

EFFECTOS DE LOS FERTILIZANTES NITROGENADOS SINTETICOS
Y NATURALES EN LAS CARACTERISTICAS Y RENDIMIENTO
DEL MAIZ (*Zea mays* L.)

P O R

Rommel Adolfo Hernández R.

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PREVIO A LA
OBTENCIÓN DEL TITULO DE

INGENIERO AGRONOMO

MICROFILM:	4541
FECHA:	3/2/92
EN AREA:	VILLARREAL

ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA

Abril, 1992

EFFECTOS DE LOS FERTILIZANTES
NITROGENADOS SINTETICOS Y
NATURALES EN LAS
CARACTERISTICAS Y RENDIMIENTO
DEL MAIZ (Zea mays L.)

Por

ROMMEL ADOLFO HERNANDEZ R.

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PREVIO A LA
OBTENCION DEL TITULO DE

INGENIERO AGRONOMO

ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA

Abril, 1982

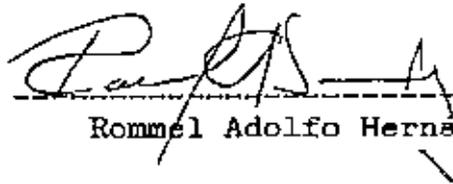
EFFECTOS DE LOS FERTILIZANTES NITROGENADOS
SINTETICOS Y NATURALES EN LAS CARACTERISTICAS Y
RENDIMIENTO DEL MAIZ (Zea mays L.)

Por

Rommel Adolfo Hernández R.

BIBLIOTECA WILSON FOPENDS
ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA
APARTADO 93
TEGUCIGALPA HONDURAS

El autor concede a la Escuela Agrícola Panamericana permiso para reproducir y distribuir copias de este trabajo para los usos que considere necesarios. Para otras personas y otros fines, se reservan los derechos de autor.



Rommel Adolfo Hernández R.

Abril, 1992

DEDICATORIA

A DIOS por permitirme culminar una fase más de mi vida.

A mis padres, Raúl Hernández y Nelyda Ramírez de Hernández por su apoyo, comprensión y por todo su amor que siempre me ha brindado ya que sin la ayuda de ellos no hubiera salido adelante.

A mis hermanos Carlos Renán y Nelly Selene por su cariño y apoyo.

A mi novia Angélica Pinot por toda su ayuda, cariño y comprensión que me ha brindado todo este tiempo.

A mi abuelita Nena (Q.D.D.G) por todos sus consejos brindados

A mis primos, Tíos y demás familiares.

AGRADECIMIENTO

Al Dr Leonardo Corral por su asesoramiento, colaboración, apoyo, amistad y orientación que me brindó todo este tiempo

Al Dr Juan José Alán por todos sus consejos, apoyo y amistad brindada.

A los Drs Marciano Rodríguez, Raúl Santillán y Juan Carlos Rosas por su asesoramiento.

A mis amigos David Moreira José Andino, Angel Rodríguez, Oscar Díaz, Armando Calidonio, José Melgar, Joaquín Romero, Jacobo Puerto, Juan Melgar, y José Perdomo por su colaboración y amistad brindada en todo momento.

A David Rodríguez por todo su compañerismo y amistad que me ofreció todo este tiempo, muchas gracias David.

A la Sra Isbela de Alvarez por toda su amistad y colaboración durante todo este tiempo.

Pablo, Noemí, Manuel, Lilian, Hilda y Deysi Ferrera por su colaboración.

A todo el personal docente y administrativo del Departamento de Agronomía.

La familia Torres-Bográn por toda su ayuda.

A todas las personas que de una u otra manera colaborarán en el desarrollo de esta tesis y que no aparecen en esta lista.

INDICE

	Pag.
Título	i
Derechos del Autor	ii
Dedicatoria	iii
Agradecimiento	iv
Indice	v
Indice de Cuadros	vi
Indice de Anexos	vii
I. INTRODUCCION	1
II. REVISION DE LITERATURA	4
III. MATERIALES Y METODOS	17
IV. RESULTADOS Y DISCUSION	25
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	37
VI. RESUMEN	39
VII. LITERATURA CITADA	41
Datos Biográficos del Autor	50
Aprobación	51

Indice de Cuadros

	Pag.
Cuadro 1. Tratamientos que se utilizaron en el ensayo El Zamorano, 1990.	20
Cuadro 2. Cuadrados medios para las variables contenido de nitrógeno y materia orgánica en el suelo antes y despues del cultivo. El Zamorano, 1990.	26
Cuadro 3. Medias en porcentaje para: 1) materia Orgánica antes de la aplicación de los tratamientos, 2) materia Orgánica después de la cosecha, 3) nitrógeno antes de la aplicación de los tratamientos y 4) nitrógeno después de la cosecha. El Zamorano, 1990.	28
Cuadro 4. Cuadrados medios para las variables 1) altura de plantas a los treinta días, 2) altura de la planta a madurez fisiológica, 3) altura de la mazorca y 4) altura relativa de la mazorca. El Zamorano, 1990.	30
Cuadro 5. Cuadro de medias para las variables: 1) Altura de la planta a los treinta días (cm), 2) altura de la planta a madurez fisiológica (cm) 3) altura de la primera mazorca (cm) y 4) altura relativa de la primera mazorca. El Zamorano, 1990.	31
Cuadro 6. Análisis de varianza para la variable rendimiento de grano. El Zamorano, 1990. . .	33
Cuadro 7. Análisis de covarianza para la variable rendimiento de grano ajustada mediante covariable contenido de nitrógeno en el suelo antes del cultivo. El Zamorano, 1990. .	34
Cuadro 8. Análisis de covarianza para la variable rendimiento de grano ajustada mediante covariable materia orgánica en el suelo antes del cultivo. El Zamorano, 1990.	35
Cuadro 9. Cuadro de medias para las variables: 1)rendimiento no ajustado 2)rendimiento ajustado por N inicial y 3)rendimiento ajustado por materia orgánica inicial. El Zamorano, 1990.	36

Indice de Anexos

	Pag.
Anexo #1, Precipitación pluvial (mm) durante 1990 . . .	44
Anexo #2, Temperaturas (oC) durante 1990.	45
Anexo #3, Mapa de campo. El Zamorano, 1990.	48
Anexo 4. Promedio de contenido de nitrógeno disponible (kg/ha) de las parcelas antes de la aplicación de los tratamientos.EAP, 1990.	47
Anexo.5 Datos tomados de cada unidad experimental muestreada antes y despues del ensayo. EAP, 1990.	48
Anexo.6 Datos tomados de cada unidad experimental muestreada antes y despues del ensayo. EAP, 1990	49

I. INTRODUCCION

El maíz es el cultivo más importante de la agricultura centroamericana (Jugenheimer, 1988). La importancia del cultivo de maíz en Honduras y otros países proviene de su valor como alimento humano, además de proveer materia prima para la industria de aceites, concentrados para animales y otros.

El maíz debido a su amplia adaptabilidad es cultivado en condiciones climáticas variadas. Se desarrolla mejor en suelos bien drenados y fértiles, en regiones con temperatura moderadamente cálida y con una precipitación bien distribuida durante la estación de crecimiento.

En Honduras la producción fluctua de un año a otro. En 1985 la producción total de maíz en Honduras alcanzó 429 mil toneladas pero en 1986 esta descendió a 412 mil toneladas (Banco central de Honduras, 1985, 1986). En 1989 la producción fue de 540 mil toneladas (FAO/IAEA, 1989). Estas fluctuaciones y los rendimientos promedio bajos de maíz hacen que en el país no haya seguridad alimentaria en términos de este producto.

En un país con relativamente poca tierra agrícola como Honduras, se ve la necesidad de hacer investigaciones que incrementen la producción y la productividad del maíz, sin tener que aumentar el área sembrada. Una de las formas más recomendadas para lograr este aumento es el uso de eficiente fertilizantes (Llanos, 1984; Cooke, 1987).

Los elementos necesarios para la nutrición de las plantas pueden venir de la materia orgánica (estiércol, residuos de cosechas, abonos verdes, etc.) o de fertilizantes químicos sintéticos. Sin embargo el uso incorrecto de los fertilizantes artificiales puede reducir la productividad, especialmente cuando se elige un solo tipo de fertilizante. Por lo contrario, se ha demostrado que cuando estos se usan en forma correcta incluso puede aumentar el contenido de humus del suelo.

Otro de los problemas que ha surgido con el uso de grandes cantidades de fertilizantes químicos es el incremento en los costos de producción. En la actualidad, la tendencia es disminuir los costos del uso de fertilizantes químicos con una combinación de fertilizantes sintéticos y naturales.

Por otro lado, los residuos de plantas y animales constituyen un factor importante en la productividad de los suelos, ya que sirven como fuente de alimentos energéticos para el crecimiento de los microorganismos del suelo, y además, mejoran las propiedades físico-químicas y biológicas del mismo (Bear, 1958).

Las sustancias orgánicas formadas durante el proceso de la descomposición de la materia orgánica producen efectos muy favorables sobre el estado de agregación el suelo, el cual experimenta una mejora acentuada por su adición (Bear, 1958).

Por lo general los suelos tropicales tienen contenidos bajos de materia orgánica, esto se debe a las altas

temperaturas y rápidas tasas de descomposición. Por lo tanto se debe conservar o aumentar la cantidad de materia orgánica en el suelo, ya que es esencial para la productividad de los cultivos (Sánchez, 1981).

El objetivo del presente trabajo de investigación fue cuantificar el efecto de los fertilizantes nitrogenados, tanto naturales como sintéticos, sobre algunas características del suelo y del cultivo de maíz.

II. REVISION DE LITERATURA

Nitrógeno del suelo

Bear (1958) indica que el peso de la atmósfera sobre un centímetro cuadrado de tierra es de poco más de 1 kg . De este peso el 75.5 % es nitrógeno (N). Según esto el peso total de N en el aire situado sobre una hectárea de tierra es de alrededor de 86,500 toneladas.

El N en el aire se presenta en forma molecular (N_2) y no puede ser utilizado por las plantas o por los animales, sino hasta que se haya combinado con hidrógeno u oxígeno. En las aguas de la hidrósfera el N aparece en forma molecular e inorgánica, como nitratos, nitritos y amonio, y en forma orgánica, en partículas de materia orgánica.

El N es el elemento que con mayor frecuencia limita los rendimientos en los trópicos, ya que la mayoría de los suelos cultivados en estas regiones son deficientes en N.

Henkes (1968) concluyó que el N inorgánico es en general muy móvil en el suelo y se encuentra generalmente en forma aprovechable por la planta. También señaló que este está expuesto a sufrir pérdidas por volatilización y lavado.

El contenido medio de N en el suelo es muy variable y depende del contenido de materia orgánica. En general, los suelos pueden contener entre 0.02 % y 0.4 % de N total; pero solamente alrededor del 2 al 5% de esto es disponible para las plantas.

Sanchez (1981) afirma que las adiciones de N al suelo se pueden originar de la lluvia, el polvo, fijación simbiótica, asimbiótica, y de los desechos vegetales y animales. Las fuentes antes mencionadas aportan un promedio de 4-8 kg/ha de N anualmente. Sin embargo los niveles más altos se han registrado en las áreas tropicales; esto tal vez se debe a la intensa actividad eléctrica durante los aguaceros en los trópicos.

Fassbender (1975) indica que la mayor parte del N, sobre todo en las regiones húmedas, se encuentra en los compuestos orgánicos donde predomina el material vegetal. La descomposición de estas sustancias se lleva a cabo tanto por los macroorganismos como por los microorganismos presentes en el suelo.

Sanchez (1981) menciona que a la transformación del N orgánico del suelo en compuestos inorgánicos se le llama mineralización, la cual consiste de tres etapas: aminización (transformación de proteínas en aminos), amonificación (transformación de aminos en amonio NH_4^+), nitrificación (transformación de amonio en nitrato NO_3^- , con una etapa intermedia corta de formación de nitrito NO_2^-).

También sostiene que las tasas de mineralización del N depende de la temperatura, la relación C:N, el pH del suelo, la mineralogía de las arcillas, y de la humedad del suelo.

Nitrógeno en la planta

Ferdoso y Hampton (1970) mencionan que el N del suelo es uno de los elementos mas utilizados por las plantas para su crecimiento. Este elemento esencial generalmente se encuentra deficiente en la mayoría de los suelos del trópico, ya que se pierde fácilmente por lixiviación. El N es esencial para el crecimiento de las plantas y forma parte de todos las células vivientes.

Según Aldrich y Leng (1974), el N es un elemento primario de vital importancia para la nutrición de las plantas.

Ballesteros (1972) indica que un buen porcentaje de el peso de las plantas está constituido por compuestos nitrogenados.

Tisdale y Nelson (1987) expresan que el N es un constituyente del protoplasma y que está presente en los pigmentos de las plantas, entre ellos la clorofila. También forma parte importante de compuestos como son los aminoácidos y alcaloides.

Ferrini (1967) menciona que el N es generalmente absorbido por las raíces en forma de ion amonio o de ion nitrato. Para que los nitratos puedan metabolizarse deben ser reducidos a amoníaco. Dicha reducción se lleva a cabo algunas veces en las raíces, mientras que en otras ocasiones tiene lugar en toda la planta.

Aldrich y Leng (1974) indican que el maíz absorbe casi todo el N en forma de nitrato. Pero este sólo puede almacenarse en el suelo en pequeñas cantidades, a causa de la lixiviación y la desnitrificación. Por lo tanto la mayor parte del N utilizado por el maíz debe llevarse a la forma de nitrato.

Bartholomew (1972) indica que un cultivo generalmente recobra solamente del 50 al 60 % del N aplicado, el 40 al 50% restante se pierde por lixiviación o por desnitrificación.

Importancia de los Fertilizantes

Llanos (1984) sostiene que el empleo racional de los fertilizantes ocupa un lugar destacado entre los medios para mejorar rendimientos y explotar los grandes potenciales de las variedades de maíz híbrido.

Los fertilizantes nitrogenados son los que se aplican en mayor cantidad en los trópicos. Sin embargo las estadísticas de la FAO (1971) indican que solamente un 13 % de la producción total mundial de N se consume en los trópicos.

Cooke (1982) menciona dos importantes razones para aumentar el uso de fertilizantes: incrementar la producción de alimentos para abastecer una población creciente, e incrementar los beneficios del agricultor.

El mismo autor indica que el rendimiento potencial teórico del maíz es de 22 t/ha. En países desarrollados la

producción promedio es de 5.8 t/ha. En los países en desarrollo es tan sólo de 1.3 t/ha.

Según Buckman y Brady (1985) los déficits de N en la práctica se reducen de cuatro formas: con aplicación de residuos vegetales, estiércol, leguminosas y fertilizantes comerciales.

Fertilizantes Naturales

Según Tisdale y Nelson (1987), la materia orgánica del suelo es un término mal definido que se utiliza incluyendo a los materiales orgánicos en todos los estados de descomposición. La materia orgánica del suelo puede ser agrupada en dos categorías : la primera es un material relativamente estable denominado humus, la segunda incluye los materiales orgánicos que se hallan sujetos a una descomposición rápida, materiales que van desde residuos frescos de las cosechas hasta aquellos que por medio de la descomposición se aproximan hasta cierto grado de estabilidad.

Según Greenland (1971), la materia orgánica y la fracción inorgánica del suelo no actúan independientemente. Más de la mitad de la materia orgánica en algunos suelos y a veces hasta un 95% se presentan como complejos organominerales.

Según Greenland y Dart (1972) (citados por Sanchez, 1981), la importancia de agregar materia orgánica para mejorar la productividad de los suelos fue detectada hace miles de años por los agricultores.

Entre las ventajas de agregar materia orgánica al suelo se encuentran: suministra N,P,S y micronutrientes, estabiliza la acidez del suelo, aumenta la capacidad de intercambio catiónico (CIC), regula la disponibilidad de los nutrientes, inactiva los plaguicidas, mejora la estructura de los suelos, incrementa la eficiencia en el uso del agua, es una fuente de nutrientes para los microorganismos del suelo.

Munévar y Wollum (1976) (citados por Sánchez, 1981), afirmaron que la deficiencia extrema del fósforo inhibe el crecimiento microbiano y esto da como resultado una baja tasa de mineralización de la materia orgánica.

Perdomo y Hampton (1970) indican que los materiales orgánicos tienen un bajo contenido de N, el cual se hace disponible, únicamente después de cierto período de descomposición.

Clevenger y Willis (1935) demostraron que los fertilizantes orgánicos naturales realizan una función suplementaria al enmedar la acidez del suelo, y que constituyen una buena fuente de N que no se lixivia con facilidad.

Jensen (1917) encontró que la adición de materia orgánica al suelo aumentaba la solubilidad, tanto del Ca como del P en un 30% .

Biswas y Khosla (1971) afirman que aplicaciones de estiércol a largo plazo aumenta la estabilidad de los agregados, la porosidad, la cantidad de agua disponible y

disminuye la densidad aparente.

Bear (1958) sostiene que con la adición de una tonelada de fertilizante comercial pueden formarse dos toneladas de materia orgánica en el suelo, aún cuando toda la cosecha sea retirada del terreno. El mismo autor afirma que los microorganismos que efectúan la descomposición y las sustancias orgánicas intermedias formadas en este proceso, producen efectos favorables en el estado de agregación del suelo.

Rahman (1976) encontró que en suelos minerales era necesario aplicar de dos a cuatro veces la dosis recomendada para que el herbicida fuera efectivo; esto ocurrió en suelos que contenían 22% de materia orgánica en oposición a suelos que contenían sólo 8% de materia orgánica.

Según Tate (1987), la materia orgánica del suelo no sólo complica las decisiones involucradas con la cantidad de pesticidas que se debe usar para que estos alcancen su efecto deseado, sino que también puede retardar la pérdida de los pesticidas biodegradables del ecosistema.

Pitty y Muñoz (1991) sostienen que los rastrosos interfieren con el depósito del herbicida sobre el suelo y puede reducir el control de las malezas. También indican que la interrupción del efecto del herbicida es directamente proporcional a la cantidad de rastrojo en el suelo.

En América del Norte en tiempos precolombinos los indígenas tenían la costumbre de enterrar un pez en cada uno

de los sitios donde sembraban el maíz; obviamente esta era una manera de proveer nutrimentos a las plantas (Teusher y Adler, 1987).

Según Jenny (1948) (citado por Sanchez, 1981), el contenido de materia orgánica y N en los suelos está determinado por el clima y la vegetación, pero también por otros factores locales, como el relieve, el material parental, el tipo y duración de la explotación de los suelos y algunas de sus características químicas, físicas y microbiológicas.

Prince (1941) (citado por Sánchez, 1981), demostró que el contenido de materia orgánica del suelo se conservaba únicamente cuando el estiércol se aplicaba a razón de 40 toneladas anuales por hectárea, utilizando además cal y abono verde.

Según Collings (1959), el empleo de los fertilizantes sintéticos puede ayudar a conservar la materia orgánica de un terreno.

Lal (1974) demostró que la aplicación de cubiertas protectoras al suelo disminuye la temperatura del mismo, conserva la humedad, evita la erosión y agrega nutrimentos.

Según Collings (1959), la causa principal de la decadencia en el uso de los abonos orgánicos proteicos se debe al costo por unidad de nitrógeno contenida.

Con relación al estiércol, el problema no está solamente en las enormes cantidades que se requiere aplicar, sino

también en la composición química de dichos materiales. El valor como fertilizante varía de una especie animal a otra y de acuerdo con la clase de alimento consumido.

La FAO (1989) informa que el estiércol fresco de origen animal contiene del 20 al 25% de materia seca, 0.30 a 0.60% de nitrógeno, 0.20 a 0.35% de anhídrido fosfórico (P_2O_5), y 0.15 a 0.70% de potasa (K_2O), además de otros nutrimentos. También indica que el N de la orina, que representa el 50% del N excretado se presenta en forma de compuestos orgánicos simples.

Djokoto y Stephens (1981) (citados por Sánchez, 1981), sostienen que las respuestas dependen más que todo de su composición nutritiva y efectividad de las aplicaciones de estiércol.

Según Collings (1959) el estiércol de granja varía mucho en su composición y esto depende de la clase de animal, su edad, alimento consumido, cama usada, y del tratamiento y almacenado del estiércol. El mismo autor sostiene que a causa de los microorganismos amoniacantes contenidos en el estiércol de granja, se produce fácilmente la amonificación durante el período de almacenamiento con lo cual se pierde amoníaco a la atmósfera. Esta pérdida se puede evitar si se incorpora directamente lo que se recoge o se aplica en intervalos frecuentes a los campos.

Stephens (1989) (citado por Sánchez, 1981), encontró que las aplicaciones de estiércol en Uganda eran superiores a la

de los fertilizantes químicos. Esta elección se basó esencialmente en la fuente que proporcionan los nutrimentos necesarios, la disponibilidad de fertilizantes químicos o de estiércol, su relativa composición nutritiva, costo de los fertilizantes y costos de transporte.

Según Tisdale y Nelson (1987), el uso de leguminosas en siembras en rotación y la aplicación de abonos animales, son las vías principales para suministrar N; sin embargo la importancia de las leguminosas y el estiércol va decayendo cada año y esto es a causa del rápido incremento en la producción de compuestos nitrógenados sintéticos a bajo costo.

Vine (1953) (citado por Sánchez, 1981), demostró que la incorporación de los abonos verdes resulta efectiva solamente para el siguiente cultivo y no para la rotación completa.

Jones (1972) (citado por Sanchez, 1981), obtuvo rendimientos de maíz de tres a siete toneladas por hectárea usando la combinación de estiércol y fertilizantes.

Sanchez (1981) afirma que la descomposición de la materia orgánica avanza mas lentamente en suelos inundados que en suelos con buena aireación, debido a que las bacterias anaeróbicas involucradas son menos eficientes que la microflora aeróbica.

Jones (1972) (citado por Sanchez, 1981) indica una recuperación del 70 % del N en el maíz bajo condiciones de ausencia de lixiviación, aplicándolo antes de la siembra o con aplicación lateral.

Urea

Teuscher y Adler (1987) afirman que la totalidad del N contenido en los seres humanos y otros mamíferos esta en forma de urea, sustancia orgánica que representa el producto final de la digestión de las proteínas. La urea también puede obtenerse sintéticamente, con la ventaja de que el producto resultante es idéntico al producto natural.

La urea, $[\text{CO}(\text{NH}_2)_2]$, se produce mediante la reacción del amoníaco con dióxido de carbono a baja presión y a una temperatura elevada (Tisdale y Nelson, 1987).

La urea pertenece al grupo de las amidas y posee un 46% de nitrógeno amoniacal, o más exactamente ureico. La urea se prepara en forma de perlitas de uno a dos milímetros. Cien kilogramos de urea ocupan un volumen de 136 a 146 litros, según el grado de apelmasamiento. Mientras la urea no se hidroliza, baja a través del suelo como ión nitrato, y no es retenida por los coloides del suelo. Cuando está hidrolizada se comporta como un abono amoniacal. Para la utilización de la urea por la planta se necesita en algunos casos de la acción previa de una diastasa microbiana: (ureasa) o por medio de una reacción química. La urea es aprovechable en casi todo tipo de suelos exceptuando los muy ácidos por ser poco activos biológicamente (Gros, 1976).

Aldrich et al. (1986) indican que la urea se convierte en amoníaco cuando se aplica al suelo. Si la conversión ocurre

en la superficie del suelo, o sobre residuos vegetales, entonces el amoníaco se pierde en el aire. Esta pérdida es más pronunciado en las siguientes condiciones: cuando la temperatura es mayor de 13°C, muchos residuos sobre la superficie del suelo, cuando la superficie del suelo está húmeda y se seca rápidamente y en suelos con capacidad baja de intercambio catiónico (baja arcilla y materia orgánica). Esto se debe a que hay sitios de carga negativa que retienen el amonio.

Los mismos autores sostienen que las pérdidas del N proveniente de la urea se pueden minimizar mediante la: incorporación del material dentro del suelo, aplicación del material uno a dos días antes de las lluvias, o cuando las temperaturas son relativamente bajas.

El N es un elemento vital para las plantas ya que forma parte esencial de los aminoácidos, ácidos nucleicos, vitaminas e interviene en muchas reacciones bioquímicas que se llevan a cabo en la planta. Uno de los problemas del N es su rápida movilidad en el suelo. Es por eso que es un factor limitante en todos los cultivos a nivel mundial.

Podemos incrementar el contenido de obtener N en el suelo por medio de fuentes naturales y sintéticas. Al agregar N en forma natural estamos mejorando algunas características físicas, químicas y biológicas del suelo. El principal problema de los abonos orgánicos naturales es la baja cantidad de N que estos aportan al suelo. Por lo contrario, las

fuentes sintéticas de N aportan cantidades altas de N. El problema con estos fertilizantes sintéticos es que no mejoran las características antes mencionadas. Por consiguiente lo mejor debe ser usar una combinación de abonos naturales y abonos sintéticos. Con esto se garantiza niveles altos de producción y a la vez se conserva adecuadamente el recurso suelo.

III. MATERIALES Y METODOS

Localización

El ensayo se llevó a cabo en la terraza 15 del Departamento de Agronomía de la Escuela Agrícola Panamericana (EAP). La EAP está ubicada en el Valle del río Yeguaré a 37 km al este de Tegucigalpa, Departamento de Francisco Morazán, Honduras, a 14°00' de latitud norte y 87°02' longitud oeste.

La EAP se encuentra a una altitud de 805 msnm, presenta una temperatura media anual de 24.5°C y tiene una precipitación anual promedio de 1100 mm la mayor parte distribuidos en seis meses (mayo a octubre). Los datos de precipitación y temperatura del año de 1990 se presentan en los Anexos 1 y 2.

Análisis de suelo

Los análisis de suelo se realizaron en el Laboratorio de Suelos del Departamento de Agronomía de la EAP, antes de la siembra del experimento. Al finalizar el ciclo del cultivo se tomó una muestra de suelo para cada una de las parcelas para determinar el contenido de N total del suelo por el método de Kjeldahl y la materia orgánica del suelo por método de Walkley Black.

El análisis del suelo del área experimental arrojó los siguientes resultados:

BIBLIOTECA WILSON FUMENUE
ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA
APARTADO 93
TEGUCIGALPA HONDURAS

Textura	Franco Arenoso (51% arena, 28% limo, 21% arcilla)
pH (H ₂ O)	5.61
pH (KCl)	4.71
Cantidad de N	0.11 %
Cantidad de P	14.2 ppm
Cantidad de K	481 ppm
Materia orgánica	2.22 %

Material Experimental

Para la realización de este ensayo se utilizó el maíz híbrido doble Dekalb B-833, producido en la Escuela Agrícola Panamericana en 1989. Los resultados del análisis de semillas mostraron una pureza física de 99.9% y una germinación de 96%

Este híbrido ha tenido un buen comportamiento tanto en pruebas locales, como regionales e internacionales y se lo cultiva en Honduras desde hace cuatro años con buenos resultados. Es un híbrido adaptado a condiciones tropicales y subtropicales, con características similares a otros que se cultivan en el área.

Para la fertilización se emplearon tres fuentes de fertilizantes nitrogenados: urea (46% de N), gallinaza (2.5% de N) y estiércol de vacuno (1.9% de N).

Los fertilizantes naturales se obtuvieron en las

Secciones de Aves y Ganado de Leche del Departamento de Zootecnia de la EAP. El contenido de N para estos fertilizantes se determinó por el método Kjeldal.

Para la fertilización con fósforo se usó superfosfato triple (46% de óxido fosfórico).

Diseño Experimental

Se utilizó un diseño de Bloques Completos al Azar (BCA) con 16 tratamientos y cuatro repeticiones para un total de 64 parcelas experimentales. La distribución en el campo de las parcelas experimentales se muestran en el Anexo #8.

Se evaluaron cuatro niveles de N proveniente de urea, tres niveles de N proveniente de gallinaza y tres niveles de N proveniente de estiércol de vacuno. Además, se combinaron niveles de urea con niveles de abonos naturales. Los 16 tratamientos se presentan en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Tratamientos que se utilizaron en el ensayo El Zamorano, 1990.

No. de Tratamiento	Fuente de Nitrogeno	Cantidad de N (kg/ha)
01	Urea	0
02	Urea	40
03	Urea	80
04	Urea	120
05	Gallinaza	40
06	Gallinaza	80
07	Gallinaza	120
08	Estiércol	40
09	Estiércol	80
10	Estiércol	120
11	Urea + Gallinaza	20+20
12	Urea + Gallinaza	40+40
13	Urea + Gallinaza	60+60
14	Urea + Estiércol	20+20
15	Urea + Estiércol	40+40
16	Urea + Estiércol	60+60

Manejo del Experimento

La siembra se realizó el 28 de junio de 1990. El área total fue de 1662.5 m² que incluyó las parcelas experimentales, bordes y calles. Cada parcela tenía un área de 22.5 m² correspondiente a cinco surcos de 5 m de largo, con una distancia entre surcos de 0.9 m. La parcela útil consistió de los tres surcos centrales de cada parcela de las que se eliminaron 0.5 m de borde a cada extremo. Esto dió como resultado una parcela útil de 10.8 m². La semilla fue sembrada manualmente a una distancia de 0.20 m entre plantas colocando dos semillas por postura a una profundidad media de 0.03 m.

La germinación se produjo a los siete días de sembrada la semilla. Posteriormente, a los 28 días después de sembrado el cultivo se realizó un raleo para dejar una sola planta por postura, obteniéndose así una población de 55,555 plantas/ha.

Combate de malezas y plagas

Las malezas se combatieron antes de la siembra con el herbicida de contacto Gramoxone (Paraquat) a razón de 2 L/ha.

A los 35 y 45 días después de la siembra se realizaron deshierbas manuales.

Se hizo una aplicación de Furadán 10G (carbofuran) a razón de 12 kg/ha al momento de la siembra; esto previno contra posibles ataques de plagas del suelo, especialmente gallina ciega (Phyllofaga sp) que se presenta más cuando se usa desechos de animales. Para el control de cogollero (Spodoptera frugiperda), a los 15 días después de la siembra fue necesario una aplicación de Lorsban (cloropirifos) a razón de 1 L/ha. Debido a un segundo ataque del mismo insecto a los 15 días de la aplicación anterior, se aplicó Lorsban 10% granulado (cloropirifos) al cogollo.

Fertilización

Todas las parcelas se fertilizaron con el equivalente de 22 kg de P por hectárea para suplir en manera uniforme los

requerimientos del cultivo.

De acuerdo con los tratamientos, las parcelas recibieron dos aplicaciones de urea, la primera (33% del total) al fondo del surco al momento de la siembra, y la segunda (67% del total) a los 45 días después de la primera. Esta última aplicación se realizó en bandas a 10 cm de la hilera de plantas.

Los fertilizantes orgánicos naturales se aplicaron y se incorporaron al suelo dos semanas antes de la siembra, de acuerdo con los tratamientos.

Cosecha

La cosecha se realizó en forma manual el 20 de noviembre de 1990. Se cosecharon todas las mazorcas que se encontraban dentro de la parcela útil.

Datos tomados

Altura de planta

Se tomaron datos de altura de planta en cm a los 35 días desde la siembra y al momento de madurez fisiológica. La primera medición se realizó desde la superficie del suelo hasta la altura de la hoja superior. La segunda medición se realizó desde la superficie del suelo hasta la punta de la panoja.

Altura de la primera mazorca

Se tomó desde la superficie del suelo hasta la base del nudo donde se inserta la primera mazorca.

Altura relativa de la primera mazorca

Se estimó la altura relativa de la primera mazorca (ARPM) mediante la siguiente fórmula:

$$\text{ARPM} = \frac{\text{Altura mazorca}}{\text{Altura de la planta a madurez fisiológica}}$$

Rendimiento de grano

Se tomó el rendimiento de grano de los tres surcos centrales de cada parcela. Se determinó el porcentaje de humedad del grano de cada unidad experimental y luego se expresó el rendimiento al 14% de humedad mediante la siguiente fórmula:

$$\text{PF} = \frac{\text{PI}(100 - \text{HI})}{(100 - \text{HF})}$$

Donde: PF= Peso final

PI= Peso inicial

HI= Humedad inicial

HF= Humedad final (14%)

Características químicas del suelo

Para el análisis del suelo se muestreó cada una de las unidades experimentales antes de la aplicación de los

fertilizantes sintéticos naturales. También se muestreó cada unidad al final del ciclo del cultivo.

En cada muestra se determinó el porcentaje de materia orgánica por el método Walkley - Black, el de nitrógeno por el método kjheldal, y el contenido de fósforo por medio del método colorimétrico.

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

BIBLIOTECA WILSON FORNOS
ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA
APARTADO 33
TEGUCIGALPA HONDURAS

Contenido de nitrógeno y materia orgánica

En el Cuadro 2 se presentan los cuadrados medios de las variables contenido de nitrógeno y contenido de materia orgánica, antes y después del cultivo.

La falta de significación antes de la aplicación de los tratamientos nos indica que en promedio los contenidos de nitrógeno y materia orgánica del suelo en cada una de las parcelas experimentales fueron similares. La ausencia de diferencias significativas para el contenido de nitrógeno en el suelo después de la aplicación de los tratamientos era un efecto que no se esperaba. Si el nitrógeno promueve una mayor formación de materia orgánica, pudo esperarse mayores contenidos de nitrógeno total con la incorporación de las dosis más altas. El resultado observado pudo deberse a una mayor pérdida de nitrógeno por lixiviación y desnitrificación, en las parcelas que recibieron las dosis más altas de este elemento.

Con relación al contenido de materia orgánica, los resultados después de la aplicación de los fertilizantes fueron similares que en el caso del nitrógeno, es decir no hubo diferencias por causa de los tratamientos. La cantidad de materiales orgánicos incorporados, en términos de porcentaje total del peso del suelo, no fue lo suficientemente alto como para poder detectar alguna diferencia.

Cuadro 2. Cuadrados medios para las variables contenido de nitrógeno y materia orgánica en el suelo antes y después del cultivo. El Zamorano, 1990.

Fuentes de variación	g.l.	Cuadrados Medios			
		N antes	N después	M.O antes	M.O después
Repeticiones	3	0.003ns	0.001ns	0.451ns	0.506ns
Tratamientos	15	0.005ns	0.000ns	0.162ns	0.087ns
Error	45	0.004ns	0.001ns	0.211ns	0.065ns
C.V.		44.30%	8.35%	17.90%	10.69%

Además, posiblemente las tasas de descomposición de materia orgánica tienen alguna relación directa con la cantidad de materia orgánica disponible. Las medias y los contenidos de materia orgánica y nitrógeno se presentan en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Medias en porcentaje para: 1) materia Orgánica antes de la aplicación de los tratamientos, 2) materia Orgánica después de la cosecha, 3) nitrógeno antes de la aplicación de los tratamientos y 4) nitrógeno después de la cosecha. El Zamorano, 1990.

No. de tratamiento		1	2	3	4
01	U-0	2.5	2.4	0.13	0.12
02	U-40	2.3	2.5	0.15	0.13
03	U-80	2.7	2.5	0.12	0.14
04	U-120	2.7	2.5	0.13	0.13
05	G-40	2.5	2.4	0.15	0.13
06	G-80	2.4	2.5	0.12	0.14
07	G-120	2.4	2.4	0.15	0.12
08	E-40	2.4	2.4	0.11	0.12
09	E-80	2.7	2.2	0.14	0.14
10	E-120	2.9	2.4	0.09	0.16
11	U + G-20+20	2.9	2.4	0.12	0.13
12	U + G-40+40	2.8	2.2	0.25	0.13
13	U + G-80+80	2.3	2.5	0.10	0.13
14	U + E-20+20	2.7	2.3	0.12	0.13
15	U + E-40+40	2.6	2.4	0.13	0.13
16	U + E-60+60	2.5	2.1	0.16	0.12

Altura de planta y mazorca

En el Cuadro 4 se presentan los cuadrados medios para las variables altura de planta a los treinta días, altura de la planta a madurez fisiológica, altura de la primera mazorca y altura relativa de la primera mazorca. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos para las variables en estudio. En el Cuadro 5 se presentan las medias respectivas.

En este experimento, el desarrollo de las plantas no estuvo afectado por las diferentes dosis de nitrógeno empleadas, o por otros efectos positivos que tiene la materia orgánica. La falta de respuesta pudo deberse a que el contenido inicial de nitrógeno disponible en el suelo era lo suficientemente alto (Anexo 4).

Cuadro 4. Cuadrados medios para las variables 1) altura de plantas a los treinta días, 2) altura de la planta a madurez fisiológica, 3) altura de la mazorca y 4) altura relativa de la mazorca. El Zamorano, 1990.

Fuente de Variación	g.l.	Cuadrados Medios			
		1	2	3	4
Repeticiones	3	386.8ns	0.007ns	0.001ns	0.000ns
Tratamientos	15	13.6ns	0.015ns	0.003ns	0.000ns
Error	45	34.9ns	0.017ns	0.004ns	0.000ns
C.V.		15.0%	2.37%	4.89%	3.41%

n.s. Indica valores no significativos al 5% de probabilidad ($P > 0.05$).

Cuadro 5. Cuadro de medias para las variables: 1) Altura de la planta a los treinta días (cm), 2) altura de la planta a madurez fisiológica (cm), 3) altura de la primera mazorca (cm) y 4) altura relativa de la primera mazorca. El Zamorano, 1990.

No. de tratamiento		1	2	3	4
01	U-0	35.7	266	129	0.45
02	U-40	35.9	285	128	0.45
03	U-80	41.1	288	130	0.45
04	U-120	41.2	289	132	0.46
05	G-40	39.4	289	129	0.45
06	G-80	41.2	286	132	0.46
07	G-120	40.2	289	127	0.44
08	E-40	39.2	293	132	0.45
09	E-80	40.2	289	129	0.45
10	E-120	37.2	283	126	0.45
11	U + G-20+20	39.1	288	130	0.45
12	U + G-40+40	39.1	283	124	0.44
13	U + G-60+60	38.9	290	132	0.45
14	U + E-20+20	39.4	287	123	0.43
15	U + E-40+40	40.1	290	127	0.44
16	U + E-60+60	42.4	287	132	0.46

Rendimiento

En el Cuadro 6 se presenta el análisis de varianza para la variable rendimiento de grano. No se encontró diferencia significativa entre los tratamientos en estudio. Esto se pudo deber a que el contenido de nitrógeno en el suelo estaba en cantidad suficiente, sin que se produzca ningún efecto con la aplicación de diferentes dosis de fertilización nitrogenada, tanto sintética como natural. Al ajustar los valores de rendimiento de grano en función del contenido de nitrógeno y materia orgánica del suelo antes de la aplicación de los tratamientos por medio de covarianza (Cuadros 7 y 8), tampoco se encontró diferencia significativa. Esto indica que las variaciones iniciales de nitrógeno y materia orgánica del suelo no afectaron a la variable rendimiento de grano. En el Cuadro 9 se presentan las medias para la variable rendimiento de grano ajustada y no ajustada por el contenido inicial de nitrógeno y materia orgánica en el suelo.

Cuadro 6. Análisis de varianza para la variable rendimiento de grano. El Zamorano, 1990.

Fuente de variacion	g.l.	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor F
Repeticiones	3	13550570.52	4516856.839	2.70ns
Tratamientos	15	23386748.02	1559116.534	0.65ns
Error	45	67650977.73	1503355.061	1.55
C.V				13%

n.s. Indica valores no significativos al 5% de probabilidad ($P > 0.05$).

Cuadro 7. Análisis de covarianza para la variable rendimiento de grano ajustada mediante la covariable contenido de nitrógeno en el suelo antes del cultivo. El Zamorano, 1990.

Fuente de variación	g.l.	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor F
Repeticiones	3	13491926.5	4497308.818	2.93
Factor A	15	23396511.1	1559767.407	1.02 n.s.
Covarianza	1	40851.0	40851.015	0.02
Error	44	67610126.7	1536593.789	

n.s. Indica valores no significativos al 5% de probabilidad ($P > 0.05$).

Cuadro 8. Análisis de covarianza para la variable rendimiento de grano ajustada mediante la covariable materia orgánica en el suelo antes del cultivo. El Zamorano, 1990.

Fuente de variación	g.l.	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor F
Repeticiones	3	14246364.6	4748788.214	3.14
Factor A	15	21188832.7	1412588.845	0.93ns
Covarianza	1	1112752.1	1112752.137	0.74
Error	44	66538225.6	1512232.400	

n.s. Indica valores no significativos al 5% de probabilidad ($P > 0.05$).

Cuadro 9. Cuadro de medias para las variables: 1)rendimiento no ajustado 2)rendimiento ajustado por N inicial y 3)rendimiento ajustado por materia orgánica inicial. El Zamorano, 1990.

No. de tratamiento		1	2	3
01	U-0	8949.2	8950.2	8977.1
02	U-40	8971.1	8963.9	9052.9
03	U-80	9472.4	9479.1	9425.8
04	U-120	10213.7	10215.1	10179.1
05	G-40	9148.9	9142.8	9168.2
06	G-80	9894.5	9903.1	9968.5
07	G-120	8445.6	8439.9	8516.2
08	E-40	9823.4	9838.4	9897.5
09	E-80	8601.9	8601.1	8551.9
10	E-120	9888.7	9910.5	9791.6
11	U + G-20+20	9466.5	9474.9	9352.3
12	U + G-40+40	10005.2	9947.7	9909.1
13	U + G-60+60	8553.3	8570.2	8643.7
14	U + E-20+20	10104.1	10112.5	10074.6
15	U + E-40+40	10294.8	10298.4	10299.7
16	U + E-60+60	9016.2	9001.6	9041.5

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. Ni Las fuentes de nitrógeno ni las diferentes dosis de este elemento tuvieron efectos significativos sobre el comportamiento agronómico del híbrido Dekalb B-833.
2. El contenido final de materia orgánica y nitrógeno no se vió afectado por las aplicaciones iniciales. Esto podría indicar que a mayor cantidad de materia orgánica la tasa de descomposición es mayor, en las condiciones de este experimento.
3. Los niveles de nitrógeno del suelo fueron adecuados para el cultivo. El nitrógeno adicional incorporado no fue debidamente utilizado posiblemente por factores que promovieron su desnitrificación o lixiviación.
4. La falta de respuesta a las aplicaciones de materia orgánica indica que el suelo del experimento disponía de los otros elementos que aporta el estiércol en cantidades suficientes o que la mineralización no ocurrió a una tasa significativa durante el crecimiento del cultivo.
5. Se recomienda realizar experimentos similares en suelos con contenidos bajos de materia orgánica y nitrógeno.
6. Se recomienda estudiar el efecto de las aplicaciones de estiércol y urea en periodos más largos, que incluyan varios ciclos de cultivos.

7. Por la disponibilidad de estiércol en la EAP se recomienda en los cultivos suplir parte de los requerimientos de nitrógeno y otros elementos con este material.

VI. RESUMEN

La importancia del cultivo de maíz en Honduras y otros países proviene de su valor como alimento humano, además de que provee materia prima para diferentes industrias.

Entre los principales limitantes en el cultivo se encuentra el nitrógeno, por ser un elemento que se requiere en cantidades considerables, y por que el contenido en el suelo es generalmente bajo y porque se pierde fácilmente por desnitrificación y lixiviación.

El presente experimento se llevó a cabo en la Escuela Agrícola Panamericana para determinar el efecto de fertilizantes nitrogenados sintéticos y naturales sobre el comportamiento agronómico del híbrido de maíz B-833 y sobre el contenido de nitrógeno y materia orgánica del suelo después del cultivo.

Las dosis de N: 0, 80, 40 y 120 kg/ha, se aplicaron usando como fuentes la urea, estiércol de vacuno y gallinaza. Además en varios tratamientos se combinaron urea con fertilizantes orgánicos naturales. Los fertilizantes naturales fueron aplicados al suelo antes de la siembra, mientras que la urea se aplicó a la siembra y a los 45 días después de la germinación.

Se usó un diseño experimental de bloques completos al azar con 16 repeticiones. Se planificó un conjunto de contrastes ortogonales para separar los efectos de los diferentes grupos de tratamientos.

Para corregir posibles desviaciones por causa del contenido inicial de materia orgánica y nitrógeno del suelo se usaron estos valores para cada parcela como covariable para ajustar el rendimiento.

Las variables altura de planta, altura de la primera mazorca y rendimiento no resultaron afectadas por los tratamientos ($P > 0.05$). La ausencia de una respuesta lineal o cuadrática para las dosis de N puede atribuirse a que este elemento se encontraba en cantidades adecuadas en el suelo, como se demostró mediante los análisis respectivos. Los altos rendimientos observados eliminan la posibilidad de condiciones adversas para la absorción de N del suelo o condiciones adversas que favorezcan la pérdida de este elemento.

Como el contenido de materia orgánica no se alteró con la adición de los fertilizantes naturales orgánicos, se piensa que las cantidades no fueron suficientes para observar diferencias.

Con base a los resultados obtenidos se recomienda continuar con estudios similares. Se sugiere aumentar las cantidades de los fertilizantes orgánicos naturales y realizar observaciones sobre el comportamiento de los cultivos en esas parcelas por dos o tres ciclos.

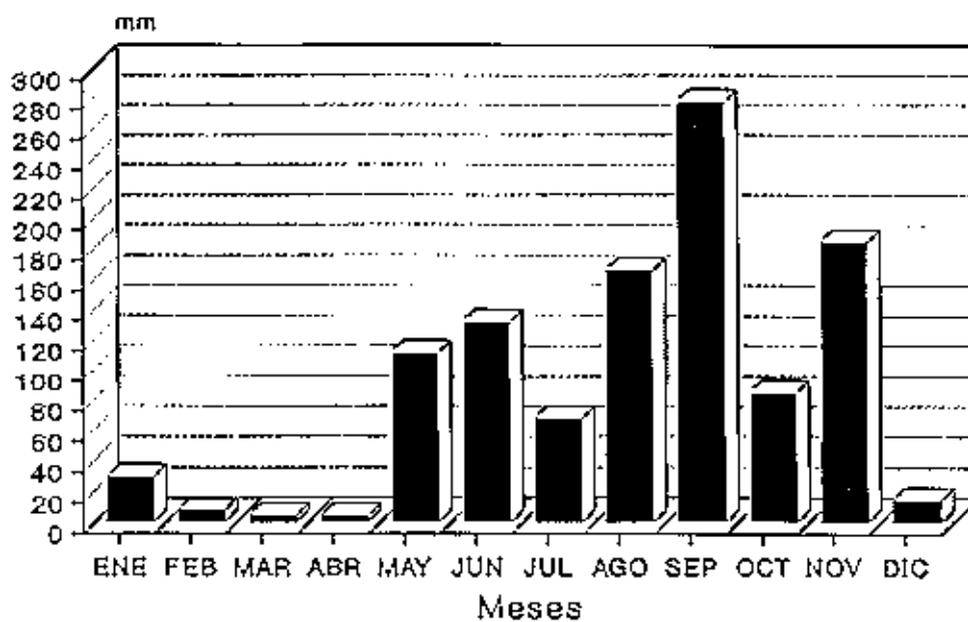
VII. LITERATURA CITADA

- ALDRICH, S.R. y LENG, E.R. 1974. Producción Moderna del Maíz. Trad. por Oscar Martínez y Patricia Leguisamón. Buenos Aires, Argentina, Hemisferio Sur. 307p.
- ALDRICH, S. R., SCOTT, W. O., HOEFT, R. G. 1986. Modern corn production. 3a ed. U.S.A. A & L publications. p 101-115.
- BALLESTEROS, M. 1972. Estudio del efecto de la densidad de población y fertilización edáfica NPK sobre el rendimiento del maíz braquítico Nicaragua. 2. In: 18a Reunión Anual PCCMCA. 6-10 de marzo.
- BARTHOLOMEW, W. V. 1972. El Nitrógeno del Suelo; Proceso de abastecimiento y requerimiento de los cultivos. ISFEI. North Carolina State University at Raleigh, U.S.A. Bol. Tec.No 6. 97p.
- BEAR, F. E. 1968. Suelos y fertilizantes. Trad. por Jorge Bozal. 1a ed. Barcelona, España, Editorial Omega. p.178-190.
- BISWAS, T. y KHOSLA, B. K. 1971. Building up of organic matter status of the soil and its relation to the soil physical properties. National Academy of Science Washington, 842p.
- BOCKMAN, H. y BRADY, N. 1985. Naturaleza y propiedades de los suelos. Trad. por Salord Barcelo. México, D.F. UTEHA. 566p.
- CLEVINGER, C. B. and WILLIS, L. G. 1935 Immediate Effect of Fertilization upon soil reaction. Washington Academy Science. p 66-69.
- COOKE, G. W. 1987. Fertilizantes y sus usos. Trad. del Inglés por Alonso Blackaller Valdes. México, D.F., CONTINENTAL. 180 P.
- COLLINGS, G. H. 1959. Fertilizantes Comerciales. Trad. por Eleuterio Sánchez 5a ed. Madrid, Salvat, 710p.
- FAO/IAEA. 1971. Division of atomic energy in food and agriculture. Fertilizer management practices for maize. Vienna, International Atomic Energy Agency. 79 p.
- FAO/IAEA. 1989. Fertilizantes y nutrición vegetal, niveles de producción agrícola y el empleo de fertilizantes. FAO Vol.2, Roma. 65 p.

- FASSBENDER, H. W. 1975. Química de Suelos con énfasis en suelos de América Latina. Turrialba, Costa Rica, IICA. 398p.
- FERRINI, E. 1967. Fuentes nitrogenadas en el cultivo de maíz híbrido en el valle de Cañete. Tesis Ing. Agr. Perú. Universidad Agraria La Molina, Facultad de Agronomía. 65p.
- GREENLAND, D. 1971. Evolution and development of different types of shifting cultivation. FAO Soils Bull. 24: 5-13.
- GRIGG, D. B. 1974. The agriculture systems of the world. London, Cambridge University Press, pp. 57-74.
- GROS, A. 1976. Abonos. Guía práctica de la fertilización 6a ed. Mundi Prensa, Madrid, España. 586p.
- HENKES, R. 1968. Naturaleza del Nitrógeno. Agricultura de las Américas. Kansas City, U.S.A. No 19: 16-22.
- HONDURAS. BANCO CENTRAL DE HONDURAS. 1986. Honduras en cifras. Tegucigalpa, Honduras, BCH. 48 p.
- JENSEN, C. A. 1917. Effect of decomposing organic matter on the solubility of certain inorganic constituents of the soil Agronomy Journal. 51: 253-255.
- JUGENHEIMER, R. 1988. Maíz variedades mejoradas, métodos de cultivo y producción de semillas. Trad. por Rodolfo Piña. México, D.F. Limusa p. 5-31.
- LAL, R. 1974. Soil erosion and shifting agriculture. FAO Soils Bull. 24: 48-71.
- LLANOS, M. 1984. El maíz su cultivo y aprovechamiento. Madrid-España. Mundiprensa. 318p.
- PERDOMO, R. ; HAMPTON, H. E. 1970. Ciencia y tecnología del suelo. Guatemala. Universidad de San Carlos de Guatemala. Centro de Producción de Materiales. 336p.
- PITTY, A. y MUÑOZ, R. 1981. Guía práctica para el manejo de malezas. Escuela Agrícola Panamericana. El Zamorano, Honduras. 223p.

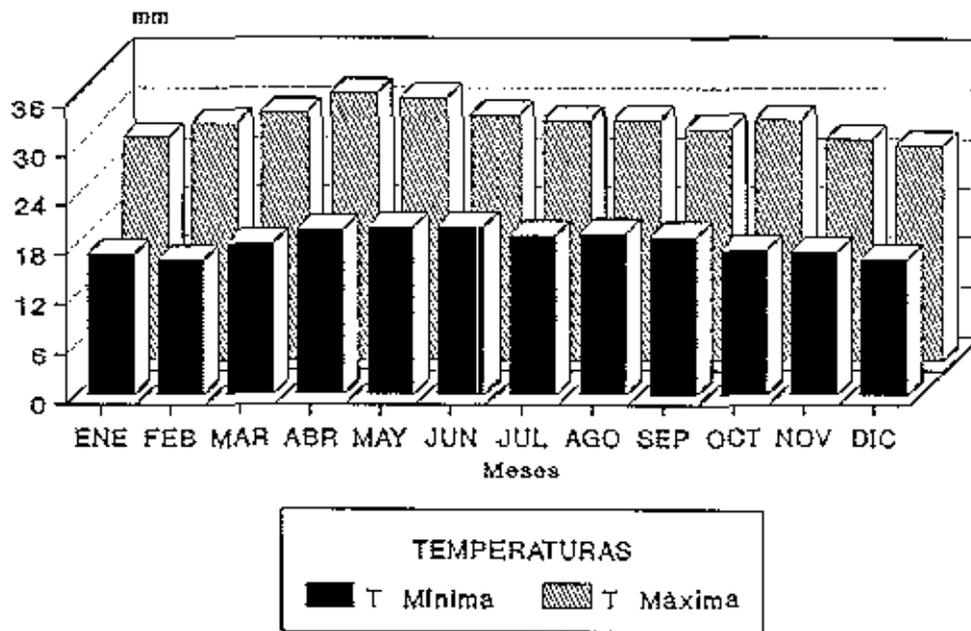
- RAHMAN, A. 1976. Effect of soil organic matter on
pytotoxicity of applied herbicides: U.S.A. A Wiley-
Interscience publication. 88p.
- SANCHEZ, P. A. 1981. Suelos del trópico características y
manejo. Trad. por E. Camacho. San José, Costa
Rica. IICA. p. 187-192.
- SELKE, W. 1958. Los abonos. Trad. por Ortwin Gunther. 4a
ed. León, España. Academia. p.62-68.
- TATE, R. 1987. Soil organic matter. Biological and
ecological effects. U.S.A. A Wiley-Interscience
publication. 288p.
- TEUSCHER, H. ; ADLER, R. 1987. El suelo y su fertilidad.
Trad. por Vera y Zapata, México D.F. CECOSA. pp. 303-
320.
- TISDALE, S. ; NELSON, N. 1987. Fertilidad de los suelos y
fertilizantes. Trad. por Jorge Balasch. México, D.F.
UTEHA. 694 p.

PRECIPITACIÓN EN 1990 VALLE DEL ZAMORANO



ANEXO 1

TEMPERATURA EN 1990 VALLE DEL ZAMORANO



ANEXO 2

Anexo #3. Mapa de campo. El Zamorano, 1990.

BLOQUE #1		BLOQUE #2	
E 40+40	G 20+20	E 60+60	G 60+60
G 60+60	UREA 0	UREA 0	G 40
E 60+60	G 120	E 80	E 40+40
UREA 80	E 40	G 120	G 80
E 20+20	G 80	UREA 40	G 40+40
E 120	G 40	E 120	E 40
E 80	UREA 40	UREA 80	G 20+20
G 40+40	UREA 120	UREA 120	E 20+20

BLOQUE #3		BLOQUE #4	
G 60+60	G 80	G 80	UREA 0
G 20+20	E 20+20	E 60+60	G 40+40
E 40+40	UREA 80	G 20+20	E 20+20
UREA 120	E 40	G 120	E 120
G 120	UREA 40	G 60+60	G 40
E 120	G 40+40	UREA 40	E 40
E 60+60	G 40	E 40+40	UREA 120
UREA 0	E 80	E 80	UREA 80

BIBLIOTECA WILSON FOPENDE
 ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA
 APARTADO DE
 REGUCIMALPA, GUATEMALA

Anexo 4. Promedio de contenido de nitrógeno disponible (kg/ha) de las parcelas antes de la aplicación de los tratamientos.EAP, 1990.

No. de Tratamiento	Fuente de Nitrogeno	Cantidad de N (kg/ha)	N. (kg/ha)
01	Urea	0	49.28
02	Urea	40	49.28
03	Urea	80	40.32
04	Urea	120	62.72
05	Gallinaza	40	58.24
06	Gallinaza	80	49.28
07	Gallinaza	120	53.76
08	Estiércol	40	80.64
09	Estiércol	80	53.76
10	Estiércol	120	62.72
11	Urea + Gallinaza	20+20	58.24
12	Urea + Gallinaza	40+40	58.24
13	Urea + Gallinaza	60+60	94.08
14	Urea + Estiércol	20+20	71.68
15	Urea + Estiércol	40+40	62.72
16	Urea + Estiércol	60+60	62.72

Anexo.5 Datos tomados de cada unidad experimental muestreada antes y despues del ensayo. RAP, 1990.

VARIABLES	DESCRIPCION	VARIABLES	DESCRIPCION
1	Repeticiones	6	Mat. Org. despues
2	Tratamientos	7	Nitrogeno antes
3	Rdto (kg/ha 14%)	8	Nitrogeno despues
4	Plantas Cosechadas	9	Alt. plta(30días)
5	Mat. Org. antes	10	Alt. Plta (M. F.)
		11	Alt. Mazorca

CASO	NO.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	1	1		7539.6	47	2.13	2.25	0.107	0.125	28.7	2.8	1.28
	2	1	2	9027.5	41	2.66	2.38	0.130	0.121	30.2	2.8	1.20
	3	1	3	8611.9	39	2.05	2.39	0.100	0.128	31.6	2.9	1.26
	4	1	4	9509.0	51	2.69	2.36	0.113	0.102	30.9	2.8	1.24
	5	1	5	9832.0	56	2.71	2.52	0.127	0.139	33.8	2.9	1.33
	6	1	6	12887.2	62	2.30	2.60	0.093	0.122	44.7	2.9	1.37
	7	1	7	9533.6	56	2.21	2.23	0.140	0.121	41.3	3.0	1.27
	8	1	8	10586.2	49	2.25	2.53	0.109	0.098	37.5	2.9	1.31
	9	1	9	9223.1	53	3.94	1.87	0.109	0.105	33.9	3.0	1.40
	10	1	10	10401.2	50	3.80	2.24	0.100	0.129	38.2	2.8	1.27
	11	1	11	10901.2	50	3.85	2.12	0.050	0.117	41.4	3.0	1.39
	12	1	12	9077.6	38	3.87	1.72	0.200	0.116	35.5	2.9	1.28
	13	1	13	8059.8	48	1.72	1.96	0.130	0.121	33.9	3.0	1.34
	14	1	14	8872.7	66	2.98	2.50	0.109	0.127	32.1	2.8	1.13
	15	1	15	10712.3	47	2.58	2.11	0.096	0.134	30.3	2.9	1.28
	16	2	1	10636.6	43	2.71	2.50	0.130	0.076	36.2	2.9	1.29
	17	2	2	9124.4	44	2.71	2.55	0.180	0.138	42.0	2.8	1.32
	18	2	3	8956.6	41	3.37	3.02	0.140	0.181	33.6	2.8	1.27
	19	2	4	10454.8	48	2.74	2.60	0.200	0.150	32.2	3.0	1.35
	20	2	5	9444.4	47	2.44	2.31	0.130	0.117	32.9	2.9	1.28
	21	2	6	7913.4	44	2.37	2.54	0.096	0.184	36.3	2.9	1.40
	22	2	7	7711.2	40	2.60	2.80	0.275	0.133	34.9	2.9	1.27
	23	2	8	8457.8	53	2.65	2.80	0.120	0.143	34.2	2.9	1.37
	24	2	9	7953.5	44	2.39	2.37	0.120	0.181	35.8	2.9	1.26
	25	2	10	10008.8	52	3.03	2.52	0.056	0.122	35.6	2.9	1.32
	26	2	11	8697.9	50	3.03	2.68	0.160	0.132	31.6	2.8	1.24
	27	2	12	9802.4	65	2.63	2.64	0.250	0.122	30.6	2.7	1.16
	28	2	13	7475.6	37	2.50	2.62	0.038	0.126	33.5	2.9	1.34
	29	2	14	9493.2	51	2.50	2.38	0.035	0.135	37.3	3.0	1.33
	30	2	15	8674.3	42	2.63	2.67	0.125	0.104	34.0	2.8	1.16
	31	3	1	8865.9	57	2.37	2.16	0.160	0.116	32.9	2.8	1.30
	32	3	2	9689.9	54	1.41	2.66	0.130	0.116	30.4	2.9	1.25

Anexo.6 Datos tomados de cada unidad experimental muestreada antes y despues del ensayo. EAP, 1990.

VARIABLES	DESCRIPCION	VARIABLES	DESCRIPCION
1	Repeticiones	6	Mat. Org. despues
2	Tratamientos	7	Nitrogeno antes
3	Rdto (kg/ha 14%)	8	Nitrogeno despues
4	Plantas Cosechadas	9	Alt. plta(30días)
5	Mat. Org. antes	10	Alt. Plta (M. F.)
		11	Alt. Mazorca

CASO											
NO.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
33	3	3	9616.5	49	2.37	2.18	0.139	0.107	52.0	2.9	1.35
34	3	4	10544.4	50	2.91	2.52	0.120	0.129	49.7	2.8	1.33
35	3	5	9020.4	43	2.30	2.25	0.252	0.128	52.1	2.9	1.26
36	3	6	11318.6	62	2.33	2.35	0.146	0.119	47.1	2.9	1.27
37	3	7	7487.7	48	2.30	2.32	0.041	0.119	47.2	2.9	1.27
38	3	8	10223.2	48	2.37	1.99	0.083	0.127	44.6	2.9	1.31
39	3	9	9615.1	56	2.13	2.10	0.192	0.134	54.1	2.9	1.31
40	3	10	9592.0	54	2.30	2.56	0.084	0.127	36.0	2.8	1.29
41	3	11	9268.0	47	2.79	2.16	0.133	0.136	43.2	2.8	1.26
42	3	12	10678.1	51	2.72	2.33	0.110	0.130	42.6	2.7	1.15
43	3	13	11202.1	56	2.52	2.60	0.110	0.146	48.8	2.9	1.27
44	3	14	9793.3	48	2.53	2.29	0.196	0.145	48.4	2.9	1.23
45	3	15	12348.3	53	2.53	2.56	0.111	0.138	54.0	2.8	1.22
46	4	1	8754.6	45	2.73	2.76	0.137	0.147	45.1	2.9	1.28
47	4	2	8042.6	40	2.53	2.59	0.160	0.151	41.2	2.9	1.34
48	4	3	10704.7	44	3.02	2.49	0.110	0.145	47.2	2.9	1.32
49	4	4	10346.5	52	2.33	2.52	0.098	0.130	52.1	2.9	1.35
50	4	5	8298.5	41	2.59	2.37	0.082	0.119	39.0	2.9	1.29
51	4	6	7658.6	44	2.40	2.51	0.139	0.121	36.8	2.8	1.24
52	4	7	9049.9	4	2.33	2.30	0.132	0.119	37.8	2.9	1.28
53	4	8	10026.4	43	2.13	2.12	0.111	0.112	40.7	3.0	1.30
54	4	9	7615.8	36	2.39	2.37	0.128	0.131	37.1	2.8	1.18
55	4	10	9552.7	51	2.27	2.39	0.128	0.253	39.1	2.8	1.17
56	4	11	8999.1	53	1.93	2.77	0.132	0.129	40.5	2.9	1.32
57	4	12	10462.8	52	2.17	2.30	0.441	0.139	48.0	3.0	1.35
58	4	13	7475.9	45	2.47	2.64	0.130	0.126	39.6	2.8	1.31
59	4	14	12257.2	51	2.60	2.15	0.136	0.125	39.8	2.8	1.23
60	4	15	9444.3	49	2.47	2.27	0.182	0.128	42.0	3.0	1.40
61	1	16	9883.7	46	2.19	1.07	0.168	0.089	47.8	2.9	1.32
62	2	16	7281.4	50	2.47	2.49	0.266	0.135	40.5	2.8	1.27
63	3	16	11703.1	45	2.79	2.48	0.140	0.128	34.9	2.9	1.35
64	4	16	7196.6	36	2.52	2.30	0.084	0.123	46.3	2.9	1.34

DATOS BIOGRAFICOS DEL AUTOR

Nombre:..... Rommel Adolfo Hernández Ramírez
Lugar de Nacimiento:..... San Pedro Sula, Honduras
Fecha de Nacimiento:..... 22 de Junio, 1968
Nacionalidad:..... Hondureña
Educación Primaria:..... Escuela Pablo Menzel 1973-1980
Educación Secundaria:..... Instituto Anna Becthold 1981-1985
Educación Superior:..... E.A.P. 1987-1989
Títulos Obtenidos:..... Agrónomo, Zamorano