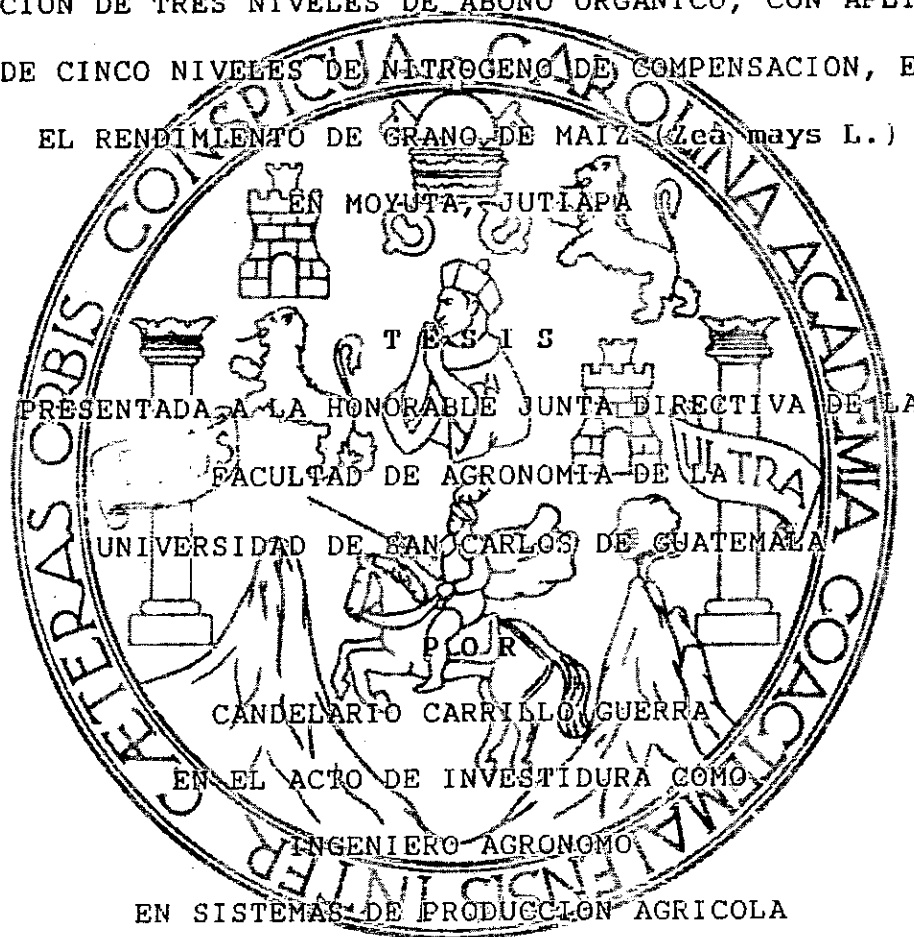


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONOMICAS

EVALUACION DE TRES NIVELES DE ABONO ORGANICO, CON APLICACION
DE CINCO NIVELES DE NITROGENO DE COMPENSACION, EN
EL RENDIMIENTO DE GRANO DE MAIZ (Zea mays L.)



EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO
INGENIERO AGRONOMO
EN SISTEMAS DE PRODUCCION AGRICOLA

EN EL GRADO ACADEMICO DE
LICENCIADO

Guatemala, febrero de 1992

UNIVERSIDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central

DL

01

T(1354)

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMIA

R E C T O R

DR. ALFONSO FUENTES SORIA

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO:	Ing. Agr. Efraín Medina Guerra
VOCAL PRIMERO:	Ing. Agr. Maynor E. Estrada R.
VOCAL SEGUNDO:	Ing. Agr. Waldemar Nufio
VOCAL TERCERO:	
VOCAL CUARTO:	P Agr. Elías Raymundo
VOCAL QUINTO:	P. Agr. Francisco Ibarra
SECRETARIO:	Ing. Agr. Marco R. Estrada Muy

Guatemala, febrero de 1992

Honorable Junta Directiva
Honorable Tribunal Examinador
Facultad de Agronomía
Universidad de San Carlos de Guatemala
Presente

Señores Miembros:

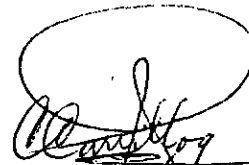
De conformidad con las normas establecidas por la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración el trabajo de tesis titulado:

"EVALUACION DE TRES NIVELES DE ABONO ORGANICO CON APLICACION DE CINCO NIVELES DE NITROGENO DE COMPENSACION, EN EL RENDIMIENTO DE GRANO DE MAIZ (Zea mays L.) EN MOYUTA, JUTIAPA.

Presentado como requisito previo a optar el título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola, en el grado académico de Licenciado.

Sin otro particular, me suscribo de ustedes.

Atentamente,



Candelario Carrillo Guerra
Carnet: 8515618

ACTO QUE DEDICO

A DIOS: Fuente inagotable de sabiduría

A MIS PADRES: Candelario Carrillo G.

Mélida Leonor Guerra de Carrillo

A MI ESPOSA: Jesús Amparo Orellana

A MI HIJO: Angel Ricardo

A MIS HERMANOS: En general

A MI FAMILIA Y AMIGOS

TESIS QUE DEDICO

A: Guatemala

A: San Antonio Miramar, Moyuta, Jutiapa

A: La Universidad de San Carlos de Guatemala

A: La Facultad de Agronomía

A: Los investigadores de la Ciencia del Suelo

SINCEROS AGRADECIMIENTOS

- A: Los Ingenieros José de Jesús Chonay y Salvador Castillo, por su valioso apoyo en el asesoramiento del presente trabajo.
- A: El Ingeniero Agrónomo Marino Barrientos, por las observaciones realizadas al presente trabajo.
- A: Los Ingenieros Anibal Sacbajá y Pedro Pineda, por su valiosa colaboración en el documento final.

C O N T E N I D O

	Pag. No.
INDICE DE FIGURAS	ii
INDICE DE CUADROS	iii
RESUMEN	v
1. INTRODUCCION	1
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
3. MARCO TEORICO	4
3.1 Marco Conceptual	4
3.2 Marco Referencial	14
4. OBJETIVOS	17
5. HIPOTESIS	18
6. METODOLOGIA	19
6.1 Diseño experimental	19
6.2 Tratamientos evaluados	19
6.3 Manejo del experimento	20
6.4 Variables respuesta	21
6.5 Análisis de la planta de maíz	22
6.6 Análisis estadístico	23
6.7 Análisis económico	25
7. RESULTADOS	26
7.1 Rendimiento de grano	26
7.2 Acumulación de N, P, K, Ca y Mg en la planta de maíz	37
8. CONCLUSIONES	44

	Pag. No.
9. RECOMENDACIONES	45
10. BIBLIOGRAFIA	46
11. APENDICE	49

INDICE DE FIGURAS

FIGURA

1	Efecto de la aplicación de 5 ton/ha de estiércol bovino y 5 niveles de nitrógeno de compensación, en el rendimiento de grano de maíz	31
2	Efecto de la aplicación de 5 ton/ha de pulpa de café y 5 niveles de nitrógeno de compensación, en el rendimiento de maíz	32
3	Efecto de la aplicación de 10 ton/ha de pulpa de café y 5 niveles de nitrógeno de compensación en el rendimiento de grano de maíz	33

INDICE DE CUADROS

Cuadro		Pag. No.
1	Propiedades físicas y químicas del área experimental de la serie de suelos Moyuta, aldea San Antonio Miramar, Moyuta, Jutiapa	14
2	Características químicas de las fuentes de abono orgánico utilizadas en el experimento, en la aldea San Antonio Miramar, Moyuta, Jutiapa	16
3	Niveles de nitrógeno, estiércol bovino y pulpa de café, evaluados en el rendimiento de grano de maíz, en Moyuta, Jutiapa	20
4	Métodos para la cuantificación de N, P, K, Ca y Mg en la planta de maíz	23
5	Análisis de varianza para el rendimiento de grano de maíz en kg/ha, obtenido al aplicar 3 niveles de abono orgánico y cinco niveles de nitrógeno de compensación	27
6	Comparación de medias del rendimiento de grano de maíz en kg/ha a un 0.05 de significancia al aplicar 3 niveles de abono orgánico y cinco niveles de nitrógeno	28
7	Análisis económico del rendimiento de grano de maíz en kg/ha, mediante la aplicación de abono orgánico y nitrógeno de compensación en San Antonio Miramar, Moyuta, Jutiapa	35
8	Acumulación de N, P, K, Ca y Mg en kg/ha, en la planta de maíz a los 30, 50 y 70 días después de la siembra, mediante la aplicación de tres niveles de abono orgánico y cinco niveles de nitrógeno de compensación	38
9	Análisis de varianza de la acumulación de N, P, K, Ca y Mg en la planta de maíz a los 30, 50 y 70 días después de la siembra debido al efecto del abono orgánico y niveles de nitrógeno de compensación	40

10	Incremento de N, P, K, Ca y Mg acumulado en kg/ha y % a los 30, 50 y 70 días después de la siembra, por efecto de la aplicación del abono orgánico y nitrógeno de compensación	42
11A	Rendimiento de grano de maíz en kg/ha, de cada repetición al 14% de humedad, mediante la aplicación de estiércol bovino, pulpa de café y nitrógeno de compensación	50
12A	Rendimiento de materia seca en kg/ha a los 30, 50 y 70 días después de la siembra de la planta de maíz	51
13A	Concentración (%) de N, P, K, Ca y Mg a los 30, 50 y 70 días después de la siembra en la planta de maíz	52

v

EVALUACION DE TRES NIVELES DE ABONO ORGANICO CON
APLICACION DE CINCO NIVELES DE NITROGENO DE
COMPENSACION, EN EL RENDIMIENTO DE GRANO DE MAIZ
(Zea mays L.) EN MOYUTA, JUTIAPA

EVALUATION OF THREE LEVELS OF ORGANIC MATTER,
WITH APPLICATION OF FIVE NITROGEN LEVELS OF
COMPENSTION, ON YIELD OF GRAIN CORN
(Zea mays L.) IN MOYUTA, JUTIAPA

R E S U M E N

El presente trabajo de investigación, se realizó en la aldea San Antonio Miramar, Moyuta, Jutiapa, de mayo a noviembre de 1990; con la finalidad de evaluar tres niveles de abono orgánico y cinco niveles de nitrógeno de compensación, en el rendimiento de grano de maíz.

Entre los materiales experimentales se utilizaron: 5 y 10 ton/ha de pulpa de café, 5 ton/ha de estiércol bovino, y los niveles de nitrógeno de compensación 0, 50, 100, 150 y 200 kg/ha, en el cultivo de maíz H5. La pulpa de café, tenía una relación C:N de 24:1, y el estiércol bovino 45:1, propiedades muy importantes en la mineralización de los abonos orgánicos por parte de los microorganismos y aporte de nutrimentos al cultivo.

Se utilizó un diseño experimental de bloques al azar con arreglo combinatorio de 3 x 5 con tres repeticiones. Las variables evaluadas fueron: Rendimiento de grano de maíz en kg/ha; y la acumulación de N, P, K, Ca y Mg en kg/ha, a los 30, 50 y 70 días después de la siembra.

Se concluye que, el mayor rendimiento de grano de maíz fue de 4587 kg/ha, y la mayor relación beneficio/costo fue de 1.91; ésto se obtiene con la aplicación de 10 ton/ha de pulpa de café y 100 kg/ha de nitrógeno de compensación; y que la planta de maíz acumula del 90 - 100% de N, P, K, desde el momento de la siembra hasta los 50 días, mientras que de Ca y Mg aún se acumula casi el 50% después de la floración. Por lo tanto, en condiciones similares a donde se desarrolló la investigación, se recomienda aplicar 10 ton/ha de pulpa de café con 100 kg/ha de nitrógeno; y que al incorporar abono orgánico al suelo con una relación C:N mayor de 20:1, agregar nitrógeno de compensación, para que se de la mineralización y aporte de nutrimentos al cultivo.

1. INTRODUCCION

La población rural guatemalteca, se dedica en su mayoría a la siembra de cultivos de subsistencia, como, el maíz, frijol y arroz. Sin embargo, el mayor problema es el bajo rendimiento en sus cultivos, a consecuencia de no poner en práctica adecuadas técnicas que incrementen el mismo, y de esta manera hacerle frente a la situación tan difícil que se está dando.

Entre algunas de las medidas que pueden ponerse en práctica y que ayudan en parte a solventar el problema, tenemos por ejemplo el uso de semillas certificadas, control de malezas, plagas y enfermedades en su momento oportuno, y un correcto uso de los fertilizantes. La combinación de algunos factores mencionados, va a incidir en el aumento de la producción.

Tomando en cuenta, que el uso de materia orgánica tiene gran influencia en la agricultura y que está al alcance del agricultor; además, se sabe que el costo de los fertilizantes químicos en los últimos años ha aumentado, son motivos suficientes para investigar y hacer un uso racional del recurso, minimizando de esta manera su empleo inadecuado en el cultivo de maíz.

En el presente trabajo, se evaluó, el comportamiento de dos niveles de pulpa de café, un nivel de estiércol bovino con cinco niveles de nitrógeno de compensación, en el rendimiento de grano

de maíz. Además, determinar la cantidad de N, P, K, Ca y Mg que se acumula en la planta de maíz a los 30, 50 y 70 días después de la siembra.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El departamento de Jutiapa, ha sido uno de los productores principales de maíz a nivel nacional, sin embargo, en los últimos años el rendimiento de grano ha decrecido, ésto es debido a que no se tienen programas adecuados de fertilización. Además, en Moyuta, se desperdician anualmente, cerca de 800 toneladas de pulpa de café y gran cantidad de estiércol bovino, materiales que incorporándoles al suelo y agregándoles pequeñas cantidades de nitrógeno, puede obtenerse buenos resultados, tanto del cultivo, así como en las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo. Sin embargo, no existe ningún estudio que refleje la utilización de los mismos, por lo que, el objetivo de este trabajo fue evaluar la pulpa de café, el estiércol bovino, con cinco niveles de nitrógeno de compensación, en el rendimiento de grano de maíz.

3. MARCO TEORICO

3.1 MARCO CONCEPTUAL

3.1.1 Antecedentes de fertilización:

Barreda (1), apunta que, "que el uso de los fertilizantes inorgánicos, sin haber realizado un análisis de suelo y sin tomar en cuenta los requerimientos del cultivo, puede causar un desbalance nutrimental en el mismo". Los suelos de Guatemala, en su mayoría han sido trabajados por cientos de años en forma primitiva, lo que ha causado el deterioro de los mismos, y como consecuencia de ello, los rendimientos son bajos. Deberá fomentarse el manejo correcto del suelo, especialmente la incorporación de materia orgánica, multiplicándose con ello la flora microbiana, adicionándose además, cantidades de compuestos minerales útiles a las plantas.

Carbajal (7), dice: La utilización de abonos orgánicos, es una de las primeras tecnologías empleadas por el hombre, ya que desde tiempos muy primitivos se han incorporado los desperdicios agrícolas para mejorar la calidad del suelo.

3.1.2 La materia orgánica y su residualidad:

Una aplicación de estiércol por lo regular muestra un efecto positivo sobre el rendimiento de un cultivo por varios años. Estos efectos benéficos están distribuidos en un período de tiempo más prolongado que el efecto de los fertilizantes qui-

nicos²(22). Edmond (14), dice: que los fosfatos solubles en ácidos o en agua, dejan el más valioso efecto residual, o sea alrededor de 2/3 de la cantidad de nutrimentos después de un año, 1/3 después de dos años cultivando el mismo terreno, y 1/6 después del tercer año de cultivo.

El nitrógeno aplicado en forma comercial como nitrato, amonio o amida, casi no deja residuo directo, dado que aproximadamente la mitad es absorbido por las plantas, el restante se pierde por lixiviación o volatilización. Si el estiércol que se aplica contiene nitrógeno, su residualidad permite ser aprovechada por los cultivos subsiguientes.

3.1.3 Descomposición de la materia orgánica:

Carvajal (7), dice: entre los factores que afectan la velocidad de descomposición de la materia orgánica, están: la temperatura del suelo, la aireación, la humedad, la reacción del suelo, y la composición química inicial de la materia orgánica. Los materiales orgánicos suministran nutrimentos para la mayoría de los microorganismos del suelo, éstos proveen energía para la descomposición de la materia orgánica (14)

Los hongos y las bacterias son los más activos para la mineralización de la materia orgánica, además son ayudados por algas, lombrices de tierra, insectos y nemátodos. Las bacterias y hongos trabajan en suelos húmedos a temperaturas de 35°C con un pH cercano al neutro. Los hongos toleran condiciones ácidas y

sequías, mejor que la mayoría de las bacterias, pero éstas son más activas para descomponer tejidos vegetales que los hongos (13). Aunque los mismos nutrimentos que necesitan las plantas, parecen ser necesitados por los microorganismos que descomponen la materia orgánica, la concentración de nitrógeno es la que más controla la velocidad de descomposición de la materia orgánica, ya que el nitrógeno es utilizado para formar proteínas en nuevas poblaciones de bacterias y hongos (20).

3.1.4 Relación CARBONO : NITROGENO:

Marín (20), menciona que, interesa averiguar la relación C:N, porque en la descomposición de la materia orgánica, las bacterias utilizan el carbono como fuente de energía y el nitrógeno para formar sus nuevas células. Por lo tanto, se necesita más carbono que nitrógeno. Los residuos vegetales y animales con una relación C:N de 20:1 o menores, aportan nitrógeno suficiente para suministrarle a los microorganismos, así como a las plantas. Residuos con una relación C:N de 20:1 suministran nitrógeno suficiente para la descomposición, pero no lo suficiente para ser utilizado por las plantas. Residuos con una relación C:N mayores de 30:1 se descomponen lentamente porque carecen de nitrógeno suficiente para ser utilizado por los microorganismos para su reproducción, esto provoca el uso de nitrógeno del suelo. Si las condiciones ambientales son favorables, la velocidad de descomposición de los residuos es máxima durante las dos primeras semanas después de incorporada al suelo (13).

Cuando la materia orgánica se incorpora al suelo, su relación C:N es comúnmente bastante amplia. A medida que la descomposición se lleva a cabo, se liberan cantidades relativamente grandes de dióxido de carbono, y se forman cantidades relativamente pequeñas de nitrógeno amoniacal y de nitrógeno nítrico. La descomposición continúa hasta que la relación C:N es más estrecha, con promedio de 10:1, dando por resultado proporciones paralelas de carbono y de nitrógeno (14).

3.1.5 Nitrógeno del suelo:

Donahue (13), apunta que el nitrógeno es el elemento más crítico en el crecimiento de las plantas. Es un constituyente de las proteínas, clorofila, ácidos nucleicos y otras sustancias de las plantas. Un suministro adecuado de nitrógeno produce paredes celulares más delgadas, originando plantas más delicadas y suculentas, significando plantas mejor desarrolladas y por ende mayor producción.

Edmond (14), apunta que, la mayor fuente de N en el suelo es la materia orgánica. Si la materia orgánica del suelo contiene aproximadamente 5%, solo crece de 2.5 - 3% del total es liberado anualmente por descomposición y ésta será más rápida en aquellos suelos cálidos y de color oscuro. La baja producción es frecuente, debido a una deficiencia de nitrógeno, sin embargo, esto no es debido a una falta total de nitrógeno en el suelo, sino de una falta total de nitrógeno suficiente que pueda ser utilizado por las plantas. El nitrógeno es un nutrimento dife-

rente a los otros elementos esenciales, puede ser utilizado por las plantas en forma de amonio (NH_4^+) y nitrato (NO_3^-).

3.1.6 Estiercol Bovino:

Scharrer (25), menciona que, el estiercol es el abono doméstico de mayor importancia. Se compone de excreciones sólidas y líquidas que contienen compuestos de NPK; la orina es más pobre en ácido fosfórico y contiene solamente N y K. El estiercol más importante es el bovino por el contenido de agua que posee y a medida que la temperatura va siendo mayor en el suelo, se va logrando una descomposición rápida. La adición de sustancias orgánicas suple en parte los nutrimentos al suelo, el estiercol en todas sus formas, es el tipo de fertilizante más antiguo que se conoce; la razón de aplicar estos materiales se basa en que éstos devuelven al suelo, los nutrimentos que el cultivo ha extraído (27).

Gudiel (18), dice que, para que la aportación del estiercol sea más efectiva, éste deberá tener aproximadamente 4 meses de descomposición, pues de lo contrario, pueden dañarse las plantas por el proceso de descomposición, nunca deberá aplicarse estiercol fresco al suelo, porque elimina ácidos dañinos y los nutrientes no están disponibles hasta que la descomposición haya tenido lugar. Por su parte Barreda (1), apunta que es necesario que el estiercol se aplique descompuesto, y de ser posible con anticipación para que ocurra la fijación del nitrógeno mediante los procesos de la descomposición de la materia or-

gánica por microorganismos. Gruneberg (17), menciona que, entre las diversas clases de cereales, el maíz es el que aprovecha en mayor cantidad el estiércol como abono. Se ha considerado como ideal para el maíz, debido a que la mayor extracción de nutrientes la efectúa esta planta en periodos de pleno crecimiento, y el estiércol va suministrando lentamente los elementos nutritivos, llegando a tener mayor acción en la época precisa de su utilización. Según datos tomados de algunas fuentes, indican que el contenido de los principales elementos en % del estiércol bovino es el siguiente: N (2-8); P(0.2-1); K (1-3); Mg(1-5); Na(1-3) (13, 14).

3.1.7 La pulpa de café utilizada como abono orgánico:

La pulpa de café es un material bastante estable, compuesta de sustancias complejas de tipo lignocelulósico, minerales y de compuestos nitrogenados. Se incorpora fácilmente al suelo, no solo adiciona nutrientes, sino que mejora características físicas, tales como: capacidad de retención de agua, nutrientes, capacidad de intercambio de iones, porosidad y estructura, y una mejor utilización de los fertilizantes inorgánicos cuando éstos se adicionan (5). Desde el punto de vista técnico, se puede lograr una descomposición acelerada de la pulpa de café, en periodos que dependen de las condiciones ambientales, el estado de la pulpa, su grado de compactación, etc. Sin embargo, Bréssani (5), afirma que en seis semanas puede obtenerse una pulpa que se ha descompuesto aeróbicamente y que puede almacenarse para que alcance su compleja estabilización en dos o tres

meses.

Según Carbajal (7), en Costa Rica, el contenido de nitrógeno de la pulpa de café es tres veces mayor al del compost preparado de estiercol, y además contiene de dos a siete veces más potasio. Resulta también muy conveniente combinar la fertilización química con la orgánica cada dos o tres años, este sistema tiene la ventaja de evitar que el pH del suelo, se baje por efecto de las sales químicas que se le aplican y asegura una ampliación del período de disponibilidad de los nutrientes para las plantas (9).

El abono orgánico hecho a partir de la pulpa de café, es excepcionalmente bueno, ya que su contenido de nitrógeno es relativamente alto. Entre los minerales que aporta, tiene especial interés el potasio y lo que más importa desde luego, es su acción sobre el suelo, que permite reducir la proporción de abono químico necesario (23). Según Bressani (5), la composición química de la pulpa de café es la siguiente: materia orgánica (86.5 - 88.5%); P (0.10%); K (3.03%); Ca (0.25%); Mg (0.05%); N (1.25 - 2.68%); proteína (8 - 20%).

3.1.8 Análisis de tejido vegetal:

Bowen (4), dice que las técnicas de diagnóstico, incluyendo la identificación de síntomas de deficiencia y el análisis de suelo y planta, constituyen una ayuda para determinar el momento necesario del abonado.

Howeler (19), afirma que el análisis foliar es un método para diagnosticar el estado nutricional de la planta, midiendo el contenido total del nutrimento. Mientras que el análisis de suelo determina el contenido del nutrimento disponible para la planta. Carvajal (7), indica que los datos obtenidos del análisis foliar reflejan una correspondencia de la capacidad de suministro del nutrimento por parte del suelo con la influencia de factores externos. Estrada (15), afirma que la composición química de la hoja ha sido ampliamente usada como un índice para determinar el estado nutricional de la planta. Sin embargo, el éxito del diagnóstico depende de la correcta comprensión de las necesidades de la planta, del suelo y de la interpretación de datos.

3.1.9 Factores a considerar para el muestreo:

Bowen (4), menciona que: para el muestreo de la planta se deben tomar en cuenta varios factores: parte de la planta a muestrear, frecuencia de muestreo, parte del campo a muestrear, conocer los niveles de cada elemento. Además, se recomienda adoptar una hora standard, ya que el nivel de algunos elementos en los tejidos de la planta, como: N y K fluctúan con el contenido de humedad de los mismos. Si se toman las muestras en la tarde, cuando la humedad de los tejidos es menor y se usa un nivel crítico, derivado de muestras tomadas en la mañana, se comete un error en la interpretación de la información. Por lo tanto, realizar el muestreo en la mañana y preferiblemente dos o tres horas después de haber salido el sol, ya que los niveles

de nitrógeno y potasio fluctúan con la humedad de los tejidos, por la tarde la humedad de los mismos es baja.

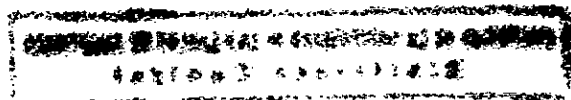
En maíz, Jones citado por Howeler (19), recomienda analizar en la parte central de la planta, todas las hojas hasta el nudo de la mazorca, entre el espigamiento y la formación del cabello. Chapman, citado por Estrada (15), toma para su muestreo la hoja de la mazorca en el estado de iniciación del cabello para los análisis de N, P, K, Ca y Mg.

3.1.10 Tamaño de la muestra a analizar:

Muñoz (23), indica que la magnitud de la muestra de tejido vegetal necesaria para los análisis, está determinada por: la finura de la molienda, la concentración del elemento en la planta y la sencibilidad del elemento a determinar. En cuanto al tamaño de la muestra, la cantidad que se utiliza es de 0.5 - 1.0 gramo, tamizado a 20 mallas para la determinación de los elementos de interés.

3.1.11 Antecedentes de investigación:

Del Valle (11), en un experimento hecho en Monjas, Jalapa, indica que el tratamiento que aportó el mejor resultado, es el que estuvo conformado por la dosis 29-29-5 kg de N, P y K respectivamente, que incluyó a 64 kg de urea, 64 kg de triplesuperfosfato y 10 kg de cloruro de potasio. El rendimiento que se obtuvo fue de 3882 kg/ha de grano de maíz. Según Marroquín (21), la producción más alta de grano de maíz, fue de 4817.67



kg/ha, aplicando 60, 90 y 135 kg/ha de N, P, K respectivamente. Para obtener un rendimiento de grano de 5130 kg/ha se necesitan 182, 68 y 195 kg/ha de N, P, K respectivamente (18).

3.2 MARCO REFERENCIAL

3.2.1 Localización del sitio experimental:

Este trabajo se realizó en la aldea San Antonio Miramar, Moyuta, Jutiapa. Está ubicada entre los paralelos Latitud Norte 13 58'35" y Longitud Oeste 90 08'15", a una altura de 600 msnm, dista de la capital a 140 km.

3.2.2 Clima:

Según De La Cruz (10), esta área está clasificada como: bosque húmedo subtropical cálido bh-S(c), con una temperatura promedio de 25°C; precipitación anual media de 1500 mm/año, distribuidos en 110 días de lluvia, y con una humedad relativa media del 75%.

3.2.3 Aspecto suelo:

Según Simons, Tárano y Pinto (26), el área donde se desarrolló el experimento, pertenece a la serie de suelos Moyuta, entre sus principales características están: suelos desarrollados sobre materiales volcánicos mezclados y de color oscuro. En el cuadro 1, aparecen los resultados del suelo donde se desarrolló la investigación.

CUADRO 1.- Propiedades físicas y químicas del area experimental de la serie de suelos Moyuta, Aldea San Antonio Miramar, Moyuta, Jutiapa.

DETERMINACION	PROFUNDIDAD 0-030 Cm
Materia Organica (%)	6.00
P disponible	4.90
K disponible	1.80
Ca disponible	130.0
Mg disponible	5.83
Ca/Mg	1.70
Ca+Mg	4:1
-----	22.80
K	
Arena (%)	15.58
Limo (%)	23.29
Arcilla (%)	61.13
Clase textural	Arcillosa

FUENTE: Laboratorio de suelos de la FAUSAC

De acuerdo a los niveles críticos de P y K establecidos por el programa de nutrición vegetal del ICTA, el valor de P se encuentra por debajo del nivel crítico, por lo cual fue necesaria la aplicación de 100 kg/ha al suelo. El k se encuentra cerca del límite crítico que es 120 ppm, sin embargo, para evitar cualquier deficiencia o limitación en el desarrollo normal del cultivo, se aplicó 50 kg/ha del mismo. Se observa un aceptable contenido de materia orgánica; el pH presenta un valor ligeramente ácido. Las relaciones Ca/Mg y $\frac{Ca+Mg}{K}$ presentan un valor aceptable.

El suelo tiene 61% de arcilla, lo que indica que posee una textura pesada, por lo cual, con la incorporación de materia orgánica se puede mejorar la aireación, porosidad, así como para que exista una mayor movilidad de nutrimentos dentro del suelo y que las plantas los puedan extraer con mayor facilidad.

3.2.4 Características del material experimental:

A. Maíz híbrido H5:

Híbrido de grano blanco semi-dentado, planta con una altura de 2.10 metros desde la base del tallo hasta la espiga, buen desarrollo radicular lo que la hace resistente al acame. El porcentaje de desgrano de este híbrido de ciclo intermedio es alto. La cosecha varía entre 100 - 110 días a la cosecha, puede obtenerse un rendimiento de 70 100 quintales por manzana bajo buenas condiciones de manejo, su adaptabilidad es de 0 - 4,000 pies sobre el nivel del mar.

B. Características de las fuentes de abono orgánico:

En el cuadro 2, se presentan las características químicas de pulpa de café y el estiércol bovino, materiales utilizados en el rendimiento de grano de maíz, en San Antonio Miramar, Moyuta, Jutiapa.

CUADRO 2.- Características químicas de las fuentes de abono orgánico utilizadas en el experimento, en la aldea San Antonio Miramar, Moyuta, Jutiapa.

	Abono orgánico	Pulpa de café	Estiercol bovino
%			
P		0.03	0.10
K		1.42	0.40
Ca		0.28	0.46
Mg		0.14	0.22
N		2.11	1.11
C.O.		50.75	49.62
M.O.		87.50	85.55
C:N		24:1	45:1

FUENTE: Laboratorio de suelos de la FAUSAC.

Estos materiales fueron incorporados al suelo 5 meses después de su recolección, se prepararon en forma de abonera aérea, removiéndolo cada 15 días y aplicando agua cuando era necesario. La pulpa de café muestra valores de N y K superiores al del estiercol bovino, además, la relación C:N es más estrecha en la pulpa de café que en el estiercol bovino, esto indica que existe mayor mineralización, y por ende, existirá mayor aportación de nutrimentos al cultivo.

4. O B J E T I V O S

- 4.1 Comparar el rendimiento de grano de maíz (Zea mays L.), que se obtiene al aplicar tres niveles de abono orgánico con cinco niveles de nitrógeno de compensación.

- 4.2 Determinar la acumulación de N, P, K, Ca y Mg, en la planta de maíz, a los 30, 50 y 70 días después de la siembra.

- 4.3 Determinar mediante un análisis económico, el ó los tratamientos que presenten la mayor relación beneficio/costo.

5. HIPOTESIS

5.1 La aplicación de tres niveles de abono orgánico con cinco niveles de nitrógeno de compensación, no produce diferencias significativas en el rendimiento de grano de maíz (Zea mays L.).

5.2 La acumulación de N, P, K, Ca y Mg, en la planta de maíz (Zea mays L.), será estadísticamente igual a los 30, 50 y 70 días después de la siembra.

6. METODOLOGIA

6.1 DISEÑO EXPERIMENTAL

Para darle respuesta a los objetivos planteados en el trabajo, se utilizó el diseño experimental de bloques al azar con arreglo factorial 3 x 5 con tres repeticiones, el tamaño de las unidades experimentales es el siguiente:

Area de la parcela bruta	=	27	m ²
Area de la parcela neta	=	11.88	m ²
Area total experimental	=	1858	m ²

6.2 TRATAMIENTOS EVALUADOS

En el cuadro 3, aparecen detalladamente los 15 tratamientos evaluados. Los diferentes niveles de nitrógeno de compensación están expresados en kg/ha; y en ton/ha los niveles de abono orgánico.

CUADRO 3. Niveles de nitrógeno, estiércol bovino y pulpa de café, evaluados en el rendimiento de grano de maíz, en Moyuta, Jutiapa.

TRATAMIENTO	NITROGENO en Kg/ha	ESTIERCOL Bovino en ton/ha	Pulpa de café en ton/ha
1	0	5	0
2	50	5	0
3	100	5	0
4	150	5	0
5	200	5	0
6	0	0	5
7	50	0	5
8	100	0	5
9	150	0	5
10	200	0	5
11	0	0	10
12	50	0	10
13	100	0	10
14	150	0	10
15	200	0	10

6.3 MANEJO DEL EXPERIMENTO

15 días antes de la siembra, se preparó el terreno destinado para realizar el ensayo, esto se hizo mediante un arado halado por bueyes y a una profundidad de 25 cm.

Los materiales orgánicos, el P y el K se aplicaron en su totalidad al momento de la siembra. La aplicación de nitrógeno se hizo en dos periodos: el 50% al momento de la siembra y el restante 50% al inicio de la floración.

La siembra se realizó a una distancia entre surcos de 90 cm y

entre posturas a 40 cm, se colocaron dos granos, a los 35 días de la siembra y la segunda a los 60 días de la misma. Ambas limpiezas se hicieron manualmente.

No se efectuó control de plagas y enfermedades, ya que no se presentaron.

A los 90 días de la siembra, se realizó la dobla de la milpa; la cosecha se realizó en el mes de noviembre; no se cosecharon los dos surcos laterales, así como también dos posturas de cada cabecera de los surcos centrales.

El ensayo se realizó desde finales del mes de mayo, hasta el mes de noviembre de 1990.

6.4 VARIABLES RESPUESTA

6.4.1 Rendimiento de grano de maíz:

Se realizó la cosecha de cada unidad experimental, la cantidad fue expresada en kg/ha. El contenido de humedad fue de 14%.

6.4.2 Acumulación de N, P, K, Ca y Mg en la planta de maíz:

Se realizaron tres muestreos, a los 30, 50 y 70 días después de la siembra. La cantidad de los elementos fue expresada en kg/ha.

6.5 ANALISIS DE LA PLANTA DE MAIZ

Se recolectaron plantas completas de cada unidad experimental y de cada repetición, se determinó materia seca, luego la concentración de N, P, K, Ca y Mg, y posteriormente la cantidad acumulada de dichos elementos.

Las muestras se secaron en un horno de convección forzada a 65°C por 48 horas, luego se molieron y tamizaron a 20 mallas en un molino wylle de acero inoxidable. Para cuantificar la cantidad de P, K, Ca y Mg, se incineró 0.5 g de materia vegetal en mufla a 500 C por tres horas, recuperándolo con una solución de HCl 1N para efectuar el análisis.

Para el caso del nitrógeno, se pesó 0.25 g de materia vegetal para la digestión húmeda en microkjeldahl, se destiló y tituló.

En el cuadro 4, se detalla el método de cuantificación de N, P, K, Ca y Mg.

Cuadro 4. Metodos para la cuantificacion de N,P,K, Ca y Mg en la planta de maiz (12).

Determinacion de	Metodo
Nitrogeno (N)	Microkjeldahl
Fosforo (P)	Colorimetro
Potasio, Calcio y	Espectofotometro
Magnesio (K, Ca, Mg)	de absorcion atomica.

6.6 ANALISIS ESTADISTICO

6.6.1 Se realizo análisis de varianza para:

A. Rendimiento de grano de maiz:

El modelo estadístico utilizado es:

$$Y_{ijk} = M + A_i + B_j + AB_{ij} + R_k + E_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} = Variable respuesta

M = Media general

A_i = Efecto del i ...ésimo nivel de abono orgánico

B_j = Efecto del j ...ésimo nivel de nitrógeno

AB_{ij} = Interacción entre el nivel de abono orgánico y niveles de nitrógeno .

R_k = Efecto del k ...ésimo bloque

E_{ijk} = Error experimental

B. Acumulación de N, P, K, Ca y Mg:

Para conocer el efecto de la aplicación de los niveles de abono orgánico y niveles de nitrógeno, en la acumulación de N, P, K, Ca y Mg, de la planta de maíz, se utilizó el modelo estadístico siguiente:

$$Y_{ijk} = M + A_i + B_j + R_k + E_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} = Variable respuesta

M = Media general

A_i = Efecto del i ...ésimo nivel de abono orgánico

B_j = Efecto del j ...ésimo nivel de nitrógeno

R_k = Efecto de la k ...ésima edad fenológica de la planta de maíz

E_{ijk} = Error experimental

6.6.2 Comparación múltiple de medias:

Se llevó a cabo por medio del estadístico de Tukey a un 0.05 de significancia para las variables: rendimiento de grano de maíz, acumulación de N, P, K, Ca y Mg a los 30, 50 y 70 días después de la siembra.

6.6.3 Análisis de regresión:

Para una mejor interpretación de los resultados, se utilizó el modelo de regresión cuadrática para: el rendimiento de grano. Esto sirvió de base para determinar la dosis óptima de nitrógeno en cada fuente de abono orgánico.

6.7 ANALISIS ECONOMICO

En base al análisis de regresión de cada fuente de abono orgánico, se determinó la Dosis Optima Fisiológica (DOF) de nitrógeno de compensación y se calculó la relación beneficio/costo.

7. RESULTADOS Y DISCUSION

A continuación se presentan los resultados obtenidos en la presente investigación: Rendimiento de grano de maíz en kg/ha; acumulación de N, P, K, Ca y Mg en kg/ha, en la planta de maíz, a los 30, 50 y 70 días después de la siembra.

7.1 RENDIMIENTO DE GRANO

En el cuadro 5, se presenta el análisis de varianza del rendimiento de grano de maíz en kg/ha, obtenido mediante la aplicación de tres niveles de abono orgánico y cinco niveles de nitrógeno de compensación.

Cuadro 5. Analisis de varianza para el rendimiento de grano de maiz en Kg/ha, obtenido al aplicar tres niveles de abono organico y cinco niveles de nitrogeno de compensacion.

Fuente de Variacion	Grados de libertad	Cuadrado medio	F Calculada
bloque	2		
abono organico	2	883546	16.82* *
Nivel de nitrogeno	4	1704088	32.44* *
abono organico X Nitrogeno	8	252328	4.8*
Error	28		
Total	44		

C.V.=6.24%

* * significa a un 5%

A. Comparación de medias del rendimiento de grano de maíz:

Con el propósito de determinar el efecto de las fuentes de abono orgánico y los niveles de nitrógeno de compensación, se realizó la prueba múltiple de medias, utilizando el estadístico de Tukey al 5% de significancia. En el cuadro 6, puede apreciarse dicho resultado.

En el cuadro 6, se presenta la comparación de medias del rendimiento de grano de maíz, mediante la utilización de pulpa de café, estiércol bovino y cinco niveles de nitrógeno de compensación.

Cuadro 6. Comparación de medias del rendimiento de grano de maíz en kg/ha, a un 0.05 de significancia al aplicar tres niveles de abono orgánico y cinco niveles de nitrógeno.

Niveles de abono orgánico en ton/ha	Niveles de nitrógeno en Kg/ha					Media de abono orgánico
	0	50	100	150	200	
5 ton/ha de estiércol bovino	2946 e	3703 b	3900 b	3872 b	3865 b	3657 b
5 ton/ha de pulpa de café	2974 e	3507 c	3713 b	3591 c	3423 c	3442 c
10 ton/ha de pulpa de café	3058 d	3519 c	4292 a	4882 a	3879 b	3926 a
Media de niveles de nitrógeno	2993 c	3576 b	3968 a	4115 a	3722 b	

.Medias con la misma letra son estadísticamente iguales.

Para la fuente de abono orgánico, pulpa de café con un nivel de 10 ton/ha se obtuvo el mayor rendimiento de grano, aplicando los niveles de 100 y 150 kg/ha de nitrógeno, obteniéndose 4292 y 4882 kg/ha de grano de maíz respectivamente. Cuando se aplica el nivel más alto de N, 200 kg/ha hubo un efecto detrimental en el rendimiento de grano del 15%. Cuando no se aplicó nitrógeno a la pulpa de café, el rendimiento de grano se redujo en un 33%, lo que demuestra que aunque dicho material orgánico tenga una relación C:N de 24:1, es necesario adicionar N de compensación para que se de la mineralización de la misma.

Al incorporar 5 ton/ha de pulpa de café, el rendimiento

más alto de grano de maíz, se obtuvo al adicionar 100 kg/ha de nitrógeno, siendo de 3713 kg/ha, o sea un 19% menos que el rendimiento obtenido en el ensayo. Además, cuando, se agrega 150 y 200 kg/ha de N, se dió un efecto detrimental en el rendimiento de grano; éste se reduce un 20% cuando a la fuente de abono orgánico no se le adiciona N de compensación.

Si se analiza el rendimiento de grano de maíz, obtenido con el estiercol bovino, éste es estadísticamente igual aplicando los niveles de N de compensación de 50, 100, 150 y 200 kg/ha, el promedio es de 3835 kg/ha, o sea un 16% menos que el obtenido en el ensayo. Cuando no se utilizó N de compensación en dicha fuente orgánica, el rendimiento fue de 2946 kg/ha, esto representa un 23% menos dentro de la misma fuente orgánica.

Por lo tanto, la incorporación de abono orgánico al suelo y la adición de N de compensación, es muy importante para la obtención de mejores rendimientos, ya que además, se mantiene un efecto residual por dos o tres años consecutivos, disminuyendo la aplicación de fertilizantes químicos.

Tomando en cuenta que el rendimiento de grano de maíz, es diferente aplicando los niveles de abono orgánico y niveles de nitrógeno de compensación, se rechaza la hipótesis planteada anteriormente.

B. Análisis de regresión:

En las figuras 1, 2, 3, se presentan las ecuaciones de regresión para cada fuente de abono orgánico, los respectivos niveles de nitrógeno de compensación, con el rendimiento de grano de maíz.

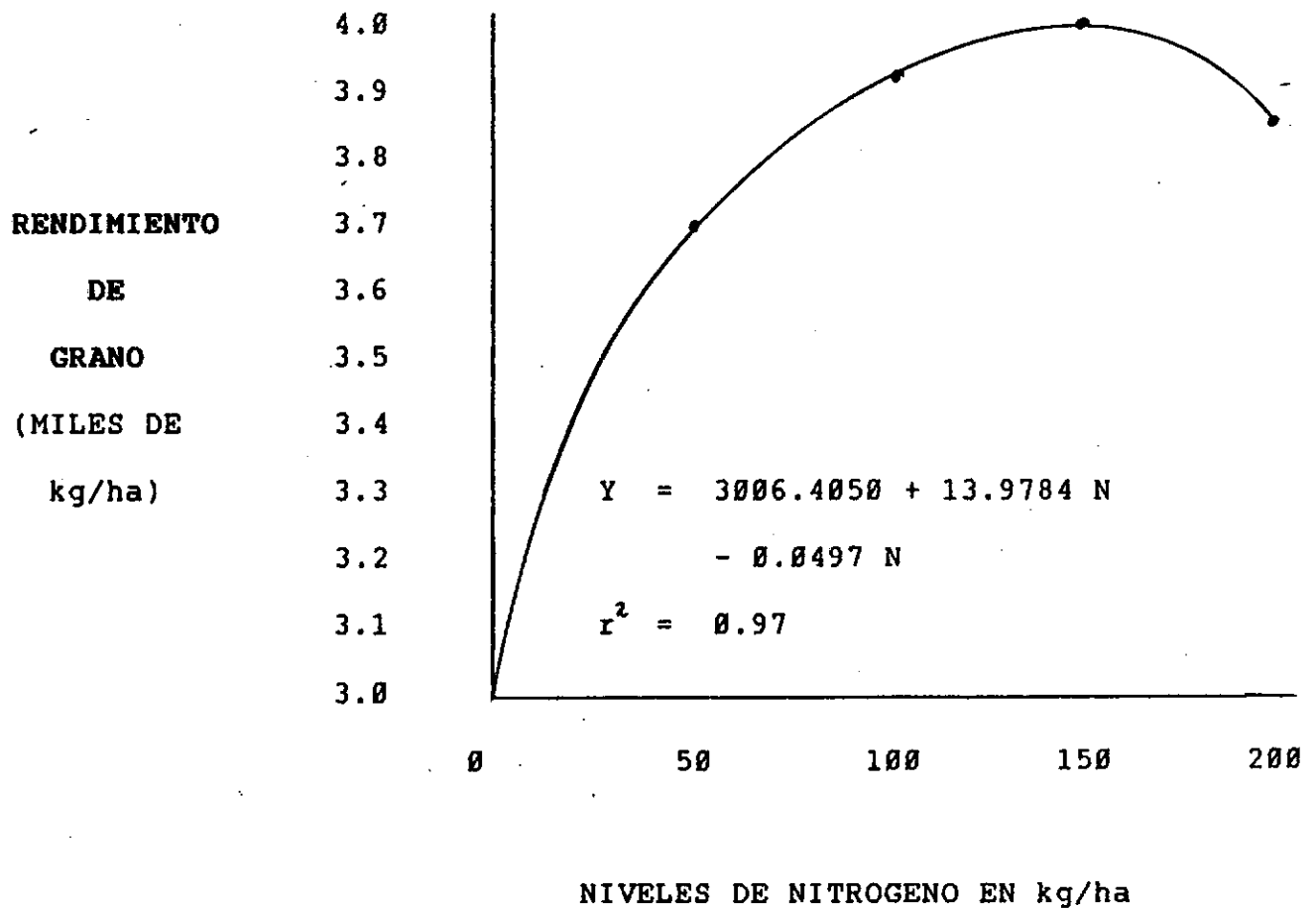


FIGURA 1. Efecto de la aplicación de 5 ton/ha de estiércol bovino y cinco niveles de nitrógeno de compensación, en el rendimiento de grano de maíz.

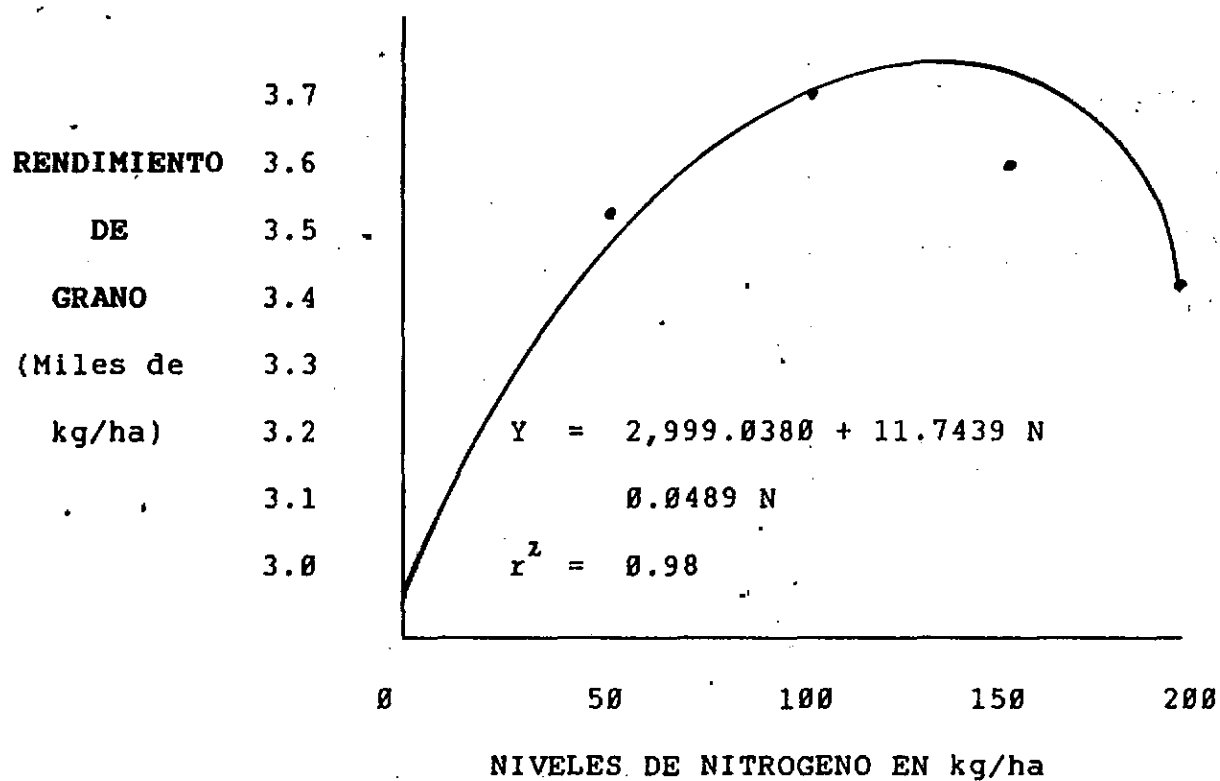


FIGURA 2. Efecto de la aplicación de 5 ton/ha de pulpa de café y cinco niveles de nitrógeno de compensación, en el rendimiento de maíz.

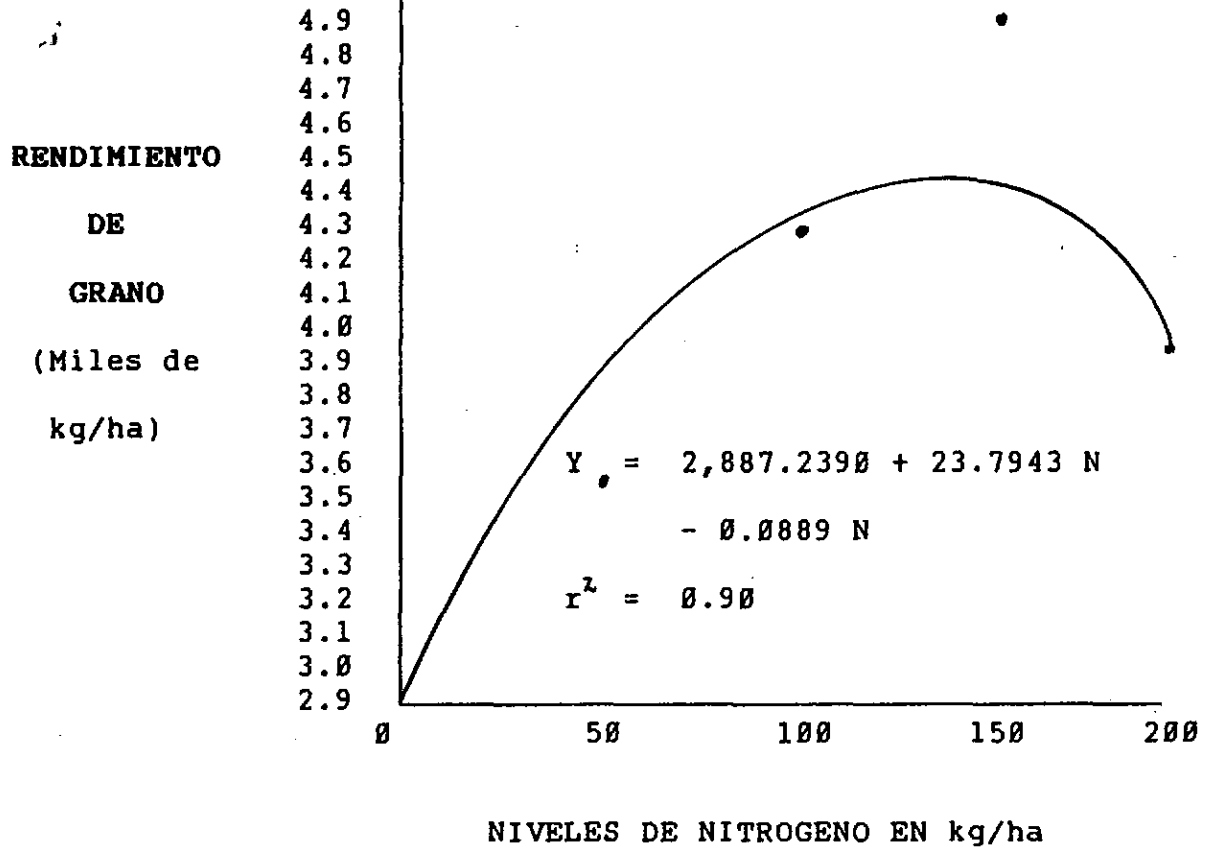


FIGURA 3. Efecto de la aplicación de 10 ton/ha de pulpa de café y cinco niveles de nitrógeno de compensación, en el rendimiento de grano de maíz.

Observando las figuras anteriores, se tiene que: aplicando 10 ton/ha de pulpa de café con 134 kg/ha de nitrógeno de compensación, se obtiene el rendimiento más alto de grano de maíz que es de 4479 kg/ha. Aplicando 5 ton/ha de pulpa de café y 120 kg/ha de nitrógeno de compensación, el rendimiento es de 3704 kg/ha grano de maíz. Mientras, que el rendimiento más alto de grano de maíz, utilizando 5 ton/ha de estiércol bovino, se alcanza con 140 kg/ha de N de compensación, dicho rendimiento es de 3989 kg/ha de grano.

C. Análisis económico:

En el cuadro 7 se presenta el análisis económico del rendimiento de grano de maíz, debido al efecto de la aplicación de tres niveles de abono orgánico y cinco niveles de nitrógeno de compensación.

El costo de producción de una hectárea de maíz en la aldea San Antonio Miramar, Moyuta, Jutiapa, asciende a un total de Q. 800.00. El valor de los insumos utilizados en el ensayo, es el siguiente:

1 kg de nitrógeno	=	Q.	2.47
1 kg de pulpa de café	=		0.03
1 kg de estiércol bovino	=		0.04
1 kg de maíz	=		0.88

Cuadro 7. Analisis economico del rendimiento de grano de maiz en kg/ha, mediante la aplicacion de abono organico y nitrogeno de compensacion, en San Antonio Miramar, Moyuta, Jutiapa.

Niveles de abono organico en ton/ha	Niveles de Nitrogeno en ton/ha	Rendimiento de grano en ton/ha	Ingreso Bruto en Q	Costo Variable en Q.	Ingreso Neto en Q.	Incremento Ingreso Neto en Q.	Relacion Ben./costo en Q.
5 ton/ha estiercol bovino	0	2946	2592.48	288.00	2392.48	-51.28	-0.26
5 ton/ha estiercol bovino	50	3835	3374.80	323.50	3051.3	687.54	1.88
5 ton/ha pulpa de cafe	0	2974	2617.12	158.00	2467.12	23.36	0.16
5 ton/ha pulpa de cafe	50	3587	3886.16	273.50	2812.66	368.98	1.35
5 ton/ha pulpa de cafe	100	3713	3267.44	397.00	2870.44	426.68	1.07
10 ton/ha pulpa de cafe	0	3858	2691.84	388.00	2391.84	-52.72	-0.18
10 ton/ha pulpa de cafe	50	3519	3896.72	423.50	2673.22	229.46	0.54
10 ton/ha pulpa de cafe	100	4587	4836.56	547.00	3489.56	1045.80	1.91
10 ton/ha pulpa de cafe	200	3879	3413.52	794.00	2619.52	175.76	0.22
Testigo	---	2777	2443.76	-----	2443.76	-----	-----

En base al análisis de regresión de las gráficas 1, 2, 3, se obtienen las siguientes dosis económicas para cada fuente de abono orgánico:

5 ton/ha de estiércol bovino	=	101 kg de N/ha
5 ton/ha de pulpa de café	=	80 kg de N/ha
10 ton/ha de pulpa de café	=	112 kg de N/ha

Como puede observarse en el cuadro anterior, la mayor relación beneficio/costo fue de 1.91, ésta se obtiene cuando se aplica al cultivo de maíz, los niveles de 10 ton/ha de pulpa de café con 100 kg/ha de nitrógeno de compensación, el rendimiento es de 4587 kg/ha de grano de maíz.

Esto es válido en condiciones similares donde se desarrolló el experimento, y utilizando materiales como los descritos anteriormente.

7.2 ACUMULACION DE N, P, K, CA Y MG EN LA PLANTA DE MAIZ

En el cuadro 8, se presenta la cantidad acumulada en kg/ha de N, P, K, Ca y Mg en la planta de maíz, a los 30, 50 y 70 días después de la siembra.

Cuadro 8. Acumulacion de NP,K,Ca y Mg en kg/ha, en la planta de maiz, a los 30,50, y 70 días despues de la siembra, median te la aplicacion de tres niveles de abono organico y cinco niveles de nitrogeno de compensacion.

DDS	30					50					70				
	N	P	K	Ca	Mg	N	P	K	Ca	Mg	N	P	K	Ca	Mg
5 ton/ha estiercol y 0 Kg N	9.12	0.97	13.83	1.12	0.63	79.13	14.13	112.15	13.57	9.61	72.31	10.45	83.10	21.58	12.41
5 ton/ha estiercol y 50 Kg N	21.32	2.18	33.53	2.73	1.48	94.15	13.48	125.05	15.94	9.44	103.97	15.61	147.49	32.24	18.13
5 ton/ha estiercol y 100 Kg N	25.43	2.44	33.64	2.40	1.27	103.57	15.16	156.79	18.60	11.59	104.05	15.97	122.92	27.38	14.91
5 ton/ha estiercol y 150 Kg N	27.28	3.09	38.91	3.60	1.77	122.40	17.85	170.00	18.70	13.77	102.50	17.64	132.96	27.85	21.35
5 ton/ha estiercol y 200 Kg N	27.19	2.50	32.91	4.47	1.65	69.14	9.12	107.79	11.81	7.00	93.40	13.12	118.02	23.53	15.75
5 ton/ha pulpa y 0 Kg N	13.44	1.80	26.81	3.07	1.47	74.80	9.47	102.96	12.25	9.80	83.91	9.04	96.47	27.13	11.76
5 ton/ha pulpa y 50 kg N	34.72	3.75	50.94	5.70	2.31	104.84	18.27	153.76	23.83	15.25	100.77	16.29	139.86	30.40	19.76
5 ton/ha pulpa y 100 Kg N	30.23	3.00	42.92	4.04	1.67	100.69	16.34	149.64	15.30	9.46	125.68	14.20	126.50	30.60	18.57
5 ton/ha pulpa y 150 Kg N	31.58	3.05	44.61	4.11	1.85	140.32	22.26	173.03	34.53	12.90	129.11	15.00	151.45	43.45	20.48
5 ton/ha pulpa y 200 Kg N	25.08	2.28	38.48	2.85	1.73	115.00	18.19	160.32	17.56	10.60	134.32	18.07	172.56	60.63	25.00
10 ton/ha pulpa y 0 Kg N	15.00	1.68	25.68	3.15	1.74	64.56	11.85	110.16	11.27	7.79	66.60	8.82	84.10	21.17	10.58
10 ton/ha pulpa y 50 Kg N	21.06	2.64	34.86	4.54	2.44	109.53	17.35	134.00	14.50	10.40	118.25	16.04	146.67	36.67	25.21
10 ton/ha pulpa y 100 Kg N	26.77	2.84	42.40	3.55	1.75	107.23	20.19	180.09	19.00	10.65	118.66	18.40	153.46	42.30	25.43
10 ton/ha pulpa y 150 kg N	24.65	2.47	40.73	3.57	1.64	73.87	12.43	134.95	10.65	7.34	147.30	24.29	233.23	38.36	20.46
10 ton/ha pulpa y 200 Kg N	21.46	2.21	38.37	2.76	1.54	131.04	17.37	158.18	24.82	12.24	117.56	13.50	184.13	34.58	20.31
Testigo absoluto	9.96	0.96	15.68	1.40	0.81	28.5	5.53	66.84	6.14	5.10	62.97	6.56	73.00	17.56	8.56

DDS= Dias despues de la siembra

Como puede observarse, al igual que el rendimiento de grano, la cantidad de N, P, K, Ca y Mg en la planta de maíz, se incrementa cuando se aplican en orden ascendente los niveles de nitrógeno de compensación. Sin embargo, cuando se aplica el nivel más alto de N de compensación, o sea 200 kg/ha, la acumulación tiende a decrecer. La mayor acumulación de elementos se da desde el momento de la siembra hasta los 50 días de la misma, por ejemplo de N, P, K se ha acumulado del 90 al 100%, esto es debido, a que es en esa etapa cuando se inicia la floración de la planta, especialmente entre los 30 y 50 días después de la siembra, y por lo tanto, también ocurre la mayor demanda de nutrimentos. Después de la floración, la producción de biomasa aumenta en muy poco porcentaje, mientras que la concentración de los elementos en la misma disminuye, debido al efecto de dilución.

En el cuadro 9 se presenta el análisis de varianza de la acumulación de N, P, K, Ca y Mg en la planta de maíz en kg/ha, debido al efecto de la aplicación de tres niveles de abono orgánico y cinco niveles de nitrógeno de compensación, a los 30, 50 y 70 días después de la siembra.

Cuadro 9. Análisis de varianza de la acumulación de N, P, K, Ca y Mg en la planta de maíz, a los 30, 50 y 70 días después de la siembra, debido al efecto del abono orgánico y niveles de N de compensación.

F.V.	G.L.	F Calculada				
		N	P	K	Ca	Mg
Niveles de abono org.	2	2.29 NS	0.86 NS	3.36 NS	3.01 NS	1.72 NS
Niveles de N	4	6.44 *	4.89 *	8.89 *	2.02 NS	4.73 *
Etapa fenológica del maíz	2	121.7 *	100.4 *	145.1 *	74,18 *	98.9 *
Error	36					
Total	44					

* = Significativo a un 0.05

NS = No significativo.

Como puede observarse, en el cuadro 9 la acumulación de N, P, K, Ca y Mg en la planta de maíz, presenta el mismo comportamiento aplicando cualquiera de los niveles de abono orgánico, es decir, que aunque tengan diferente relación C:N, aportan cantidad similar de elementos minerales a la planta de maíz.

Se observa también, que la acumulación de Calcio en la planta de maíz, no presenta ninguna diferencia al aplicar distintos niveles de nitrógeno, mientras, que la acumulación de los otros elementos es diferente al aplicar los niveles de nitrógeno de compensación descritos en un principio.

En el cuadro 9, también puede observarse, que la planta acumula cantidades diferentes de los elementos en cuestión en las distintas etapas del crecimiento. La producción de biomasa se incrementa al igual que la concentración de los elementos en la planta, sin embargo, después de los 50 días de la siembra, la concentración de los elementos empieza a disminuir debido al efecto de dilución, por lo que la acumulación de nutrimentos en la planta se mantiene casi constante. De acuerdo a lo anterior, se rechaza la hipótesis planteada anteriormente.

En el cuadro 10, se presenta la cantidad de N, P, K, Ca y Mg promedio en la planta de maíz, a los 30, 50 y 70 días después de la siembra, así como también el % acumulado en las diferentes etapas del cultivo, esto mediante la aplicación de abono orgánico y nitrógeno de compensación.

Cuadro 10. Incremento de N, P, K, Ca y Mg acumulado en kg/ha y % a los 30, 50 y 70 días después de la siembra, por efecto de la aplicación del abono orgánico y nitrógeno de compensación.

Elemento	kg/ha	%	kg/ha	%	kg/ha	%
	Acum. a 30 dds <u>1/</u>	Acum.	Acum. a 50 dds <u>1/</u>	Acum.	Acum. a 70 dds <u>1/</u>	Acum.
Nitrógeno	24	22	99	92	108	100
Fósforo	2.4	16	15.1	97	15.6	100
Potasio	35	25	139	98	142	100
Calcio	3.4	10	17	53	33	100
Magnesio	1.7	9	10.5	56	19	100

1/ dds = días después de la siembra.

Puede apreciarse, que la mayor demanda de nutrientes la efectúa la planta de maíz, hasta los 50 días de la siembra, ya que es en éste periodo cuando se inicia la floración, posterior a esta etapa los requerimientos nutrimentales son menores.

Además el N, P, K, la planta lo extrae en un 90 - 100% desde la siembra hasta los 50 días de la misma, pero principalmente, es entre los 30 - 50 días cuando se da la mayor acumulación de

los mismos. Mientras que, el calcio y magnesio, es requerido durante todo el ciclo del cultivo aunque sea en pequeñas cantidades.

El nitrógeno es un nutrimento muy importante para el desarrollo de las plantas, el maíz lo extrae durante casi todo el ciclo del cultivo, pero principalmente cuando se está dando la floración, por lo tanto, debe evitarse hacer fuertes aplicaciones de éste, al momento o antes de la siembra, para no provocar un gran crecimiento inicial seguido de una deficiencia cuando más lo necesita la planta (6).

Es importante, que la aplicación de P y K, se realice al momento de la siembra, para que la planta los utilice oportunamente, ya que la deficiencia de dichos elementos, se manifiesta principalmente entre los 15 - 30 días después de la siembra (6).

De acuerdo a lo anterior, puede decirse que entre los 30 y 50 días después de la siembra, el cultivo debe permanecer libre de malezas, debe existir buena humedad en el suelo, y debe suministrarse a la planta de maíz, la cantidad necesaria de nitrógeno, para una buena producción de grano.

8. CONCLUSIONES

- 8.1 El mayor rendimiento de grano de maíz, fue de 4587 kg/ha esto se obtuvo aplicando 10 ton/ha de pulpa de café con 100 kg/ha de nitrógeno de compensación, con este mismo nivel se obtuvo la mayor relación beneficio/costo de 1.91.

- 8.2 Desde la siembra hasta los 50 días de la misma, la planta de maíz, ha extraído y acumulado del suelo el 92% de N, el 97% de P, el 98% de K, el 53% de Ca y el 56%de Mg.

9. RECOMENDACIONES

- 9.1 En condiciones similares al lugar donde se desarrolló el experimento, aplicar al cultivo de maíz, 10 ton/ha de pulpa de café con 100 kg/ha de nitrógeno de compensación. El 50% de nitrógeno, aplicarlo al momento de la siembra y el restante 50% al inicio de la floración.

- 9.2 Cuando los niveles de P y K se encuentren deficientes, deberán aplicarse estos nutrientes en su totalidad al momento de la siembra, para que la planta los pueda utilizar oportunamente.

- 9.3 Al incorporar abono orgánico al suelo con relación C:N mayor de 20:1, es indispensable adicionar nitrógeno de compensación, para lograr su rápida mineralización y aporte de nutrientes al cultivo.

10. BIBLIOGRAFIA

1. BARREDA AVENDANO, L.L. 1966. Rehabilitación de los suelos agrícolas de Guatemala mediante la incorporación de materia orgánica. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 48 p.
2. BARRIENTOS GARCIA, M. 1981. Evaluación de cuatro métodos para la determinación del tamaño óptimo de parcela para experimentación agrícola. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 79 p.
3. BOGULAWSKI, E.; DEBREUCKJ, L. 1983. La paja y la fertilidad de los suelos. México, Continental. 89 p.
4. BOWEN, J.E. 1979. Análisis de tejidos vegetales; guía precisa para fertilización. Agricultura de las Américas (EE.UU.) 6(3):56-59.
5. BRESSANI, R. 1974. Composición química de los subproductos del café. In Reunión Internacional sobre la utilización de los subproductos del café en la alimentación animal y otras aplicaciones agrícolas e industriales (1., 1974, C.R.). Costa Rica, CATIE. p. 13-15.
6. ----- 1984. Fertilizar para obtener altos rendimientos. In Curso Internacional sobre Investigación y Producción de maíz (1., 1984, Guatemala, Gua.). Guatemala, Instituto Centroamericano de Investigación y Tecnología Industrial. p. 20-25.
7. CARBAJAL, J.F. 1984. Cafeto; cultivo y fertilización. Berna, Suiza, Instituto Internacional de la Potasa. 254 p.
8. COOKE, G.W. 1975. Fertilizantes y sus usos. Trad. por Alonso Blackaller Valdez. 2 ed. México, Continental. p. 70-81.
9. COSTA RICA. CONSEJO AGRONÓMICO NACIONAL. 1980. El reciclaje de materias orgánicas en la agricultura de América Latina. Costa Rica, FAO, Dirección de Fomento de Tierras y Aguas. Boletín no. 51. 150 p.
10. CRUZ, J.R. DE LA. 1982. Clasificación de zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 42 p.
11. DEL VALLE, R. 1975. Efecto de la fertilización con NPK en el sistema maíz-frijol asociado, bajo las condiciones del valle de Monjas, Jalapa. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 41 p.

12. DIAZ-ROMEY, R.; HUNTER, A.H. 1978. Metodología del muestreo de suelos, análisis químico de suelos y tejido vegetal de investigación en invernadero; proyecto centroamericano de fertilidad de suelos. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 68 p.
13. DONAHUE, R.L.; MILLER, R.W.; SCHICKLUNA, J.C. 1981. Introducción a los suelos y al crecimiento de las plantas. Colombia, Dossat. 616 p.
14. EDMOND, J.B.; SENN, T.L.; ANDREWS, F.S. 1985. Principios de horticultura. Trad. por Federico Garza Flores. 3 ed. México, CECSA. 575 p.
15. ESTRADA O., H.L. 1984. Determinación del nivel crítico de potasio por análisis foliar, en dos estados fenológicos del maíz (*Zea mays* L.). Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 43 p.
16. GAVANDE, S. 1976. Principios y aplicaciones de física de suelos. 2 ed. México, LIMUSA. 351 p.
17. GRUNEBERG, F.H. 1975. Nutrición del maíz. Hannover, Alemania, COMAVAL. 46 p.
18. GUDIÉL, V.M. 1987. Manual agrícola Superb. 6 ed. Guatemala, Productos Superb. p. 255-257.
19. HOWELER, V.M. 1983. Análisis del tejido vegetal en el diagnóstico de problemas nutricionales, en algunos cultivos tropicales. Cali, Colombia, CIAT. 29 p.
20. MARIN, F.R. 1986. Elaboración de materia orgánica. Guatemala, Dirección de Riego y Avenamiento, División de Suelos. 12 p.
21. MARROQUIN FLORES, H.E. 1987. Relación entre las concentraciones de N, P, K, Ca y Mg del suelo y del tejido foliar con el rendimiento de grano y el diagnóstico del requerimiento nutricional en maíz (*Zea mays* L.). Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 82 p.
22. MEXICO. DIRECCION GENERAL DE EDUCACION TECNOLOGICA AGROPECUARIA. 1978. Suelos y fertilizantes. México. 72 p.
23. MUNOZ, L.H. 1984. Análisis foliar del fósforo en dos estados fenológicos del maíz (*Zea mays* L.) con fines de fertilización. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 41 p.

24. PALENCIA ORTIZ, J.A. 1974. Programa de nutrición vegetal. Guatemala, Ministerio de Agricultura. 71 p.
25. SCHARRER, K. 1968. Nutrición de las plantas, suelos, fertilizantes. México, UTEHA. p. 110-117.
26. SIMMONS, CH.; TARANO, J.M.; PINTO, J.H. 1959. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala. Trad. por Pedro Tirado Sulsona. Guatemala, José de Pineda Ibarra. 1000 p.
27. TEUSCHER, H.; ADLER, L. 1980. El suelo y su fertilidad. Trad. por Rodolfo Vera. México, CECSA. 510 p.

10. 100
P. Paruello



11. A P E N D I C E

Cuadro 11 A. Rendimiento de grano de maiz en Kg/ha, de cada repetición al .14% de humedad, mediante la aplicación de estiércol bovino, pulpa de café, y nitrógeno de compensación.

TRATAMIENTOS	REPETICIONES		
	I	II	III
5 ton/ha estiércol bov. y 0 Kg/ha N	3,198.65	2,780.78	2858.95
5 ton/ha estiércol bov.y 50 Kg/ha N	3,450.18	3,624.53	4034.62
5 ton/ha estiércol bov.y 100 Kg/ha N	4,040.40	3,876.05	3783.88
5 ton/ha estiércol bov.y 150 Kg/ha N	3,619.53	4,200.75	3787.88
5 ton/ha estiércol bov.y 200 Kg/ha N	3,868.05	3,791.88	3935.22
5 ton/ha pulpa de café y 0 Kg/ha N	3,030.30	2,693.60	3198.65
5 ton/ha pulpa de café y 50 Kg/ha N	3,703.70	3,364.00	3454.18
5 ton/ha pulpa de café y 100 Kg/ha N	3,787.88	3,872.05	3481.17
5 ton/ha pulpa de café y 150 Kg/ha N	3,445.18	3,793.88	3535.35
5 ton/ha pulpa de café y 200 Kg/ha N	3,620.53	3,197.65	3451.18
10 ton/ha pulpa de café y 0 Kg/ha N	3,451.18	2,956.13	2767.78
10 ton/ha pulpa de café y 50 Kg/ha N	3,282.83	3,780.88	3494.19
10 ton/ha pulpa de café y 100 Kg/haN	4,461.28	4,295.93	4121.58
10 ton/ha pulpa de café y 150 Kg/haN	4,713.80	5,035.50	4897.15
10 ton/ha pulpa de café y 200 kg/haN	4,124.58	3,710.70	3801.87
Testigo	2,669.53	2,940.03	2723.78

.Cuadro 12 A. Rendimiento de materia seca en Kg/ha, a los 30, 50, y 70 días .despues de la siembra de la planta de maiz.

Dias despues de la siembra TRATAMIENTO	30	50	70
5 ton/ha estiercol bov. y 0 Kg/ha N	373.89	4,522.22	5,396.11
5 ton/ha estiercol bov.y 50 Kg/ha N	911.11	4,903.89	8,059.44
5 ton/ha estiercol bov.y 100 Kg/ha N	873.89	5,722.22	6085.00
5 ton/ha estiercol bov.y 150 Kg/ha N	1,029.44	6,800.00	7,427.78
5 ton/ha estiercol bov.y 200 Kg/ha N	894.44	4,294.44	7,240.56
5 ton/ha pulpa de cafe y 0 Kg/ha N	646.11	4,457.22	6,029.44
5 ton/ha pulpa de cafe y 50 Kg/ha N	1,340.56	6,353.89	8,687.22
5 ton/ha pulpa de cafe y 100 Kg/ha N	1,153.89	5,562.78	8,161.11
5 ton/ha pulpa de cafe y 150 Kg/ha N	1,173.89	7,270.28	8,276.11
5 ton/ha pulpa de cafe y 200 Kg/ha N	950.00	6,327.78	9,327.78
10 ton/ha pulpa de cafe y 0 Kg/ha N	600.00	4,514.72	5,644.44
10 ton/ha pulpa de cafe y 50 Kg/ha N	826.11	6,442.78	9,166.67
10 ton/ha pulpa de cafe y 100 Kg/haN	1,092.78	6,873.89	8,922.22
10 ton/ha pulpa de cafe y 150 Kg/haN	951.67	4,735.00	10,229.44
10 ton/ha pulpa de cafe y 200 kg/haN	788.89	6,618.33	8,644.44
Testigo	400.00	2,457.22	4,562.78

Cuadro 13A. Concentración (%) de N, P, K, Ca y Mg, a los 30, 50, y 70 días después de la siembra, en la planta de maíz.

DDS	30					50					70				
	N	P	K	Ca	Mg	N	P	K	Ca	Mg	N	P	K	Ca	Mg
5 ton/ha estiércol y 0 Kg N	2.44	0.26	3.70	0.30	0.17	1.75	0.31	2.48	0.30	0.21	1.34	0.19	1.54	0.40	0.23
5 ton/ha estiércol y 50 Kg N	2.34	0.24	3.60	0.30	0.16	1.92	0.28	2.55	0.32	0.19	1.29	0.19	1.83	0.40	0.22
5 ton/ha estiércol y 100 Kg N	2.91	0.28	3.85	0.27	0.14	1.81	0.26	2.74	0.32	0.20	1.71	0.26	2.02	0.45	0.24
5 ton/ha estiércol y 150 Kg N	2.65	0.30	3.70	0.35	0.17	1.80	0.26	2.50	0.28	0.20	1.38	0.24	1.79	0.38	0.29
5 ton/ha estiércol y 200 Kg N	3.04	0.28	3.60	0.50	0.18	1.61	0.21	2.51	0.28	0.16	1.29	0.18	1.63	0.32	0.22
5 ton/ha pulpa y 0 Kg N	2.08	0.28	4.15	0.47	0.23	1.68	0.21	2.31	0.28	0.22	1.39	0.15	1.60	0.45	0.20
5 ton/ha pulpa y 50 kg N	2.59	0.28	3.80	0.42	0.17	1.65	0.29	2.42	0.38	0.24	1.16	0.18	1.61	0.35	0.23
5 ton/ha pulpa y 100 Kg N	2.62	0.26	3.72	0.35	0.14	1.81	0.29	2.69	0.28	0.17	1.54	0.17	1.55	0.38	0.23
5 ton/ha pulpa y 150 Kg N	2.69	0.26	3.80	0.35	0.16	1.93	0.30	2.38	0.48	0.18	1.56	0.18	1.83	0.52	0.25
5 ton/ha pulpa y 200 Kg N	2.64	0.24	4.05	0.30	0.18	1.83	0.29	2.66	0.28	0.17	1.44	0.19	1.85	0.65	0.28
10 ton/ha pulpa y 0 Kg N	2.50	0.28	4.28	0.52	0.29	1.43	0.26	2.44	0.25	0.17	1.18	0.15	1.49	0.38	0.19
10 ton/ha pulpa y 50 Kg N	2.55	0.32	4.22	0.55	0.29	1.70	0.27	2.08	0.22	0.16	1.29	0.18	1.60	0.40	0.28
10 ton/ha pulpa y 100 Kg N	2.45	0.26	3.80	0.32	0.16	1.75	0.29	2.62	0.20	0.15	1.33	0.20	1.72	0.48	0.28
10 ton/ha pulpa y 150 kg N	2.59	0.26	4.28	0.38	0.17	1.56	0.26	2.85	0.22	0.15	1.44	0.24	2.28	0.38	0.20
10 ton/ha pulpa y 200 Kg N	2.72	0.28	3.85	0.35	0.20	1.98	0.32	2.39	0.38	0.18	1.36	0.16	2.13	0.40	0.24
Testigo	2.49	0.24	3.92	0.35	0.20	1.16	0.22	2.72	0.25	0.21	1.38	0.14	1.60	0.38	0.19

DDS= Días después de la siembra



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES
AGRONOMICAS

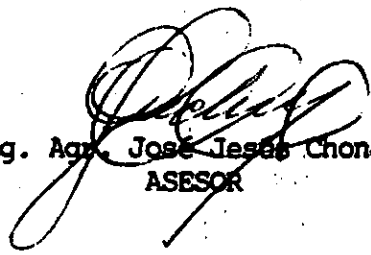
LA TESIS TITULADA: "EVALUACION DE TRES NIVELES DE ABONO ORGANICO, CON APLICACION DE CINCO NIVELES DE NITROGENO DE COMPENSACION, EN EL RENDIMIENTO DE GRANO DE MAIZ (Zea mays L.) EN MOYUTA, JUTIAPA"


DESARROLLADA POR EL ESTUDIANTE: CANDELARIO CARRILLO GUERRA

CARNET NO: 8515618

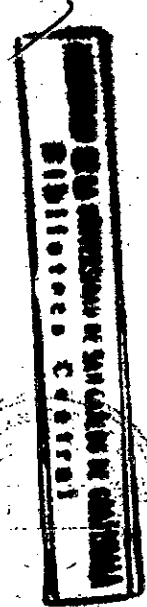
HA SIDO EVALUADA POR LOS PROFESIONALES: Ingenieros Agrónomos Marino Barrientos y Edgar Martínez.

Los Asesores y las Autoridades de la Facultad de Agronomía, hacen constar que ha cumplido con las normas universitarias y reglamentos de la Facultad de Agronomía, de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

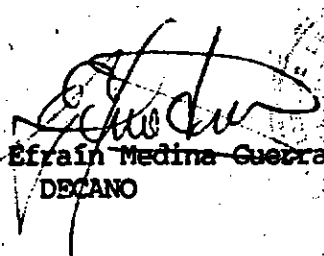

Ing. Agr. José Jesús Chonay
ASESOR


Ing. Agr. Salvador Castillo
ASESOR


Dr. Luis Mejía de León
DIRECTOR DEL IIA
DIRECCION
Instituto de Investigaciones Agronómicas



IMPRIMASE:


Ing. Agr. Efraín Medina Guerra
DECANO

/slor.