

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA

**“EFECTO DE LA FERTILIZACION CON NPK EN
EL SISTEMA MAIZ-FRIJOL ASOCIADO, BAJO
LAS CONDICIONES DEL VALLE DE MONJAS**

TESIS

Presentada a la

Junta Directiva de la
Facultad de Agronomía

de la

Universidad de San Carlos de Guatemala

Por:

RICARDO DEL VALLE BARRERA

Al conferírsele el título de

INGENIERO AGRÓNOMO

en el grado de

LICENCIADO EN CIENCIAS AGRICOLAS

Guatemala, Enero de 1975.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

DR. ROBERTO VALDEAVELLANO

JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE AGRONOMIA.

| | |
|-------------------|-------------------------------------------------|
| <i>Decano</i> | <i>Ing. Agrónomo Edgar Lionel Ibarra</i> |
| <i>Vocal 1o.</i> | <i>Ing. Agrónomo Salvador Castillo Orellana</i> |
| <i>Vocal 2o.</i> | <i>Ing. Agrónomo Ronaldo Prado Ramirez</i> |
| <i>Vocal 3o.</i> | <i>Ing. Agrónomo Carlos Guillermo Aldana</i> |
| <i>Vocal 4o.</i> | <i>Perito Agrónomo Napoleón Medina</i> |
| <i>Vocal 5o.</i> | <i>Perito Agrónomo Miguel Angel Castillo</i> |
| <i>Secretario</i> | <i>Ing. Agrónomo Oswaldo Porres Grajeda.</i> |

TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXAMEN
GENERAL PRIVADO

| | |
|-------------------|---------------------------------------------|
| <i>Decano</i> | <i>Ing. Agrónomo Edgar Lionel Ibarra</i> |
| <i>Examinador</i> | <i>Ing. Agrónomo J. Anibal Palencia</i> |
| <i>Examinador</i> | <i>Ing. Agrónomo Carlos Rodriguez</i> |
| <i>Examinador</i> | <i>Ing. Agrónomo Arturo Guerra S.</i> |
| <i>Secretario</i> | <i>Ing. Agrónomo Oswaldo Porres Grajeda</i> |

AGRADECIMIENTO

Dejo constancia de mi agradecimiento a todas aquellas personas y entidades que contribuyeron de una u otra forma a la finalización del presente estudio. Quiero mencionar especialmente:

*A mi asesor de tesis:
Ing. Ag. J. Anibal Palencia O.*

*Al Dr. James L. Walker
Por sus valiosas sugerencias para el 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 laboratorio de de suelos
del Programa de Nutrición Vegetal del ICTA, especialmente al
Ing. Ag. Roberto Diaz R.*

DEDICO ESTE ACTO:

A Dios

A la memoria de mi madre

Raquel Barrera de del Valle (Q.E.P.D.)

A mi padre:

José Cecilio del Valle Berducido

A mi esposa:

Alma Inés de del Valle

A mis hijos:

Karina y Giovanni

A mis hermanos

A mis familiares especialmente:

A mi tía Soila B. vda. de Quan

A mi primo Ing. Ag. Rufino Quan B. y

A mis padres políticos.

*A mis amigos, con singular
aprecio a los Drs.*

*Ronal Quan Ma y
Gerardo Giron Moreira.*

DEDICO ESTE TRABAJO

A los pequeños agricultores del oriente de Guatemala, con quienes he convivido aprendiendo; y a quienes debemos una mayor comprensión en sus propios sistemas de producción para un futuro mejor.

CONTENIDO

Hoja

Presentación
Agradecimiento
Dedicatoria

| | | |
|-----------|-------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 1. | INTRODUCCION | 1 |
| 2. | REVISION DE LITERATURA | 3 |
| 2.1 | <i>Importancia del sistema de producción maíz-frijol asociado</i> | 3 |
| 2.2 | <i>Requerimientos de fertilización en el sistema de frijol solo</i> | 6 |
| 2.3 | <i>Requerimientos de fertilización en el sistema de maíz solo</i> | 9 |
| 2.4 | <i>Requerimientos de fertilización para el sistema maíz-frijol asociado</i> | 11 |
| 3. | MATERIALES Y METODOS | 15 |
| 3.1 | <i>Características de los sitios experimentales</i> | 15 |
| 3.2 | <i>Material experimental</i> | 18 |
| 3.3 | <i>Metodología experimental</i> | 18 |
| 3.3.1 | <i>Tratamientos seleccionados</i> | 18 |
| 3.3.2 | <i>Diseño experimental</i> | 20 |
| 3.3.3 | <i>Manejo de los experimentos</i> | 20 |
| 3.3.4 | <i>Análisis estadístico</i> | 22 |
| 4. | RESULTADOS Y DISCUSION | 25 |
| 4.1 | <i>Efecto del nitrógeno</i> | 25 |
| 4.2 | <i>Efecto del fósforo</i> | 27 |
| 4.3 | <i>Efecto del potasio</i> | 28 |
| 4.4 | <i>Rentabilidad de la fertilización en el sistema de maíz-frijol asociado</i> | 29 |

Guatemala,
14 de enero de 1975

Honorable Junta Directiva
Honorable Tribunal Examinador

De conformidad con lo establecido en la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración el trabajo de tesis intitulado: EFFECTO DE LA FERTILIZACION CON NPK EN EL SISTEMA MAIZ-FRIJOL ASOCIADO, BAJO LAS CONDICIONES DEL VALLE DE MONJAS.

Con el presente trabajo pretendo contribuir al logro de la información básica necesaria para la planificación de recomendaciones en torno a la fertilización del sistema de producción maíz-frijol asociado, utilizado por el pequeño agricultor de la región oriental de Guatemala.

Al presentarlo como requisito previo para optar al título de Ingeniero Agronomo en el grado académico de Licenciado en Ciencias Agrícolas, espero que merezca vuestra aprobación.

Sin otro particular, aprovecho la oportunidad para reiteraros las muestras de mi consideración y respeto.


Ricardo del Valle Barrera.



FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apartado Postal No. 1545

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

| | |
|------------|-----|
| Referencia | s/n |
| Asunto | |

Guatemala,

14 de enero de 1975

Señor Decano de la
Facultad de Agronomía
Ing. Agr. Edgar L. Ibarra
Su Despacho

Señor Decano:

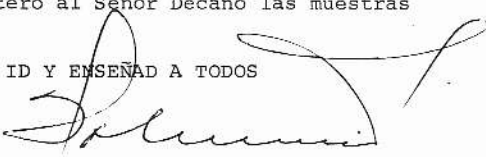
Tengo el honor de dirigirme a usted para hacer de su conocimiento, que atendiendo la designación que ese Decanato me hiciera, he ofrecido la asesoría necesaria al universitario Ricardo del Valle Barrera para la elaboración de su tesis de grado.

Dicho trabajo, que el universitario del Valle Barrera someterá ante la consideración de la Honorable Junta Directiva de la Facultad como requisito final para optar al título de Ingeniero Agrónomo, se intititula: EFECTO DE LA FERTILIZACION CON NPK EN EL SISTEMA MAIZ-FRIJOL ASOCIADO, BAJO LAS CONDICIONES DEL VALLE DE MONJAS.

Concluída la asesoría requerida, he de informar finalmente al Señor Decano, que considero el trabajo altamente calificado para merecer la aprobación correspondiente.

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

ID Y ENSEÑAD A TODOS



Ing. Agr. Aníbal Palencia Ortiz
Asesor

| | |
|----------------------|-------------|
| | <i>Hoja</i> |
| 5. CONCLUSIONES | 35 |
| 6. LITERATURA CITADA | 37 |

I. INTRODUCCION

En la agricultura de subsistencia, que es prevaleciente en nuestro medio, el enfoque tradicional de buscar soluciones a través del concepto de incrementar rendimientos por unidad de área parece no ser el más indicado, debido a que las recomendaciones técnicas derivadas se enfrentan muy contradictoriamente con la tecnología propia utilizada por el agricultor pequeño. Este agricultor, siendo minifundista, tiende a intensificar el uso de su pequeña parcela cultivando más de una cosecha en el mismo terreno, ya sea simultáneamente o en rotación.

Al considerar que mejores respuestas podrían ser logradas cambiando aquel concepto por el de incrementar la rentabilidad de la unidad de superficie cultivada, se hace necesario el estudio de los factores de rendimiento pero en función de los sistemas de cultivo prevalecientes. De manera que para el factor de rendimiento fertilización, el estudio debe realizarse evaluando la respuesta en términos del beneficio económico por unidad de área obtenido con los cultivos que integran el sistema de producción.

En base a tales consideraciones, el presente estudio pretende contribuir al logro de la información básica necesaria para orientar programas de fertilización en el sistema de producción maíz-frijol asociado, cuya práctica es muy común en la región frijolera del oriente de Guatemala.

Para el efecto, fue evaluada la respuesta de dicho sistema a la fertilización con N, P y K en varios niveles de aplicación en tres localidades del Valle de Monjas, persiguiendo los objetivos específicos siguientes:

- a. *Conocer el efecto de la aplicación de N, P_2O_5 y K_2O sobre los rendimientos de maíz y frijol cultivados en asociación;*

crecimiento activo de las leguminosas la cantidad de nitrógeno que se libera y se hace disponible para los cultivos asociados es pequeña; siendo solamente cuando las leguminosas maduran o cuando las condiciones ambientales provocan la muerte de las leguminosas, que el N de los tejidos comienza a hacerse disponible a través de la descomposición bacteriana, llegándose en algunos casos a tener en el suelo de 110 a 130 Kg de N/Ha después de dicha descomposición.

Los pocos trabajos realizados a la fecha, encaminados a conocer los requerimientos nutricionales para los sistemas de producción maíz-frijol asociados, indican en la mayoría de los casos que tales requerimientos están en función de los factores ambientales que se dan en cada localidad, de las densidades de maíz y frijol que se cultivan y de las variedades utilizadas (19).

Según Lépiz (19), Núñez y Acosta (1972), al trabajar con la asociación maíz-frijol en cuatro localidades diferentes en el Valle de México, encontraron que los estímulos que se tradujeron en máximo valor de la cosecha fueron: Para N, entre 90-120 Kg/Ha, para P_2O_5 entre 30 y 60 Kg/Ha, con una densidad de maíz que varió de 30,000 a 60,000 plantas/Ha y para frijol de 40,000 a 50,000 plantas/Ha.

Este mismo autor (19), menciona que la conclusión a la que llegaron en relación a una aproximación de recomendación en fertilización, después de una serie de cuatro experimentos llevados a cabo por el Plan Puebla en 1972 para el sistema maíz-frijol asociado, es el de aplicar 150-40-0 Kg de N, P_2O_5 y K_2O respectivamente, ya que fueron los niveles con los que se lograron mayores cosechas, bajo una densidad poblacional de 30,000 y 60,000 plantas/Ha de maíz y frijol respectivamente.

Otros estudios llevados a cabo en 1972 en el Valle de México (19), en que se evaluaron para maíz H-28 20,000, 30,000 y 40,000 plantas/Ha y para la variedad de frijol Negro-150, 50,000, 80,000 y 100,000 plantas/Ha con la aplicación de cuatro niveles de fertilización (00-00-00, 80-40-0, 120-80-0 y 160-80-0

El Programa de Nutrición Vegetal del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (27) llevó a cabo en 1973 un total de 33 experimentos en maíz para evaluar su respuesta como monocultivo a las aplicaciones de niveles crecientes de N, P y K. Del total de 33 ensayos, 18 fueron localizados en el Altiplano Occidental del país y 15 en la Costa del Pacífico.

La respuesta significativa a N observada en 9 de los ensayos instalados varió de 5.8 a 42.0 Kg de maíz producido/Kg de N aplicado, con un promedio de 18.3 Kg de Maíz producido/Kg de N aplicado. Este valor promedio corresponde a un rendimiento umbral de 2,553 Kg/Ha y a un rendimiento máximo estable de 4,749 Kg/Ha que se logró con la aplicación de 120 Kg de N/Ha. La respuesta a fósforo fue de 12.6 Kg de maíz producido/Kg de P_2O_5 aplicado, con un rendimiento que varió de 945 Kg, donde no se aplicó fósforo, a 2,067 Kg que se lograron con una aplicación de 89 Kg de P_2O_5 /Ha.

2.4 Requerimientos de Fertilización para el Sistema Maíz-Frijol Asociado.

Para los sistemas de producción maíz-frijol asociados, son muy escasos los conocimientos que se tienen en cuanto a sus necesidades de fertilización, a pesar de que son sistemas muy antiguos en nuestro medio (19).

Según Bartholomew (5), la influencia misma de las leguminosas en los cultivos con los que se siembra en asociación o en los cultivos que se siembran a continuación de éstas es difícil de determinar. Sin embargo, sugiere que aún cuando el proceso simbiótico de fijación de N puede suministrar una parte o todo el N usado por la planta huésped como resultado de este proceso, otras plantas que están asociadas o siguen al huésped en una secuencia de cultivos, podrían beneficiarse al abastecerse con el incremento de N.

No obstante lo anterior, Chan (1970) y Moncada (1955), citados por este autor (5), indican que durante el período de

Cox (7), que el maíz ha respondido aproximadamente en una tercera parte de las experiencias realizadas, especialmente en suelos Terra Roxa de Brasil, pues en suelos con alto contenido de K intercambiable, en México, la respuesta se encontró sólo en el 50/o de los casos.

Según Salazar (29), los ensayos realizados en el occidente de El Salvador entre 1962 y 1968, muestran que los rendimientos máximos se obtuvieron al aplicar entre 65 y 120 Kg de N/Ha y entre 60 y 120 Kg de P_2O_5 /Ha. Similares resultados reporta Ballesteros (4) de sus experiencias en Nicaragua, al encontrar que 97-97-48 Kg/Ha de N, P_2O_5 y K_2O respectivamente, fueron suficientes para alcanzar los mayores beneficios en las cosechas.

Para la situación particular de Guatemala, la experiencia obtenida en relación a los requerimientos de fertilización, también muestran una gran variabilidad en función de las localidades en que se han realizado los experimentos.

Ortiz (24), informó que en la Estación Experimental Labor Ovalle, Quezaltenango, se incrementó la producción de maíz de 15.88 qq/Mz a 83.44 qq/Mz. con la aplicación de 80 Kg/Ha de N. Experiencias posteriores de este mismo autor (25), sin embargo, le permitieron determinar que 150 Kg de N/Ha en presencia de 100 y 50 Kg/Ha de P_2O_5 y K_2O , era el nivel de N más adecuado, bajo las condiciones de Cuyuta, Escuintla. Por otro lado, en la región del altiplano central de Guatemala, encontró para las condiciones de Tecpán, que 53 Kg de N y 135 Kg de P_2O_5 /Ha fueron suficientes para alcanzar un rendimiento de más de 6.5 TM/Ha, en un campo donde se incorporó vicia como abono verde; y para las condiciones de la Estación Experimental Chimaltenango, encontró respuesta significativa a la aplicación de 242 y 389 Kg/Ha de N y P_2O_5 respectivamente. Estudios anteriores llevados a cabo en Chimaltenango y Patzún (14), sin embargo, permitieron establecer que 120 Kg/Ha de N y 180 Kg/Ha de P_2O_5 fueron los niveles más adecuados bajo condiciones de un buen manejo del cultivo.

requerimiento similar de N (58 Kg/Ha) en presencia de 50 Kg/Ha de P_2O_5 y K_2O respectivamente, fue determinado durante 1973 por el Programa de Nutrición Vegetal de ICTA (27). Sin embargo, resultados experimentales logrados en el Valle de Monjas, El Progreso, Jutiapa durante 1973 (9), revelaron la necesidad de aplicar 101 Kg de N/Ha para incrementar el rendimiento de 353 a 1,052 Kg/Ha, y 40 Kg de P_2O_5 /Ha para elevar el rendimiento de 450 a 986 Kg/Ha.

Este mismo autor (9), señala que en Jalpatagua no detectó ninguna respuesta a la aplicación de P_2O_5 , debido a que los niveles de P en el suelo eran altos. Tampoco encontró respuesta a N en Monjas y Asunción Mita.

2.3 Requerimientos de Fertilización en el Sistema Maíz Solo

Al igual que en el caso del frijol, la información encontrada en la literatura indica que existe gran variabilidad en los requerimientos de fertilización del maíz. Esta variabilidad parece razonable, pues según Palencia (26), el requerimiento cuantitativo de nutrimentos minerales varía de acuerdo a los niveles de rendimiento posible dentro del rango para alcanzar el máximo, los cuales a su vez dependen de las condiciones ambientales prevalecientes que son variables según la localidad.

Al respecto, Sprague (32) y Sprague y Larson (33) hacen alusión, para un mismo rendimiento de maíz (6.5 TM/Ha) obtenido en dos localidades de los Estados Unidos, a un requerimiento de 84.5 - 33.1 y 132.5; y de 67.5 - 13.6 y 45.3 Kg/Ha de N, P_2O_5 y K_2O respectivamente.

De acuerdo con Berger y Da Geus, citados por Sánchez (30), muchos experimentos de campo realizados a través de la región tropical, indican que el maíz responde positivamente a tasas de N entre 60 y 150 Kg/Ha; en relación a las necesidades de fósforo, Kamprath (18) señala que en suelos deficientes de esta misma región, fueron obtenidos rendimientos óptimos de maíz con la aplicación de 100 a 150 Kg de P_2O_5 /Ha; y con respecto a los requerimientos de K, la evidencia experimental indica, según

pueda cubrir las necesidades de la planta; dependiendo entonces el éxito de la fertilización, del conocimiento exacto de ambas cantidades y relaciones.

Con respecto a las necesidades de fertilización en el frijol, Fassbender (11) señala que son altos y que en muchos casos la fertilidad natural de los suelos en que se cultiva no es suficiente para cubrir sus necesidades, recurriéndose por ello a la aplicación de fertilizantes. Este mismo autor agrega, que las grandes variaciones en las dosis óptimas de fertilización que se aprecian al revisar la literatura, se debe a la gran variabilidad de la fertilidad natural de los suelos y a otras propiedades intrínsecas en donde se han conducido los experimentos.

Tal variabilidad es ilustrada por Bazán (6) con las dosificaciones de N, P_2O_5 y K_2O recomendadas en cada uno de los países Centroamericanos, como resultado de experiencias locales realizadas entre 1960 y 1970, cuyo rango de variación se anota por país y nutrimento en el cuadro siguiente:

| País | Dosificación N | Recomendada P_2O_5 | (Kg/Ha) K_2O |
|-------------|-------------------|-------------------------|-------------------|
| Costa Rica | 12-100 | 19-150 | 0-45 |
| Nicaragua | 12- 45 | 24- 90 | 0-12 |
| El Salvador | 20- 45 | 20- 90 | 0-45 |
| Honduras | 45 | 90 | 45 |

En Guatemala la experiencia sobre el particular también es indicativa de que los requerimientos de fertilización en el frijol son variables en función de la localidad en que han tomado lugar las pruebas.

Según el informe rendido ante la Reunión Técnica sobre Programación de Investigación y Extensión en Frijol Celebrada en Turrialba, Costa Rica (17), en suelos del Valle Central de Guatemala se encontró, durante 1956, que 35 Kg de N y 36 Kg

siembras solas. Agrega el mismo autor (19), que estas conclusiones fueron comprobadas por Romero más tarde (1964), también en Chapingo, al establecer un ensayo de asociación entre una variedad de maíz y 6 variedades de frijol de guía con una densidad de población de 30,000 plantas para ambos cultivos.

En una serie de cuatro experimentos llevados a cabo en 1972 por el Plan Puebla, México, utilizando materiales criollos y sembrando el frijol y el maíz el mismo día y en el que se estudiaron niveles de N y de P y densidades de población de maíz, manteniendo constante la población de frijol a 60,000 plantas/Ha, llegaron a la conclusión de que hay una clara diferencia en ganancia neta en favor de la asociación (19).

En Guatemala, García y Molina (12) encontraron en un estudio para determinar la densidad de siembra óptima en la asociación maíz-frijol (indeterminado) bajo las condiciones de Chimaltenango, que la asociación fue significativamente superior a los cultivos solos de maíz y frijol en lo que a ingresos brutos se refiere, habiéndose logrado el máximo ingreso cuando la asociación incluía 34,280 y 23,250 plantas por hectárea de maíz y frijol respectivamente.

2.2 Requerimientos de Fertilización en el Sistema de Frijol Solo

En relación a los requerimientos de fertilización en los cultivos, Palencia (26) indica que éstos no pueden ser definidos simplemente con obtener la diferencia entre la cantidad de nutrimentos requeridos por la planta para un nivel de rendimiento dado y el contenido natural de éstos en el suelo, sino considerando además, la dinámica en el suelo de los elementos que habrán de aplicarse para incluir las pérdidas que ocurran por efecto de lixiviación, volatilización, fijación, etc.

Fassbender, (11) por su parte, llama la atención en el sentido de que hay que diferenciar entre la cantidad y relación de nutrimentos requeridos por la planta para su crecimiento óptimo y aquella por aplicarse a un suelo como fertilizante para que

de P_2O_5 por hectárea fueron suficientes para elevar el rendimiento de frijol de 2,000 a 2,746 Kg/Ha; y que tal dosificación en presencia de 24 Kg de K_2O , bajo el rendimiento a 1,780 Kg/Ha. Con otra experiencia en los mismos suelos, sin embargo, se obtuvo un rendimiento de 1,917 Kg/Ha de frijol con la aplicación de 32 Kg de N y 32 Kg de P_2O_5 por hectárea, el cual fue elevado a 2,307 Kg cuando la dosis de P_2O_5 fue aumentada a 64 Kg/Ha. En el valle de Chimaltenango, por otro lado, el mismo informe (17) anota que 80 y 50 Kg/Ha de N y P_2O_5 respectivamente, resultó ser la dosificación más económica encontrada en una prueba que se realizó en 1963; mientras que en otra, llevada a cabo en 1966, 60 Kg de N y 80 Kg de P_2O_5 por hectárea, incrementaron significativamente los rendimientos de frijol.

Esta variabilidad se acentúa, pues al estudiar el efecto de distintas combinaciones de N, P y K sobre el rendimiento del frijol en la Estación Experimental Chimaltenango durante 1966 (14), se encontró una respuesta significativa a la aplicación de 120 y 40 Kg/Ha de N y P_2O_5 respectivamente, no así a la aplicación de K en dosis hasta de 100 Kg/Ha de K_2O .

En la región frijolera del oriente del país dicha variabilidad también ha sido puesta en evidencia.

En un estudio llevado a cabo durante 1967 (17) para evaluar el efecto de densidades de siembra y dosis de N y P sobre el rendimiento de distintas variedades de frijol bajo las condiciones de Jalpatagua y Jutiapa, no encontraron respuesta significativa aún a dosis de 120 Kg/Ha de N y P_2O_5 aplicados en niveles crecientes que guardaron la proporción 1:1.

Por el contrario, en Ipala, Chiquimula, Estrada (10) determinó un requerimiento de 50 Kg de N/Ha para aumentar el rendimiento de 790 a 1,030 Kg/Ha en suelos donde no observó respuesta significativa a la aplicación de P_2O_5 por ser altos en fósforo, pues el análisis de P resultó arriba de los 5.7 ug/m¹ señalados como nivel crítico para este nutrimento (27). Un

empleo en relación a los incrementos poblacionales es muy baja o inexistente, por lo que a corto plazo, el sistema de agricultura deberá ser condicionado de tal manera que permita la ocupación de la mano de obra ya excedente.

Todo lo anterior ha conducido al inicio del estudio científico y continuado de tales sistemas.

En el área Centroamericana, el Departamento de Cultivos y Suelos del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), ha iniciado muy recientemente un estudio de campo dentro de su proyecto de Desarrollo de Sistemas de Producción Agrícola para el Trópico, mediante el cual investiga el comportamiento de cultivos asociados entre los que se considera al frijol, como representativo de las leguminosas de grano, participando en diversos grados de asociación con maíz, arroz, camote y yuca (6).

En México (19) un estudio iniciado en 1968 sobre la asociación maíz-frijol con el fin de determinar las ventajas y desventajas de tal sistema permitió concluir, después de 3 años, que la asociación de los cultivos maíz-frijol supera en rendimientos económicos a las siembras solas de frijol y de maíz.

Hildebrand y French (16), estudiando en El Salvador un sistema de multicultivos, encontraron entre otras cosas, preliminarmente, que dicho sistema tiene el potencial de aumentar el empleo y el ingreso rural debido a que utiliza mucha mano de obra por unidad de tierra, aumentando a la vez su productividad. Por otro lado señalan que obviamente la intensidad de uso de la tierra aumenta considerablemente.

En relación a otra de las ventajas que ofrecen los sistemas asociados de cultivos bajo un buen manejo, existen también coincidencias. Linton (1948), citado por Lepiz (19), al estudiar en Chapingo, México, la asociación de cultivos maíz-frijol, bajo una densidad de población de 20,000 plantas de maíz y 20,000 plantas de frijol/Ha observó que al sumar las ganancias netas/Ha por cultivo, en la asociación resultaron ser mayores a la de las

Masaya (22), en su estudio realizado en diversas localidades del oriente de Guatemala, encontró que la mayor parte del área cultivada con frijol es en asociación con maíz durante la época de primera (mayo) e intercalado con maíz en la época de segunda (septiembre).

El estudio de los sistemas asociados de producción ha venido cobrando importancia últimamente (6, 16, 19), considerando que estos sistemas son un buen recurso para el mejor aprovechamiento de las variaciones del medio ambiente. Sobre el particular, Lépiz (19) indica que está perfectamente establecido que una mezcla de genotipos lleva ventajas bajo un medio variable y en cuanto a la eficiencia fotosintética, ésta puede ser mayor en la asociación de cultivos, sobre todo cuando se siembran variedades de frijol no enredadoras, que toman un estrato foliar inferior en altura al del maíz. Indica por otra parte y de acuerdo con Rappaport (1971), que el eco-sistema en cuestión ofrece menos fragilidad y una mayor estabilidad que la de un cultivo solo, puesto que frena en cierto grado la multiplicación de insectos específicos y tiene un mejor aprovechamiento de las variaciones del habitat.

Bazán é Hildebrand y French (6,19), consideran que los sistemas múltiples de cultivos para la producción en Centroamérica, son un buen recurso para el mejor aprovechamiento de la energía luminosa abundante en estos países, al tener dichos sistemas su actividad en diversos estratos foliares perfectamente definidos.

Otra consideración importante al respecto, es la que hace Church (8) al indicar que los nuevos sistemas de cultivos múltiples, representan un aumento en nuestra capacidad tecnológica disponible para realizar las metas sociales que se desean alcanzar.

Esto parece estar de acuerdo con lo que menciona Márquez (21) al referirse a la creciente tasa de crecimiento demográfico de nuestros países y al estancamiento de mano de obra por parte del sector industrial, ya que la oportunidad de

2. REVISION DE LITERATURA

2.1 Importancia del Sistema de Producción Maíz-Frijol Asociado

De acuerdo con Lépiz (19), se define como siembras asociadas al eco-sistema agrícola donde participan en tiempo y espacio dos o más especies de plantas, tratándose generalmente de una gramínea y una leguminosa.

Por su parte Aguirre (1), define como siembras asociadas, aquellas en que dos cultivos ocupan simultáneamente una superficie de suelo, compitiendo por luz, nutrimentos y agua.

*La asociación maíz-frijol es tan antigua como la propia historia de los dos cultivos. Al respecto, Miranda citado por Lépiz (19), señala que en México el área de distribución del teocintle (maíz silvestre), es justamente el de **Phaseolus vulgaris L.**; que ambas especies tienen el mismo ciclo vegetativo y que cuando éstas crecen juntas, el teocintle sirve de soporte a las variedades silvestres de frijol común.*

Lépiz (19), menciona que Patiño (1964), en su recopilación de datos sobre plantas cultivadas en América, indica que referencias de la época de la conquista mencionan al maíz y al frijol como principales fuentes de alimentos de los pueblos de América, así como la práctica de sembrados asociados.

En Guatemala, datos recientes en relación a los sistemas de producción de maíz y frijol señalan que un 61.9o/o del área total sembrada para la producción de frijol y maíz lo es en forma asociada (6).

De acuerdo con el censo agropecuario realizado en Guatemala en 1964 (15), de un total de 179,300 quintales de frijol producido en la República, el 48.3o/o de esa producción (86,600 quintales), correspondieron a frijol cultivado en forma asociada a otros cultivos.

- b. *Determinar los niveles de fertilización más adecuados; y*
- c. *Establecer la rentabilidad de la práctica de fertilización en el sistema.*

Kg de cada nutrimento/Ha), señalan que una primera aproximación de recomendación para las áreas donde se siembra de temporal, podría ser la de utilizar 40,000 plantas de maíz H-28 en asociación con 80,000 plantas de frijol Negro-150, con la adición de 120-80-0 Kg/Ha; y que además una primera aproximación para terrenos de riego en el Valle de México, podría ser la de utilizar 30,000 plantas de maíz H-28 en asociación con 50,000 plantas de frijol Negro-150, aplicando la misma dosis de N y P₂O₅.

3. MATERIALES Y METODOS

3.1 Características de los Sitios Experimentales

Para evaluar la respuesta del sistema de cultivo maíz-frijol asociado a la fertilización con nitrógeno, fósforo y potasio, se condujeron tres ensayos en fincas de pequeños agricultores ubicadas en la jurisdicción de la aldea El Ovejero, en el Valle de Monjas, a inmediaciones del límite entre los Departamentos de Jalapa y Jutiapa.

Estas fincas se localizan a una altitud de 960 metros snm, aproximadamente entre las coordenadas geográficas 14°27' latitud norte y 89° 52' longitud oeste.

De acuerdo con el diagrama para la clasificación de las zonas de vida o formaciones vegetales del mundo, propuesto por Holdridge (13), esta región, con una media anual de 924 mm de precipitación pluvial y una temperatura media de 21.5°C, corresponde a una zona de Bosque Seco Subtropical.

Según la Clasificación de Reconocimiento de los Suelos de Guatemala (31), los suelos de la zona se identifican como "de los valles no diferenciados", los cuales se caracterizan por ocupar un alto porcentaje de áreas con declives y características internas favorables al uso intensivo con la aplicación de fertilizantes. Sin embargo, un estudio más detenido permitió establecer que los suelos donde tuvieron lugar los ensayos pertenecen a las series Quezada y Chicaj. Los suelos de la serie Quezada, según Simmons et al (31), se caracterizan por ser profundos, bien drenados, desarrollados sobre ceniza volcánica débilmente cementada, en un clima seco a húmedo-seco. Ocupan un área de 2,544 Has, con relieves casi planos a altitudes medianas en el sureste de Guatemala. El suelo superficial a una profundidad de 30 cm, es franco arcilloso friable de color café rojizo oscuro, con estructura de granular a cúbica y una reacción alrededor de pH 6.

Los suelos Chicaj, que están ampliamente distribuidos en el este de Guatemala ocupando un área de 36,203 Has, son

delgados, mal drenados, desarrollados en un clima seco sobre ceniza volcánica cementada de grano fino. Ocupan terrenos casi planos en bolsones a elevaciones bajas y medianas. El suelo superficial, a una profundidad alrededor de 20 cm, es arcilla plástica de color gris muy oscuro, con estructura cúbica gruesa y pH alrededor de 7.

En el mapa se ilustra la localización de los ensayos y en el Cuadro 1 se hace referencia a su identificación, al nombre del agricultor colaborador y a la serie de suelos correspondiente. Se consigna también, información sobre algunas características físicas y químicas determinadas a través del análisis, practicado en muestras de suelos representativas de los sitios donde se instalaron los ensayos.

La clase textural fue determinada siguiendo la técnica del Hidrómetro descrita por Bouyoucos (3).

El pH se determinó en agua con una relación suelo-agua de 1:2.5 utilizando un potenciómetro Fisher Accumet modelo 210, con electrodos de vidrio.

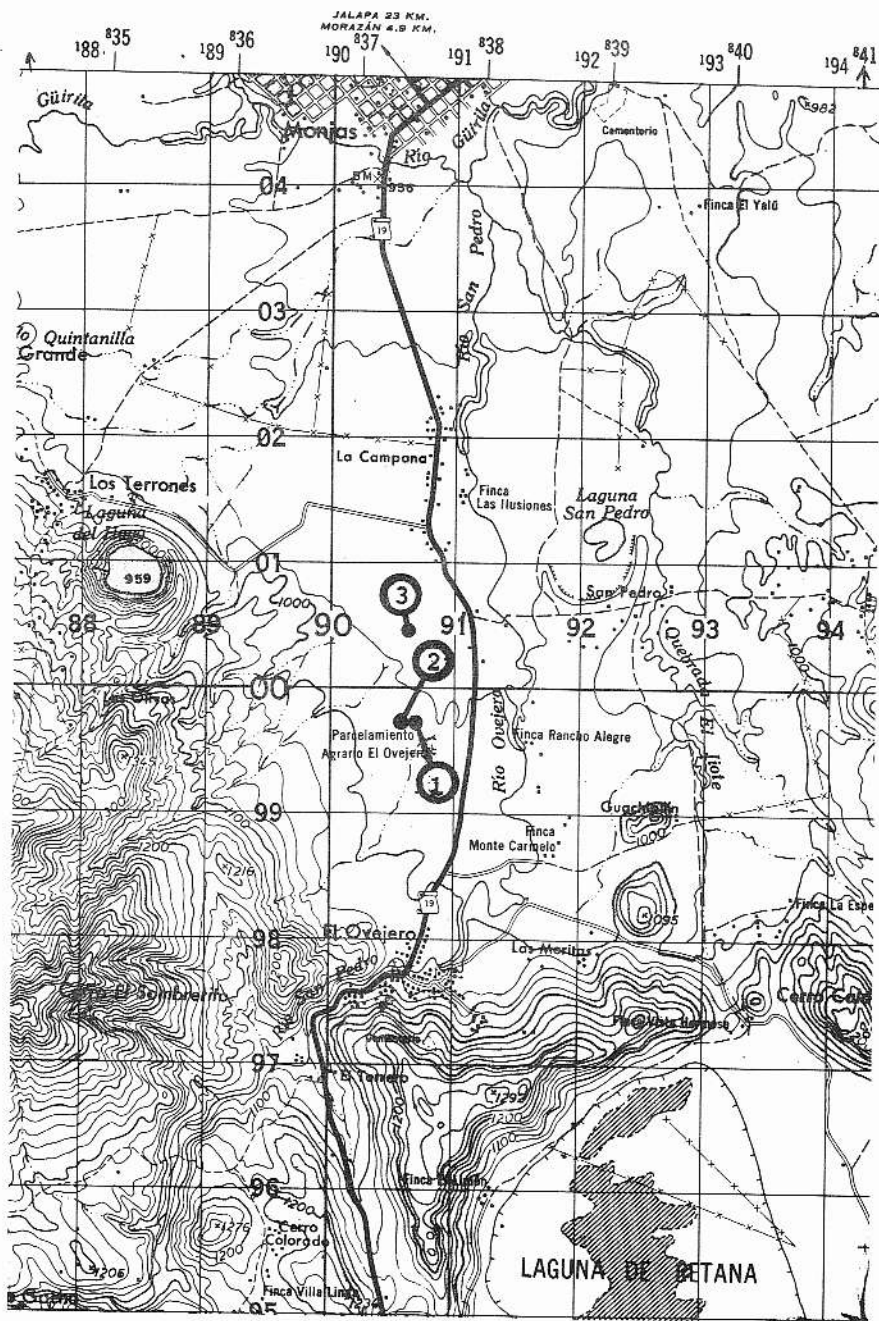
Para el análisis de P, K, Ca y Mg se utilizó la solución extractora de Nelson et al (HCl, 0.05N + H₂SO₄, 0.025N; suelo-solución 1:5).

El P fue determinado por fotolorimetría usando metavanadato de amonio para desarrollar color; el K empleando un fotómetro de llama Perkin Elmer modelo 146; y el Ca y Mg, utilizando un espectrofotómetro de absorción atómica Perkin Elmer modelo 103.

Los Nitratos (NO₃⁻) se extrajeron con una solución de CuSO₄, 0.02N + AgSO₄, 0.02N, utilizando una relación suelo-solución extractora de 1:5 y un tiempo de agitación de 19 minutos *. La determinación de NO₃⁻ se hizo con un colorímetro Coleman-295, usando ácido fenol disulfónico y una solución de NaOH y EDTA para desarrollar color.

* Comunicación personal del Dr. D.W. James, Dept. Soil Science and Biometeorology, Utha State Univ. Abril, 1973.

Localización de los ensayos realizados en el Valle de Monjas, Jalapa-Jutiapa



CUADRO 1.

Localización y características físicas y químicas de los sitios experimentales

| No. En sayo | Localización | Colaborador | Serie de Suelos | Clase Textural | pH | $\frac{\mu\text{g}}{\text{ml}} \frac{\text{P}}{\text{K}}$ | $\frac{\text{meg}}{\text{Ca}} \frac{\text{Mg}}{\text{NO}_3}$ |
|-------------|-------------------------------|--------------|-----------------|----------------|-----|-----------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|
| 1 | El Ovejero, Progreso, Jutiapa | J. Contreras | Quezada | Fr.Arc. | 6.5 | 8.15 263 | 13.42 7.24 39 |
| 2 | El Ovejero, Progreso, Jutiapa | F. Contreras | Quezada | Fr.Arc. | 6.5 | 8.15 263 | 13.42 7.24 39 |
| 3 | El Ovejero, Progreso, Jutiapa | L. Pineda | Chicaj | Fr.Arc.Ar. | 6.6 | 9.73 497 | 18.18 7.12 17 |

* Determinados con HCl 0.05N + H₂SO₄ 0.025N; suelo/solución 1:5

** Determinados con CuSO₄ 0.2N + AgSO₄ 0.2N; suelo/solución 1:5

3.2 Material Experimental

La respuesta del sistema maíz-frijol asociado a la fertilización con nitrógeno y fósforo, fue evaluada utilizando 7 niveles de aplicación. Los niveles crecientes de N fueron estudiados en presencia de un nivel constante de P_2O_5 y K_2O ; y los niveles crecientes de P_2O_5 en presencia de niveles constantes de N y K_2O . En ambos casos, la aplicación de los niveles constantes fue considerada necesaria para evitar los riesgos de un efecto limitante por deficiencia y de esta manera conseguir una expresión más válida de los tratamientos seleccionados.

Como fuente de nitrógeno se utilizó urea con 460/0 de N; de fósforo triple superfosfato de calcio con 460 0 de P_2O_5 ; y de potasio, muriato de potasio con 600/0 de K_2O .

En todos los ensayos se utilizó el híbrido de maíz H-3 que es ya común en la región, el cual tiene un ciclo vegetativo de 105 a 110 días; y la variedad de frijol Turrilba 1 que está siendo introducida como uno de los materiales mejorados. Esta variedad es de hábito semi-indeterminado, con un ciclo vegetativo de 90 a 100 días.

3.3 Metodología Experimental

3.3.1 Tratamientos Seleccionados

En el Cuadro 2 se anotan los tratamientos que fueron seleccionados para el presente estudio. En total fueron considerados 18 tratamientos de los cuales los primeros 17 para estudiar el efecto de los siete niveles crecientes de N y P_2O_5 , incluyendo el posible efecto de las interacciones, y el último para explorar la respuesta a potasio.

En dos de los experimentos (El Ovejero 1 y El Ovejero 2), el efecto de las interacciones fue estudiado con los niveles de 2 y 6; y en El Ovejero 3 con los niveles 1 y 7.

CUADRO 2.

Tratamientos Seleccionados

| Tratamiento | Kg / Ha | | | Tratamiento | Kg / Ha | | |
|--------------------------------------------------|---------|-------------------------------|------------------|--------------------------------------------------|---------|-------------------------------|------------------|
| | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O | | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O |
| 1. N ₁ P ₄ K ₄ | 0 | 90 | 45 | 12. N ₄ P ₇ K ₄ | 90 | 180 | 45 |
| 2. N ₂ P ₄ K ₄ | 30 | 90 | 45 | 13. N ₄ P ₄ K ₄ | 90 | 90 | 45 |
| 3. N ₃ P ₄ K ₄ | 60 | 90 | 45 | 14. N ₂ P ₂ K ₄ | 30 | 30 | 45 |
| 4. N ₅ P ₄ K ₄ | 120 | 90 | 45 | N ₁ P ₁ K ₄ | 0 | 0 | 45 |
| 5. N ₆ P ₄ K ₄ | 150 | 90 | 45 | 15. N ₂ P ₆ K ₄ | 30 | 150 | 45 |
| 6. N ₇ P ₄ K ₄ | 180 | 90 | 45 | N ₁ P ₇ K ₄ | 0 | 180 | 45 |
| 7. N ₄ P ₂ K ₄ | 90 | 0 | 45 | 16. N ₆ P ₂ K ₄ | 150 | 30 | 45 |
| 8. N ₄ P ₂ K ₄ | 90 | 30 | 45 | 17. N ₆ P ₆ K ₄ | 150 | 150 | 45 |
| 9. N ₄ P ₃ K ₄ | 90 | 60 | 45 | N ₇ P ₇ K ₄ | 180 | 180 | 45 |
| 10. N ₄ P ₅ K ₄ | 90 | 120 | 45 | 18. N ₆ P ₆ K ₁ | 150 | 150 | 0 |
| 11. N ₄ P ₆ K ₄ | 90 | 150 | 45 | N ₇ P ₇ K ₁ | 180 | 180 | 0 |

3.3.2 Diseño Experimental

Para los efectos de la evaluación de los 18 tratamientos seleccionados, se usó un diseño experimental de Bloques Completos al Azar con tres repeticiones.

Las unidades experimentales quedaron definidas por 8 surcos de frijol y 2 de maíz de 10 m de longitud, en un área de 40 metros cuadrados (4 x 10 m) para la parcela total; y por el mismo número de surcos en ambos cultivos, pero de 8 m de longitud, para la parcela neta (32 m²).

La distribución de los cultivos dentro de cada unidad experimental, que se hizo de acuerdo a una de las prácticas acostumbradas para la asociación maíz-frijol en la región, fue de 2 surcos iniciales de frijol luego un surco de maíz, seguido de 4 surcos de frijol; a continuación un surco de maíz y finalmente 2 surcos de frijol. De esta manera, entre cada dos surcos consecutivos de maíz fueron sembrados cuatro surcos de frijol, tal como se muestra en la fotografía. Con el propósito de lograr uniformidad y un mejor ajuste al área disponible, no se dejaron surcos intermedios ni espacios entre unidades experimentales para el control de los efectos de vecindad.

3.3.3 Manejo de los Experimentos

El terreno fue preparado con aradura profunda y dos pasos de rastra a través del área en sentido perpendicular. Esta última operación fue aprovechada para incorporar al suelo el insecticida Volatón Granulado (2.50/o de material activo), a razón de 50 libras por manzana, para el control de las plagas del suelo.

Los surcos fueron abiertos a una distancia entre sí de 0.4 m, utilizando un arado de madera con punta de metal halado por bueyes.

Al fondo del surco fue colocada la dosis total correspondiente a cada nivel de fósforo y potasio y la mitad de la



Vista parcial de uno de los ensayos donde puede apreciarse el número de surcos de maíz y frijol sembrados en el sistema.

dosis de cada nivel de nitrógeno. Este fertilizante se cubrió luego con una capa de suelo de 5 cm de espesor, para proceder a la siembra.

La otra mitad de la dosis de N fue aplicada 30 días después de la siembra (inicio de la floración del frijol) en banda superficial al lado del surco de ambos cultivos.

La siembra se llevó a cabo a mano, simultáneamente en los dos cultivos, con una densidad de 120 semillas de frijol y 73 semillas de maíz por surco de 10 metros de longitud. El frijol fue sembrado a más o menos 10 cm entre plantas y el maíz enposturas de 3 semillas a cada 50 cms. Ocho días después de la germinación fue efectuado un raleo, para dejar una población, por surco de 10 metros, de 101 plantas de frijol y 42 plantas de maíz (2 plantas por postura). En esa forma la densidad de población final fue de 200,000 plantas de frijol y 20,000 plantas de maíz por hectárea, lo cual equivale a $4/5$ y $1/2$ de la población normal, respectivamente, para cultivos solos.

Los ensayos de El Ovejero 1 y 2 fueron sembrados el 24 y 25 de mayo de 1974 respectivamente; y el del Ovejero 3 el 20 de junio del mismo año.

Las labores culturales se realizaron de acuerdo con la tradición de la localidad. Una limpia a mano con azadón, tanto para el maíz como para el frijol, 10 días después de germinado este último y una segunda limpia 10 días después de la primera también para ambos cultivos, lo cual permitió un buen control de las malezas.

El control de insectos en frijol (*Diabrotica* sp., *Bemisia tabassi* *Empoasca fabae* y *Apion godmani*), se efectuó mediante un total de 3 aplicaciones de insecticidas, las dos primeras con Sevín en polvo humectable al 80o/o, a razón de 25 gramos por bomba de 4 galones, efectuando la primera aplicación 8 días después de germinado el frijol y la segunda 8 días más tarde. La tercera aplicación se efectuó con Folidol, a razón de 5 ml por galón de agua al inicio de la floración del frijol para controlar principalmente el picudo de la vaina (*Apion godmani*).

Durante los días 29 y 30 de agosto se efectuó la cosecha de frijol en El Ovejero 1 y 2, y el 26 de septiembre en El Ovejero 3.

Quince días después de cosechado el frijol se procedió a "doblar" el maíz para protegerlo de las últimas lluvias y 20 días más tarde se efectuó la cosecha. Inmediatamente después de efectuada la cosecha de cada cultivo, se determinó humedad para obtener el peso del grano a humedad constante (frijol 130/o y maíz 140/o), utilizando para esta operación un determinador manual de humedad marca Dole-400.

3.3.4 Análisis Estadístico

Los resultados experimentales obtenidos de cada ensayo, fueron analizados para interpretar la respuesta de cada cultivo a la fertilización, mediante funciones de rendimiento.

Para el efecto, se usó el modelo Discontinuo Rectilíneo desarrollado por Waugh, Cate y Nelson en base a la Ley del Mínimo de Liebig (34).

Debido a que este modelo postula una respuesta lineal al factor limitante principal, que se detiene para estabilizarse horizontalmente cuando otro factor se hace limitante para luego reasumir su tendencia al ser corregida tal limitación, los datos de cada ensayo fueron manejados para determinar la línea de regresión de la "zona de respuesta", y la línea de rendimiento máximo estable en la "zona de no respuesta" (27).

La ecuación de regresión $Y = a + bX$ fue determinada estimando los valores de a y b de acuerdo al modelo más apropiado para describir la respuesta observada en cada ensayo. Dicho modelo fue seleccionado en función de la mínima suma de desviaciones al cuadrado con respecto a la media, considerando como tal la línea de respuesta y la línea de rendimiento máximo estable. El rendimiento máximo estable, se determinó calculando el promedio de los rendimientos correspondientes a los niveles donde ya no se observó respuesta, excluyendo aquellos cuya diferencia con respecto a dicho promedio fuera estadísticamente

significativa. El rendimiento máximo estable no incluyó, por supuesto, ninguno de los puntos que sirvieron para determinar la pendiente en la "zona de respuesta".

Para determinar la respuesta significativa de los niveles crecientes de N y P_2O_5 aplicados, se usó un comparador equivalente al 75o/o del rendimiento máximo estable, considerando para el efecto, que el rendimiento del nivel 0 ó de otro nivel estuviera por debajo de dicho comparador.

4. RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados experimentales obtenidos en el presente estudio se consignan en el Cuadro 3. Estos resultados, que corresponden al rendimiento de maíz y frijol en grano al 14 y 13o/o de humedad respectivamente, constituyen el promedio de tres repeticiones, expresado en Kg/Ha, de cada uno de los tratamientos y sitios considerados para evaluar el efecto de nitrógeno, fósforo y potasio sobre el sistema de cultivo maíz-frijol asociado.

El efecto de cada uno de los nutrimentos mencionados fue evaluado sobre el promedio del rendimiento correspondiente a cada nivel, pero sin incluir en dicho promedio, los rendimientos obtenidos en tratamientos con niveles cero acompañantes, tal como aparece en el Cuadro 4.

El resultado del análisis se presenta en el Cuadro 5, donde se consignan los componentes de las funciones de respuesta significativa correspondientes a los nutrimentos N y P; y en el Cuadro 6, donde aparecen los rendimientos relativos con respecto al testigo, de los tratamientos con y sin K. El resultado de dicho análisis, se ilustra en los Gráficos 1, 2 y 3.

4.1 Efecto del Nitrógeno

El efecto de la aplicación de nitrógeno, en presencia de 30 hasta 180 Kg de P_2O_5 /Ha y 45 Kg/Ha de K_2O (Cuadro 3), fue estadísticamente significativa en todas las localidades, tanto para maíz como para frijol.

En maíz, tal efecto se observó hasta niveles de 42.4, 46 y 60 Kg de N/Ha, produciendo incrementos del 73, 57 y 194 por ciento, respectivamente (Cuadro 5). A partir de dichas dosis de N, los rendimientos máximos se estabilizaron, en su orden, en 3828, 3872 y 3304 Kg/Ha, rendimientos que pueden ser calificados como muy buenos, especialmente si se considera que corresponden a una población de 20,000 plantas/Ha que equivale a un 50o/o de la población normal de maíz solo.

Bajo las condiciones del presente estudio, la tasa de respuesta a N observada (Cuadro 5), fue de 30.80, 32.78 y 38.00 Kg de maíz producido por Kg de N aplicado.

Los niveles de N determinados en estos ensayos para lograr el máximo rendimiento estable, estuvieron por debajo de los encontrados por otros investigadores, tanto para maíz solo (22,23,25,27,28), como para la asociación maíz-frijol (18), posiblemente debido al efecto residual de la fertilización efectuada a los cultivos de tomate y cebolla que precedieron al maíz en los experimentos cuyos resultados se presentan, tal como lo demuestra el contenido alto de nitratos observado a través del análisis de suelo correspondiente (Cuadro 1). También puede ser atribuido a la presencia misma del frijol que propició fijación simbiótica de nitrógeno atmosférico, tal como lo sugiere Bartholomew (3).

En frijol, el efecto positivo de la aplicación de N se observó hasta el nivel de 30 Kg de N/Ha, en los tres sitios donde se llevó a cabo la prueba, lográndose incrementos que alcanzaron el 128, 126 y 70 por ciento, respectivamente.

En relación a este comportamiento, resulta muy interesante señalar que con el mismo nivel de N aplicado se lograron rendimientos máximos estables que variaron de 745 Kg/Ha en El Ovejero 3 a 1740 y 1750 Kg/Ha en los otros dos sitios (Cuadro 5), ya que al no ser concordante con la aseveración de que a mayor rendimiento mayor requerimiento de insumo (24), llama la atención sobre la necesidad de considerar simultáneamente otros factores de rendimiento ajenos al fertilizante. En este caso los rendimientos bajos observados en el ensayo localizado en El Ovejero 3, aparentemente están relacionados con el imbalance entre el K, Ca y Mg que reveló el análisis de suelos (Cuadro 1) y con la fecha de siembra de este ensayo (junio 20 de 1974), o sea 25 días después de haber sembrado los otros dos.

La tasa de respuesta a N observada, fue de 32.78, 32.37 y 10.27 Kg de frijol producido por Kg de N aplicado, en los

ensayos de El Ovejero 1, 2 y 3 respectivamente. La relativa baja tasa de respuesta que se encontró en el experimento de El Ovejero 3, de nuevo parece tener su explicación en el efecto de inadecuado balance catiónico y de la siembra tardía, arriba señalados.

El requerimiento de N encontrado en estas pruebas para lograr rendimientos máximos bajo las condiciones en que se llevaron a cabo, está dentro del rango de variación de las dosis recomendadas para frijol solo en el área centroamericana (5) y por debajo de los niveles determinados en experiencias logradas en Guatemala (8, 9, 12, 26).

En relación al N requerido por el frijol en el sistema maíz-frijol asociado, que corresponde a la forma en que se llevó a cabo el presente estudio, cabe señalar que también estuvo por debajo de lo determinado por otros investigadores (18), posiblemente debido al mayor requerimiento del maíz en el sistema.

4.2 Efecto del Fósforo

El efecto de los niveles crecientes de P_2O_5 sobre los rendimientos de maíz y frijol en el sistema, fue evaluado en presencia de 90 Kg de nitrógeno y 45 Kg de K_2O por hectárea, aunque el nivel de 90 Kg de P_2O_5 /Ha incluyó dosis de N que variaron de 30 a 180 Kg/Ha (Cuadro 3).

Bajo las condiciones en que se llevaron a cabo los ensayos, en ninguno de ellos se observó respuesta estadísticamente significativa a la aplicación de P_2O_5 en dosis que llegaron hasta 180 Kg/Ha.

Esta falta de respuesta, que fue observada tanto en maíz como en frijol (Cuadros 4 y 5), parece estar relacionada con el adecuado nivel de fósforo en el suelo, pues de acuerdo con el análisis de P realizado en muestras representativas de los campos donde se instalaron los ensayos (Cuadro 1), la concentración de

fósforo disponible estuvo al inicio de las pruebas por encima del nivel de 5.7 ug/ml señalado como crítico por el Programa de Nutrición Vegetal de ICTA (27).

4.3 Efecto del Potasio

Debido a que los niveles de N y P_2O_5 fueron evaluados en presencia de 45 Kg de K_2O /Ha, en suelos cuyo nivel de K disponible estaba por encima del nivel crítico (54 ug/ml) encontrado por el Programa de Nutrición Vegetal de ICTA (27), el efecto del potasio fue evaluado mediante un tratamiento adicional que no incluía potasio (No. 18, Cuadro 3).

Los resultados obtenidos, que se resumen en la parte final del Cuadro 4, indican que la presencia de K provocó un efecto fuertemente detrimental en los rendimientos de maíz y en los de un caso de frijol. Este resultado concuerda, en el caso del frijol, con el efecto negativo del K detectado bajo las condiciones de Chimaltenango (17).

Este efecto negativo del potasio parece tener relación con el alto contenido natural de K disponible en el suelo (Cuadro 1), pues es de esperarse que su adición haya provocado un imbalance con el Ca y/o el Mg. Sobre este particular, York et al, citados por Armijos (2), indican que el encalado y las fertilizaciones potásicas excesivos provocan frecuentemente carencia de Mg debido al antagonismo iónico; y Fudge, citado también por Armijos (2), señala que la aplicación desbalanceada al suelo de uno de los tres nutrimentos (K, Ca, Mg) produce efectos represivos en la absorción de los otros dos.

El hecho de que este efecto no se haya observado en el frijol en dos de los experimentos, da idea de que existen diferencias específicas en cuanto a la tolerancia de los efectos del imbalance catiónico, lo cual está de acuerdo con los resultados de experiencias recientes llevadas a cabo en Wisconsin*, que permitieron establecer un comportamiento distinto, aún entre genotipos de una misma especie (Maíz).

* Comunicación personal del Dr. James L. Walker, Director Regional del ISFEL, N.C. State University.

Para poder cuantificar más objetivamente el efecto negativo del potasio sobre el rendimiento de maíz, fueron estimados los rendimientos relativos (o/oY) con respecto a un testigo, de cada uno de los tratamientos con y sin potasio (Cuadro 6).

Como testigo se utilizó el tratamiento con cero nitrógeno, en vista de haber sido este nutrimento el que más limitó los rendimientos en ambos cultivos.

En el Cuadro 6 y en el Gráfico 3 donde se ilustran estos resultados, puede notarse que los rendimientos relativos (o/oY) con respecto al testigo correspondientes a los tratamientos sin potasio (K_0) y con 45 Kg de K_2O/Ha (K_{45}), fueron más altos en el primero que en el segundo, excepto para frijol en dos de los experimentos realizados. Este comportamiento excepcional puede explicar que la tolerancia diferencial interespecífica al imbalance catiónico tiene su límite, pues al observar los resultados del análisis de suelos (Cuadro 1), se advierte que mientras en los ensayos donde el contenido de K disponible era de 263 ug/ml (0.67 meq/100 ml) el frijol toleró el efecto del imbalance, en el ensayo donde dicho contenido de K fue de 495 ug/ml (1.27 meq/100 ml) se observó un efecto detrimental en el rendimiento de frijol que alcanzó el 260/o.

4.4 Rentabilidad de la Fertilización en el Sistema de Maíz-Frijol Asociado

Para evaluar el beneficio económico de la fertilización en el sistema maíz-frijol asociado, fue considerado el ingreso bruto en relación al costo del insumo requerido.

El ingreso bruto fue estimado en base a los precios que operaron en la región al 30 de diciembre de 1974. Estos precios, según INDECA *, correspondieron a Q. 0.15 el Kg de maíz y Q. 0.44 el Kg de frijol. En relación al costo del insumo requerido fue considerado únicamente el nitrógeno, en vista de que solamente este nutrimento mostró efecto positivo sobre el rendimiento de los cultivos considerados. De acuerdo con informaciones de las

* Comunicación personal del P. Agr. J.A. Jáuregui, Promotor de Mercadeo de INDECA.

casas comerciales se estableció que para fines de 1974, el precio de la urea (460/0) fue de Q. 21.00 el quintal, lo cual equivale a Q. 1.01 el kilogramo de N.

En base a lo consignado en el Cuadro 5, en promedio fueron requeridos 49.5 Kg de N para elevar el rendimiento de maíz de 1,932 a 3,668 Kg/Ha y 30 Kg de N/Ha para elevar de 657 a 1,412 Kg/Ha los rendimientos de frijol.

A los precios aludidos, el ingreso bruto fue el siguiente:

| <u>Cul- tivo</u> | <u>Sin aplicación de Nitrógeno</u> | <u>Con aplicación de Nitrógeno</u> |
|----------------------|--------------------------------------------------|----------------------------------------------------|
| Maíz | $1,932 \times 0.15 = \text{Q.}289.80$ | $3,668 \times 0.15 = \text{Q.} 550.20$ |
| Frijol | $657 \times 0.44 = \underline{\text{Q.} 289.08}$ | $1,412 \times 0.44 = \underline{\text{Q.} 621.28}$ |
| TOTAL | <u><u>Q. 578.88</u></u> | <u><u>Q.1,171.48</u></u> |

La diferencia entre estos ingresos brutos, que puede ser considerada como el beneficio que produjo la aplicación de nitrógeno, ascendió a la suma de Q. 592.60/Ha ($1,171.48 - 578.88 = 592.6$), que es equivalente a un 1020/0 de incremento del sistema fertilizado con respecto al que no recibió fertilización.

Para determinar la relación beneficio/costo del sistema, se utilizó el mayor requerimiento de N que correspondió al maíz (49.5 Kg de N/Ha), el cual a un precio de Q. 1.01/Kg de N representó un costo de Q. 50. De esta manera, la relación beneficio/costo resultó ser igual a 11.85 ($590/50$), que significa un retorno de Q. 11.85 por cada quetzal invertido en nitrógeno.

CUADRO 3.

Rendimientos promedio de maíz (140/0H) y
frijol (130/0H) expresados en Kg/Ha,
obtenidos en cada uno de los tratamientos
estudiados en el sistema Maíz-Frijol
asociado. 1974

| No. | Tratamiento | | | El Ovejero 1 | | El Ovejero 2 | | El Ovejero 3 | |
|-----|-------------|--------|----|--------------|--------|--------------|--------|--------------|--------|
| | Maíz | Frijol | 45 | Maíz | Frijol | Maíz | Frijol | Maíz | Frijol |
| 1 | 0 | 90 | 45 | 2456 | 767 | 2215 | 769 | 928 | 479 |
| 2 | 30 | 90 | 45 | 3274 | 1857 | 3210 | 1873 | 2138 | 919 |
| 3 | 60 | 90 | 45 | 4178 | 1940 | 4067 | 1909 | 3159 | 971 |
| 4 | 120 | 90 | 45 | 4076 | 1785 | 4057 | 1822 | 3028 | 792 |
| 5 | 150 | 90 | 45 | 3981 | 1764 | 3966 | 1731 | 3144 | 830 |
| 6 | 180 | 90 | 45 | 3997 | 1772 | 3906 | 1742 | 3431 | 663 |
| 7 | 90 | 0 | 45 | 4091 | 1817 | 3992 | 1797 | 3703 | 635 |
| 8 | 90 | 30 | 45 | 3668 | 1903 | 3644 | 1907 | 3263 | 656 |
| 9 | 90 | 60 | 45 | 3818 | 1802 | 3881 | 1760 | 3313 | 585 |
| 10 | 90 | 120 | 45 | 3824 | 1761 | 3762 | 1760 | 3309 | 600 |
| 11 | 90 | 150 | 45 | 3817 | 1709 | 3679 | 1708 | 3322 | 547 |
| 12 | 90 | 180 | 45 | 4005 | 1688 | 3979 | 1682 | 3713 | 528 |
| 13 | 90 | 90 | 45 | 3931 | 1886 | 3929 | 1863 | 4088 | 891 |
| 14 | 30 | 30 | 45 | 3376 | 1865 | 3339 | 1884 | | |
| | 0 | 0 | 45 | | | | | 881 | 446 |
| 15 | 30 | 150 | 45 | 3491 | 1803 | 3517 | 1792 | | |
| | 0 | 180 | 45 | | | | | 1472 | 395 |
| 16 | 150 | 30 | 45 | 3994 | 1358 | 3895 | 1366 | | |
| | 180 | 0 | 45 | | | | | 3206 | 480 |
| 17 | 150 | 150 | 45 | 2950 | 1285 | 3010 | 1247 | | |
| | 180 | 180 | 45 | | | | | 3416 | 471 |
| 18 | 150 | 150 | 0 | 3756 | 1232 | 3749 | 1273 | | |
| | 180 | 180 | 0 | | | | 3806 | 3806 | 604 |

CUADRO 4.

Rendimiento promedio, expresado en Kg/Ha de grano, correspondiente a casa uno de los niveles de N, P₂O₅ y K₂O estudiados

| Tratamiento | El Ovejero 1 | | El Ovejero 2 | | El Ovejero 3 | |
|------------------|--------------|--------|--------------|--------|--------------|--------|
| | Maíz | Frijol | Maíz | Frijol | Maíz | Frijol |
| N ₀ | 2456 | 766 | 2215 | 769 | 1200 | 437 |
| N ₃₀ | 3380 | 1840 | 3355 | 1850 | 2138 | 919 |
| N ₆₀ | 4178 | 1940 | 4067 | 1909 | 3159 | 971 |
| N ₉₀ | 3840 | 1790 | 3812 | 1780 | 3501 | 634 |
| N ₁₂₀ | 4076 | 1785 | 4057 | 1822 | 3028 | 792 |
| N ₁₅₀ | 3640 | 1470 | 3624 | 1448 | 3144 | 830 |
| N ₁₈₀ | 3997 | 1772 | 3906 | 1742 | 3424 | 566 |
| P ₀ | 4091 | 1817 | 3992 | 1797 | 3455 | 557 |
| P ₃₀ | 3680 | 1710 | 3626 | 1719 | 3263 | 656 |
| P ₆₀ | 3818 | 1802 | 3881 | 1760 | 3313 | 585 |
| P ₉₀ | 3910 | 1830 | 3856 | 1823 | 3165 | 844 |
| P ₁₂₀ | 3824 | 1761 | 3762 | 1760 | 3309 | 610 |
| P ₁₅₀ | 3817 | 1600 | 3402 | 1582 | 3322 | 547 |
| P ₁₈₀ | 4005 | 1688 | 3979 | 1682 | 3565 | 499 |
| K ₀ | 3756 | 1232 | 3749 | 1273 | 3806 | 604 |
| K ₄₅ | 2950 | 1285 | 3010 | 1247 | 3416 | 471 |

CUADRO 5.

Componentes de las funciones de respuestas significativa, estimadas con los rendimientos de maíz y frijol mediante el modelo discontinuo rectilíneo

| Localidad | Cultivo | Elemento Estudiado | a | b | Y | X | o/o Incremento |
|-----------------|---------|--------------------|------|-------|------|--------------|----------------|
| 1. El Ovejero 1 | Maíz | N* | 2456 | 30.80 | 3872 | 46 Kg N/Ha | 57 |
| | | P n.s. | | | 3872 | | |
| | Frijol | N* | 766 | 32.78 | 1750 | 30 Kg N/Ha | 128 |
| | | P n.s. | | | 1750 | | |
| 2. El Ovejero 2 | Maíz | N* | 2215 | 38.00 | 3828 | 42.4 Kg N/Ha | 73 |
| | | P n.s. | | | 3828 | | |
| | Frijol | N* N* | 769 | 32.37 | 1740 | 30 Kg N/Ha | 126 |
| | | P n.s. | | | 1740 | | |
| 3. El Ovejero 3 | Maíz | N* | 1124 | 36.33 | 3304 | 60 Kg N/Ha | 194 |
| | | P n.s. | | | 3304 | | |
| | Frijol | N* | 437 | 10.27 | 745 | 30 Kg N/Ha | 70 |
| | | P n.s. | | | 745 | | |
| MEDIA | Maíz | N | 1932 | 35.07 | 3668 | 49.5 Kg N/Ha | |
| | | N | 657 | 25.17 | 1412 | 30.0 Kg N/Ha | |

a = Rendimiento umbral (Kg/Ha)

b = Pendiente de respuesta (Kg producto/Kg insumo)

Y = Rendimiento máximo estable (Kg/Ha)

X = Insumo requerido para alcanzar Y (Kg/Ha)

* = Respuesta significativa

n.s. = Respuesta no significativa

CUADRO 6.

Rendimientos relativos (o/o Y) de los
tratamientos con 0 y 45 Kg de K₂O/Ha,
con respecto al testigo

| Localidad | Cultivo | Tes- tigo | K ₀ | Kg/Ha | | o/o Y ₂ |
|--------------|---------|--------------|----------------|--------------------|-----------------|--------------------|
| | | | | o/o Y ₁ | K ₄₅ | |
| El Ovejero 1 | Maíz | 2456 | 3756 | 53.0 | 2950 | 20.0 |
| | Frijol | 767 | 1232 | 60.5 | 1285 | 67.5 |
| El Ovejero 2 | Maíz | 2215 | 3749 | 69.0 | 3010 | 36.0 |
| | Frijol | 769 | 1273 | 65.5 | 1247 | 62.0 |
| El Ovejero 3 | Maíz | 928 | 3806 | 310.0 | 3416 | 268.0 |
| | Frijol | 479 | 604 | 26.0 | 471 | 0.0 |

Testigo = N₀ P₉₀ I₄₅

K₀ = N₁₅₀₋₁₈₀ P₁₅₀₋₁₈₀ K₀

K₄₅ = N₁₅₀₋₁₈₀ P₁₅₀₋₁₈₀ K₄₅

$$o/oY_1 = \frac{\text{Rend. } K_0 - \text{Rend. Testigo}}{\text{Rend. Testigo}} \times 100$$

$$o/oY_2 = \frac{\text{Rend. } K_{45} - \text{Rend. Testigo}}{\text{Rend. Testigo}} \times 100$$

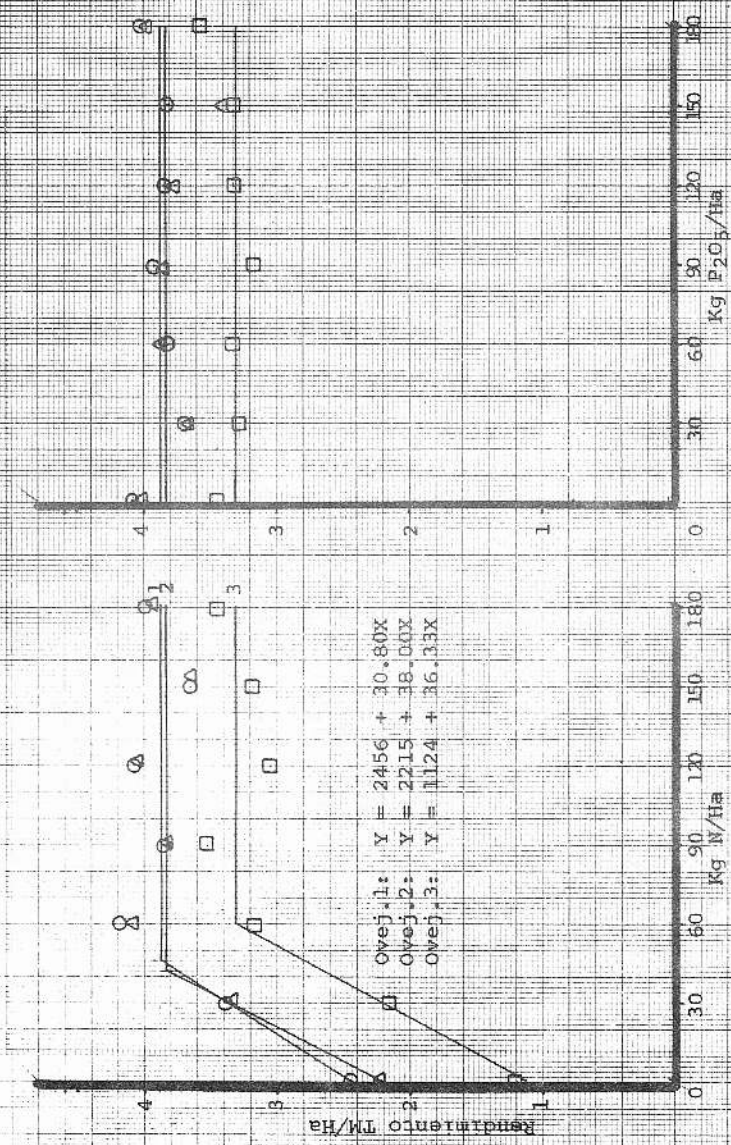
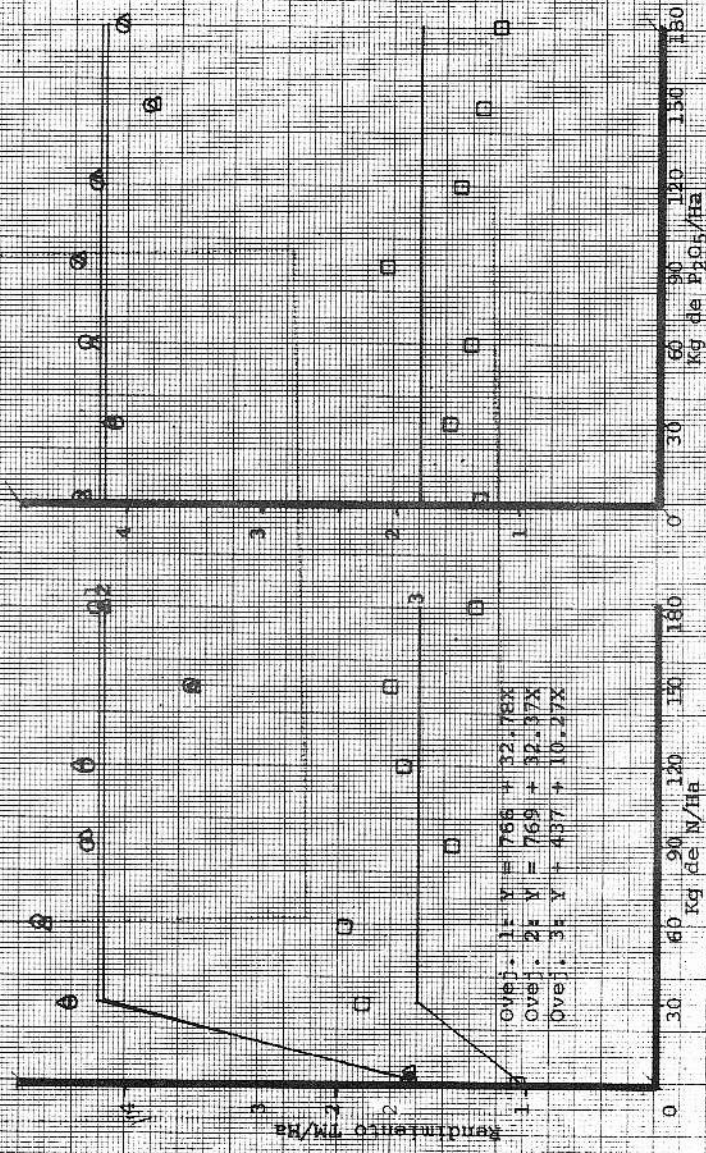


GRAFICO 1. Funciones de respuesta del maíz en el sistema maíz-frijol asociado, a niveles crecientes de N y P₂O₅ determinadas con el modelo discontinuo-Rectilíneo.



Ove 1: $Y = 766 + 32.76X$
 Ove 2: $Y = 769 + 32.37X$
 Ove 3: $Y = 437 + 10.27X$

GRAFICO 2. Funciones de respuesta del riego en el sistema maíz-frijol asociado, a hives crecientes de N y P₂O₅ determinadas con el modelo Discron tipo-rectilíneo.

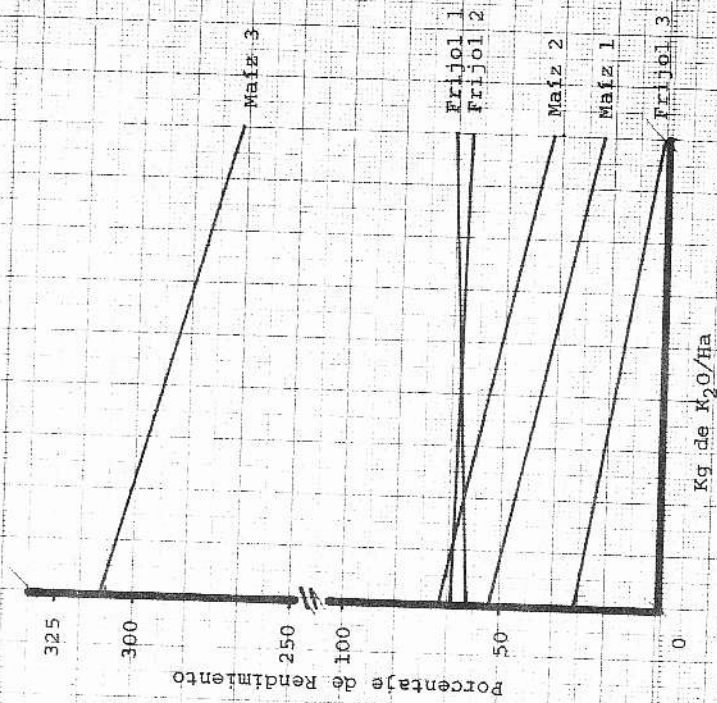


GRAFICO 3. Rendimientos relativos con respecto al testigo, de los tratamientos con 0 y 45 Kg de K₂O/Ha.

5. CONCLUSIONES

Bajo las condiciones en que se llevó a cabo el presente estudio, los resultados experimentales presentados y discutidos en el capítulo anterior, permiten arribar a las siguientes conclusiones:

1. El efecto de la aplicación de nitrógeno, fósforo y potasio en el sistema de producción maíz-frijol asociado, fue significativo para el nitrógeno y el potasio, no así para el fósforo.
2. El efecto del nitrógeno en presencia de 30 hasta 180 Kg de P_2O_5 y 45 Kg de K_2O por hectárea, fue significativo en todas las localidades, tanto para maíz como para frijol.
3. En maíz, los rendimientos máximos estables (3828, 3872 y 3304 Kg/Ha) se alcanzaron con niveles de 42.4, 46 y 60 Kg de N/Ha respectivamente. En promedio fueron requeridos 49.5 Kg de N/Ha para lograr un rendimiento máximo estable de 3668 Kg/Ha, a una tasa de respuesta de 35.07 Kg de maíz producido por kilogramo de nitrógeno aplicado.
4. En frijol, el efecto positivo del nitrógeno se observó hasta el nivel de 30 Kg de N/Ha en los tres sitios donde se llevó a cabo el estudio, lográndose rendimientos máximos que variaron de 745 a 1750 Kg/Ha. El bajo rendimiento observado en el ensayo de El Ovejero 3 puede ser atribuido al efecto del imbalance catiónico propiciado por el muy alto contenido de K en el suelo y/o al efecto de la siembra tardía.
5. La falta de respuesta a fósforo, tanto en maíz como en frijol, fue concordante con el adecuado nivel de fósforo en el suelo, ya que éste estuvo por encima del nivel crítico.

6. *El efecto del potasio fue negativo sobre los rendimientos de maíz en todos los experimentos y sobre los rendimientos de frijol en uno de los tres ensayos, justamente en el localizado sobre suelos con el más alto contenido de potasio (495 ug/ml).*

Este efecto es atribuible a la inadecuada relación Ca/K ó Mg/K que provocó la adición de potasio.

7. *La rentabilidad de la fertilización nitrogenada en el sistema maíz-frijol asociado, resultó ser igual a 11.85, lo cual significa un retorno de Q. 11.85 por cada quetzal invertido en nitrógeno.*

6. LITERATURA CONSULTADA

1. AGUIRRE, J.A. Y MIRANDA M., HELEODORO. *Los sistemas de producción de frijol*. San Salvador. IICA. O.E.A. Dirección Regional para la Zona Norte. Enero 1973.
2. ARMIJOS G., E.A. *Efectos de cinco niveles de potasio, calcio y magnesio sobre la producción de frijol*. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 1972. 61 p. (Tesis de M. Sc.).
3. BOUYOUCOS, G.J. *Hydrometer Method improved for making particle size analysis of soils*. *Agronomy Jour.* 54 (5): 464-465. 1962.
4. BALLESTEROS S., PATRICIO. *Estudio del efecto de la densidad de población y fertilización edáfica N P K sobre el rendimiento de maíz braquítico 2*. En: 18a Reunión Anual PCCMCA - Nicaragua 6-10, Marzo, 1972.
5. BARTHOLOMEW, W. ' *El nitrógeno del suelo; Procesos de abastecimiento y requerimientos de los cultivos*. ISFEI' North Caroline State University. Bol. Tec. No. 6. 1972. 97 p.
6. BAZAN, RUFO. *Fertilización con nitrógeno y manejo de leguminosas de grano en América Central*. Turrialba, Costa Rica, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), 1974. 26 p (mimeografiado).
7. COX, F. R. *Potasio*. En: Sánchez, P. A. Ed. *Un resumen de las investigaciones edafológicas en la América Latina Tropical*. North Carolina Agr. Exp. St. Tech. Bull. No. 219. 1973. pp 177-194.

8. CHURCH, P. E. *Perspectivas económicas de nuevos sistemas de cultivos múltiples en América Central*. Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1974. 23 p (mimeografiado).
9. DEL VALLE B., RICARDO. *Evaluación de la respuesta del frijol a la fertilización con Np*. Guatemala, ICTA, 1974. 7 p (mimeografiado).
10. ESTRADA, LUIS A. *La fertilización del frijol*. Guatemala, ICTA, 1974. 4 p (mimeografiado).
11. FASSBENDER, H. W. *La fertilización del frijol (Phaseolus sp)*. Turrialba 17 (1): 46-62. 1967.
12. GARCIA SOTO, ARNOLDO A., Y CESAR A., MOLINA L. *Determinación densidad óptima para la asociación maíz-frijol (indeterminado) en el área de Chimaltenango*. Guatemala, DIA-Ministerio de Agricultura; s.f. 7 p. (mimeografiado).
13. GUATEMALA. Ministerio de Comunicaciones y Obras Públicas. Instituto Geográfico Nacional. *Atlas Nacional de Guatemala*. 1972. sp.
14. GUATEMALA. Ministerio de Agricultura, División de Investigaciones Agropecuarias; *Memoria Anual 1966*. Guatemala, Ministerio de Agricultura, Dir. Gral. de Inv. Agrícola. 1967. 218 p.
15. GUATEMALA. Ministerio de Economía. Dir. Gral. de Estadística. *Censo Agropecuario 1964*. Tomo 2. pp. 132-136.
16. HILDEBRAND, P., Y EDWIN C., FRENCH. *Un sistema salvadoreño de multicultivos: su potencial y sus problemas*. Santa Tecla, El Salvador, Ministerio de Agr. y Ganadería; Centro Nac. de Tecnología Agropecuaria, 1974. 23 p. (mimeografiado).

17. IICA-ZN. *Situación actual del frijol en Guatemala. Información básica para la programación de investigación y extensión agrícola y pecuaria en Centro América y Panamá.* En: *Reunión técnica sobre Programación de Investigación y Extensión en frijol y otras leguminosas de grano para América Central, Realizada en Turrialba, Costa Rica, Mayo 20-29, 1969. Publicación ZN-112-69. pp 79-101.*
18. KAMPRATH, E. J. Fósforo. En: Sánchez, P. A. Ed. *Un resumen de las investigaciones edafológicas en la América Latina tropical.* N. Carolina Agr. Exp. St. Tech. Bull. No. 219. 1973. pp 151-176
19. LEPIZ I., ROGELIO. *Asociación de cultivos maíz-frijol en México, CIAMEC-INIA, 's f' s/p (mimeografiado).*
20. LEYPON NOGUERA, ERNESTO. *Efectos del NPK, aplicado al suelo y al follaje sobre el rendimiento del frijol.* En: *18a. Reunión Anual PCCMCA-Nicaragua 6-10, Marzo, 1972*
21. MARQUES VAZ, JORGE. *Criterios para la evaluación económica del sistema de producción agrícola.* Guatemala, ICTA, 1974. 5 p (mimeografiado).
22. MASAYA SANCHEZ, PORFIRIO. *Métodos y sistemas de siembra de frijol usados en el oriente de Guatemala.* En: *Reunión Anual PCCMCA, realizada en Honduras; San Pedro Sula, 11-15 febrero 1974. pp 45-50.*
23. NELSON, W. L., MEHLICH A., and WINTERS, E. *The development, evaluation and use of soil tests for phosphorus availability.* *Agrom.* 4:153-188. 1953.

24. ORTIZ MAYEN, OSCAR I. *Experiencias sobre fertilización en Guatemala*. Guatemala, Ministerio de Agr., Dir. Gral. de Investigación y Control, Bol. téc. No. 15. 1965. 38 p.
25. ORTIZ MAYEN, OSCAR. *Resultados de ensayos experimentales*. Guatemala, Ministerio de Agr., Dir. Gra. de Inv. y Extensión Agrícola; Depto. de Suelos, 1968. 's.p.c.' (mimeografiado).
26. PALENCIA ORTIZ, JULIO ANIBAL. *Algunos aspectos sobre fertilización del maíz en Guatemala*. Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas, Guatemala, 1974. 11 p. (mimeografiado).
27. PALENCIA ORTIZ, JULIO ANIBAL. Ed. *Programa de Nutrición Vegetal. Informe Anual 1973*. Guatemala, Sector Público Agrícola. ICTA, 1974. 71 p.
28. SAIZ DEL RIO, J. F. Y BORNEMISZA, S. E. *Análisis químico de suelos, Métodos de Laboratorio para diagnóstico de fertilidad*. Turrialba, Costa Rica, IICA-OEA, Centro Tropical de Investigación y Enseñanza. Departamento de Energía Nuclear. 1961.
29. SALAZAR, JOSE ROBERTO. *Estudio de fertilización en maíz*. Santa Tecla, El Salvador, Minist. de Agr. y Ganadería. Bol. Téc. No. 50, sep. 1970. 78 p.
30. 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. 1973. pp 97-136.
31. SIMMONS, C. S., et al. *Clasificación de reconocimiento de los suelos de la República de Guatemala*, Guatemala, Editorial "José de Pineda Ibarra". 1959. 1,000 p.

32. SPRAGUE, H. B. (Editor). *Hunger sings in crops. A symposium* New York, McKay, 1964. 460 p.
33. SPRAGUE, G. F. Y LARSON, W. E. *Producción de Maíz. Manual de Agricultura No. 322. México, CRAT, 1972.*
34. WAUGH, D L. et al. *Discontinuous models for rapid correlation interpretation, and utilization of soil analyses and fertilizer response data. Tech. Bull. No. 7. North Carolina State Univ. International Soil Fertility Evaluation and Improvement Project. August 1973. 77 p.*

Vo.Bo.

Palmira S. de Quan
Bibliotecaria

Vo. Bo.



Ing. J. Anibal Palencia O.
Asesor

Imprimase:



Ing. Edgar Leonel Ibarra A.
Decano