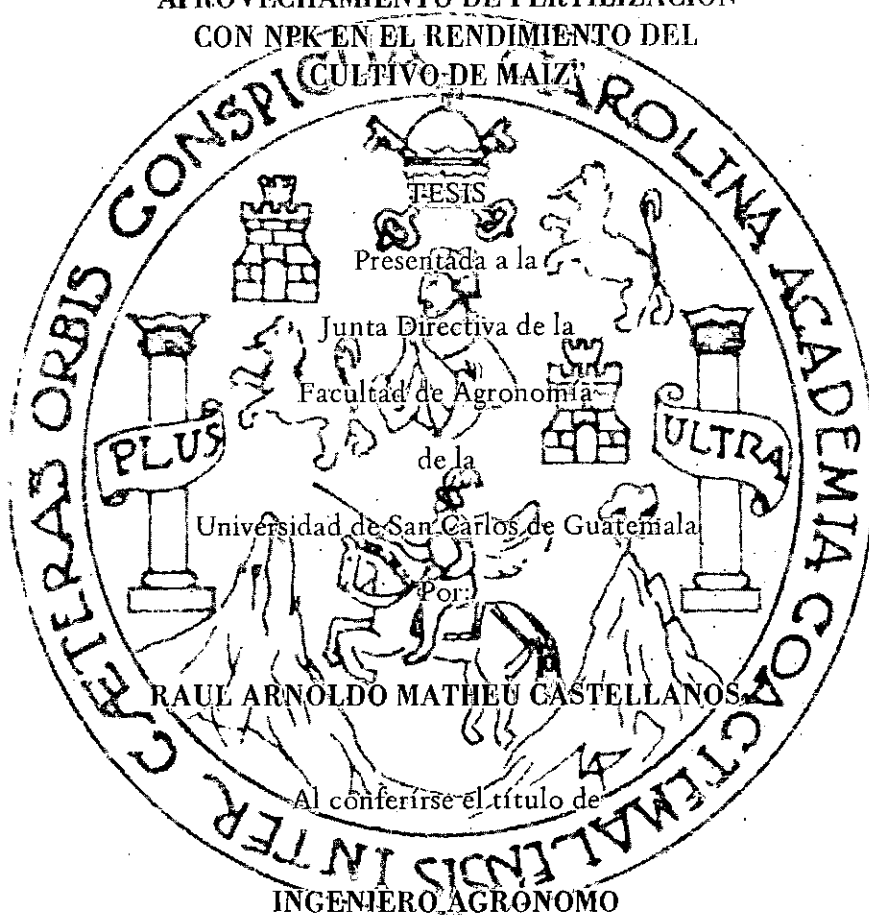


O1
T(142)
C.3

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA

"EFECTO DE LA MATERIA ORGANICA EN EL
APROVECHAMIENTO DE FERTILIZACION
CON NPK EN EL RENDIMIENTO DEL
CULTIVO DE MAIZ"



En el grado de

LICENCIADO EN CIENCIAS AGRICOLAS

Guatemala, Marzo de 1976.

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

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
RECTOR

DR. ROBERTO VALDEAVELLANO

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE
AGRONOMIA

Decano	Ing. Agrónomo Carlos F. Estrada C.
Vocal 1o.	Ing. Agrónomo Salvador Castillo O.
Vocal 2o.	Ing. Agrónomo Mario Molina Ll.
Vocal 3o.	Ing. Agrónomo Carlos Aldana
Vocal 4o.	Br. Julio R. Alvarez
Vocal 5o.	P.A. Víctor M. de León
Secretario	Ing. Agrónomo Oswaldo Porres G.

TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXAMEN
GENERAL PRIVADO

Decano	Ing. Agrónomo Carlos F. Estrada C.
Examinador	Ing. Agrónomo Mario Molina Ll.
Examinador	Ing. Agrónomo Baltazar Arévalo
Examinador	Ing. Agrónomo Carlos Aguirre
Secretario	Ing. Agrónomo Oswaldo Porres G.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12

Apertado Postal No. 1343

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

Referencia

Anexo

Guatemala, 17 de Enero de 1976

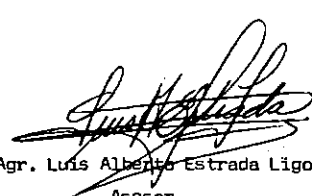
Señor Decano de la
Facultad de Agronomía
Ing. Agr. Carlos Estrada Castillo
Presente

Señor Decano:

Atendiendo a la designación que ese decanato me hiciera, he ofrecido la asesoría necesaria al universitario Raúl Arnoldo Matheu Castellanos en la elaboración de su tesis de graduación; titulada: EFECTO DE LA MATERIA ORGANICA EN EL APROVECHAMIENTO DE FERTILIZACION CON NPK EN EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE MAIZ.

Concluida la asesoría requerida, he de informar finalmente al Señor Decano, que el trabajo presentado reúne todos los requisitos para su aprobación.

Sin otro particular, reitero al Señor Decano las muestras de toda mi consideración.


Ing. Agr. Luis Alberto Estrada Ligorria
Asesor

DEDICO ESTE ACTO:

A Dios

A mis padres:

Roberto Matheu García

Isabel Soledad Castellanos de Matheu

A mi esposa:

Graciela Trinidad de Matheu

A mis hijos:

Federico Juan y Raúl Arnoldo

A mis hermanos:

María Del Carmen y Roberto

A mis familiares muy especialmente:

a José Luis Calderón Monasterio.

DEDICO ESTE TRABAJO

A los agricultores de la línea B-8 del parcelamiento "La Máquina", quienes brindaron su colaboración en la finalización del presente estudio.

AGRADECIMIENTO

A mi asesor de tesis Ing. Agr. Luis Estrada Ligorria, quien siempre supo orientarme en la finalización del presente estudio

Al Instituto de Ciencia y Tecnología
Agrícolas de Guatemala

A todos y cada uno de mis
compañeros de trabajo

Al personal Técnico y Administrativo
del centro de Producción "La Máquina"

Guatemala, 26 de enero de 1976.

Honorable Junta Directiva
Honorable Tribunal Examinador

De conformidad con lo establecido en la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, como requisito previo a optar el título de Ingeniero Agrónomo en el grado académico de Licenciado en Ciencias Agrícolas: tengo el honor de someter a vuestra consideración el trabajo de tesis intitulado: EFECTO DE LA MATERIA ORGANICA EN EL APROVECHAMIENTO DE LA FERTILIZACION CON NPK EN EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE MAIZ.

Esperando que el presente trabajo merezca vuestra aprobación, me es grato presentaros las muestras de mi más alta consideración y respeto.

Raúl Arnoldo Matheu Castellanos

CONTENIDO

	Página
Presentación	
Agradecimiento	
Dedicatoria	
1. INTRODUCCION	1
2. REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1 La materia orgánica del suelo	3
2.2 El abono con estiércol	4
2.3 Nitrógeno	5
2.4 Fósforo	7
2.5 Potasio	9
2.6 Uso de abonos orgánicos y fertilizantes juntos	10
3. MATERIALES Y METODOS	15
3.1 Material experimental	15
3.1.1 Características del sitio experimental	15
3.1.2 Material experimental	16
3.2 Metodología experimental	17
3.2.1 Diseño experimental	17
3.2.2 Tratamientos seleccionados	17
3.2.3 Manejo del experimento	18
3.2.4 Análisis estadístico	19
3.2.5 Análisis económico	19

	Página
4. RESULTADOS Y DISCUSION	21
4.1 Efecto de la materia orgánica	21
4.2 Efecto del nitrógeno	24
4.3 Efecto del fósforo	27
4.4 Efecto del potasio	27
4.5 Efecto de interacciones	29
4.5.1 Materia orgánica por nitrógeno	29
4.5.2 Materia orgánica por fósforo	29
4.5.3 Materia orgánica por potasio	33
4.6 Análisis económico	33
5. CONCLUSIONES	35
6. BIBLIOGRAFIA	37
7. APENDICE	41

I INTRODUCCION

El acelerado crecimiento de la población mundial hace cada vez mayor, la necesidad de aumentar la producción de alimentos, los que provienen, en su mayoría, de la agricultura.

Muchos países, incluyendo Guatemala, no logran autoabastecerse de los productos básicos alimenticios que consumen, entre ellos el maíz, por lo que tienen que recurrir a efectuar crecientes importaciones de los mismos para poder sobrevivir.

Ante tal situación, urge lograr el incremento de la producción mediante la mejor alternativa de acuerdo a las condiciones de cada país.

En nuestro medio, la forma más recomendable de incrementar la producción es mediante la aplicación de tecnología eficiente y adecuada que incremente los rendimientos por unidad de área; lo que implica, la utilización de una serie de prácticas como son: uso de semillas mejoradas, adecuado control de malezas y suministro de fertilizantes. La interacción de estas prácticas incide en el aumento de la producción, siendo la aplicación de fertilizantes la que reporta mayores aumentos.

En algunas zonas de Guatemala, como por ejemplo en el parcelamiento "La Máquina", se han introducido en mayor o menor grado estas prácticas, lográndose aumentar en la mayoría de los casos los rendimientos del maíz. Sin embargo, este aumento no ha sido mayor debido a que la aplicación de fertilizantes a veces no ha tenido la respuesta esperada, lo cual se ha comprobado con experimentos efectuados por el Programa de Nutrición Vegetal del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA) y por agricultores de la región.

Entre los factores que pueden estar limitando esta respuesta, está el contenido de materia orgánica en los suelos, la cual como se sabe, juega papel importante en la asimilación de fertilizantes químicos.

Es por ello que el presente estudio pretende evaluar la respuesta del maíz a la fertilización con nitrógeno, fósforo y potasio, en presencia de adiciones previas de materia orgánica, persiguiéndose los siguientes objetivos:

- a. Conocer el efecto de la aplicación de N, P_2O_5 y K_2O sobre el rendimiento del maíz.
- b. Determinar el nivel de aplicación de materia orgánica.
- c. Determinar la interacción entre la materia orgánica y los fertilizantes.
- d. Determinar el tratamiento en el cual se obtenga la mejor relación Beneficio/Costo.

De esta manera se busca contribuir a solucionar la problemática de crear una tecnología acorde a las necesidades locales.

2. REVISION DE LITERATURA

2.1 LA MATERIA ORGANICA DEL SUELO:

El contenido de materia orgánica en los suelos es muy variable, alcanza desde trazas en los suelos desérticos hasta un 90-95 por ciento en los suelos turbosos (8).

Según Buckman y Brady (3), en un suelo típico, el contenido de materia orgánica es alrededor del 3 al 5 por ciento en peso, en su capa superficial. Su influencia sobre las propiedades del suelo y por lo tanto en el crecimiento de las plantas, es, no obstante mucho mayor que lo que pudiera hacer creer este pequeño contenido.

De acuerdo con Fassbender (8), los horizontes A de suelos explotados agrícolamente en las regiones tropicales y de América Latina; presentan por lo general valores entre 0.1 y 10 por ciento de materia orgánica, decreciendo con la profundidad del perfil del suelo.

Robinson (15) llega a afirmar, que la presencia de materia orgánica da al suelo su carácter distintivo como asiento de la vida.

Algunos autores (3, 11, 15, 20) agrupan a la materia orgánica del suelo en dos categorías. La primera, es un material relativamente estable, denominado humus, que es algo resistente a una rápida descomposición ulterior; normalmente es de color negro o pardo, de naturaleza coloidal; su capacidad para almacenar agua e iones nutrientes es mucho mayor que la de la arcilla. La segunda, incluye aquellos materiales orgánicos que se hallan sujetos a una descomposición francamente rápida, materiales que van desde residuos frescos de las cosechas a aquellos que por una cadena de reacciones de descomposición se aproximan a un cierto grado de estabilidad.

De acuerdo con varios autores (8, 11, 20) la importancia de la materia orgánica se explica por la influencia que ésta tiene sobre muchas de las características del suelo, tales como:

Cambiando el color del suelo a colores pardos oscuros o negruscos; favoreciendo la formación de agregados; reduciendo la plasticidad y cohesión; aumentando la capacidad de retención de agua, la capacidad de intercambio catiónico y el intercambio de aniones, especialmente fosfatos y sulfatos; favoreciendo la disponibilidad de N, P, y S, a través de los procesos de mineralización.

La regulación del pH a través del aumento de su capacidad tampón; la producción de sustancias inhibitoras y activadoras del crecimiento, importantes para la vida microbiana del suelo; y en la participación de procesos pedogenéticos, debido a sus propiedades de peptización de quelatos y otros.

2.2 EL ABONO CON ESTIERCOL

La materia orgánica del suelo puede incrementarse con aplicaciones de estiércol (3) con el uso de abonos verdes (9), estiércol artificial y gallinaza (4).

Tisdale y Nelson (20) afirman que una aplicación de 10 Tn/Acre de estiércol aportaría de 2 a 5 Tn de materia orgánica, debido a que contiene de 50 a 80 por ciento de agua. El mismo autor (20) señala algunas comparaciones entre estiércol y los abonos comerciales; en Rothamsted en un suelo arcilloso, los abonos químicos usados durante 100 años han sido tan efectivos como el estiércol para la producción de trigo continuo.

Selke (18) señala que una estercoladura de 200 qm/ha puede compararse con un abonado mineral de 30 a 40 Kg nitrógeno puro, 40 a 50 Kg ácido fosfórico puro y 100 a 120 Kg de potasio puro.

Según Gericke citado por el mismo autor (18), el efecto del nitrógeno fertilizante era un 23 por ciento más alto con estiércol que sin él, lo que pudo demostrar con los resultados promedios de 500 ensayos sobre patatas.

Grüneberg (9) sostiene que entre las diversas clases de cereales, el maíz es el que mejor aprovecha el estiércol como abono, considerándolo ideal para el mismo, debido a que la mayor demanda de nutrientes la efectúa esta planta en los períodos avanzados de su crecimiento, y el estiércol va suministrando lentamente los elementos nutritivos llegando a tener su mayor acción precisamente en la época que son más necesarios.

Afirmando la eficacia que el estiércol tiene en el maíz, el mismo autor (9) cita varios ejemplos: Thomas, Mack y Smith, lograron un rendimiento de 6440 kilogramos por Ha cuando aplicaron 15 Tn de estiércol en la misma extensión; Artyukhov y Zolotov, obtuvieron en suelos negros (chernozem) rendimientos muy considerables con el uso de 10 a 20 Tn de estiércol/ha. Engerszegi, con la incorporación de 35 Tn de estiércol bien descompuesto o de compost, obtuvo un rendimiento de 2600 Kg de grano/ha y en cambio, la abonadura con estiércol por el sistema habitual, sólo había producido 900 Kg y las parcelas no abonadas habían alcanzado solamente 570 Kg de grano/ha.

2.3 NITROGENO

La principal fuente de nitrógeno en los suelos es la materia orgánica (3, 15, 20).

Cerca del 90 al 99 por ciento del nitrógeno del suelo existe en forma orgánica y por lo tanto las plantas no lo pueden utilizar en cantidades significativas (2).

Ortiz R. (13) cita, que varios autores, están de acuerdo en que una descomposición microbiana de la materia orgánica en suelos aeróbicos lleva de nuevo el nitrógeno protéico a formas disponibles para la nutrición de las plantas, mediante el proceso de "Mineralización", el cual se inicia con la transformación del nitrógeno orgánico a NH_4^+ llevada a cabo por la acción de varias clases de microorganismos del suelo; este amonio puede ser aprovechado por las plantas, puede ser objeto de fijación por los minerales de arcilla y coloides del suelo, y el amonio remanente se ve sometido a la acción oxidante de ciertas bacterias (Nitrosomas y Nitrobacter) que lo convierten primero en nitritos (NO_2^-) y luego en nitratos (NO_3^-). Los nitratos pueden ser aprovechados por las plantas y por los microorganismos del suelo, pueden ser perdidos por condiciones de mal drenaje y por lixiviación.

Según Grüneberg (9), el nitrógeno es asimilado por el maíz tanto en forma de nitrato como también en forma de sal amoniacal pareciendo tener preferencia por la primera de ellas.

Berger, Dageus y CIMMYT, citados por Sánchez (17) informan que muchos experimentos realizados a través de la región tropical, indican que el maíz responde positivamente a tasas de nitrógeno entre 60 y 150 Kg/ha.

Gallo et al, citado por el mismo autor (17), observaron respuestas positivas en 24 experimentos de un total de 31 realizados en el estado de Sao Paulo, Brasil.

Ortiz Mayen, O. citado por Del Valle (6) informó que en la estación experimental Labor Ovalle, Quezaltenango, Guatemala, se incrementó la producción de maíz de 15.88 qq/Mz a 83.44 qq/Mz con la aplicación de 80 Kg N/ha.

En cambio, de Freitas et al, Mikklesen et al, Gómez et al, y Cornell University, citados por Sánchez (17) reportan casos sin respuesta; el autor (17) informa que la no respuesta ha sido atribuida a factores limitantes tales como la toxicidad de aluminio o la deficiencia de fósforo en casos donde los rendimientos fueron bajos y a un alto nivel de nitrógeno nativo cuando los rendimientos fueron altos.

Mikklesen et al, citado nuevamente por Sánchez (17), observaron una relación inversa entre respuestas a nitrógeno y al contenido de materia orgánica y arcilla en tres suelos del Cerrado, recientemente desmontados. El maíz respondió positivamente a 240 Kg N/ha en un regosol bajo en materia orgánica pero negativamente a 60 Kg N/ha en un latosol rojo oscuro con 2.6 por ciento de materia orgánica.

2.4 FOSFORO

Este elemento, es el que presenta el problema más serio en los suelos, debido tanto a su poca movilidad, como a la fijación con la arcilla, y con la materia orgánica, e hidróxidos de Al y Fe (8), siendo relativamente poca en comparación con la cantidad aplicada, la que es aprovechada por las plantas (1).

En cuanto a la fijación con la materia orgánica, Tisdale y Nelson (20) informa, que el fósforo es retenido en contra de la fijación por parte del suelo, pero permanece bajo una forma que puede ser utilizado por las plantas.

Según el mismo autor (20), hay evidencias que la adición de materiales orgánicos al suelo puede aumentar la disponibilidad del fósforo del suelo, pero reconoce que son necesarios trabajos ulteriores para que ello pueda ser establecido definitivamente.

Al respecto, Buckman y Brady (3) suponen que los ácidos orgánicos y el humus, toman parte activa en la formación de complejos con los compuestos de Fe y Al, lo cual reduce notablemente la fijación de los fosfatos inorgánicos.

En cuanto al contenido de fósforo total en los suelos tropicales y de América Latina, Fassbender (8) informa que parece estar ligado con el contenido de materia orgánica de los suelos y con su evolución pedológica. Al aumentar el contenido de materia orgánica de los suelos y los fosfatos orgánicos, se obtiene un contenido mayor de fósforo total; así mismo este disminuye con la profundidad del suelo, lo que es explicable por la disminución de la materia orgánica y los fosfatos orgánicos.

El mismo autor (8) señala, que la proporción de fósforo orgánico en fósforo total es muy variable; está entre 7 y 73 por ciento, y el promedio está alrededor del 50 por ciento.

Aunque se han obtenido resultados importantes al adicionar fertilizantes fosforados, la eficacia de su uso es muy reducida. Al parecer, los mayores rendimientos fueron obtenidos suministrando fósforo en cantidades excesivas a la calculada que las plantas absorben (3).

Kamprath (10) informa, que los suelos del campo Cerrado del Brasil, generalmente son deficientes en fósforo y los rendimientos del maíz son bastante bajos sin fertilización con fósforo.

Viegas et al, 1961, citado por el mismo Kamprath (10) encontró que en la región de Sao Paulo, la aplicación de 80 Kg de P_2O_5 /ha a suelos previamente no fertilizados, aumentó los rendimientos del maíz aproximadamente en un 100 por ciento, mientras que en suelos previamente fertilizados la respuesta fue del 20 por ciento menos.

Por otro lado, Lair Pitner y Barragan, citados por Grüneber (9) en México, estudiaron en 177 ensayos de campo, ejecutados durante 1945-1952, la necesidad de fertilizantes del maíz, encontraron que unicamente el 2.3 por ciento de estos ensayos mostraron un efecto favorable a la aplicación de ácido fosfórico.

En ensayos realizados durante 1974 en el municipio de Chiquimulilla, departamento de Santa Rosa, Guatemala, dos registraron respuesta a la aplicación de fósforo, esta se observó hasta la dosis de 30 Kg P_2O_5 /ha (14).

2.5 POTASIO

Las reacciones sufridas por el potasio y los fertilizantes potásicos en el suelo son mucho menos complejas y variadas que las del nitrógeno y el fósforo (1).

Casi todo el potasio existe como componente de los minerales complejos del suelo. Estas formas desaparecen lentamente a través de los años por la acción disolvente del agua cargada con carbónico y otros ácidos. (3)

Tisdale y Nelson (20) divide al potasio total del suelo en tres formas: a) fijado o relativamente no disponible, que de acuerdo con las estimaciones normales se halla en una proporción de 90 a 98 por ciento; b) Lentamente disponible, encontrándose en una proporción de 1 a 10 por ciento y c) fácilmente disponible, de 1 a 2 por ciento.

Según Russell y Russell (16) la cantidad de potasio asimilable que existe normalmente en el suelo suele bastar para los cultivos que se desarrollan con bajas disponibilidades de nitrógeno y de fósforo, pero resulta insuficiente si la cantidad de estos elementos asciende, por lo que a menudo se observan síntomas de escasez de potasio cuando unicamente se añaden al cultivo fertilizantes nitrogenados y fosfóricos.

Aldrich y Leng (1) afirman, que el maíz necesita grandes cantidades de potasio, esencial para su crecimiento vigoroso; aunque nunca forma parte de las proteínas ni de los compuestos orgánicos. Siendo absorbido por esta planta en la forma de ión K.

En México, la respuesta del maíz al potasio ha sido estudiada en Jalisco por Laird y Lizárraga, 1959; y en Veracruz por Laird et al, 1963; citados por Cox (5), encontrándose respuestas en sólo el 5 por ciento de los experimentos, en suelos generalmente altos en potasio intercambiable.

El mismo autor (5) informa que en el Brasil, se han notado respuestas más frecuentes, encontrándose las mismas en una tercera parte de los experimentos.

Garaudeaux y Quidet, citados por Grüneberg (9), en ensayos con híbridos de maíz bajo diferentes condiciones climáticas y distintos tipos de suelo, efectuados en St. Leon y Aspach Le Bas, Francia; no se pudieron lograr ascensos esenciales del rendimiento mediante las dosis de nitrógeno; pero sí con mayores dosis de K_2O ; por lo que recomiendan una relación nitrógeno potasa de 1:2 y como fertilización eficaz 40 Kg N/ha, 80 Kgs P_2O_5 /ha y 80 Kg K_2O /ha, o bien 80 Kg N/ha, 80 Kg P_2O_5 /ha y 160 Kg K_2O /ha.

2.6 EL USO DE ABONOS ORGANICOS Y FERTILIZANTES JUNTOS

Respecto a este capítulo, el autor agotó todos los medios a su alcance para obtener literatura que proporcionara mayores elementos de juicio para la discusión e interpretación de los resultados experimentales del presente estudio, habiéndose encontrado que es muy escasa. Sin embargo según Cooke (4), los abonos orgánicos ayudan en dos formas a producir las cosechas; proporcionando nitrógeno, fósforo y potasio, justamente como

los fertilizantes lo hacen, y también mejoran las condiciones del suelo y lo convierten en un sitio mejor para que las plantas vivan en él.

El mismo autor (4) informa que una forma burda aunque satisfactoria, para compensar por el uso de estiércol en los cultivos de raíces, consiste en usar el mismo tipo de compuesto que se usaba cuando no se utilizaba el estiércol, pero aplicando solamente la mitad o las 2/3 partes de la cantidad normal usada.

Chapman citado por Grüneberg (9) da en 1,954, para maíces híbridos las siguientes recomendaciones, basadas en 47 ensayos de fertilización: para superficies no tratadas con estiércol o abono verde leguminosa se deberán enterrar 336-560 Kg/ha de un fertilizante compuesto de fórmula 0-20-20 ó 0-10-10. Al mismo tiempo se recomienda una fertilización inicial de 280-336 Kg/ha de nitrato o sulfato de amonio, y más tarde una aportación de cobertera de 224 Kg/ha de los mismos fertilizantes nitrogenados. Si se aplica estiércol, o se entierran leguminosas como abono verde bastará una aplicación de 224-336 Kgs/ha de la fórmula 4-16-16 ó 5-20-20. Dosis adicionales de nitrógeno deberán ser suministradas en aquellos casos, en donde, sobre suelos pesados se pretenda alcanzar rendimientos de 93 qqm/ha.

El Dr. J. da Fonseca Bastos, de Lisboa, citado por el mismo autor (9), observa, con respecto al cultivo y fertilización de los maíces híbridos, que este tipo de maíz debe ser cultivado, de ser posible, en suelos profundos y fértiles, requiriendo, junto con una estercoladura de 20-30 Tons/ha, o su equivalente en composta, la aplicación de 90 Kgs P_2O_5 /ha, 100 Kgs K_2O /ha y 41 Kgs N/ha, en el momento de la siembra. Con la primera labor de escarda se deberán aplicar 41 Kgs N/ha.

Palencia y colaboradores (14) encontraron, sobre aplicación de gallinaza en niveles de 0,800, 1600 y 2400 Kg/ha y

aplicación de nitrógeno en los niveles de 0, 20, 40 y 60 Kgs/ha, bajo condiciones de suelo con alto nivel de fertilidad, exceptuando nitrógeno; que: el efecto de la gallinaza fue significativamente mayor en presencia de 20 Kgs N/ha y negativo en presencia de 60 Kg N/ha. El requerimiento mínimo de gallinaza fue de 800 Kgs/ha, recomendándose probar dosis más bajas de este material debido a la falta de diferencias significativas con respecto a los otros niveles de aplicación; el efecto del nitrógeno en ausencia de gallinaza se produjo hasta el nivel de 40 Kgs/ha.

Selke (18) informa: que existen resultados negativos, en los que el estiércol ha rebajado sensiblemente el efecto del abonado mineral, y da un ejemplo de ello:

Un Kg de N Produjo

	En Lauchstedt 1903 - 1909	En Gross-lubars 1910 - 1915
	Patatas	Patatas
	Kg	Kg
Sin estiércol	37.3	45.2
Con 200 qm/ha de estiércol y abono mineral	2.3	74.7

El grupo sin estiércol tuvo en las dos localidades 60 Kgs/ha de N; el grupo "con 200 qm/ha" en Lauchstedt (sobre tierras negras) tuvo 40 Kg N/ha y en Gross-lubars (suelo arenoso ligero) 30 Kg N/ha.

El mismo Selke (18) intenta aclarar estos resultados de la siguiente forma: por un lado la diferencia del efecto nitrogenado del estiércol puede basarse en su propia calidad. Mientras que un estiércol rico en materias nitrogenadas con una relación estrecha

C:N aporta al suelo cantidades no despreciables de nitrógeno rápidamente asimilable, puede ocurrir que un estiércol pobre y poco fermentado se inactive biológicamente el nitrógeno presente en el suelo. Eligiendo el abonado mineral nitrogenado en cantidad adecuada para conseguir cosechas óptimas, el nitrógeno del estiércol puede rebajar su eficacia según las leyes vegetativas.

En lo que respecta al ácido fosfórico y el potasio, el mismo autor (18) reconoce que la depresión es menor en los suelos ligeros de Gross-lubars que en la tierra negra de Lauchstedt, deduciendo de ello que en todos los cultivos se puede rebajar la dosis de ácido fosfórico y de potasio, si este ha recibido estiércol como abono.

3. MATERIALES Y METODOS

3.1 MATERIAL EXPERIMENTAL

3.1.1 Características del Sitio Experimental

El experimento se realizó en la parcela No.B-434, línea B-8 del sector B del parcelamiento "La Máquina", municipio de Cuyotenango, departamento de Suchitepéquez; a una altura de 105 m s.n.m.; geográficamente la parcela está localizada entre los paralelos 14°24' latitud norte y 91°34' longitud oeste de Greenwich.

Según Holdridge (12) la zona ecológica del sitio experimental corresponde a la zona tropical seca, donde la precipitación oscila entre 2,000 y 3,500 mm distribuidos principalmente entre los meses de mayo a octubre, con una temperatura que varía de 25 a 35°C.

Los suelos del área experimental corresponden a la serie de suelos Ixtán Arcilloso, los cuales son descritos por Simmons et al (19) como de textura arcillosa, de consistencia plástica, profundos, con drenaje regular y desarrollados sobre cenizas volcánicas cementadas de color claro (aluvión). Son suelos casi planos, con declives entre el 1 y 3 por ciento, sin ninguna capa que limite la penetración de raíces.

En el cuadro 1 podemos observar algunas características químicas de los suelos donde se efectuó el experimento. Estas características indican que el contenido de nitrógeno es deficiente; fósforo bajo y potasio alto, según los niveles críticos establecidos por el laboratorio de suelos del I.C.T.A., para los nutrientes mencionados. El contenido de materia orgánica puede considerarse como alto (8).

CUADRO 1

**Características Químicas de los Suelos
Donde se Efectuó el Experimento.**

pH	N	ug/ml		meq/100 gr.		o/o M.O.
		P	K	Ca	Mg	
6.8	16	3.00	150	16.19	4.14	5

FUENTE: Laboratorio Suelos ICTA

3.1.2 Material Experimental

La materia orgánica se obtuvo haciendo una mezcla de estiércol de ganado vacuno, napier usado como cama de establo, pequeños residuos de estiércol de gallina y por último una capa de tierra, dándosele 60 días de descomposición en fosa; labores efectuadas en el Instituto Técnico de Agricultura. Posteriormente este material fue conducido al sitio experimental, donde se dejó sobre el terreno cubierto bajo una capa delgada de tierra, dándosele 25 días más de descomposición. El cuadro 2 muestra algunas características químicas determinadas a este material, mediante el análisis químico respectivo.

Para las aplicaciones de N,P,K se utilizaron como fuentes, las siguientes: Urea al 46o/o N para nitrógeno; Triple superfosfato al 46o/o P_2O_5 para fósforo y Muriato de potasio al 60 o/o K_2O para potasio.

Como planta indicadora se utilizó maíz híbrido de la casa Pioneer clasificado como X-306-B de grano amarillo y ciclo vegetativo de aproximadamente 105 días a partir de la siembra.

CUADRO 2

Características Químicas Determinadas a la Fuente de Materia Orgánica Utilizada

o/o M.O.	o/o Humedad	o/o N Total	meq/100 gr			ug/ml
			Ca	Mg	K . Na	P
15.28	68.92	.5740	18.6	9.12	12.16 3.52	416

FUENTE: Laboratorio Suelos ICTA

3.2 METODOLOGIA EXPERIMENTAL

3.2.1 Diseño Experimental

Se usó el diseño experimental de parcelas sub-divididas en bloques completos al azar con cuatro repeticiones. El área total del experimento fue de 3,933.6 metros cuadrados (66m x 59.6 m). Las unidades experimentales consistieron de cuatro surcos espaciados a 0.90 m entre sí y 10 m de largo cada uno para un área de 36 metros cuadrados, para la parcela total; y de dos surcos centrales pero de 9 metros de largo cada uno para un área de 16.2 metros cuadrados como parcela neta.

La siembra se hizo a mano a una distancia de 0.50 m entre posturas.

3.2.2 Tratamientos Seleccionados

Como tratamientos principales fueron seleccionados tres niveles de materia orgánica.

a: 0 Ton. Met/ha

b: 1 Ton. Met/ha

c: 2 Ton. Met/ha

Como sub-tratamientos se seleccionaron dos niveles de N-P-K respectivamente en sus combinaciones posibles.

No. Sub-trat.	Kg / ha		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1	0	0	0
2	0	0	90
3	0	90	0
4	0	90	90
5	120	0	0
6	120	0	90
7	120	90	0
8	120	90	90

3.2.3 Manejo del Experimento

En el ensayo, se efectuaron las prácticas culturales acostumbradas en la zona. Así, la preparación del terreno consistió en chapeo mecánico, aradura y dos pases de rastra en forma cruzada, incorporándose con la última la materia orgánica previamente aplicada al voleo.

Seguidamente se habrieron surcos a cada 0.90 m con una surqueadora de tres picos halada por tractor. Se aplicó al fondo del surco aldrín al 2.5o/o a razón de 27 Kg/ha. El fertilizante fue colocado sobre el aldrín, de acuerdo a los tratamientos establecidos, aplicándose en su totalidad el fósforo y el potasio. El nitrógeno se aplicó en forma fraccionada: el 50o/o junto con P y K, y el 50o/o restante a los 33 días de la siembra y después de la primera limpia. El fertilizante aplicado se cubrió con una capa

de tierra de 5 cm. La siembra se realizó a mano, utilizándose como guía una cinta con marcas a cada 0.50 m, depositándose 4 semillas por postura. Se efectuó un raleo cuando las plántulas tenían 0.15 m de altura, dejándose 2 plantas por postura, para tener una población de 44,444 plantas/ha.

El control de malezas se realizó en forma manual, en dos ocasiones. El control de insectos, se realizó con el insecticida volátón granulado a razón de 12 Kg/ha, habiéndose presentado el gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) en alto porcentaje.

Se cosechó a mano y se determinó el porcentaje de humedad llevándose el peso del grano a humedad constante de 140/o.

3.2.4 Análisis Estadístico

Los efectos de los tratamientos seleccionados y de sus interacciones fueron evaluados a través de análisis estadístico sobre la variable peso de grano al 140/o de humedad según el siguiente esquema base de varianza.

Fuente de Variación	G.L.
Repeticiones	3
Materia Orgánica	2
Error (a)	6
Fertilizante	7
M.O. x Fert.	14
Error (b)	63
Total	95

3.2.5 Análisis Económico

Se calculó el costo de producción de cada subtratamiento dentro del tratamiento respectivo. En base a los rendimientos se

calculó el ingreso bruto y el ingreso neto. Este último se utilizó como dividendo para establecer la relación Beneficio/Costo por hectárea.

4. RESULTADOS Y DISCUSION

En el cuadro 3 se presentan los resultados obtenidos en el presente estudio. Estos resultados que corresponden al rendimiento de maíz por hectárea, al 14o/o de humedad, sirvieron de base para el análisis de varianza respectivo, evaluando así, el efecto de los distintos tratamientos y sus interacciones, tal como se presentan en los cuadros 4, 5, 6 respectivamente.

4.1 Efecto de la Materia Orgánica

Para evaluar el efecto de la materia orgánica, se tomaron los valores totales de rendimiento de cada nivel aplicado no encontrándose diferencia significativa al 5o/o de probabilidad como puede observarse en el análisis de varianza (cuadro 4).

Esta falta de respuesta significativa se debió a que el contenido natural de materia orgánica era alto (cuadro 1) lo cual redujo la posibilidad de respuesta.

Sin embargo, observando las medias de cada tratamiento (cuadro 7) podemos darnos cuenta que el rendimiento decrece a medida que se aumenta la aplicación de materia orgánica. Este efecto detrimental puede deberse a que al considerar como adecuada la relación carbono nitrógeno existente en el suelo, con la aplicación de materia orgánica y haberse incorporado con la aradura las malezas y los residuos de maíz de la cosecha anterior, principalmente tallos, pudo alterarse la relación C:N mencionada y de esta forma los microorganismos del suelo, al poseer materiales productores de energía a su disposición se multiplicaron rápidamente utilizando ellos mismos el nitrógeno, compitiendo directamente con las plantas; tal como lo señala Buckman y Brady (3).

CUADRO 3

RENDIMIENTO EN Kg/ha OBSERVADOS EN LOS DISTINTOS TRATAMIENTOS
CORRESPONDIENTES A MATERIA ORGANICA Y NPK EN EL CULTIVO DEL MAIZ (GRANO AL
14o/o DE HUMEDAD).

Tratamientos M.O.	Repetición	Sub-tratamientos (N-P-K)							
		1	2	3	4	5	6	7	8
a	I	4401.24	4154.32	4320.99	4444.44	3938.27	4574.07	5030.86	4919.75
	II	3901.23	3956.79	4228.40	3388.89	4913.58	4851.85	4660.49	5327.16
	III	4166.67	3858.02	3098.77	4376.54	5092.59	4969.14	4864.20	5172.84
	IV	3740.74	4407.41	3746.91	3308.64	3462.96	4296.30	4586.42	4524.69
b	I	4240.74	3734.57	4796.30	3993.83	4567.90	3882.72	4777.78	5086.42
	II	3129.63	3333.33	3148.15	3648.15	2746.91	3666.67	4629.63	4586.42
	III	3604.94	2802.47	3851.85	4623.46	4796.30	3820.99	5265.43	4518.52
	IV	2086.42	4432.10	3734.57	3864.20	4098.77	4895.06	5320.99	4814.81
c	I	4172.84	3012.35	3765.43	2839.51	3055.56	4061.73	3425.93	3901.23
	II	3296.30	2246.91	3172.84	2277.78	4691.36	4388.89	4413.58	4691.36
	III	3160.49	3938.27	3888.89	4845.68	4814.81	4561.73	4864.20	5265.43
	IV	3172.84	3290.12	2851.85	3740.74	4567.90	3796.30	4851.85	4302.47

CUADRO 4
ANALISIS DE VARIANZA GENERAL

Fuente de Variación	G.L.	C.M.	F.	Sig.
Repeticiones	3	866780.9		
Materia Orgánica	2	2127757.85	2.98494	NS
Error (a)	6	712829.93		
Fertilización	7	3038359.15	9.58626	xxx
Materia Orgánica x Fert.	14	202000.20	0.63733	NS
Error (b)	63	316949.33		
Total	95	581022.80		

NS : Respuesta no significativa
xxx : Respuesta significativa al 1o/o de probabilidad

También debe considerarse la posibilidad de que la materia orgánica no halla causado efecto positivo, por ser el primer año de aplicación; es de esperar, por los beneficios que conlleva al suelo, que en el futuro muestre un mejor efecto sobre el rendimiento.

4.2 Efecto del Nitrógeno

De acuerdo al análisis de varianza general reportado en el cuadro 4, la fertilización tuvo significancia al 1o/o de probabilidad. Por estar comprendidos los otros elementos en estudio en este renglón fue necesario efectuar un desglose del mismo para realizar otro análisis y determinar qué elemento y su interacción estaba incidiendo en la significancia mencionada. En el cuadro 5 puede notarse que la aplicación de nitrógeno tuvo significancia al 1o/o de probabilidad; al observar las medias de cada sub-tratamiento anotado en el cuadro 9, podemos darnos cuenta que hay un marcado efecto en el rendimiento de los sub-tratamientos 5, 6, 7 y 8 que corresponde a la aplicación de nitrógeno.

De acuerdo a los rendimientos reportados en el cuadro 8, con el tratamiento correspondiente a 0 Kg N/ha, el rendimiento obtenido fue de 3670.78 Kg de grano al 14o/o de humedad, por ha el cual se incrementó hasta 4506.58 Kg de grano al 14o/o de humedad por ha. con aplicación de 120 Kg N/ha. Esta última aplicación concuerda con el rango de respuesta observado por Berger, Dageus y CIMMYT, citados por Sánchez (17), para la región tropical, que corresponde a aplicaciones de N entre 60 y 150 Kg/ha.

CUADRO 5

ANALISIS DE EFECTOS PRINCIPALES
DE NPK Y SUS INTERACCIONES

Fuente de Variación	G.L.	C.M.	F.	Sig.
Materia Orgánica	2	1845388.5	2.35037	NS
Error (a)	6	785149.4		
N	1	16764534.9	55.88926	xxx
P	1	2345678.5	7.81997	xx
NP	1	597561.8	1.992.14	NS
K	1	54044.1	0.1817	NS
NK	1	3734.9	0.01245	NS
PK	1	32.1	0.00011	NS
NPK	1	16357.7	0.05453	NS
Error (b)	63	299959.9		

NS : Respuesta no significativa

xxx : Respuesta significativa al 1o/o de probabilidad

xx : Respuesta significativa al 5o/o de probabilidad

CUADRO 6

ANALISIS DE VARIANZA DE MATERIA
ORGANICA POR EFECTOS PRINCIPALES
NPK Y SUS INTERACCIONES

Fuente de Varíación	G.L.	C.M.	F.	Sig.
Materia Orgánica x N	2	164121.8	0.54715	NS
Materia Orgánica x P	2	812497.8	2.70869	x
Materia Orgánica x NP	2	125520.0	0.41846	NS
Materia Orgánica x K	2	89910.2	0.29974	NS
Materia Orgánica x NK	2	207293.8	0.69107	NS
Materia Orgánica x PK	2	128848.9	0.42955	NS
Materia Orgánica x NPK	2	11.1	0.00004	NS
Error (b)	63	299959.9		

NS : Respuesta no significativa

x : Respuesta significativa al 10o/o de probabilidad

NOTA: Los análisis de varianza fueron corroborados por el Departamento de biometría del Centro Internacional de Agricultura Tropical, (CIAT) en Cali, Colombia.

4.3 Efecto del Fósforo

El análisis de efectos principales de N, P, K (cuadro 5) indican respuesta significativa al 5o/o de probabilidad, a la aplicación de fertilizante fosfórico y la comparación entre las medias anotadas en el cuadro 8, muestran que con una aplicación de 90 Kg P_2O_5 /ha se incrementa el rendimiento de 3932.36 Kg correspondientes a una aplicación de 0 Kg P_2O_5 /ha, hasta 4244.90 Kg de grano al 14o/o de humedad/ha.

La respuesta observada en el suelo con bajo contenido de fósforo (cuadro 1), es concordante con lo informado por Kamprath (10) respecto a que, en suelos deficientes en fósforo, la aplicación de este elemento reporta incrementos de rendimiento en el cultivo de maíz.

4.4 Efecto del Potasio

De acuerdo a los resultados del análisis de efectos principales de N, P, K anotados en el cuadro 5, no hubo respuesta significativa del cultivo del maíz a la aplicación de fertilizantes potásicos.

El análisis químico del área experimental (cuadro 1) reporta un contenido alto de potasio, siendo esta la razón por la que no se observa respuesta significativa, lo cual concuerda con lo reportado por Laird y Lizárraga, citados por Cox (5) quienes encontraron respuesta en sólo el 5o/o de los experimentos, en suelos generalmente altos en potasio intercambiable.

CUADRO 7

**RENDIMIENTO PROMEDIO EXPRESADO EN
Kg/ha DE GRANO AL 14o/o DE HUMEDAD,
CORRESPONDIENTE A CADA NIVEL DE
MATERIA ORGANICA**

Tratamiento M.O.	No. Observaciones	Rendimiento
0 Ton. Met./ha	32	4368.29
1 Ton. Met./ha	32	4078.13
2 Ton. Met./ha	32	3853.97

CUADRO 8

**RENDIMIENTO PROMEDIO EXPRESADO EN
Kg/ha DE GRANO CORRESPONDIENTES A
CADA UNO DE LOS NIVELES DE LOS ELEMENTOS
(N-P-K) ESTUDIADOS**

Elemento	Nivel Aplicado	No. Observaciones	Rendimiento
N	0 Kg/ha	48	3670.78
	120 Kg/ha	48	4506.56
P	0 Kg/ha	48	3932.36
	90 Kg/ha	48	4244.98
K	0 Kg/ha	48	4064.94
	90 Kg/ha	48	4112.40

4.5 Efecto de Interacciones

4.5.1 Materia Orgánica por Nitrógeno

El análisis de los resultados de la interacción materia orgánica por nitrógeno, indican que no existe diferencia significativa entre ellos. Sin embargo, al observar dichos resultados (cuadro 10) se nota que la interacción tuvo efecto detrimental sobre el rendimiento, puesto que, de 3969.75 Kgs maíz/ha obtenido con 0 Ton. Met. de materia orgánica y 0 Kgs N/ha, se redujo a 3354.55 Kgs maíz/ha cuando se aplicó 2 Ton. Met. de Materia orgánica/ha y 0 Kgs N/ha, observándose el mismo efecto cuando se aplicaron 120 Kgs N/ha para los mismos niveles de materia orgánica. Este comportamiento errático, se debe al efecto detrimental de la materia orgánica, puesto que si observamos los datos consignados en el cuadro 7, a mayor aplicación de materia orgánica menor es el rendimiento obtenido.

4.5.2 Materia Orgánica por Fósforo

El análisis de varianza fue realizado a los rendimientos obtenidos de la interacción materia orgánica por fósforo, consignados en el cuadro 6, el cual reportó un efecto significativo a esta interacción al 10o/o de probabilidad.

Observándose el mejor rendimiento cuando se aplicó 1 Ton. Met./ha de materia orgánica y 90 Kgs P_2O_5 /ha, con la aplicación de 2 Ton. Met./ha de materia orgánica y 90 Kgs P_2O_5 /ha el rendimiento acusó una baja con respecto al anterior, lo cual es atribuible al mayor efecto detrimental de la materia orgánica por ser mayor la aplicación de ésta, como puede notarse en el cuadro 11.

CUADRO 9

**RENDIMIENTO PROMEDIO EN Kg/ha
DE GRANO, CORRESPONDIENTE A LOS
SUB-TRATAMIENTOS ESTUDIADOS**

No. Sub-trat.	No. Observaciones	Rendimiento
1	12	3589.51
2	12	3597.22
3	12	3717.08
4	12	3779.32
5	12	4228.91
6	12	4313.79
7	12	4815.95
8	12	4759.26

CUADRO 10

**MEDIAS DEL EFECTO DE LA MATERIA
ORGANICA Y COMBINACION DE NITROGENO**

M.O.	Nitrógeno	No.	
		Observaciones	Rendimiento
0 Ton. Met./ha	0 Kg/ha	16	3968.75
0 Ton. Met./ha	120 "	16	4699.07
1 Ton. Met./ha	0 "	16	3689.04
1 Ton. Met./ha	120 "	16	4467.21
2 Ton. Met./ha	0 "	16	3354.55
2 Ton. Met./ha	120 "	16	4353.40

CUADRO 11

**MEDIAS DEL EFECTO DE LA MATERIA
ORGANICA Y COMBINACION DE FOSFORO**

M.O.	Fósforo	No.	
		Observaciones	Rendimiento
0 Ton. Met./ha	0 Kg/ha	16	4292.82
0 Ton. Met./ha	90 "	16	4375.00
1 Ton. Met./ha	0 "	16	3739.97
1 Ton. Met./ha	90 "	16	4416.28
2 Ton. Met./ha	0 "	16	3764.28
2 Ton. Met./ha	90 "	16	3943.67

CUADRO 12

**MEDIAS DEL EFECTO DE LA MATERIA
ORGANICA Y COMBINACION DE POTASIO**

M.O.	Potasio	No. Observaciones	Rendimiento
0 Ton. Met./ha	0 Kg/ha	16	4259.65
0 Ton. Met./ha	90 "	16	4408.17
1 Ton. Met./ha	0 "	16	4049.77
1 Ton. Met./ha	90 "	16	4106.48
2 Ton. Met./ha	0 "	16	3885.42
2 Ton. Met./ha	90 "	16	3822.53

El efecto de este elemento con 1 Ton. Met. de materia orgánica/ha se debió a que al incorporarla fijó el fósforo aplicado, pero de una manera que pudo ser asimilado por la planta, tal como lo observado por Tysdale y Nelson (20).

4.5.3 Materia Orgánica por Potasio

El efecto de la interacción materia orgánica por potasio fue determinado como no significativo a través del análisis de varianza respectivo (cuadro 6).

En el cuadro 12, se nota un ligero efecto detrimental de esta interacción, atribuible al posible desbalance catiónico entre Mg y K, producido por el potasio suministrado por la materia orgánica y el mineral aplicado por medio del fertilizante. Un caso similar fue observado por Estrada (7) quien indica que el uso de fertilizante potásico excesivo induce a un cambio en la relación Mg: K produciendo frecuentemente carencia de magnesio debido al antagonismo iónico.

4.6 Análisis Económico

El cuadro 13 refleja que los costos de producción son mayores a medida que aumenta la aplicación de materia orgánica para el mismo nivel de fertilización aplicada. De acuerdo al ingreso neto obtenido y los costos de producción por unidad de superficie (ha), la relación Beneficio/Costo decrece a medida que aumenta la materia orgánica, obteniéndose la mayor relación cuando no se aplica materia orgánica ni fertilizante.

En todos los sub-tratamientos en donde se aplicó sólo nitrógeno o combinado con fósforo (cuadro 9), los rendimientos fueron mayores, pero por lo elevado de los precios del fertilizante, los costos de producción son altos, lo cual hace que la relación B/C baje considerablemente comparada con la mejor obtenida de 1.47

CUADRO 13

ANALISIS ECONOMICO DEL EXPERIMENTO

Trata- mientos	Indicadores	Sub-tratamientos							
		1	2	3	4	5	6	7	8
a	Rendimiento Kg/ha	4052.47	4094.14	3848.77	3879.63	4351.85	4672.84	4785.49	4986.11
	Precio Q/Kg	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12
	Ingreso Bruto Q/ha	486.30	491.30	461.85	465.56	522.22	560.74	574.26	598.33
	Costo Q/ha	197.09	296.69	293.75	393.74	329.81	433.94	435.54	537.94
	Ingreso neto Q/ha	289.21	194.61	168.10	71.82	192.41	126.80	138.72	60.39
	Relación B/C	1.47	0.66	0.57	0.18	0.58	0.29	0.32	0.11
b	Rendimiento Kg/ha	3265.43	3575.62	3882.72	4032.41	4052.47	4066.36	4998.45	4751.54
	Precio Q/Kg	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12
	Ingreso Bruto Q/ha	391.85	429.07	465.93	483.89	486.30	487.96	599.81	570.19
	Costo Q/ha	203.63	307.59	311.95	413.62	343.29	443.03	456.27	552.33
	Ingreso neto Q/ha	188.22	121.48	154.98	70.27	143.01	44.93	143.54	17.86
	Relación B/C	0.92	0.40	0.49	0.17	0.42	0.10	0.32	0.03
c	Rendimiento Kg/ha	3450.62	3121.91	3419.75	3425.93	4282.41	4202.16	4388.89	4540.12
	Precio Q/Kg	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12
	Ingreso bruto Q/ha	414.07	374.63	410.37	411.12	513.89	504.26	526.67	544.81
	Costo Q/ha	225.06	319.79	324.16	423.08	365.62	464.01	466.72	568.46
	Ingreso neto Q/ha	189.01	54.84	86.21	- 11.96	148.27	40.25	59.95	- 23.65
	Relación B/C	0.84	0.17	0.27	- 0.03	0.41	0.09	0.13	- 0.04

5. CONCLUSIONES

En base a la discusión de los resultados experimentales obtenidos en las condiciones en que se realizó el experimento, se pueden considerar las siguientes conclusiones:

1. La adición de materia orgánica causó un detrimento en los rendimientos del maíz, siendo cada vez mayor a medida que se aumentó la aplicación de materia orgánica.
2. La respuesta del cultivo de maíz a la aplicación de nitrógeno se observó al 10% de probabilidad, habiéndose obtenido un incremento en el rendimiento de 835.78 Kg de maíz/ha con una adición de 120 Kg N/ha, en relación al observado con 0 Kg N/ha de aplicación.
3. La aplicación de 90 Kg P_2O_5 /ha incrementó los rendimientos de maíz, tanto cuando se aplicó solo como con 1 tonelada métrica de materia orgánica/ha.
4. La falta de respuesta a la adición de potasio, fue concordante con el adecuado nivel del mismo en el suelo, ya que éste estuvo por encima del nivel crítico.
5. La interacción materia orgánica y fertilizantes juntos tuvo un efecto positivo en la asimilación del fósforo, no así en la asimilación del nitrógeno y potasio.
6. Desde el punto de vista económico, la mayor relación B/C observada fue de 1.47 correspondiente al tratamiento 0 toneladas métricas de materia orgánica y 0 Kg de N, P_2O_5 y K_2O /ha de aplicación.

6. BIBLIOGRAFIA

1. ALDRICH, S.R. Y LENG, E.R. Producción moderna del maíz. Trad. Oscar Martínez T. y Patricia Lenguiramon. Buenos Aires, Argentina, Editorial Hemisferio Sur. 1,974. 307 p.
2. ALEXANDER, MARTIN. El nitrógeno del suelo: Problemas del presente y del futuro. En: El uso del nitrógeno en el trópico. Editado por Héctor Medina O. Medellín, Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo. Julio 1,972. pp.1-8.
3. BUCKMAN, H.O. y BRADY, N.C. Naturaleza y propiedades de los suelos. Trad. R. Salord. Barcelona, Montaner y Simmon, S.A. 1,966. 590 p.
4. COOKE, G.W. Fertilizantes y sus usos, 2a. ed. Trad. Alonso Blackaller Valdez. México, Editorial Continental. 1,975. pp.70-81.
5. COX, F.R. Potasio. En: Sánchez, P.A. Ed. Un resumen de las investigaciones edafológicas en la América Latina Tropical. North Carolina Agricultural Experiment Station. Technical Bulletin 219. 1,973. pp.177-194.
6. DEL VALLE B. RICARDO. Efecto de la fertilización con NPK en el sistema maíz-frijol asociado, bajo las condiciones del valle de Monjas, El Progreso, Jutiapa, Guatemala. Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, 1,975. 41p. (Tesis Ing. Agr.).
7. ESTRADA LIGORRIA, LUIS ALBERTO P. La disponibilidad de potasio en seis suelos de Guatemala. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía. 1,973. 47 p. (Tesis Ing. Agr.)

8. FASSBENDER, H.W. Química de suelos, Con énfasis en suelos de América Latina. Costa Rica, Editorial IICA. 1,975. 398 p.
9. GRUNEBERG, F.H. Nutrición del maíz. Boletín verde No.9; informes sobre fertilización. Hannover, Alemania. 1,959. 46 p.
10. KAMPRATH, E.J. Fósforo. En: Sánchez, P.A. Ed. Un resumen de las investigaciones edafológicas en América Latina Tropical. N. Carolina Agr. Exp. St. Tech. Bull. No.219. 1,973. pp.151-176.
11. MALAVOLTA, E. M anual de química agrícola; Adubos e adubacao. 2a. ed. Sao Paulo, Brasil, Editorial Agronómica "CERES" Ltda. 1,967. 606 p.
12. OBIOLS, A. Atlas Preliminar de Guatemala. 3a. ed. Guatemala, Instituto Geográfico Nacional. 1,966. 22 p.
13. ORTIZ D. HELIO R. Evaluación de la respuesta del trigo *Triticum aestivum* L./em. Thell a la fertilización nitrogenada usando dos fuentes, tres niveles y trece formas de aplicación, Quezaltenango. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía. 1,974. 31 p. (Tesis Ing. Agr.).
14. PALENCIA ORTIZ JULIO ANIBAL. Ed. Programa de Nutrición Vegetal. Informe anual 1,974. Guatemala, Sector Público Agrícola ICTA. 1,975. 123 p.
15. ROBINSON, G.W. Los suelos, su origen y clasificación. 3a. ed. Trad. José Luis Amorós, Barcelona, Ediciones Omega S.A. 1,965. pp.187-215.

16. RUSSELL, E.J. y RUSSELL, E.W. Las condiciones del suelo y el desarrollo de las plantas. 3a. ed. Trad. Gaspar González y González. Madrid, Aguilar S.A. 1,964. 771 p.
17. SANCHEZ, P.A. Fertilización con nitrógeno. En: Sánchez, P.A. Ed. Un resumen de las investigaciones edafológicas en la América Latina Tropical. North Carolina Agricultural Experiment Station. Technical Bulletin 219. 1,973. pp.97-136.
18. SELKE, W. Los abonos. 4a. ed. Trad. Ortwin Günther, León. España, Editorial Academia León, 1,970. pp.298-305.
19. SIMMONS, C.S. et al. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la República de Guatemala. Guatemala, Editorial "José de Pineda Ibarra". 1,959. 1,000 p.
20. TYSDALE, J.W. y NELSON, W.L. Fertilidad de los suelos y fertilizantes. Trad. J. Balasch y C. Piña. Barcelona, Montaner y Simon, S.A. 1,970. 760 p.

Vo.Bo.

(f) Palmira R. de Quan
Bibliotecaria

APENDICE

COSTO DE PRODUCCION POR CADA SUB-TRATAMIENTO
DENTRO DEL TRATAMIENTO DE G.T.N.S. MET. DE MATE
RIA ORGANICA / ha.

		A ₆	A ₇	A ₈	A ₉	A ₁₀	A ₁₁	A ₁₂	A ₁₃	A ₁₄	A ₁₅
	Unidad	Precio/ uni- dad C	Cantidad ha	Costo/ ha	Costo/ ha	Costo/ ha	Costo/ ha	Costo/ ha	Costo/ ha	Costo/ ha	Costo/ ha
I - GASTOS DIRECTOS											
A- Preparación del Terreno											
1- Chapeo	ha.	8.57	10	8.57	8.57	8.57	8.57	8.57	8.57	8.57	8.57
2- Arado	ha.	17.14	10	17.14	17.14	17.14	17.14	17.14	17.14	17.14	17.14
3- Rastro	ha.	4.28	20	8.57	8.57	8.57	8.57	8.57	8.57	8.57	8.57
4- Surqueado	ha.	4.29	10	4.29	4.29	4.29	4.29	4.29	4.29	4.29	4.29
B- Fertilización											
1- Urea	kg.	0.96	120.0	115.2	115.2	115.2	115.2	-	-	-	-
2- Aplicación	Jornal	1.33	2.0	2.66	2.66	2.66	2.66	-	-	-	-
3- Muriato de potasio	kg.	1.00	90.0	90.0	-	90.0	-	90.0	-	90.0	-
4- Aplicación	Jornal	1.33	10	1.33	-	1.33	-	1.33	-	1.33	-
5- Triple superfosfato	Kg.	1.00	90.0	90.0	-	-	-	90.0	90.0	-	-
6- Aplicación	Jornal	1.33	1.0	1.33	1.33	-	-	1.33	1.33	-	-
C- Siembra											
1- Semilla	Kg.	0.70	16.84	11.79	11.79	11.79	11.79	11.79	11.79	11.79	11.79
2- Siembra manual	ha.	6.43	1.0	6.43	6.43	6.43	6.43	6.43	6.43	6.43	6.43
D- Insecticida											
1- Aldin 2.5%	Kg.	0.50	27	13.50	13.50	13.50	13.50	13.50	13.50	13.50	13.50
2- Aplicación	Jornal	1.33	1.0	1.33	1.33	1.33	1.33	1.33	1.33	1.33	1.33
3- Valaton	Kg.	0.47	12.15	5.71	5.71	5.71	5.71	5.71	5.71	5.71	5.71
4- Aplicación	Jornal	1.33	1.0	1.33	1.33	1.33	1.33	1.33	1.33	1.33	1.33
E- Control manual de malezas											
1- 1ª Limpia	Jornal	1.50	8.57	12.86	12.86	12.86	12.86	12.86	12.86	12.86	12.86
2- 2ª Limpia	Jornal	1.50	8.57	12.86	12.86	12.86	12.86	12.86	12.86	12.86	12.86
F- Doble											
1- Mano de obra	Jornal	1.50	4.29	6.43	6.43	6.43	6.43	6.43	6.43	6.43	6.43
G- Cosecha											
1- Topica	Saco (1)	0.40	108.39	43.36	41.61	40.63	37.84	33.74	33.47	35.60	35.24
2- Desgrana (máquina)	Saco	0.20	108.39	21.68	20.81	20.32	18.92	16.87	16.73	17.30	17.62
H- Tierra (Alquiler)	ha.	17.15	10	17.15	17.15	17.15	17.15	17.15	17.15	17.15	17.15
I- Total gastos directos				493.52	399.57	398.1	302.58	361.23	269.49	272.19	180.82
II- GASTOS INDIRECTOS											
J- Admon. (5% de I)				24.68	19.98	19.91	15.13	18.06	13.48	13.61	9.04
K- Interés (4% de I)				19.74	15.99	15.93	12.10	14.45	10.78	10.89	7.23
L- Total Gastos Indirectos				44.42	35.97	35.84	27.23	32.51	24.26	24.50	16.27
III- TOTAL GASTOS (I + II) / Ha				537.94	435.54	433.94	329.81	393.74	293.75	296.69	197.09

(1) SACO = 46 Kilos.

COSTO DE PRODUCCIÓN POR CADA SUB-TRATAMIENTO
DENTRO DEL TRATAMIENTO DE 1 TNS MET. DE MATERIA
ORGÁNICA/ha.

		B ₀	B ₁	B ₂	B ₃	B ₄	B ₅	B ₆	B ₇	B ₈	B ₉						
	Unidad	Precio Q.	Cantidad ha	Costo ha	Costo ha	Costo ha	Costo ha	Costo ha	Costo ha	Costo ha	Costo ha						
I - GASTOS DIRECTOS																	
A- Preparación del Terreno																	
1- Chapen	ha	8.57	1.0	8.57	8.57	8.57	8.57	8.57	8.57	8.57	8.57						
2- Arado	ha	17.14	1.0	17.14	17.14	17.14	17.14	17.14	17.14	17.14	17.14						
3- Pastro	ha	4.285	2.0	8.57	8.57	8.57	8.57	8.57	8.57	8.57	8.57						
4- Surqueada	ha	4.29	1.0	4.29	4.29	4.29	4.29	4.29	4.29	4.29	4.29						
B- Fertilización																	
1- Urea	Kg.	0.96	120.00	115.2	115.2	115.2	115.2	-	-	-	-						
2- Aplicación	Jornal	1.33	2.0	2.66	2.66	2.66	2.66	-	-	-	-						
3- Murriato de Potasio	Kg.	1.00	90.00	90.00	-	90.00	-	90.00	-	90.00	-						
4- Aplicación	Jornal	1.33	1.0	1.33	-	1.33	-	1.33	-	1.33	-						
5- Triple Superfosfato	Kg.	1.00	90.00	90.00	90.00	-	-	90.00	90.00	-	-						
6- Aplicación	Jornal	1.33	1.0	1.33	1.33	-	-	1.33	1.33	-	-						
7- Materia Orgánica (1)	Tn.	13.6	1.0	13.6	13.6	13.6	13.6	13.6	13.6	13.6	13.6						
8- Aplicación	Jornal	1.33	2.0	2.66	2.66	2.66	2.66	2.66	2.66	2.66	2.66						
C- Siembra																	
1- Semilla	Kg.	16.84	11.5	11.79	11.79	11.79	11.79	11.79	11.79	11.79	11.79						
2- Siembra Manual	ha	6.42	1.0	6.43	6.43	6.43	6.43	6.43	6.43	6.43	6.43						
D- Insecticida																	
1- Aldrin 25%	Kg.	0.50	27.00	13.50	13.50	13.50	13.50	13.50	13.50	13.50	13.50						
2- Aplicación	Jornal	1.33	1.0	1.33	1.33	1.33	1.33	1.33	1.33	1.33	1.33						
3- Volatón	Kg.	0.47	12.15	5.71	5.71	5.71	5.71	5.71	5.71	5.71	5.71						
4- Aplicación	Jornal	1.33	1.33	1.33	1.33	1.33	1.33	1.33	1.33	1.33	1.33						
E- Control Manual de Malezas.																	
1- 1o. limpio	Jornal	1.50	8.57	12.86	12.86	12.86	12.86	12.86	12.86	12.86	12.86						
2- 2o. limpio	Jornal	1.50	8.57	12.86	12.86	12.86	12.86	12.86	12.86	12.86	12.86						
F- Doble																	
Mano de obra	Jornal	1.50	4.29	6.43	6.43	6.43	6.43	6.43	6.43	6.43	6.43						
G- Cosecha																	
1- Topisco	Saco	0.40	103.30	41.32	43.46	35.36	35.24	35.06	33.76	31.09	28.40						
2- Desgrane (máquina)	Saco	0.70	103.30	20.66	21.73	17.68	17.62	17.53	16.88	15.65	14.20						
H- Tierra (Alquilar)	ha	17.15	1.0	17.15	17.15	17.15	17.15	17.15	17.15	17.15	17.15						
I- Total Gastos Directos				506.72	418.60	406.45	314.94	379.47	286.19	282.19	186.62						
II- GASTOS INDIRECTOS																	
J- Admon (5% de I)				25.34	20.73	20.32	15.73	18.97	14.31	14.11	9.34						
K- Intereses (4% de I)				20.27	16.74	16.26	12.60	15.18	11.45	11.29	7.47						
L- Total gastos indirectos				45.61	37.47	36.58	28.35	34.15	25.76	25.40	16.81						
III- TOTAL GASTOS (I + L) / Ha.																	
				552.33	456.27	443.03	314.94	413.62	311.95	307.59	203.43						

COSTO DE PRODUCCION POR CADA SUB-TRATAMIENTO
DENTRO DEL TRATAMIENTO DE 2 TON. MET. DE MATERIA
ORGANICA/ha.

Unidad	Precio	C ₀		C ₁		C ₂		C ₃		C ₄		C ₅		C ₆		C ₇		C ₈	
		Cantidad/ ha	Costo ha	Cantidad/ ha	Costo ha	Cantidad/ ha	Costo ha	Cantidad/ ha	Costo ha	Cantidad/ ha	Costo ha	Cantidad/ ha	Costo ha	Cantidad/ ha	Costo ha	Cantidad/ ha	Costo ha	Cantidad/ ha	Costo ha
I GASTOS DIRECTOS																			
A- Preparación del Terreno																			
1- Limpieza	ha.	8.57	1.0	8.57	8.57	8.57	8.57	8.57	8.57	8.57	8.57	8.57	8.57	8.57	8.57	8.57	8.57	8.57	8.57
2- Arado	ha.	17.14	1.0	17.14	17.14	17.14	17.14	17.14	17.14	17.14	17.14	17.14	17.14	17.14	17.14	17.14	17.14	17.14	17.14
3- Rastro	ha.	4.285	1.0	8.57	8.57	8.57	8.57	8.57	8.57	8.57	8.57	8.57	8.57	8.57	8.57	8.57	8.57	8.57	8.57
4- Surqueado	ha.	4.29	1.0	4.29	4.29	4.29	4.29	4.29	4.29	4.29	4.29	4.29	4.29	4.29	4.29	4.29	4.29	4.29	4.29
B- Fertilización																			
1- Urea	Kg.	0.96	120.0	115.2	115.2	115.2	115.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2- Aplicación	Jornal	1.33	2.0	2.66	2.66	2.66	2.66	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3- Muriato de Potasio	Kg.	1.00	90.0	90.0	-	90.0	-	90.0	-	90.0	-	90.0	-	90.0	-	90.0	-	90.0	-
4- Aplicación	Jornal	1.33	1.0	1.33	-	1.33	-	1.33	-	1.33	-	1.33	-	1.33	-	1.33	-	1.33	-
5- Triple- superfosfato	Kg.	1.00	90.0	90.0	90.0	-	-	90.0	90.0	-	-	90.0	90.0	-	-	-	-	-	-
6- Aplicación	Jornal	1.33	1.0	1.33	1.33	-	-	1.33	1.33	-	-	1.33	1.33	-	-	-	-	-	-
7- Materia orgánica	Ton.	13.60	2.0	27.20	27.20	27.20	27.20	27.20	27.20	27.20	27.20	27.20	27.20	27.20	27.20	27.20	27.20	27.20	27.20
8- Aplicación	Jornal	1.33	4.0	5.32	5.32	5.32	5.32	5.32	5.32	5.32	5.32	5.32	5.32	5.32	5.32	5.32	5.32	5.32	5.32
C- Siembra																			
1- Semilla	Kg.	16.84	11.5	11.79	11.79	11.79	11.79	11.79	11.79	11.79	11.79	11.79	11.79	11.79	11.79	11.79	11.79	11.79	11.79
2- Siembra manual	ha.	6.42	1.0	6.42	6.42	6.42	6.42	6.42	6.42	6.42	6.42	6.42	6.42	6.42	6.42	6.42	6.42	6.42	6.42
D- Insecticida																			
1- Aldrin 25%	Kg.	0.50	27.00	13.50	13.50	13.50	13.50	13.50	13.50	13.50	13.50	13.50	13.50	13.50	13.50	13.50	13.50	13.50	13.50
2- Aplicación	Jornal	1.33	1.0	1.33	1.33	1.33	1.33	1.33	1.33	1.33	1.33	1.33	1.33	1.33	1.33	1.33	1.33	1.33	1.33
3- Volatón	Kg.	0.47	12.15	5.71	5.71	5.71	5.71	5.71	5.71	5.71	5.71	5.71	5.71	5.71	5.71	5.71	5.71	5.71	5.71
4- Aplicación	Jornal	1.33	1.0	1.33	1.33	1.33	1.33	1.33	1.33	1.33	1.33	1.33	1.33	1.33	1.33	1.33	1.33	1.33	1.33
E- Control manual de Malezas																			
1- 1a. Limpia	Jornal	1.50	8.57	12.86	12.86	12.86	12.86	12.86	12.86	12.86	12.86	12.86	12.86	12.86	12.86	12.86	12.86	12.86	12.86
2- 2a. Limpia	Jornal	1.50	8.57	12.86	12.86	12.86	12.86	12.86	12.86	12.86	12.86	12.86	12.86	12.86	12.86	12.86	12.86	12.86	12.86
F- Doble																			
1- Mano de obra	Jornal		4.29	6.43	6.43	6.43	6.43	6.43	6.43	6.43	6.43	6.43	6.43	6.43	6.43	6.43	6.43	6.43	6.43
G- Cosecho																			
1- Tapiza	Saca	0.40	100.875	40.35	39.01	37.35	38.06	30.45	30.39	27.75	30.67								
2- Desgrane (máquina)	Saca	0.20	100.875	20.17	19.50	18.67	19.03	15.22	15.19	13.87	15.33								
H- Tierra (Alquiler)	ha	17.15	1.0	17.15	17.15	17.15	17.15	17.15	17.15	17.15	17.15								
I- Total gastos Directos				321.57	428.18	428.69	335.43	388.81	297.39	293.30	206.48								
II- GASTOS INDIRECTOS																			
J- Admon (5% de J)				26.08	21.41	21.29	16.77	19.44	14.87	14.67	10.32								
K- Interés (4% de I)				20.86	17.13	17.03	13.42	15.55	11.90	11.74	8.26								
L- Total Gastos Indirectos				46.94	38.54	38.32	30.19	34.99	26.77	26.41	18.58								
III- TOTAL GASTOS (I + L)/Ha.				368.46	466.72	464.01	365.62	423.08	324.16	319.79	225.06								

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12
Apartado Postal No. 1545

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

Referencia

Asunto

~~IMPRESIONADO~~
~~IMPRESIONADO~~
~~IMPRESIONADO~~

ING. CARLOS F. ESTRADA CASTILLO
DECANO

