

ZAMORANO
CARRERA DE CIENCIA Y PRODUCCIÓN AGROPECUARIA

**Respuesta de dos variedades de frijol común
(*Phaseolus vulgaris* L.) a diferentes fuentes de
fertilización**

Trabajo de graduación presentado como requisito parcial para optar
al título de Ingeniero Agrónomo en el
grado Académico de Licenciatura

Presentado por:

Reinaldo Chávez Gutiérrez

Honduras
Diciembre, 2003

El autor concede a Zamorano permiso para reproducir y distribuir copias de este trabajo para fines educativos. Para otras personas físicas o jurídicas se reservan los derechos de autor.

Reinaldo Chávez Gutiérrez

Honduras
Diciembre, 2003

Respuesta de dos variedades de frijol común (*Phaseolus vulgaris L.*) a diferentes fuentes de fertilización

Presentado por:

Reinaldo Chávez Gutiérrez

Aprobada:

Pablo Emilio Paz, Ph.D.
Asesor Principal

Alfredo Rueda, Ph. D.
Coordinador de Área Temática

Juan Carlos Rosas, Ph. D.
Asesor

Jorge Iván Restrepo, M.B.A.
Coordinador de la Carrera de
Ciencias y Producción Agropecuaria

Diana Moran, Ing. Agr.
Asesor.

Antonio Flores, Ph. D.
Decano Académico

Kenneth L. Hoadley, D.B.A.
Rector

DEDICATORIA

A toda mi familia que siempre me apoyó en todos los momentos cruciales de mi vida, por sus consejos, por todo gracias a Dios.

A mis queridos padres Ezequiel Chávez y Cecilia Gutiérrez por todo el sacrificio que han tenido para que siguiera mis estudios y por ser el ejemplo digno a mi vida, por apoyarme y aconsejarme en toda la vida.

A mi hijo bello, Rodrigo Chávez le dedico estos cuatros años por ser mi fuente de inspiración para seguir mis estudios y por haberme dado las fuerzas para nunca desfallecer en mi objetivo de llegar a Zamorano y conseguir este título.

A mis hermanos Ezequiel, José María y Cecilia por darme su apoyo y confianza en creer en mí.

A mi hermanito, Marco que lo tenemos adentro por el resto de nuestra vida. TE EXTRAÑAMOS!!!

.....a mi querida tierra cambia

AGRADECIMIENTOS

A Dr. Pablo Emilio Paz, por su apoyo y colaboración y dedicación en la realización de este estudio.

A la familia Gauggel, el apoyo y amistad que me han ofrecido.

Al Dr. Juan Carlos Rosas, gracia por su paciencia.

A mi asesora bella Diana Moran, que siempre le voy a tener un cariño por su ayuda y colaboración por la conducción del ensayo.

A Gurdian, Luwbia Aranda y Byron, por su ayuda y apoyo que me han brindado.

A mi compañero Alejandro Díaz Salek, por su amistad y consejo recibido, por las enseñanzas y las perras nocturnas que eran infinitas y por su compañía en los tres años.

A mi otro compañero de cuarto Alex Espinoza, por su apoyo recibido en el último año en Zamorano.

A mi jefe Tulio Osorio, por los consejos recibidos en mi estadía en Zamorano.

A Barth y Ximena, por su amistad y favores que me han ofrecido, siempre van a tener una llave de mi casa.

A la Cambonia en Zamorano, que me apoyaron y brindaron su cariño como hermano; gracia Diego V, Pedro G, Willy T, Juan LL, Juan S, Rony S, Mario A, Juan Carlos S, Diego A.

A todos mis amigos en Zamorano, por ofrecerme su amistad.....

A mis dos primeras amigas Karla y Gaby, por su apoyo y su amistad que me ofrecieron. Son muy lindas personas.

A mis amiguitas la Arlen, Vanesa y María Isabel, por su cariño y amistad que me ofrecieron.

AGRADECIMIENTO A PATROCINADORES

A mi padres...

Al Dr. Erich Raddatz por su valiosa colaboración en la realización de estos estudios y la autorización para el uso del biofertilizante Mycorral®.

RESUMEN

Chávez Gutierrez, Reinaldo. 2003. Respuesta de dos variedades de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) a diferentes fuentes de fertilización. Proyecto Especial del Programa de Ingeniero Agrónomo, El Zamorano, Honduras. 19 p.

Una alternativa para que el cultivo mejore la productividad es la utilización de diferentes fuentes y formas de fertilización específica para el uso de variedad criolla y mejorada. El objetivo de esta investigación fue identificar alternativas para el manejo eficiente de la fertilización fosforada de dos variedades del frijol, de manera que no interfirieran en el suelo con la asociación micorrítica. El estudio se realizó entre febrero y mayo del 2003 en los lotes de producción de Zamorano, Honduras. Se usó un diseño BCA con cuatro repeticiones, donde se evaluó dos variedades con tres diferentes fuentes de fertilización con y sin inoculación micorrítica. Las variedades utilizadas fueron Tío Canela 75 y Desarrural y la fertilización se diferenció en la forma y fraccionamiento del total de nutrientes: La primera con aporte total edáfico, la segunda con 50% de aporte foliar y 50% edáfico y la tercera con el total foliar. Se evaluó dos testigos sin fertilización ni micorriza en cada variedad. El inóculo de micorriza se aplicó al momento de la siembra 100g por metro lineal. En la fertilización edáfica total y al 50% con y sin micorriza se aplicó 18-46-0, urea y 0-0-60 a los 20 días después de la siembra. En la 50% foliar y foliar total con y sin micorriza se utilizó ácido fosfórico, urea y sulfato de potasio en seis aplicaciones iniciando a los 27 días después de siembra. Se analizaron estadísticamente las variables de crecimiento y desarrollo y el rendimiento con sus componentes; no se hizo un análisis económico por que la relación de costo-beneficio comparada al tratamiento convencional no es rentable. Los tratamientos con aplicación total foliar con y sin micorriza obtuvieron menos rendimientos por el daño ocasionado al follaje por el ácido fosfórico. El tratamiento de Tío Canela 75 con el aporte total edáfico sin micorriza obtuvo rendimiento altos. Las micorrizas no tuvieron efecto significativo en el rendimiento por las condiciones de suelo y la aplicación de los fertilizantes. Las respuestas a la inoculación con micorrizas son influenciadas por el manejo de la fertilización, las condiciones de humedad del suelo y la variedad. Se recomienda utilizar programas nutricionales específicos a la variedad y no aplicar ácido fosfórico para evitar daños al follaje que afecten la actividad fotosintética de la planta no aplicar ácido fosfórico para evitar daños al follaje que afecten la actividad fotosintética de la planta.

Palabras claves: Análisis económico, fertilización edáfica, fertilización foliar, inoculación y rendimiento.

CONTENIDO

Portadilla.....	i
Autoría.....	ii
Página de firmas.....	iii
Dedicatoria.....	iv
Agradecimientos.....	v
Agradecimiento a patrocinadores.....	vi
Resumen.....	vii
Contenido.....	viii
Índice de cuadros.....	ix
Índice de anexos.....	x
INTRODUCCIÓN.....	1
Objetivos.....	3
MATERIALES Y MÉTODOS.....	4
LOCALIZACIÓN.....	4
SUELO.....	4
METODOLOGÍA.....	4
DISEÑO EXPERIMENTAL.....	5
Tratamientos.....	5
FUENTES DE FERTILIZANTES.....	5
MANEJO DEL ENSAYO.....	6
VARIABLES EVALUADAS.....	7
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	8
EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN E N EL CRECIMIENTO Y DESARROLLO	8
RENDIMIENTOS Y SUS COMPONENTES.....	9
CONCLUSIONES.....	16
RECOMENDACIONES.....	17
BIBLIOGRAFÍA.....	18

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro

1. Cantidad a suplir la fertilización edáfica al 100% y 50% en kilogramos por hectárea según el programa de fertilización del Laboratorio de Suelos	6
2. Cantidad a suplir de fertilización foliar al 100% y 50% en kilogramos por hectárea según el programa de fertilización del Laboratorio de Suelos	6
3. Efecto de las interacciones de variedades, fertilización y micorriza en el crecimiento y desarrollo y el rendimiento con sus componentes.....	10
4. Efecto de la interacción variedad*fertilización sobre el rendimiento (kg/ha) de dos variedades de frijol.....	11
5. Efecto de la interacción variedad*fertilización sobre la infección de micorriza dos variedades de frijol.....	11
6. Efecto de la interacción variedad*fertilización sobre el peso seco de 100 semillas de dos variedades de frijol.....	12
7. Efecto de la interacción variedades * fertilización sobre el peso seco de biomasa aérea de dos variedades de frijol	12
8. Efecto de la interacción variedad*micorriza en el porcentaje de infección de raíces por las micorrizas	13
9. Efecto de la interacción variedad*micorriza en el rendimiento por las micorrizas	13
10. Efecto de la interacción variedad*micorriza en el peso seco de 100 semillas por las micorrizas	13
11. Efecto de la interacción variedad*micorriza en el peso seco de biomasa aérea por las micorrizas.....	13

12. Efecto de la interacción fertilización*micorriza sobre el porcentaje de infección de raíces de dos variedades de frijol	14
13. Efecto de la interacción fertilización*micorriza sobre el rendimiento (kg/ha) de dos variedades de frijol.	14
14. Efecto de la interacción fertilización*micorriza sobre el número de vaina por planta de dos variedades de frijol	14
15. Efecto de la interacción fertilización*micorriza sobre el peso seco de 100 semillas de dos variedades de frijol.....	14

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexos

1. Resultado de análisis de suelo17
2. Diagrama de campo 18

INTRODUCCIÓN

El frijol (*Phaseolus vulgaris*) es considerado como uno de los cultivos principales de los pequeños agricultores en Centroamérica. El rendimiento de este cultivo es inferior al obtenido en regiones desarrolladas; esta diferencia en productividad se atribuye a una serie de factores, principalmente de tipo tecnológico y económico (Anguiano, 2000).

En países desarrollados de América del Norte, Europa y la región Pacífica, el frijol se maneja con una alta tecnología y es un rubro de exportación, que aproximadamente representa el 23% de la producción mundial (Rosas, 1998).

Simbiosis micorrítica es el término que se utiliza a menudo para describir una relación mutualista altamente interdependiente donde la planta hospedera recibe los alimentos minerales mientras que el hongo obtiene compuestos fotosintéticos derivado de la fijación de carbon (Harley y Smith 1983).

Se conoce con el nombre de micorriza a la asociación mutualista establecida entre las raíces de la mayoría de las plantas y ciertos hongos del suelo. El efecto más importante que produce la micorriza en las plantas es un incremento en la absorción de nutrimentos minerales del suelo, la cual se traduce en un mayor crecimiento y desarrollo de las mismas. Esto se debe fundamentalmente a la captación de elementos de lenta difusión en los suelos, como los fosfatos solubles, el zinc y el cobre, entre otros (Hernández-Dorrego, 2000).

Considerando que la riqueza nutricional del suelo es uno de los determinantes de la expresión del potencial de la micorriza, es necesaria la evaluación de la efectividad de esta asociación bajo diferentes condiciones de fertilidad de suelo.

Considerando la realidad que atraviesa la mayoría de los pequeños productores del frijol de Honduras, se debe evaluar tecnologías basadas en la inoculación con la Micorriza Vesicular Arbuscular (VAM) en este cultivo, como una posible alternativa para incrementar su productividad e implementar una técnica orgánica que complemente, la utilización de fertilizantes inorgánicos.

Según Brudrett (1994) la inoculación con VAM depende de la capacidad del hongo y las propiedades del suelo, especialmente la fertilidad del mismo. Uno de los factores que determinan el potencial de la micorriza es el contenido de fósforo; contenidos muy altos disminuyen el potencial de la micorriza. El bajo contenido de fósforo es considerado una limitante para la producción en los suelos tropicales y subtropicales, este puede ser suministrado por la asociación planta-micorriza.

Existen efectos adicionales producidos por el VAM, entre los que se destacan el aumento de la resistencia de la planta al estrés hídrico, a la salinidad, y a determinados patógenos del suelo; el incremento en la supervivencia y el aumento de la fijación del fósforo en leguminosas. En el mejoramiento del frijol los científicos destacan, en particular, la tolerancia a la sequía y a la baja fertilidad del suelo, combinadas con otros caracteres deseables, con un rendimiento más alto y un tipo de grano deseable (CIAT, 2001).

Además, la micorriza juega un papel importante en la absorción de P y generalmente favorece la actividad del *Rhizobium* aumentando proporcionalmente más nódulos y asimilando relativamente más N (Pacosky y Dasilva, 1991).

Es importante señalar cierta dependencia del VAM, respecto del fósforo adicionado como fertilizante ya que es un hecho que dosis elevadas de fertilizantes fosforados inhiben la formación de micorrizas reduciendo los beneficios que esta trae consigo (Mosse, 1973; Daniels, 1978).

Una variación considerable ocurrió dentro de cultivares no mejorados y mejorados en la soya (*Glycine max*). El crecimiento relativo de los cultivares no mejorados (criollos) fue mayor con colonización de VAM y en cultivares mejorados el crecimiento relativo fue menor con la colonización del VAM, ya que la infección de la micorriza es demostrada en los cultivares no mejorados (Loynachan, 1994).

Según Raddatz¹ (2001) la especificidad de infección, que puede haberse desarrollado con el tiempo, de la micorriza y las variedades nativas del frijol, se ha perdido con el proceso de mejoramiento y selección de las variedades, ya que la simbiosis con micorrizas no se considera en el proceso de selección de las variedades.

La fertilización directa al follaje presenta un potencial para aumentar eficiencias, evitando así las pérdidas al fertilizar edáficamente (Black, 1993). Por otro lado, hay que tomar en cuenta los riesgos que puede ocasionar la fertilización foliar, el daño al follaje del cultivo, reduciendo el rendimiento (Harder, 1982).

Una de las principales ventajas de la fertilización foliar que cita el Grupo Agrimartin (1999), es la rapidez de actuación y asimilación, que puede efectuarse en pocas horas o varios días después de aplicarse. En el caso del nitrógeno (urea) se absorbe el 50% de una a seis horas; y con el fósforo el 50% se absorbe en 15 días. Este tiempo puede ser menor si se utilizan quelatos orgánicos donde el 50% del nitrógeno y fósforo se absorbe en 12 minutos y dos horas, respectivamente (Graff, 1990; Johnson, 1989).

Según Garcia y Hanway (1982), la aplicación de fósforo, potasio y azufre en la etapa de llenado de grano, retrasa la senescencia y aumenta el rendimiento del frijol, sin embargo, Batten y Wardlaw (1987) encontraron que la aplicación de fosfato de amonio monobásico en trigo demoró la senescencia, pero no tuvo como resultado un aumento significativo en el rendimiento de grano.

¹Raddatz E. 2001. Especificidad de infección. Zamorano. EAP (entrevista)

El principal problema encontrado con la fertilización foliar, según Black (1993), es el daño causado al follaje que reduce la actividad fotosintética momentánea del cultivo y que afecta el rendimiento final del grano; inclusive puede dañar frutos con aplicaciones en arboles frutales. Igualmente, Marschener (1986) menciona que este método de fertilización foliar causa daño a las hojas provocando quemaduras y necrosis.

Basados en lo anterior, se realizó en Zamorano una investigación, la cual tuvo como objetivo general identificar alternativas para el manejo eficiente de la fertilización del frijol incluyendo la inoculación con VAM, complementando la fertilización fosforada foliarmente de manera que no interfieran en el suelo con la asociación micorrítica. Como objetivos específicos se trató de determinar los efectos favorables del manejo integral de la fertilización del frijol, empleando fertilizantes químicos aplicados al suelo y foliares, e inoculantes VAM, estimar las variaciones en la respuesta de dos variedades de frijol con características agronómicas contrastantes, a diferentes fuentes de fertilización y su interacción con la micorriza; determinar el nivel de especificidad de las micorrizas de acuerdo al grado de mejoramiento de las variedades, identificar las combinaciones de fertilizantes que mejoren el funcionamiento de las micorrizas.

MATERIALES Y MÉTODOS

UBICACIÓN DEL ENSAYO

El ensayo se realizó en la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, situada en el Valle del Yeguaré (San Nicolás), en el Departamento de Francisco Morazán, Honduras a 800 msnm, con una temperatura promedio anual de 23 °C y una precipitación promedio de 1150 mm al año.

SUELO

Características químicas

Previo al ensayo se realizó un análisis de suelo encontrándose un contenido bajo de nitrógeno (0.09%), aceptable de fósforo (20 ppm) y potasio alto (318 ppm). El pH del suelo fue moderadamente ácido (5.69). El contenido de materia orgánica fue relativamente bajo de 1.77%. (Anexo 2)

Característica físicas

La característica física predominante del suelo fue la textura franco con transición franco/franco arcilloso, subsuelo franco rocoso (López, 2003).

METODOLOGÍA

Factores del estudio

- a) **Variedades:** Tío Canela-75 (mejorada) y Desarrural (criolla)
- b) **Micorriza:** con micorrizas (100g de MYCORAL® por metro lineal) y sin micorriza.
- c) **Sistema de fertilización:**
 - Edáfica (100%)
 - Edáfica 50% + 50% Foliar
 - Foliar (100%)
- d) **Para los tratamientos de fertilización se emplearon los siguientes fertilizantes:**

Fertilizante Granulados:

- Fórmula compuesta (18-46-0)

- Urea (46%N)
- KCL (60% K₂O)

Solubles Foliare:

- Acido fosfórico (61% P₂O₅)
- Sulfato de potasio (50% K₂O)
- Urea (46%)

DISEÑO EXPERIMENTAL

- a) **Unidad experimental:** Parcelas de seis hileras espaciadas a 0.50m y de 6m de longitud. El área útil fueron las dos hileras centrales de 5 m². Las áreas de muestreos fueron dos hileras intermedias (3 y 4).
- b) **Diseño:** Bloques completamente azar con 4 repeticiones (Anexo 3). Con un arreglo factorial de 2×4×2.

Tratamientos

Ambas variedades fueron sometidas a tres sistemas de fertilización, con y sin aplicación del inoculante mycorral®. Los tratamientos fueron los siguientes:

SIN MICORRIZA

T1 Desarrural, edáfica 100%
 T2 Tío Canela 75, foliar 100%
 T3 Desarrural 75, foliar 100%
 T10 Tío Canela 75, edáfica 100%
 T12 Tío Canela 75, edáfica 50%, foliar50%
 T13 Desarrural, edáfica 50%, foliar 50%

CON MICORRIZA

T5 Desarrural, edáfica 100%
 T6 Tío Canela 75, foliar 100%
 T7 Desarrural, foliar 100%
 T8 Tío Canela 75, edáfica 100%
 T9 Tío Canela 75, edáfica 50%, foliar50%
 T14 Desarrural, edáfica 50%, foliar 50%

TESTIGOS

T4 Desarrural sin fertilizante
 T11 Tío Canela 75 sin fertilizante

FUENTES DE FERTILIZANTES

Los tratamientos fueron formulados según los niveles estandarizados que se obtuvieron a partir del análisis de suelo. La micorriza (Mycorral®) se inoculó al momento de la siembra del frijol. Para suplir los requerimientos se aportaron la fertilización edáfica (100%) con 40 kg/ha de N, 60 kg/ha de P₂O₅ y 50 kg/ha de K₂O, y las mismas cantidades de NPK se utilizaron con la fertilización foliar al 100%. La fertilización edáfica 50% más foliar 50% se realizó con 20 kg/ha de N, 30 kg/ha de P₂O₅ y 25 kg/ha de K₂O para cada uno.

La fertilización basal edáfica al (100%) y (50%) se aplicó a los 20 días después de la siembra (DDS). Las aplicaciones foliares se aplicaron a los 27 DDS y se diluyó en 600

litros de agua por hectárea; y se tomó como base para la foliar con aplicaciones fraccionadas de N, P y K con intervalo de 7 días hasta la etapa de la floración.

Según los resultados del análisis de suelo, de los tres macronutrientes, se aplicó cantidades de nitrógeno, fósforo y potasio, dependiendo de los sistemas de fertilización (Cuadro 1 y 2).

Cuadro 1. Cantidad a suplir la fertilización edáfica al 100% y 50% en kilogramos por hectárea según el programa de fertilización del Laboratorio de Suelos. El Zamorano, Honduras.

Fertilizante	Edáfica (kg/ha)					
	100%			50%		
	Total	N	P - K	Total	N	P - K
Urea	37	17	- -	16	7	- -
18-46-0	130	23	60 -	61	11	28 -
0-0-60	83	-	- 50	39	-	- 23

Cuadro 2. Cantidad a suplir de fertilización foliar al 100% y 50% en kilogramos por hectárea según el programa de fertilización del Laboratorio de Suelos. El Zamorano, Honduras.

Fertilizante	Foliar		Aplicaciones	Factor de disolución(%)	
	100%	50%		100	50
	Urea	43.0 kg/ha		21.5 kg/ha	2
Acido Fosfórico	19.5 L/ha	9.7 L/ha	6	3.25	1.61
Sulfato de Potasio	25.0 kg/ha	12.5 kg/ha	2	4.16	2.00

MANEJO DEL ENSAYO

a) Preparación del terreno:

El lote experimental se preparó con un pase arado seguido por una pasada de una rastra pesada y una liviana. Las hileras se marcaron con un surcador para la siembra manual.

b) Siembra:

Al momento de la siembra, se abrieron surcos en las hileras premarcadas a 0.5 m y se colocaron las semillas cada 10 cm. La fecha de siembra fue el 19 de febrero de 2003; el inicio de la emergencia se observó a los 5 DDS.

c) Aplicación de micorrizas:

Para la biofertilización se utilizó una dosis de 100 g de MYCORAL® por metro lineal, aplicando uniformemente antes de colocar la semilla en el surco.

d) Fertilización:

Se realizó según las fuentes y dosis de fertilizantes descritos en los cuadros 1 y 2.

e) Riego:

El ensayo se regó una vez por semana en promedio, aplicando una lámina de 25 mm debido a irregularidades climáticas. Se aplicó riego en todas las etapas del cultivo, hasta la etapa de la formación de vainas (R7).

f) Cosecha

Se realizó manualmente, cuando los granos tenían aproximadamente 17% de humedad. El área cosechada fueron las dos hileras centrales (3 y 4) recortadas a 5.0m.

g) Secado

Luego de cosechadas, se colocaron las plantas al sol durante tres días hasta bajar la humedad al 12.5%. Seguido a esto se desgranó y se procedió a tomar datos para analizar las variables de rendimiento y sus componentes.

VARIABLES EVALUADAS**a) Variables crecimiento y desarrollo:**

- Días a floración: se tomaron contando el número de días a partir de la siembra hasta que un 50% de las plantas presentaban una flor abierta.
- Peso seco de biomasa aérea: se muestreó cuatro plantas por parcelas usando de los surcos centrales (2 y 5)
- Infección de raíces: se recolectó una muestra compuesta de suelo de donde se obtuvieron las raíces de las hileras (2 y 5)

b) Variables de rendimiento y sus Componentes:

- Rendimiento en kg/ha
- Número de plantas cosechadas
- Número de vaina por planta: tomada de 20 plantas al azar.
- Número de semilla por vaina: tomada de 20 vainas al azar.
- Peso seco de cien semillas (g).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Efectos de la fertilización en el crecimiento y desarrollo

Todas las variables presentaron una respuesta significativa cuando las plantas fueron sometidas a las diferentes fuentes de fertilizaciones (Cuadro 3).

Se observaron diferencias altamente significativas en las variables NVP y NSV debido a los efectos a las variedades, pero no se mostró diferencias significativas en las variables siguientes, por lo tanto la respuesta de las dos variedades en su utilización en estas condiciones son muy similares según los datos observadas (Cuadro 3).

Se encontraron diferencias significativas en todas las variables debido a diferentes fuentes y formas de aplicación de los fertilizantes, excepto en los días a floración (Cuadro 3). Los componentes de rendimiento fueron afectados por las fertilizaciones, obteniendo buenos resultado en la fertilización edáfica 100% en todas las variables, así mismo el testigo obtuvo buenos resultados por las condiciones de fertilidad del suelo.

Se encontraron diferencias entre los tratamientos manejados con y sin micorrizas, en las mayorías de las variables evaluadas, así el rendimiento, NVP, PSBA y DF presentan mejores resultados en los tratamientos sin inoculación de micorriza. Esto se debe a la posible infección de micorrizas nativas y su interacción con las variedades. Estos resultados sugieren una baja respuestas de infección de la inoculación con micorriza (Cuadro 3).

Se encontraron diferencias altamente significativas ($P < 0.01$) entre las variedades y su respectivas fertilizaciones con y sin micorrizas. El cultivar Tío Canela 75 edáfica 100% sin micorriza presentó valores superiores con el rendimiento de (1273kg/ha) y mostrando resultados óptimos en los componentes NVP, NSV y PSES.

En el cuadro 3 se presentan también que la fertilización foliar al 100% con micorrizas en la variedad Tío Canela 75 mostró diferencias significativas ($P < 0.05$) en los días a floración e infección de raíces en las plantas micorrizadas, presentando menor número de días en floración y el mayor porcentaje de infección; aunque estos tratamientos mostraron menor peso seco de biomasa aérea. La marchitez provocada por la aplicación del fertilizante foliar con el ácido fosfórico aceleró el proceso de desarrollo de las plantas y este estrés está asociado con una infección de raíces más alta. Sin embargo, el peso seco de biomasa aérea fue más bajo debido a los daños por quemaduras del follaje.

El peso seco de biomasa aérea de plantas de la variedad Tío Canela 75 micorrizadas y con fertilizante edáfico (100%) mostró valores superiores en los días a floración e infección de raíces. Aparentemente, las plantas micorrizadas responden mejor a la fertilización edáfica formulada al 100%.

La fertilización edáfica (100%) sin micorriza de la variedad Desarrural presenta un porcentaje de infección medio. Esto puede indicar que las micorrizas nativas juegan un papel importante en la colonización de la variedad criolla, lo que afectó significativamente la biomasa de la planta.

Las dos variedades sin fertilizante y sin micorriza (testigos) muestran un peso seco de biomasa aérea alto, de lo que se puede inferir que la fertilidad del suelo tuvo un efecto importante en el crecimiento de dos variedades.

En los tratamientos Edáfica+Foliar (50:50%) con y sin micorriza, la variedad Desarrural presenta mejores resultados en el peso seco de biomasa aérea que Tío Canela 75, lo que indica que la variedad criolla respondió bien a la aplicación fraccionada del P por vía foliar observándose que resistió mejor al daño causado por la aplicación; igualmente, a la aplicación con la solución de urea y sulfato de potasio a lo largo de todo el ciclo del cultivo. Cabe recalcar que en el tratamiento con micorriza, la variedad Desarrural presentó un porcentaje de infección menor, pero una biomasa total aceptable.

RENDIMIENTO Y SUS COMPONENTES

Los resultados del ensayo fueron afectados por la variabilidad del suelo, la posible presencia de micorrizas nativas y los daños causados por las mezclas aplicadas foliarmente; esta última causó daños al área foliar de las variedades afectando la actividad fotosintética de manera temporal y por ende el rendimiento (Cuadro 3). Se nota una clara tendencia en los resultados, con respecto a la concentración de nutrientes aplicados foliarmente y los efectos negativos en el rendimiento; a mayor cantidad de fertilizante foliar, menor fue el rendimiento debido al estrés causado en las plantas.

Para las variables infección de raíces, rendimiento, peso seco de cien semillas y peso seco de biomasa aérea se encontró efectos significativos de la interacción de variedad con fertilización (V*F) (Cuadro 3). Se encontró efecto de la interacción variedad * micorriza (V*M) en el rendimiento, porcentaje de infección, peso seco de cien semillas y peso seco de biomasa aérea solamente. También hubo efectos de las interacciones fertilización * micorriza (F*M) en el rendimiento, número de vaina por planta, número de semilla por vaina, porcentaje de infección y peso seco de biomasa aérea y variedad *fertilización * micorriza (V*F*M) hubo efecto en toda las variables analizadas.

Cuadro 3. Efecto de las interacciones de variedades, fertilización y micorriza en el crecimiento y desarrollo y el rendimiento con sus componentes. El Zamorano, Honduras, 2003.

Factor		RDTO (kg/ha)	NVP	NSV	PSES (g)	Infección (%)	PSBA (g/pl)	DF	
Variedad	Tío Canela75	680.7 a	8.6 a	5.18 a	16.3 a	50.2 a	90.1 a	36.6 a	
	Desarrural	610.1 a ns	7.4 b **	4.75 b **	17.9 a ns	44.3 a ns	93.9 a ns	36.5 a ns	
Fertilización	100E	900 a	9.23 a	5.39 a	19.3 a	55.4 a	114 b	36.6 a	
	100F	109 b	4.95 b	4.10 b	13.9 b	55.1 a	52.6 d	36.6 a	
	50EF	772 a	8.37 a	5.27 a	17.6 ab	47.1 a	92.3 c	36.5 a	
	Testigo	953 a **	9.61 a **	5.20 a **	18.1 ab **	15.8 b **	126 a **	36.6 a ns	
Micorriza	SIN	779 a	8.54 a	4.97 a	17.08 a	30.5 b	102.1 a	36.6 a	
	CON	467 b **	6.97 b **	4.95 a ns	17.2 a ns	69.6 a **	78.55 b **	36.4 b **	
Tratamiento	DES¹	E100% SIN	1008b	8b	5b	22a	65b	113b	37
	TC²	F100% SIN	86e	8b	3bc	13d	28e	68c	37
	DES	F100% SIN	61e	4c	3bc	13d	22e	37d	37
	TC	E100% SIN	1273a	11a	6a	19ab	14f	108b	37
	TC	EF50% SIN	1047a	9ab	5b	16bc	32cd	80c	37
	DES	EF50% SIN	855b	10a	5b	18b	32cd	138a	37
	DES	SIN	872b	9ab	5b	17b	14f	124ab	37
	TC	SIN	1034ab	11a	5b	17b	22e	128a	37
	DES	E100% CON	735bc	7bc	4b	22a	66b	109b	37
	TC	F100% CON	136c	6bc	3bc	18b	89a	46cd	36a
	DES	F100% CON	158c	4c	2c	16bc	63b	40d	37
	TC	EF50% CON	604bc	8b	4b	16ab	77b	58cd	37
	DES	EF50% CON	584bc	6bc	4b	19ab	46c	109b	37
	TC	E100% CON	1100a	11a	5b	19ab	75b	142a	36a
	V*F		**	ns	ns	**	**	**	ns
	V*M		**	ns	ns	**	**	**	ns
	F*M		**	**	ns	ns	**	**	ns
	V*F*M		**	**	**	**	**	**	**
	CV%		53.31	21.92	12.14	23.42	22.13	10.04	1.24
	R²		0.75	0.81	0.77	0.68	0.93	0.92	0.98

DES¹=Desarrural, TC²=Tío Canela 75, E³= Edáfica, F⁴= Foliar, ** =altamente significativo (P<0.01), ns =no significativo, respectivamente. Valores con letra diferente en la misma columna son diferentes entre ellos (P<0.05), Prueba= SNK, RDTO= rendimiento, NVP= número de vaina por planta, NSV= número de semilla por vaina, PSS= peso seco de cien semillas, PSBA= peso seco de biomasa aérea, DF= días a floración, CV= coeficiente de variación.

Cuadro 4. Efecto de la interacción variedad *fertilización sobre el rendimiento (kg/ha) de dos variedades de frijol. El Zamorano, Honduras, 2003.

Variedad	Fertilización	Mean	Separación de medias
Tío Canela 75	E100%	1186.5	a
Tío Canela 75	Testigo	1034	a
Desarrural	E100%	871.7	b
Desarrural	Testigo	871.6	b
Desarrural	EF50	825.6	b
Tío Canela 75	EF50%	720	b
Tío Canela 75	F100%	111	c
Desarrural	F100%	109	c

Valores con letra diferente entre ellos (P<0.05), prueba SNK.

Cuadro 5. Efecto de la interacción variedad*fertilización sobre la infección de micorriza dos variedades de frijol. El Zamorano, Honduras, 2003.

Variedad	Fertilización	Mean	Separación de medias
Tío Canela 75	F100%	67.7	a
Desarrural	E100%	65.6	a
Tío Canela 75	EF50%	55.0	ab
Tío Canela 75	E100%	44.0	b
Desarrural	F100%	43.0	b
Desarrural	EF50%	39.0	bc
Tío Canela 75	Testigo	22.8	c
Desarrural	Testigo	14.0	c

Valores con letra diferente entre ellos (P<0.05), prueba SNK.

Cuadro 6. Efecto de la interacción variedad*fertilización sobre el peso seco de 100 semillas de dos variedades de frijol. El Zamorano, Honduras, 2003.

Variedad	Fertilización	Mean	Separación de medias
Desarrural	E100%	22.4	a
Desarrural	E100%	19.2	a
Tío Canela 75	Testigo	17.5	ab
Desarrural	Testigo	17.6	ab
Tío Canela 75	EF50%	16.4	b
Tío Canela 75	EF50%	16.1	b
Tío Canela 75	F100%	15.1	c
Desarrural	F100%	12.6	c

Valores con letra diferente entre ellos (P<0.05), prueba SNK.

Cuadro 7. Efecto de la interacción variedad*fertilización sobre el peso seco de biomasa aérea de dos variedades de frijol. El Zamorano, Honduras, 2003.

Variedad	Fertilización	Mean	Separación de medias
Tío Canela 75	Testigo	127.6	a
Tío Canela 75	E100%	125.3	a
Desarrural	Testigo	124.4	ab
Desarrural	EF50%	115.1	b
Desarrural	E100%	103.2	b
Tío Canela 75	EF50%	69.5	c
Tío Canela 75	F100%	56.8	c
Desarrural	F100%	48.5	c

Valores con letra diferente entre ellos (P<0.05), prueba SNK.

Los resultados muestran que en las variedades Tío Canela 75 y Desarrural cuando se aplicó 100% de fertilización se tuvieron rendimientos altos (Cuadro 4). Sin embargo, estos resultados no fueron diferentes al tratamiento testigo sin fertilización en ambas variedades.

En cuanto al efecto entre la V*F, la variedad Tío Canela 75, obtuvo mejor resultado en casi todas las variables propuestas, a excepción de la variedad Desarrural y fertilización edáfica (100%) que obtuvo buenos resultados y una alta infección de raíces al igual que la fertilización foliar 100% de la variedad Tío Canela (Cuadro 5).

Los resultados demuestran que las micorrizas inoculadas y nativas tuvieron un rol importante en el rendimiento con la fertilización, sin poderla inhibir las micorrizas inoculadas (Cuadro 5). Esto nos muestra que la formulación dada para aplicación edáfica (100%) es adecuada para la micorriza nativa y la inoculada.

La interacción V*F influyó en la infección de raíces y rendimiento, observándose respuestas diferentes de las variedades a los tratamientos de fertilización. No se encontró una diferencia en los rendimientos en la variedad Tío Canela 75 y Desarrural con 100% edáfico con el Testigo sin fertilización y micorriza. Independientemente al uso o no de fertilizantes, la variedad Tío Canela 75 alcanzó los rendimientos más altos bajo las condiciones de fertilidad del suelo en el lote utilizado (Cuadro 5).

La interacción V*F en el peso seco de cien semillas muestra una diferencia significativa en la variedad Desarrural edáfica 100% indica que la traslocación de los nutrientes fue efectiva. Así mismo influyó en la eficiencia de infección de la micorriza en la variedad criolla, sin embargo, hay que tener en cuenta que la semilla de Desarrural es un poco más grande proveyendo mayores reservas iniciales (Cuadro 6)

El testigo sin fertilización indica que el peso seco de 100 semillas de las dos variedades fue igual y en algunos casos mejor que otros fertilizados. Esto indica que la fertilidad del suelo influyó en el desarrollo de las semillas en ambas variedades. (Cuadro 6).

Cabe recalcar que los tratamientos foliar 100% y edáfico más foliar (50:50%), con concentraciones altas en las aplicaciones tardías y fraccionadas afectan negativamente los rendimientos (Cuadro 4), ya que las hojas jóvenes fueron sometidas a estrés por la aplicación foliar (Cuadro 7). En cambio las aplicaciones previas a la floración no afectaron la actividad fotosintética de estas hojas (Cuadro 7).

La eficiencia de la fertilización edáfica más foliar (50:50%), indica que la variedad criolla respondió mejor a la aplicación de fósforo por vía foliar, que la variedad Tío Canela 75, y siendo similar con la 100% foliar. Esto puede deberse a la rusticidad de la variedad criolla (Cuadro 7).

Cuadro 8. Efecto de la interacción variedad*micorriza en el porcentaje de infección de raíces por las micorrizas. El Zamorano, Honduras, 2003.

Variedad	Micorriza	Mean	Separación de medias
Tío Canela 75	Con	42.8	a
Desarrural	Con	39.7	a
Desarrural	Sin	33.7	a
Tío Canela 75	Sin	27.4	b

Valores con letra diferente entre ellos (P<0.05), prueba SNK.

Cuadro 9. Efecto de la interacción variedad*micorriza en el rendimiento por las micorrizas. El Zamorano, Honduras, 2003.

Variedad	Micorriza	Mean	Separación de medias
Tío Canela 75	Sin	859.8	a
Desarrural	Sin	699.3	ab
Tío Canela 75	Con	542.4	b
Desarrural	Con	394.1	b

Valores con letra diferente entre ellos (P<0.05), prueba SNK.

Cuadro 10. Efecto de la interacción variedad*micorriza en el peso seco de 100 semillas por las micorrizas. El Zamorano, Honduras, 2003.

Variedad	Micorriza	Mean	Separación de medias
Desarrural	Sin	17.8	a
Tío Canela 75	Sin	16.3	ab
Desarrural	Con	15.4	b
Tío Canela 75	Con	14.3	b

Valores con letra diferente entre ellos (P<0.05), prueba SNK.

Cuadro 11. Efecto de la interacción variedad*micorriza en el peso seco de biomasa aérea por las micorrizas. El Zamorano, Honduras, 2003.

Variedad	Micorriza	Mean	Separación de medias
Tío Canela 75	Con	108.2	a
Desarrural	Con	96.5	ab
Tío Canela 75	Sin	82.7	b
Desarrural	Sin	79.2	b

Valores con letra diferente entre ellos (P<0.05), prueba SNK.

La interacción V*M muestra diferencias significativas en la infección de raíces; siendo los efectos de la inoculación muy significativos en la variedad Tío Canela y Desarrural. La variedad Desarrural obtuvo infecciones, sin inoculación siguiendo una posible infección por micorrizas nativas; esto no fue observado en la variedad mejorada Tío Canela 75 (Cuadro 8), pero las inoculaciones no observaron rendimientos significativos, por la cual las infecciones sin inoculación demuestran rendimientos significativos, ya que la micorriza nativa y la fertilidad del suelo juegan un rol importante en el suelo (Cuadro 9).

Es de notar que la interacción V*M en la variable peso seco de 100 semillas influyó en el rendimiento sin la inoculación de la micorriza, por causa de la micorriza nativa y la fertilidad del suelo (Cuadro 9 y 10). El peso seco de biomasa aérea muestra lo contrario que la variable rendimiento, obteniendo una inoculación significativa en las dos variedades mostrando los rendimientos más bajos con la inoculación mientras muestra los

valores más alto en el peso seco de biomasa aérea. Se puede explicar que la planta mantuvo un excelente crecimiento vegetativo, pero observando una disminución en su rendimiento (Cuadro 11).

Cuadro 12. Efecto de la interacción fertilización*micorriza sobre el porcentaje de infección de raíces de dos variedades de frijol. El Zamorano, Honduras, 2003.

Fertilización	Micorriza	Mean	Separación de medias
F100%	Con	76.5	a
E100%	Con	70.3	a
EF50%	Con	61.8	ab
E100%	Sin	39.6	b
F100%	Sin	34.3	b
EF50%	Sin	32.5	b
Testigo	Sin	15.8	c

Valores con letra diferente entre ellos ($P < 0.05$), prueba SNK.

Cuadro 13. Efecto de la interacción fertilización*micorriza sobre el rendimiento (kg/ha) de dos variedades de frijol. El Zamorano, Honduras, 2003.

Fertilización	Micorriza	Mean	Separación de medias
E100%	Sin	1138.9	a
Testigo	Sin	953.2	a
EF50%	Sin	951.1	a
E100%	Con	660.9	b
EF50%	Con	594.3	b
F100%	Con	146.2	c
F100%	Sin	73.2	c

Valores con letra diferente entre ellos ($P < 0.05$), prueba SNK.

Cuadro 14. Efecto de la interacción fertilización*micorriza sobre el número de vaina por planta de dos variedades de frijol. El Zamorano, Honduras, 2003.

Fertilización	Micorriza	Mean	Separación de medias
E100%	Sin	9.8	a
EF50%	Sin	9.7	a
Testigo	Sin	9.6	a
E100%	Con	8.5	ab
EF50%	Con	7.3	b
F100%	Con	5.3	b
F100%	Sin	4.5	c

Valores con letra diferente entre ellos ($P < 0.05$), prueba SNK.

Cuadro 15. Efecto de la interacción fertilización*micorriza sobre el peso seco de 100 semillas de dos variedades de frijol. El Zamorano, Honduras, 2003.

Fertilización	Micorriza	Mean	Separación de medias
Testigo	Sin	126.1	a
E100%	Con	117.6	a
E100%	Sin	110.5	ab
EF50%	Sin	109.5	b
EF50%	Con	75.2	bc
F100%	Sin	62.5	bc
F100%	Con	42.8	bc

Valores con letra diferente entre ellos ($P < 0.05$), prueba SNK.

En cuanto a los datos obtenidos de la interacción F*M, se observaron diferencias significativas, encontrando que la fertilización foliar, edáfica 100% y 50:50%, con micorriza fueron la que presentaron una infección altas, pero no lo demuestra en el rendimiento (Cuadro 12 y 13), sin embargo la fertilización edáfica 100% y testigo sin micorriza lo demuestra obteniendo resultados significativos en los rendimientos (Cuadro 13), demostrando que la inoculación pudo ser afectada por la variabilidad del suelo.

En cuanto a los efectos de la interacción F*M en el número de vaina por planta obtienen los mejores resultados (Cuadro 14), pero en el peso seco de cien semillas se notó que el testigo sin micorriza y la fertilización edáfica 100% con y sin micorriza muestran resultados similares y altos, de estos solo el testigo presenta un rendimiento alto siendo que la inoculación no demuestra buenos rendimientos debido a las altas concentraciones de fertilizante o por la fertilidad del suelo que pudo influir en la infección de las variedades (Cuadro 15).

CONCLUSIONES

- Las aplicaciones foliares de macronutrientes (N, P y K), afectaron el peso seco de biomasa aérea causando daños por las altas concentraciones usadas de ácido fosfórico.
- Las dos variedades de frijol tuvieron respuestas a la fertilidad del suelo y a las fuentes de fertilizaciones ya que esto respondió de manera significativa por las variaciones climáticas.
- Las respuestas a la inoculación con micorriza son influenciadas por el manejo de la fertilización, las condiciones de humedad de suelo y por las variedades.
- Con aplicaciones edáficas al 100% sin y con micorriza se muestra un buen potencial al aumentar el rendimiento, en relación con los demás tratamientos con aplicaciones foliares donde existen menos rendimientos.
- Las plantas micorrizadas en las que se hicieron aplicaciones foliares presentaron una infección uniforme que incrementó el peso seco de la biomasa aérea, pero no se encontraron diferencias significativas en los rendimientos de las variedades Tío Canela 75 y Desarrural debido a las aplicaciones foliares en diferentes dosis.
- La variedad Tío Canela 75 respondió a la inoculación con Mycorral, y no fue influenciada por la micorriza nativa debido al hecho de que este cultivar no ha sido seleccionado por su respuesta a la micorriza.
- La variedad criolla Desarrural presentó mejor colonización de raíces por las micorrizas nativas, mostrando una mayor compatibilidad con estas que con los aportes a través de la inoculación con Mycorral.

RECOMENDACIONES

- Repetir el ensayo sin inoculación, pues existe micorriza nativa y comprobar cuál es el efecto de ésta, en las variables de producción
- No se debe aplicar ácido fosfórico foliar para evitar daños al follaje del cultivo lo cual puede afectar la actividad fotosintética de las plantas de frijol y su productividad.
- Se sugiere realizar estudios de inoculación de micorrizas para ver la rentabilidad de la aplicación.
- Mejorar la planificación de este tipo de experimentos, buscando en una mejor revisión de literatura y consultar con expertos.
- Garantizar condiciones más favorables para este tipo de experimento, mediante la siembra en épocas para la producción de frijol.

BIBLIOGRAFÍAS

- Anguiano, R. G. L. Ocampo , J. O., Acosta , J. y Olalde-Portugal, V. *et. al.* 2000. Evaluación de diferentes materiales de frijol a la colonización micorrízica y fertilización fosforada. *IV Reunión Iberoamericana y III Simposio Nacional sobre Simbiosis Micorrízica.* Guanajuato, México. 90p.
- Batten, G. D; Wardlaw, I. F. 1987. Senescence of the flag leaf and grain yield following late foliar and root applications of phosphate on plants of differing phosphorus status. *Journal of Plant Nutrition* 10:735-784
- Black, C. A. 1993. Soil fertility evaluation and control: Soil testing and lime requirement Iowa. USA. Lewis Publishers. 731 p.
- Brundrett, M. 1994. Working with Mycorrhizas in forestry and agriculture .Ed. Peter Lynch. Canberra, Australia. 374 p.
- CIAT, 2001. Investigación del frijol. Colección CIAT: Alimentación y Nutrición, Consultado el 14 de agosto del 2003 disponible en http://www.ciat.cgiar.org/improved_germplasm/germoplasma/frijol.htm
- Garcia R; Hanway, J. J. 1976. Foliar fertilization of soybeans during the seed-filling period. *Agronomy Journal* 68:653-657.
- Graff, D. 1990. Stability constant of bivalent metal chelated into HVP and absorption there from. Publication. Ithaca, New York. 510p.
- GRUPO AGRIMARTIN. 1999. Productos: Fertilizantes Foliares. (en línea). Consulta el 23 de septiembre de 2003 disponible en <http://www.agrimartin.com>.
- Harley, C; Smith, P. 1983. Influence of arbuscular mycorrhizae and phosphorus fertilization on growth. *Biol. Fertil. Soils* 24:81-86
- Harder, H. J. 1998. Leaf photosynthetic response to foliar fertilizer applied to soybean plants during grain filling. *Agronomy Journal* 74:759-761.
- Hernández A. 2000. Las micorrizas. Cataluña, España. Disponible en www.terraia.com
- Johnson, B. 1989. Physical characteristics of albin chelates vs other chelates. *Academic (Costa Rica)* 24 (1):19-28. .

Loynachan Te. 1994. Soil drainage and distribution of VAM Fungi in 2 Toposequences. *Soil Biology & Biochemistry*. 26(8):929-934. Address: Iowa State Univ Sci & Technol, Dept Agron, Ames, Ia 50011 Much Remains
http://Mycorrhiza.ag.utkeEdu/latest/1994/94_khali1.htm - 3.7kb - Knoxville - Loynachan:
 1

López, Javier. 2003. Caracterización de suelos en San Nicolas en El Zamorano. Proyecto Especial del Programa de Ingeniero Agronomo. El Zamorano, Honduras, 28p.

Marschner H; E. De George 1996. Efectos de abonar con cal y de la colonización mycorrhizal en el agotamiento del fosfato del suelo y de la absorción del fosfato por el maíz (*Zea mays L.*) y soja (*Glycine max L.*) crecido en dos suelos ácidos tropicales. *PLANTA Y SUELO*. 46p.

Mosse, P; Daniels. K. 1978. Influence of VA mycorrhizae and phosphate on growth, nodulation and N fixation in alfalfa under different levels of water potential. *Biol. Fertil. Soils* 7: 28-31

Pacovsky RS; Dasilva P; Carvalho MT; S. M. 1991. Growth and nutrient allocation in *Phaseolus-vulgarisL.* colonized with endomycorrhizae or rhizobium. *plant and soil*. 132(1)127-137. address: usda,western reg res ctr,
http://mycorrhiza.ag.utk.edu/latest/1991/91_pacovsky.htm - 4.3kb - knoxville - pacovsky:
 5

Rosas, J. C. 1998. El cultivo de frijol común en América Tropical. Zamorano, Honduras, Zamorano Academic Press. 52p.

Soto, K. 2001. Respuestas genotípicas del frijol común a la inoculación con micorriza vesicular-arbuscular, estrés de sequía y fertilización. Proyecto Especial del Programa de Ingeniero Agrónomo. Zamorano, Honduras.

Anexo 1

ZAMORANO
CARRERA DE CIENCIA Y PRODUCCION
AGROPECUARIA
LABORATORIO DE SUELO

RESULTADO DE ANALISIS
DE SUELO FE : 7/02/2003

Solicitante: PABLO PAZ
Institución: E.A.P
Localización de la muestra: ZAMORANO
Departamento: FCO. MORAZAN
Cultivo: Frijol

Solución extractora Mehlich 3: P, K, Ca, Mg, Cu, Fe, Mn, Zn

_____ ppm

#Lab	Muestra	pH (H ₂ O)	% M.O.	% N	P	k	Ca	Mg
249	Micorriza Chorrera	5.69	1.77	0.09	20	318	1490	110

Anexo 2
(Diagrama de Campo)

CAMINO

R I	10 FE	2 FF	3 FF	11 T	14 FE+MA	7 FF+MA	6 FF+MA
	8 FE+FF MA	9 FE+FF MA	1 FE	4 T	13 FE+FF	12 FE+FF	5 FE+MA

R II	8 FE+FF MA	9 FE+FF MA	1 FE	4 T	7 FF+MA	13 FE+FF	12 FE+FF
	10 FE	2 FF	3 FF	11 T	14 FE+MA	5 FE+MA	6 FF+MA

R III	10 FE	2 FF	3 FF	11 T	13 FE+FF	7 FF+MA	14 FE+MA
	8 FE+FF MA	9 FE+FFM A	1 FE	4 T	12 FE+FF	6 FF+MA	5 FE+MA

R IV			1 FE	3 FF
	13 FE+FF	5 FE+MA	4 T	8 FE+FFM A
	12 FE+FF	5 FE+MA	7 FF+MA	6 FF+MA
	9 FE+FF MA	2 FF	10 FE	4 T