961, No. 240481

15. Day, A.D.T.C. Tucker and M.G. Vavich

Effect of city sewage effluent on the yield and quality of grain from barley, oats and wheat.

Agron. Jour. 54(2):133-135, 1962.

16. Dobbins, F.A., J.H. Krider, T.S. Hamilton, E.B. Early and S.W. Terrill

J. Animal Science 9:625, 1950.

17. Food, and Agricultural Organization (FAO) United Nations Proteins Requirements, report of the FAO Committee Rome, Italy, 24-31, 1955.

18. Hamilton, T.S., B.C. Hamilton, B.C. Johnson and H.H. Mitchel

Cereal Chem. 28:164, 1951.

19. Hanway, J.J.

Corn growth and composition in relation to soil fertility. II. Uptake of N, P, and K and their distribution in different plant parts during the growing season.

Agron. Jour. 54(3):217-222, 1962.

20. Hogan, A.G., G.T. Gillespie, O. Kogtürk, B.C. Dell and L.M. Flynn

Jour. of Nut. 57:225, 1955.

21. Lyon Lytleton T. y H. Buckman

Edafología. Naturaleza y propiedades del Suelo.

2a. Ed. 1958, p. 46.

22. Manna, L. & S.M. Hauge

A possible relationship of Vitamin B₁₃ to Orotic Acid.

J. Biol. Chem. 202:91-96, 1953.

23. Marchenki, V.A.

The effect of mineral fertilizers on the amino acid composition of the protein of the potato.

Ref. Zhur. Biol. 1961, No. 96493 trans. 7.73-40, 1959.

24. Petinov, N.S. and A.N. Pavlov

Increasing the protein content of corn.

1960 Referat. Zhur. Biol. 1961, No. 106503 Trans.

25. Pond, W.G., J.C. Miller and D.A. Benton

The amino acid adequacy of milo (grain sorghum) for the growth of rats.

J. Nut. 65:493-502, 1958.

26. Scarseth, G. and J. Volk Norman

Hungersing in crops.

Washington D.C., 2, 1941.

27. Scrimshaw, N.S., R. Bressani, M. Béhar and F. Viteri

Supplementation of cereal proteins with amino acids. I. Effect of amino acid supplementation of corn masa at high levels of protein intake on the nitrogen retention of young children.

J. of Nut. 66:485-499, 1958.

28. Shelton, M., J.R. Couch, F. Hale, J.H. Jones, R.E. Leighton, G.M. Lyman and J. Riggs.

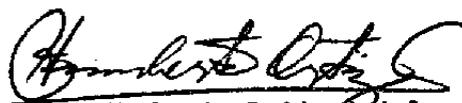
Grain sorghum by-products feeds for farm animals.

Texas Agric. Exp. Sta. Bull. No. 743, 1951.

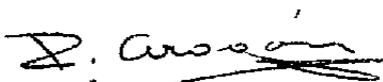
29. Simmons, S.C., J.M. Tarano, J.H. Pinto

Clasificación de reconocimientos de los suelos de la República de Guatemala.
I.A.N. - S.C.I.D.A. M. de Agricultura p. 24, 28, y 177, 1959.

VoBo.


Ing. Humberto Ortiz Quiel

Asesor


Rodolfo Aragón Hernández