

AGR
0094
1991

EFFECTO DE LAS MICORRIZAS V A EN EL RENDIMIENTO
DEL SORGO (*Sorghum bicolor* L Moench) EN EL
PIEDEMONTTE LLANERO

ENMER EDUARDO CASTILLO PEREA

VILLAVICENCIO
UNIVERSIDAD TECNOLOGICA DE LOS LLANOS ORIENTALES
FACULTAD DE INGENIERIA AGRONOMICA

1991

EFFECTO DE LAS MICORRIZAS V A EN EL RENDIMIENTO
DEL SORGO (Sorghum bicolor L Moench) EN EL
PIEDEMONTTE LLANERO

ENMER EDUARDO CASTILLO PEREA

Trabajo de grado presentado
como requisito parcial para
optar al titulo de Ingeniero
Agronomo

DIRECTORA MARIA DEL ROSARIO SILVA
Biologa

CODIRECTOR Dr GUILLERMO MUÑOZ A
I A Ph D

VILLAVICENCIO

UNIVERSIDAD TECNOLOGICA DE LOS LLANOS ORIENTALES

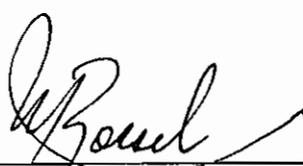
FACULTAD DE INGENIERIA AGRONOMICA

1991

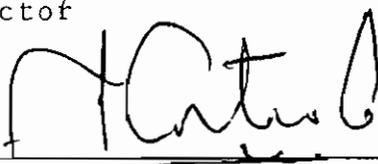
"La facultad y los jurados de
Tesis no son responsables de
las ideas emitidas por el o
los autores de la misma"

Nota de aceptación

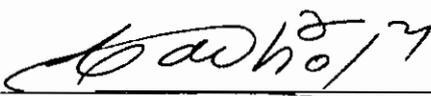
APROBADA



Director



Jurado



Jurado

Villavicencio, octubre de 1991

DEDICATORIA

MINE

" Estas flores regadas con lagrimas
son para adornar tu tumba, y
Las oraciones, para alegrar tu
alma

Porque tu recuerdo permanecera
siempre en tu hogar, en el corazon
de tu esposo, tus hijos y de todos
aquellos que te rodearon"

A mi padre REINALDO

A mis hermanos Emir, Helmer, Enver, Ana Ofelia
y Elber

A Hercilia

ENMER EDUARDO



UNIVERSIDAD DE LOS LLANOS
SISTEMA DE BIBLIOTECAS
HEMEROTECA
Villavicencio - Meta

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mis mas sinceros agradecimientos a las siguientes personas y entidades

- Al profesor EFREN MURILLO y familia, por sus enseñanzas
- Al Dr GUILLERMO MUÑOZ, Coordinador de INTSORMIL para latinoamérica, por su valiosa colaboraicon y acertadas enseñanzas en el desarrollo de esta investigacion y en mi futura vida profesional
- A la Dr MARIA DEL ROSARIO SILVA, por la acertada dirección del trabajo de grado
- Al Dr ANTONIO DUARTE, Director Regional N° 5 FENALCE, I A WALTER RENDON, Convenio ICA-FENALCE y a los auxiliares del Programa de Sorgo del ICA, La Libertad
- Al Dr EDUARDO GRANADOS, por su orientacion estadística, a ROSALBA LOPEZ, por su esmerada colaboracion en el analisis de los datos y a todo el personal de la Unidad de Servicios de Datos del CIAT
- Al personal de Artes Graficas del CIAT, en la cabeza del Dr WALTER CORREA, ALEJANDRO, ADDIANA, JORGE Y YOLANDA
- Al laboratorio de Suelos de UNILLanos, Dr JULIO MORENO, EDUARDO, FRANCISCO, CUSTODIO y HELFMAN
- A DARIO NARVAEZ, Asistente del Programa de Sorgo del CIAT y a mis compañeros del Programa
- A HERCILIA MURILLO, BETTY, WILBERT y ANADEIA, por su paciente disponibilidad
- A todo el personal docente y administrativo de UNILLANOS, y en general a aquellas personas que en una u otra forma contribuyeron a la realización de este estudio

TABLA DE CONTENIDO

	pág
1 INTRODUCCION	1
2 OBJETIVOS	3
2 1 OBJETIVO GENERAL	3
2 2 OBJETIVOS ESPECIFICOS	3
3 REVISION DE LITRATURA	5
3 1 LOS MICROORGANISMOS DEL SUELO	5
3 2 LAS MICORRIZAS	5
3 2 1 Características de las micorrizas V A	5
3 2 2 Taxonomia de las micorrizas V A	6
3 3 ETAPAS DE LA SIMBIOSIS	6
3 4 LAS MICORRIZAS V A Y SU ACCION SOBRE EL FOSFORO	7
3 5 FACTORES QUE AFECTAN EL ESTABLECIMIENTO LAS MICORRIZAS V A	9
3 6 BENEFICIO DE LA INFECCION A LA PLANTA	10
3 6 1 Dependencia del sorgo a las micorrizas V A	11
3 6 2 Efectividad de las micorrizas V A en el sorgo	12

3 7	LAS MICORRIZAS V A EN EL SORGO	13
3 8	RESPUESTA DEL SORGO AL FOSFORO	15
3 9	ASPECTO ECONOMICO	16
4	MATERIALES Y METODOS	17
4 1	LOCALIZACION	17
4 2	CARACTERISTICAS DEL MATERIAL GENETICO	17
4 2 1	Sorghica Real 40	17
4 2 2	Sorghica Real 60	19
4 2 3	IS 8577	19
4 3	CARACTERISTICAS DEL INOCULO	19
4 4	MANEJO AGRONOMICO	19
4 5	PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL	20
4 5 1	Diseño experimental	20
4 5 2	Tamaño de la unidad experimental	21
4 5 3	Toma de observaciones	21
4 5 3 1	Altura de la planta	21
4 5 3 2	Peso de la materia seca	21
4 5 3 3	Floracion	21
4 5 3 4	Peso de diez panojas	21
4 5 3 5	Peso de mil semillas	22
4 5 3 6	Rendimiento	22
4 5 3 7	Conteo de esporas	22
4 6	ANALISIS ESTADISTICO	22
5	RESULTADOS Y DISCUSION	24
5 1	CONTEO DE ESPORAS	29
5 2	RENDIMIENTO	34

5 3	PESO DE DIEZ PANOJAS	44
5 4	PESO DE MIL SEMILLAS	49
5 5	FLORACION	49
5 6	CRECIMIENTO	52
5 6 1	Altura de la planta	56
5 6 2	Peso de la materia seca	60
5 7	CONTENIDO DE FOSFORO	69
5 8	ANALISIS ECONOMICO	71
6	CONCLUSIONES	76
7	RECOMENDACIONES	78
8	RESUMEN	79
	BIBLIOGRAFIA	82
	ANEXOS	86

LISTA DE TABLAS

Tabla 1	Análisis de suelo físico-químico del lote frente al peaje en "La libertad" (1990 B)	13
Tabla 2	Cuadrados medios del análisis de varianza para los parámetros evaluados en tres genotipos de sorgo (<i>Sorghum bicolor</i>) "La libertad" 1990 B	19
Tabla 3	Efecto de tres niveles de fósforo (P ₂₀₅) sobre siete variables estudiadas con base en la respuesta de tres genotipos de sorgo (<i>Sorghum bicolor</i>) a través de tres dosis de micorrizas V A "La libertad" 1990 B	28
Tabla 4	Efecto de tres dosis de micorrizas V A sobre siete variables estudiadas con base en la respuesta de tres genotipos de sorgo (<i>Sorghum bicolor</i>) a través de tres niveles de fósforo "La libertad" 1990 B	32
Tabla 5	Valores medios del conteo de esporas/g de suelo de tres genotipos de sorgo (<i>Sorghum bicolor</i>) con base en 3 niveles de fósforo y 3 de micorrizas V A en "La libertad" 1990 B	35
Tabla 6	Valores medios del conteo de esporas/g de suelo con tres niveles de fósforo en tres genotipos de sorgo (<i>Sorghum bicolor</i>) "La libertad" 1990 B	36
Tabla 7	Efecto de los 3 niveles de P ₂₀₅ y micorrizas en el rendimiento (Kg/ha) del sorgo (<i>Sorghum bicolor</i>) "La libertad" 1990 B	37
Tabla 8	Efecto de la aplicación de 3 niveles de fósforo sobre el rendimiento (Kg/ha) en 3 genotipos de sorgo (<i>Sorghum bicolor</i>) "La libertad" 1990 B	41
Tabla 9	Efecto de la aplicación de 3 dosis de micorrizas V A sobre el rendimiento (Kg/ha) de 3 genotipos de sorgo (<i>Sorghum bicolor</i>) "La libertad" 1990 B	43

Tabla 10	Promedios de la inoculación con micorrizas V A en peso de diez panojas (g) en tres genotipos de sorgo (<i>Sorghum bicolor</i>) "La libertad" 1990 B	48
Tabla 11	Comparación entre promedios de peso de mil semillas (g) bajo tres dosis de micorrizas V A en tres genotipos de sorgo (<i>Sorghum bicolor</i>) "La libertad" 1990 B	59
Tabla 12	Comparación de promedios de días a floración bajo tres dosis de micorrizas V A en tres genotipos de sorgo (<i>Sorghum bicolor</i>) "La libertad" 1990 B	55
Tabla 13	Comparación de promedios en altura de planta bajo tres dosis de micorrizas V A en tres genotipos de sorgo (<i>Sorghum bicolor</i>) "La libertad" 1990 B	61
Tabla 14	Dependencia de tres dosis de micorrizas V A a cada nivel de P205, considerando la materia seca final, en tres genotipos de sorgo (<i>Sorghum bicolor</i>) "La libertad" 1990 B	68
Tabla 15	Contenido de fósforo en porcentaje (%) bajo tres niveles de P205 y tres dosis de micorrizas en los tres genotipos de sorgo (<i>Sorghum bicolor</i>) "La libertad" 1990 B	70
Tabla 16	Costos de producción por (ha) en Villavicencio, 1990 B	74
Tabla 17	Balace económico de los tratamientos con base en los costos de producción y el precio/Kg de las micorrizas y el P205	75

LISTA DE FIGURAS

		pag	pag
Figura 1	Espora del hongo micorrizico la especie <u>Glomus manihotis</u> cepa C-20-2 Nativa en la "Libertad" 1990 B	30	
Figura 2	Espora del hongo micorrizico <u>Glomus manihotis</u> C-1-1 introducido en "La libertad" 1990 B	31	
Figura 3	Rendimiento bajo tres niveles de fosforo en tres dosis de micorrizas "La libertad" 1990 B	39	
Figura 4	Respuesta en rendimiento de los genotipos de sorgo bajo tres niveles de fosforo "La libertad" 1990 B	40	
Figura 5	Respuesta en rendimiento de tres genotipos de sorgo bajo tres dosis de micorrizas "La libertad" 1990 B	45	
Figura 6	Respuesta del peso de diez panojas bajo tres niveles de fósforo y tres dosis de micorrizas "La libertad" 1990 B	47	
Figura 7	Promedios del peso de mil semillas en tres niveles fosforo "La libertad" 1990 B	50	
Figura 8	Floracion de los genotipos de sorgo a niveles constantes de fosforo "La libertad" 1990 B	53	
Figura 9	Floracion de los genotipos de sorgo a dosis constantes de micorrizas "La libertad" 1990 B	54	
Figura 10	Altura de plantas a niveles constantes de fosforo "La libertad" 1990 B	57	

Figura 11	Altura de plantas a dosis constantes de micorrizas "La libertad" 1990 B	58
Figura 12	Acumulacion de materia seca a niveles constates de fosforo "La libertad" 1990 B	62
Figura 13	Acumulacion de materia seca a dosis constantes de micorrizas "La libertad" 1990 B	63
Figura 14	Porcentaje de acumulacion de materia seca "La libertad" 1990 B	65

LISTA DE ANEXOS

		pag
TABLA 1	Cuadrados medios del análisis de varianza para el crecimiento en altura, en tres genotipos de sorgo (<u>Sorghum bicolor</u>) La Libertad 1990B	86
TABLA 2	Promedios de las variables evaluadas en los tres genotipos de sorgo (<u>Sorghum bicolor</u>), bajo tres niveles de P_2O_5 y tres dosis de micorrizas La Libertad 1990B	90
TABLA 3	Promedios generales de los parámetros, con tres niveles de fosforo y tres dosis de micorriza en el genotipo S Real 40 La Libertad 1990B	91
TABLA 4	Promedios generales de las variables con tres niveles de fosforo y tres dosis de micorrizas en el genotipo S Real 60 La Libertad 1990B	92
TABLA 5	Promedios generales de las variables con tres niveles de fosforo y tres dosis de micorrizas en la Linea IS 8577 La Libertad 1990 B	93
TABLA 6	Dependencia de los genotipos de sorgo (<u>Sorghum bicolor</u>) a tres dosis de micorrizas V A sobre tres niveles de fósforo, considerando la materia seca y el rendimiento La Libertad 1990B	94
TABLA 7	Efecto de tres dosis de micorrizas en tres niveles de P_2O_5 en el porcentaje de fósforo contenido en los genotipos de sorgo (<u>Sorghum bicolor</u>) La Libertad 1990B	95
TABLA 8	Características morfológicas de las cepas encontradas en el ensayo, de la especie <u>Glomus manihotis</u>	96

TABLA 9	Efecto de la aplicacion de tres niveles de P_2O_5 sobre las esporas nativas de <u>Glomus manihotis</u> C-20-2, en tres genotipos de sorgo (<u>Sorghum bicolor</u>) La Libertad, 1990B	97
TABLA 10	Informe meteorológico de los meses septiembre octubre, noviembre, diciembre y enero, durante el ciclo de cultivo	99
FIGURA 1	Datos climatológicos durante la realizacion del ensayo La Libertad, 1990B	100

INTRODUCCION

La productividad baja a nivel regional se puede atribuir, en parte, a que existen creencias por parte de un buen numero de agricultores en el sentido de que el sorgo por ser rustico, es capaz de tolerar deficiencias e inadecuado trato con los fertilizantes

El pais necesita sorgo granifero, para la base de concentrado para animales. Una de las formas de aumentar el rendimiento y productividad de los cultivos es mediante el uso de la tecnologia de bajos insumos y la utilizacion de fertilizantes biologicos

Muchas son las investigaciones por hacerse en sorgo, y pocas o nulas las actualmente realizadas con respecto a la simbiosis de las **MICORRIZAS** (Vesiculo-Arbusculares) en las extensas areas de suelos tropicales que son deficientes en fosforo o inmovilizan fertilizantes fosfatados, dado su grado de acidez y la alta saturacion de Al

Se plantea el sistema micorrizas como un inoculo microbiologico con la capacidad de utilizar cantidades extremadamente pequeñas de fertilizantes fosfatados y fosforo disponible en el suelo para la planta, como la alternativa de mayor futuro para resolver el problema de deficiencias de fosforo en estas tierras agrícolas marginales con suelos ácidos

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

En este trabajo se determina la influencia de las micorrizas (V A) en el rendimiento del sorgo (Sorghum bicolor L Moench) en suelos acidos del piedemonte llanero con altas saturaciones de aluminio

2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

Verificar la simbiosis de las micorrizas (V A) con las raíces del cultivo del sorgo

Identificar los principales generos (especies, cepas) de micorrizas V A , que efectuen simbiosis a nivel del sistema radicular del cultivo del sorgo

Determinar el efecto en el rendimiento de las micorrizas V A en el cultivo del sorgo

Determinar la mejor dosis agronomica de suelo micorrizado y el nivel de fosforo, para el rendimiento

del sorgo

Determinar la dosis económicamente rentable para el agricultor

3 REVISION DE LITERATURA

3 1 LOS MICROORGANISMOS DEL SUELO 1

Haciendo referencia a los organismos del suelo, Orozco (1980), dice que la poblacion fungal ocupa el renglon mas importante entre los seres inferiores Dull-Sid (1985) corrobora lo anterior diciendo que entre los hongos mas importantes desde el punto de vista fertilidad lo ocupan las micorrizas, como influyentes en la economia del fosforo en suelos de baja fertilidad

3 2 LAS MICORRIZAS 2

Derivado del griego **MYKES**-Ketos, hongo, y **RHIZA**, Raiz

La definicion de micorrizas descrita por muchos autores, como la simbiosis mutualista que se establece entre un hongo y las raices de las plantas superiores (Agris, 1986, Aguirre, 1985, Azcon y Barea, 1980, Manner, 1986, Sieverding, 1985a, Torres, 1988)

La gran mayoria de los suelos contienen esporas nativas

(Howeler, 1983), siendo su presencia nula en regiones acuáticas (Sieverding, 1986b)

3 2 1 Características de las micorrizas 3

La clasificación de las micorrizas es muy antigua, fue A B Frank en 1885 quien primero las clasificó en dos grupos según la localización de las estructuras del hongo (Sieverding, 1986a, Torres, 1988, Trappe, 1982)

Azcon y Barea (1980), las dividen en ectotróficas o ectomicorrizas (formadoras de manto y establecidas externamente), endotróficas o endomicorrizas (Vesículo-arbusculares y establecidas interiormente) Agrios (1986), establece dentro de este grupo las ericáceas y orquídeas. Las ericáceas las subdivide en ericoides y arbustoides (Sieverding, 1985a, Valdez, 1985)

3 2 2 Taxonomía de las micorrizas V A 3 6

Esta clasificación está descrita por Trappe (1982)

Reino	Eucariotas
División	Micofitos
Subdivisión	Eumicofitos
Clase	Zygomycetos
Orden	Endogonales
Familia	Endogonaceae

Generos Acaulospora spp
 Entrophospora spp
 Gigaspora spp
 Glomus spp
 Sclerocystis spp

En total existen aproximadamente 120 especies descritas en los cinco generos (Aguirre, 1985, Sieverding, 1985a, Toro y Sieverding, 1986)

Debido a que estos hongos formadores de M V A no se desarrollan en medios de cultivo microbiologico de uso comun, se identifican por la morfologia de las esporas asexuales producidas (Sieverding, 1983)

3 3 ETAPAS DE LA SIMBIOSIS 4 13

Una planta se infecta con la presencia de un propagulo infectivo del hongo (Aguirre, 1985, Harley and Smith, 1983) en raices jovenes (Sieverding, 1985b), esta infeccion puede ocurrir en dos o tres dias. El hongo se distribuye en todas las celulas corticales y forman las estructuras caracteristicas arbusculos (depositos de polifosfatos) y vesiculas (almacen de lipidos), (Ardey y Mukerji, 1986, Carling and Brown, 1982, Dehne, 1982, Harley and Smith, 1983), esta etapa puede durar entre 10 dias o varias semanas, dependiendo del requerimiento de carbohidratos por parte del hongo (Sieverding, 1985c)

Con el desarrollo del hongo dentro de la raíz, comienza la formación de micelio externo, órgano encargado de la absorción de nutrientes (Ardey y Mukerji, 1986, Carling and Brown, 1982) y es cuando la simbiosis empieza a funcionar expresada en el beneficio que obtenga la planta con interés al agricultor (Sieverding, 1985c). Dependiendo de la longevidad de las raicillas, el hongo forma esporas asexuales para asegurar su reproducción (Agrios, 1986, Sieverding, 1985a) presentándose el atenuante que en tejidos lignificados el hongo no se establece (Sieverding, 1985b).

3.4 LAS MICORRIZAS V A Y SU ACCIÓN SOBRE EL FOSFORO

Leon (1985), habla sobre la estabilidad del fósforo en el suelo, ya sea por su poder de fijación con Al, Fe, Ca o por la lenta disponibilidad del P-orgánico, resulta escaso en suelos ácidos tropicales.

La capacidad de las raíces para tomar el fósforo del suelo está determinada por las especies vegetales o variedades (Sieverding, 1986a) y en mayor grado depende de la densidad radicular (Janos, 1980, Leon, 1985, Salinas et al, 1985).

Se demuestra muy claro según Harley and Smith (1983), que las hifas de los hongos micorrizógenos no son capaces de absorber del suelo fuentes de nutrientes que no estén

disponible para la raíz

La red de hifas que produce el hongo, se extienden mas alla de la zona de agotamiento (Howeler, 1983), permitiendo el transporte de mas iones al interior, debido al gran volumen de suelo explotado (Azcon y Barea, 1980, Howeler, 1983, Krishna and Dart, 1984, Leon, 1985, Salinas et al , 1985, Sieverding, 1986a)

Una vez el P es absorbido como ortofosfato es transportado como polifosfato (Sieverding, 1986a) para luego ser hidrolizado por los arbusculos y asimilable por la planta (Hayman, 1982)

3 5 FACTORES QUE AFECTAN EL ESTABLECIMIENTO DE LAS

M V A

Las plantas hospederas, los metodos de cultivo, las fuentes y dosis de fertilizantes, el uso de otros agroquímicos (fungicidas, herbicidas, etc) entre otros determinan el mayor o menor beneficio simbiótico (Dehne, 1982, Menge, 1983, Sieverding, 1986a)

La fertilidad de los suelos afecta a las micorrizas V A dependiendo de la disponibilidad de P en la solución, incrementando su infectividad cuando es baja (Pedraza, 1981, Sieverding, 1985c, Valdez, 1985, Yost and Fox, 1982), son capaces de establecerse estando el P en

demasia y se puede esperar tolerancia a la alta fertilidad del suelo (Aguirre, 1985)

Respecto a la planta, Aguirre (1985), indica que las raíces gruesas y con pocos pelos radiculares responden bien a la inoculación, pero en plantas con raíces muy finas no se presenta respuesta positiva a la inoculación

El hongo micorrizico parece depender mas del tipo de suelo y las condiciones ambientales que de un huésped en particular (Aguirre, 1985, Azcon y Barea, 1980, Sieverding, 1985c)

3 6 BENEFICIO DE LA INFECCION A LAS PLANTAS

En forma general los beneficios que representa son muchos y muy variados

Aumenta la absorción de elementos poco móviles especialmente el P, bien sea del suelo o de fertilizantes fosfatados (Sieverding, 1985c), protege al ataque de patógenos radiculares (Sanchez, 1985, Valdez, 1982) e interacciona con organismos beneficios (Azcon y Barea, 1982, Valdez, 1982)

Entre los beneficios indirectos para la planta tolerancia a estrés hídrico, desbalance nutricional, pH, temperaturas altas o bajas, presencia de sustancias

toxicas en el suelo, formacion de agregados (Azcon and Ocampo, 1984, Janos, 1980, Sieverding, 1985a, Torres, 1988)

3 6 1 Dependencia del sorgo a las micorrizas V A

Segun Genderman (1975) cita de Sieverding (1985), esta se basa en el grado en que la plantas necesitan de la asociacion con el hongo para producir un maximo de crecimiento o rendimiento, a un nivel dado de fertilidad del suélo, comparando plantas micorrizadas y no micorrizadas

Gran numero de las especies vegetales son inoculadas por varios hongos (Azcon y Barea, 1980) Sieverding (1986a), por su parte encontro que algunas plantas pueden producir mayor crecimiento con unas especies que con otras

Azcon and Ocampo (1984), reportan la infeccion en cereales de especies micorrizales incrementa atraves del tiempo

Orozco (1980), consiguio con la simbiosis, estímulos de crecimiento hasta del 100% en plantas de sorgo Sieverding (1985c), relaciono varias especies de micorrizas con el sorgo y a los niveles de P en el suelo, encontrando gran dependencia a los niveles medios (15- 30 ppm) y bajos (<15 ppm)

Krishna and Dart (1984), recomienda sembrar variedades de sorgo altamente susceptibles a los micorrizas v a para la utilizacion como cultivo trampa en la reproduccion del inoculo

3 6 2 Efectividad de las micorrizas V A en el sorgo

Esta relacionada con la eficiencia del hongo M V A a adaptarse a variadas condiciones edafoclimaticas (Sieverding, 1985b)

Saif (1985), establecio que todas las especies forrajeras tropicales estudiadas en el CIAT establecen simbiosis micorrizica con especies nativas presentes en el suelo

Glomus manihotis, **Acaulospora appendicula** y **A spinosa**, son especies que aumentaron significativamente la produccion de materia seca e incrementaron la absorcion de fosforo por parte de la planta (Toro y Sieverding, 1986)

Sieverding (1986), presenta a la especie **Glomus manihotis** como el inoculo mas efectivo en crecimiento, absorcion de fosforo y capaz de competir con otros organismos, y moderadamente en mantener la longevidad de las raicillas y las plantas

Howeler (1983), con trabajos en Carimagua observa que la

eficiencia relativa, *G manihotis* resulto con los mayores promedios

3 7 LAS MICORRIZAS V A EN EL SORGO

Sieverding (1986a), con trabajos realizados en varios cultivos y a diferentes niveles de fertilidad, muestra al sorgo como altamente dependiente a micorrizas nativas

Bethlenfalvay et al (1985), encontraron respuestas del sorgo a la inoculacion con micorrizas del genero *Glomus* **sp** incrementando el crecimiento y produccion de materia seca Pacousky et al (1986), con varios niveles de P, inocularon *Glomus spp* observando mayor desarrollo y contenido de P en las plantas inoculadas

Miranda et al (1984), en materas con suelo esterilizado y con diferentes niveles de P, proporcionan datos donde la mayor produccion de materia seca, contenido de P en la planta, porcentaje de colonizacion y numero de esporas por gramo de suelo incrementan en plantas inoculadas no dependiendo los niveles de fosforo aplicados

Sieverding (1986b), experimento con el hibrido NK 300, inoculado con *Glomus macrocarpus* y *G mosseae*, y adicionando diferentes regimenes de agua, obtuvo que la infeccion fue mayor en regimenes altos a medios, pero el numero de esporas aumento en regimenes bajos a medios y

cuando crece el rastrojo

El sorgo presenta al igual que las micorrizas una alta sensibilidad a la deficiencia de oxígeno (Saif, 1985)

La influencia del **Glomus macrocarpus** y **G manihotis** en cereales, incluyendo diferentes dosis de P y a diferentes temperaturas, Fabig et al (1989), demostraron que en sorgo incrementan los parámetros hasta en un 149% en materia seca y 20% en concentración de P a 10s 35°C, pH 5,5 - 7,5 y con roca fosfórica, en plantas micorrizadas

Raju (1987), estudiando en diferentes suelos la inoculación de M V A en sorgo encontró que las plantas infectadas absorben más P, N, K, Mg, S, Ca, Mn, Fe, Cu y Zn que plantas no infectadas, y aplicaciones bajas P incrementan la colonización de las raíces Raju et al (1988), inocularon M V A en cinco niveles de pH en suelos estériles, demostraron la capacidad de las micorrizas en adaptarse a diferentes condiciones de acidez

Yahya et al (1987), con varias especies de **Glomus sp** incremento significativamente el contenido de P en el sorgo Miranda (1982), inoculando **Glomus spp** y varias fuentes de fósforo, encontró que el SFT aumenta la presencia de inóculo y la asimilación de P, K, Ca y Mg

Ochoa et al (1988), evaluando semicomercialmente el inoculo (*Glomus manihotis*) presenta mayor rendimiento, peso seco/planta, altura y peso de mil semillas, en plantas inoculadas, presentandose ademas una prolongacion de 20 días en el ciclo vegetativo del cultivo

3) 8 RESPUESTA DEL SORGO AL FOSFORO

El fosforo es el principal elemento que limita la produccion del sorgo (Clark and Gourley, 1988), los efectos de deficiencia son mas pronunciados en suelos con bajos contenidos disponibles (Vanderlip, 1972) y de lo cual la planta toma la cantidad necesaria para su desarrollo (Leon, 1985)

Seetharama et al (1984), dan a conocer que los cereales adquieren maxima respuesta a sus funciones con aplicaciones hasta de 10 Kg de P/ha Y Gutierrez (1989) aprecia que con aplicaciones bajas (30 Kg de P₂O₅/ha) producen un incremento en la produccion, y con dosis mas altas se obtienen ligeros incrementos

Sanchez (1986), con el hibrido Sorghica NH 301 obtuvo los mejores rendimientos con dosis de 100 Kg de P₂O₅/ha, pero la dosis mas baja (12 Kg P₂O₅/ha) unicamente se afecto en un 14%, lo cual indica que el sorgo tiene bastante habilidad para extraer el P que necesita, aun tratandose de suelos bajos en el elemento

Las investigaciones en sorgo le atribuyen gran capacidad de extraer P del suelo, y no lo relacionan a la simbiosis con micorrizas nativas y la habilidad de estas para explorar mas volumen de suelo y captar el P

Las plantas micorrizadas responden bien a las bajas aplicaciones de P (Salinas et al , 1985), y la absorcion de fosforo por parte de las plantas solo incrementa cuando el se aplica en forma disponible (Carling and Brown, 1982)

3 9 ASPECTO ECONOMICO

El fosforo como limitante en los cultivos del tropico (Leon, 1985, Seetharama et al , 1983) y los compuestos fosfatados los mas costosos, hacen las aplicaciones de este elemento muy limitadas (Leon, 1985)

El beneficio/costo de la colonizacion micorrizal en cultivos comerciales, difieren de los tipos de plantas, especies, variedades, entre estas (Laing, 1991), pero la buena ayuda proporcionada por las M V A con la capacidad de explorar mas volumen de suelo y mejor captacion del fosforo proveniente del suelo o de fertilizantes fosfatados, le permite al agricultor ahorros en dosis de estos (Koide and Elliot, 1989, Raju, et al 1990)

4 MATERIALES Y METODOS

4 1 LOCALIZACIÓN

El ensayo se realizó en el C I La Libertad del ICA, Villavicencio, en el año 1990, Semestre B, tiene una ubicación de 4°10' latitud norte, 73°37' longitud oeste, a una altura de 336 msnm, temperatura promedio de 26°C y una precipitación oscilante entre los 2 500-3 000 mm/año. El suelo clasificado como Tropeptic Haplustox, con características físico-químicas presentadas en la Tabla 1

4 2 CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL GENÉTICO

Los materiales de sorgo provienen del Banco Mundial de Germoplasma de la colección de INSISORMIL, para suelos ácidos

4 2 1 Sorghica Real 40 (156-P-5 serere 1) Originaria de Uganda, adaptada en el nivel 2 (31-60% sat A1), Clase A (36-45% sat A1), con rendimiento promedio de 2225 kg/ha, días a floración de 73, altura 182 cm, peso de cien semillas 2,1 g

Tabla 1 Analisis de suelo fisico-quimico del lote el frente al peaje en La libertad (1990 B) a una profundidad de 0 - 20 cm

CARACTERISTICAS	VALOR	UNIDADES
MATERIA ORGANICA	4,5	%
Fosforo	6,5	ppm (BRAY II)
pH	4,4	
Aluminio	2,17	meq/100g
Calcio	0,82	
Magnesio	0,09	
Potasio	0,11	
Sat de Al	68,0	%
Boro	0,16	ppm
Zinc	0,68	
Cobre	0,51	
Hierro	23,1	
Manganeso	6,8	
Azufre	15,6	
Arena	45,05	%
Limo	20,53	
Arcilla	34,42	
TEXTURA	FARa	

4 2 2 Sorghica Real 60 (Mn 4508) Originaria de Uganda adaptada al nivel 2, Clase B (41-60% sat A1), con rendimiento aproximado de 2 315 kg/ha, con días a floración de 75, altura 213 cm, peso de cien semillas 2,5 g

4 2 3 IS 8577 Originaria de Kenya, adaptada al nivel 3 (61-90% sat A1), Clase A (61-75% sat A1), rendimiento promedio 2\230 kg/ha, días a floración 73, altura de 217 cm, peso de cien semillas 2,6 g

4 3 CARACTERISTICAS DEL INOCULO

Se utilizo suelo micorrizado comercial que contenia 54 sporas/g de suelo con cepa Glomus manihotis (C-1-1) Con buena adaptación a varias condiciones edafoclimáticas, alta efectividad en crecimiento, y absorción de fosforo, y moderadamente efectiva en longitud de raíz (JIRA Ltda, 1989, Sieverding, 1985B)

4 4 MANEJO AGRONOMICO

Consistente en la preparacion de un suelo virgen proveniente de pastoreo, con una arada y dos rastrilladas, aplicando 300 kg/ha de cal dolomita, incorporándola con la segunda rastrillada, se surcó a 0,56 m para sembrar manualmente al chorrillo utilizando 15 g de semilla por parcela

El raleo se realizó 15 días después de germinado dejando una población aproximada entre 12-15 plantas/m lineal, (214 286-267 857 plantas/ha)

La fertilización se realizó al momento de la siembra con las dosis de fósforo (0,25 y 50 kg de P_2O_5 /ha), y dosis de suelo micorrizado (0,50 y 100 kg/ha), en las parcelas correspondientes, ubicando el inoculo debajo de semilla. La aplicación de 100 kg de N/ha y 25 kg de K_2O /ha, se fraccionó aplicando 1/3 a los 15 días y el resto a los 35 días de germinado.

El control de malezas se efectuó con Atrazina 80% en dosis de 240 g de I A/ha en pre-emergencia, resultando un buen control, luego el manejo se realizó manualmente. El control de plagas se realizó con Hipermetrina en dosis de 2,5 kg de P C/ha aplicado con saleros para el manejo dirigido de cogollero (Spodoptera frugiperda)

4.5 PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

4.5.1 Diseño experimental. Se utilizó un arreglo factorial de parcelas divididas con distribución al azar, con 27 tratamientos y cuatro repeticiones. La parcela principal corresponde a los tres genotipos y las subparcelas a la interacción entre las tres dosis de P_2O_5 y las tres de micorrizas.

4.5 2 Tamaño unidad experimental

Se utilizaron parcelas de 22,5 m² con ocho surcos de cinco metros de largo, y una distancia entre surcos de 0,56 m

4 5 3 Toma de observaciones

A los 20 días después de germinado se marcaron 10 plantas al azar de los cuatro surcos centrales de cada parcela, con el fin de medir en ellas las variables propuestas

4 5 3 1 Altura de planta (cm) En las diez plantas marcadas se midió cada 15 días, desde el nivel del suelo hasta la base de la hoja bandera, y al final hasta el apice de la panoja

4 5 3 2 Peso de la materia seca (g) Los muestreos se realizaron cada 15 días tomando cinco plantas por parcela de los surcos adyacentes a los centrales, secándolas a 70°C por 48 horas y dejando reposar dos horas para su posterior pesaje

4 5 3 3 Floración (días) Se calculó cuando todas las plantas marcadas se encontraban en 50% de anthesis

4 5 3 4 Peso de diez panojas (g) Las panojas marcadas se cosecharon, se trillaron y se pesó lo producido por

los granos

4 5 3 5 **Peso de mil semillas (g)** Se calculo de las diez panojas cosechadas

4 5 3 6 **Rendimiento (Kg/ha)** Se cosecharon los cuatro surcos centrales dejando un metro a cada lado para evitar efecto de borde, tomandose en Kg/parcela y se tranformo a hectarea con area util de 6,72 m²

4 5 3 7 **Conteo de esporas (esporas/g de suelo)** Se utilizo la tecnica de tincion de raices descrita por Sieverding (1983) y Owen (1990) La extraccion de esporas del suelo se realizo por el metodo cualitativo y cuantitativo basado en Ohms (1957), modificado y ampliado por Sieverding, (1983) en el proyecto micorrizas del CIAT

La identificacion de los generos se realizo diferenciando las formas tipicas de los soportes hifales y características de las esporas (color, forma, estructura, etc) utilizando la clave dicotomo (Sieverding, 1983 y 1985a, Trappe, 1982)

4 6 ANALISIS ESTADISTICO

A cada uno de los parametros estudiados se les realizo coeficiente de correlacion, para mirar su relacion frente

a los topicos evaluados y entre ellas mismas El analisis de varianza, donde se encontro respuesta a nivel significativo (5%) y altamente significativo (1%), se le realizo la prueba de Duncan, y el rendimiento se estimo con base en el analisis de covarianza

Para los parametros rendimienot, peso de diez panojas, peso de mil semillas, floracion y conteo de esporas se realizo el siguiente modelo estadistico, adicionandose lo existente dentro del parentesis para las lecturas de altura y , peso de materia seca a traves del tiempo Modelo recomendado por el Departamento de Biometria del CIAT

$$Y = C_o + R_r + G_g + e_{rg} + P_p + M_m + GP_{gp} + GM_{gm} + GPM_{gpm} \\ + e_{rgpm} + T_t + GT_{gt} + PT_{pt} + MT_{mt} + GPMT_{gpmt} \\ + e_{rgpmt} \quad E(e_{rgpmt} = 0)$$

Y = Observaciones realizadas C = Media de observacion

R = Media por repeticion G = Media por genotipo

P = Medias por fosforo M = Medias por micorriz

T = Media a traves del tiempo e = Error por interacc

5 RESULTADOS Y DISCUSION

Con base en los analisis de los resultados obtenidos en el analisis de varianza (Tabla 2), se encuentran niveles significativos y altamente significativos para los niveles de fosforo, en todas las variables evaluadas. El efecto de las micorrizas afecto 0 dias a floracion, numero de esporas y peso de la materia seca en todas sus evaluaciones.

La acumulacion de materia seca a traves del tiempo resulto altamente significativa para todas las fuentes de variacion en este experimento, mientras el peso de mil semillas y el peso de las diez panojas presenta niveles significativos al 5% para la interaccion entre los genotipos por los niveles de fósforo. En cambio la interaccion de los genotipos por las dosis de micorrizas presenta significancia en floracion y evidentemente en materia seca durante las evaluaciones.

En general tal como se esperaba la variable genotipo presento niveles significativos al 5% para peso de mil

Tabla 2 Cuadrados medios del analisis de varianza para los parametros evaluados en los tres genotipos de sorgo (*Sorghum bicolor*) "La libertad" 1990 B

CUADRADOS MEDIOS				
F VARIACION	GL	RENDIMI	P 10PAN	P MIL SEM
Rep	3	998104,3	7610,7	0,7
Gen	2	700244,5	22607,0	3,5 *
error (a)	6	990648,0	7707,9	0,5
P205	2	7137389,4 **	143184,9 **	6,0 *
M1c	2	145998,5	546,8	0,4
P205 x M1c	4	84251,2	2389,4	0,8
Gen x P205	4	18560,7	10535,5 *	3,7 *
Gen x M1c	4	104491,5	5189,3	0,1
Gen P205 M1c	8	155899,2	5370,2	2,1
error (b)	72	206074,8	3109,6	1,3
C V %		38,3	46,8	4,6

* Significativo al 5%, ** Altamente significativo al 1%

(continuación)

		CUADRADOS MEDIOS		
CONTEO	ESP	FLORAC	ALTURA	MAT SECA
124,9		34,2	2256,5 **	558,1 **
230,6		203,3	3486,9 **	3792,8 **
189,8		9,9	539,9	169,3
928,4 *		1526,7 **	1602,6 **	48178,3 **
24373,6 **		21,6 *	9,5	7781,1 **
1223,0 **		16,6	229,1	580,0 **
64,2		15,5 *	108,3	2048,4 **
278,0		25,0 *	49,8	933,8 **
144,0		19,3 *	54,3	420,0 **
136,3		7,0	119,0	110,7
30,3		3,7	7,4	16,4

semillas, floracion, altura de planta y materia seca

Sin duda alguna se mira el efecto de la aplicacion de fosforo en las mediciones del crecimiento a través del tiempo (Anexo, Tabla 1) Allí se observan las respuestas en altura altamente significativas para las fuentes de variacion genotipo y niveles de fosforo y su interacción resultó significativa a los 75 dias de germinados los genotipos de sorgo

La acumulacion de materia seca a traves del tiempo resultado altamente significativa a todas las fuentes de variacion, con excepción de la interaccion triple (Gen x P x Mic) a los 75 dias de germinacion

Fue evidente en el experimento que las aplicaciones de fosforo fueran el factor mas determinante como forma para aumentar el rendimiento en el experimento (Tabla 3) Una vez que el fosforo estuvo presente en el nivel equivalente a 25 kg de P_2O_5 /ha se evidencio un rotundo incremento en las variables estudiadas, la accion micorrizal se activo en produccion de esporas y las plantas adquirieron mayor altura y ganancia de materia seca, la floracion se acorto con respecto a aquellas plantas donde no se aplico fosforo

Tabla 3 Efecto de tres niveles de fosforo (P2O5) sobre siete variables estudiadas con base en la respuesta de tres genotipos de sorgo (Sorghum bicolor) a través de tres dosis de micorrizas
V A La libertad 1990 B

VARIABLES	NIVELES DE P2O5 (Kg/ha)		
	0	25	50
Rendimiento (Kg/ha)*	477,1	1579,6	1676,4
Peso de 10 pan (g)	46,3	158,4	152,6
Peso de mil sem (g)	23,2	24,2	24,7
Floracion (dias)	86,0	67,0	65,0
Conteo de esporas	33,0	41,0	42,0
Altura (cm)	138,3	147,6	149,6
Materia seca (g)	22,5	78,5	91,2

* Calculado con base en la tecnica de covarianza

Estas respuestas son corroboradas con la afirmación de Salinas et al (1985), Krishna et al (1985), donde dicen que plantas infectadas con micorrizas, responden a niveles bajos a medios de fósforo

En la Tabla 4 se observa la respuesta de las variables con la aplicación de inóculo micorrizico, donde la producción de grano sufre un incremento en la dosis 50 kg/ha de suelo micorrizado para luego disminuir con la dosis más alta utilizada (100 kg/ha) Esta inoculación, le está causando a la planta estímulos fisiológicos evidenciados en ganancia de materia seca (Producción biológica), sin embargo no se tradujo en aumento de rendimiento (Producción económica)

5.1 CONTEO DE ESPORAS

En las evaluaciones hechas en el laboratorio se pudo establecer que existían micorrizas nativas de la especie Glomus manihotis cepa C-20-2, con características diferentes a las micorrizas introducidas de la misma especie (Tabla 8, del Anexo), pero clasificada con la cepa C-1-1, presentadas en las Figuras 1 y 2

Una característica especial presenciada en esta especie Glomus manihotis consiste que forma gran parte de sus

Tabla 4 Efecto de tres dosis de micorrizas V A sobre siete variables estudiadas con base en la respuesta de tres genotipos de sorgo (*Sorghum bicolor*) a través de tres niveles de fósforo "La libertad" 1990 B

VARIABLES	DOSIS DE SUELO MICORRIZADO (Kg/ha)		
	0	50	100
Rendimiento (Kg/ha)*	1192,2	1315,5	1225,4
Peso de 10 pan (g)	120,4	114,7	122,2
Peso de mil sem (g)	24,2	24,1	24,2
Floración (días)	69,0	70,0	71,0
Conteo de esporas	16,0	33,0	67,0
Altura de planta (cm)	147,3	147,0	145,4
Materia seca (g)	48,2	66,8	77,2

* Calculado con base en la técnica de covarianza

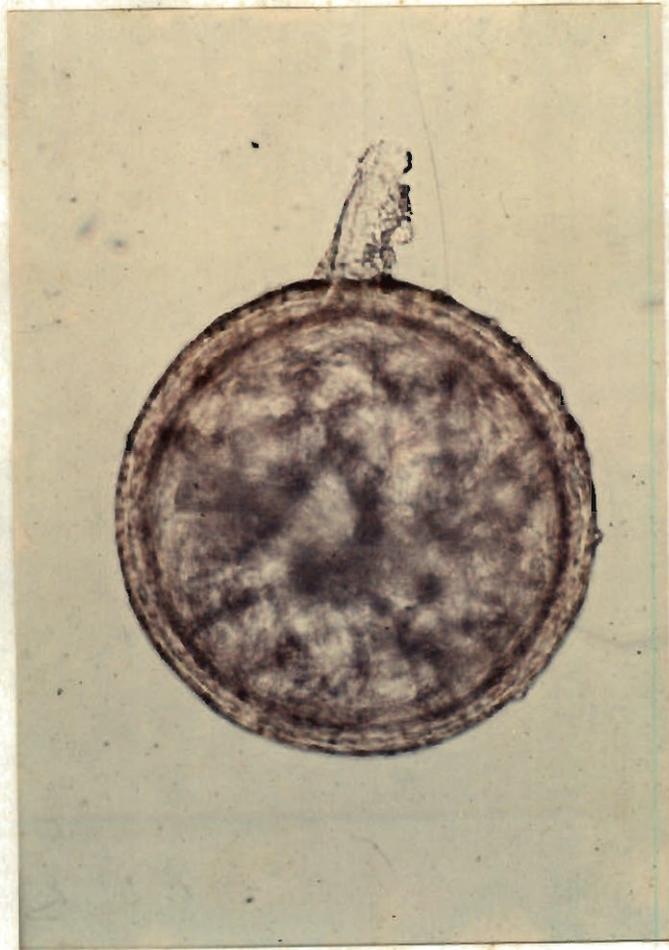


Figura 1. Espora del hongo micorrizico Glomus manihotis
cepa C- 20-2. Nativa en "La libertad. 1990 B.

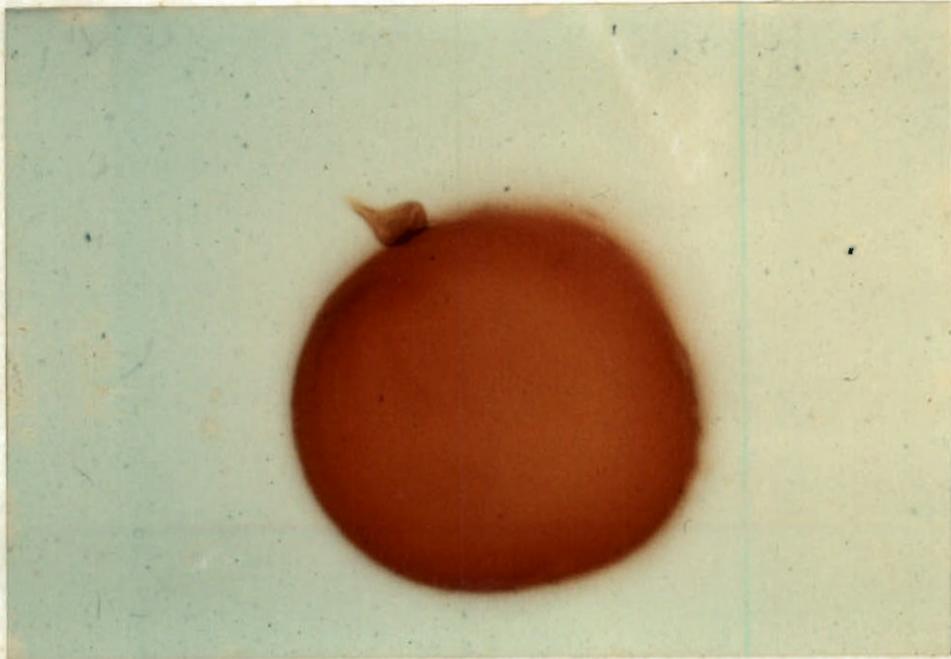


Figura 2. Espora del hongo micorrizico Glomus manihotis
cepa C- 1-1. Introducida a "La libertad". 1990B.

esporas en el interior de las raíces y espera la decomposición de estas para distribuirse en el exterior

De acuerdo con las evaluaciones cuantitativas de estas esporas reportadas en la Tabla 5, se presenta en aquellos tratamientos donde no se introdujo el hongo micorrizico, la persistencia de las micorrizas nativas y por lo tanto se realizo el conteo no discriminando su procedencia

Comparando la poblacion del hongo M V A en las parcelas no inoculadas se encontro mas esporas en el nivel 25 que en 50 50 kg/ha de P_2O_5 Este nivel mas alto es causa de la disminucion de la poblacion micorrzal nativa, como se puede ver la Tabla 9 del Anexo

La simbiosis de estas micorrizas estan causando en la dosis 50 kg/ha una poblacion constante al pasar de cero a 25 kg/ha de P_2O_5 , pero en esta misma dosis ocurre una disminucion de la poblacion, en las dosis 100 kg/ha se incrementa la produccion de esporas de las micorrizas conforme aumentan los niveles de fosforo

Entre los genotipos estudiados solo presenta diferencia estadística como productora de esporas micorrizicas vesiculo-arbusculares con los diferentes niveles de fosforo, la variedad Sorghica Real 60, como se puede observar en

Tabla 5 Valores medios de conteo de esporas/g de suelo de tres genotipos de sorgo (*Sorghum bicolor*) con base en tres niveles de P2O5 y tres dosis de micorrizas V A en La libertad 1990 B

MICORRIZAS (Kg/ha)	NIVELES DE P2O5 (Kg/ha)			
	0	25	50	^
0	16,0 *	16,9	14,8	15,9
50	33,1	34,5	30,1	32,6
100	49,0	70,3	81,6	67,0
^	32,7	40,6	42,2	38,5

* Estimado por frecuencia relativa

la Tabla 6

En promedios generales, la producción de esporas M V A fue estadísticamente igual con 25 kg/ha y con 50 kg/ha de P_2O_5 , aumentando la producción 24 y 29%, respectivamente. Sólo se necesitó un poco de fósforo disponible para activar su reproducción.

El número de esporas de micorrizas V A encontradas no presentaron correlaciones importantes debido a la heterogeneidad de aparición, ya que en cada sitio las esporas no tuvieron ajustes a los conteos a una distribución definida, por consiguiente se debió evaluar por frecuencia de aparición relativa.

5.2 RENDIMIENTO

La Tabla 7, presenta los efectos en el rendimiento de los niveles de fósforo y las dosis de micorrizas.

Los niveles 25 y 50kg de P_2O_5 /ha no presentan diferencias estadísticas, en cambio con la inoculación de micorrizas en el nivel cero de fósforo las plantas presentan producciones muy bajas y presentándose a su vez rebajas en producción al incrementarse las dosis de micorrizas. Al incrementarse los niveles de fósforo a 25 y a 50 kg/ha de P_2O_5 las producciones incrementaron

Tabla 6 Valores medios del conteo de esporas/g de suelo con tres niveles de P2O5 en tres genotipos de sorgo (*Sorghum bicolor*) "Lalibertad" 1990 B

P2O5 (Kg/ha)	S real 40	S real 60	IS 8577
0	36,9 a*	28,8 b	32,2 a
25	40,9 a	39,8 a	40,9 a
50	46,2 a	41,2 a	39,0 a

* Medias con la misma letra no presentan diferencias significativas

Tabla 7 Efecto de los tres niveles de P2O5 y micorrizas en el rendimiento (Kg/ha) del sorgo (Sorghum bicolor) La libertad 1990 B

P2O5 (Kg/ha)	MICORRIZAS (Kg/ha)			
	0	50	100	X
0	520,3 *	468,5	442,5	477,1 ^v
25	1463,6	1730,0	1545,2	1579,6
50	1592,7	1748,0	1688,5	1676,4
X	1192,2	1315,5	1225,4	

* Estimado por la tecnica de covarianza

en la dosis 50 kg/ha de micorrizas, para decaer con la inoculación mas alta utilizada (100 kg/ha de suelo micorrizado), (Figura 3)

Al parecer las altas aplicaciones de inoculo micorrizico predispone a las plantas a rebajar su producción Solo hubo dos tratamientos económicamente rentables, que fueron 25-50 y 50-50 kg/ha de P_2O_5 y suelo micorrizado, respectivamente

Cuando se evaluo el efecto de los niveles de fosforo en cada uno de los genotipos estudiados se observo un aumento casi lineal en la producción conforme aumentaban los niveles de fosforo El cambio mas importante como se esperaba se presento al pasar de cero a 25 kg de P_2O_5 /ha, como se aprecia en la Figura 4

La variedad que mas produjo en cualquiera de los niveles de fosforo fue la Sorghica Real 60 y la de menor producción Sorghica Real 40, sin embargo la línea experimental IS 8577 parece ser la que proporcionalmente mejor responde al fosforo, como lo demuestra la Tabla 8

Desde el punto de vista eficiencia, la variedad Sorghica Real 60 parece ser la mejor en razon de este elemento, ya que sufrió un aumento en producción de 1 154 kg/ha

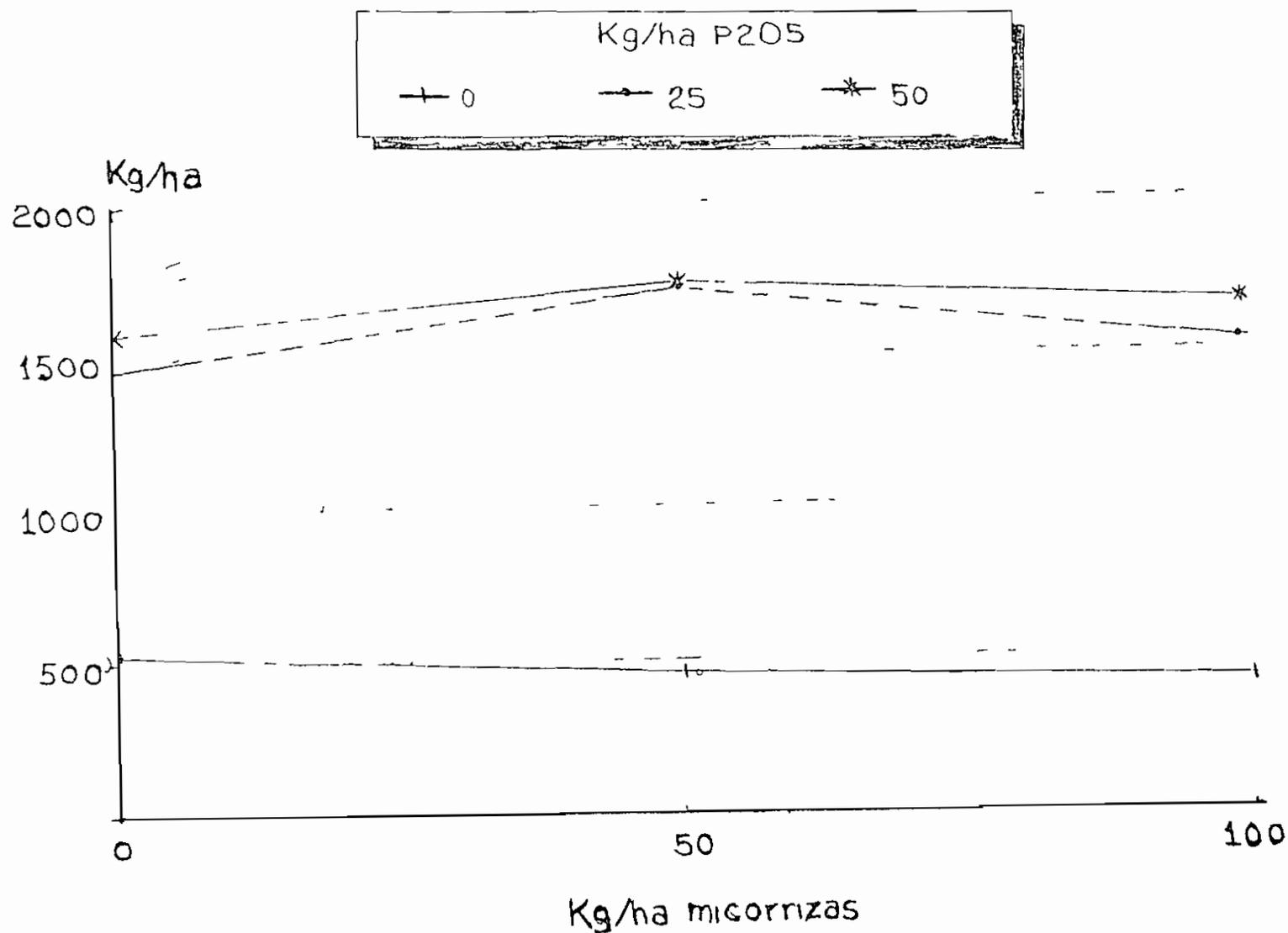


Figura 3 Rendimiento bajo el efecto de tres niveles de fosforo en tres dosis de micorrizas "La libertad" 1990 B.

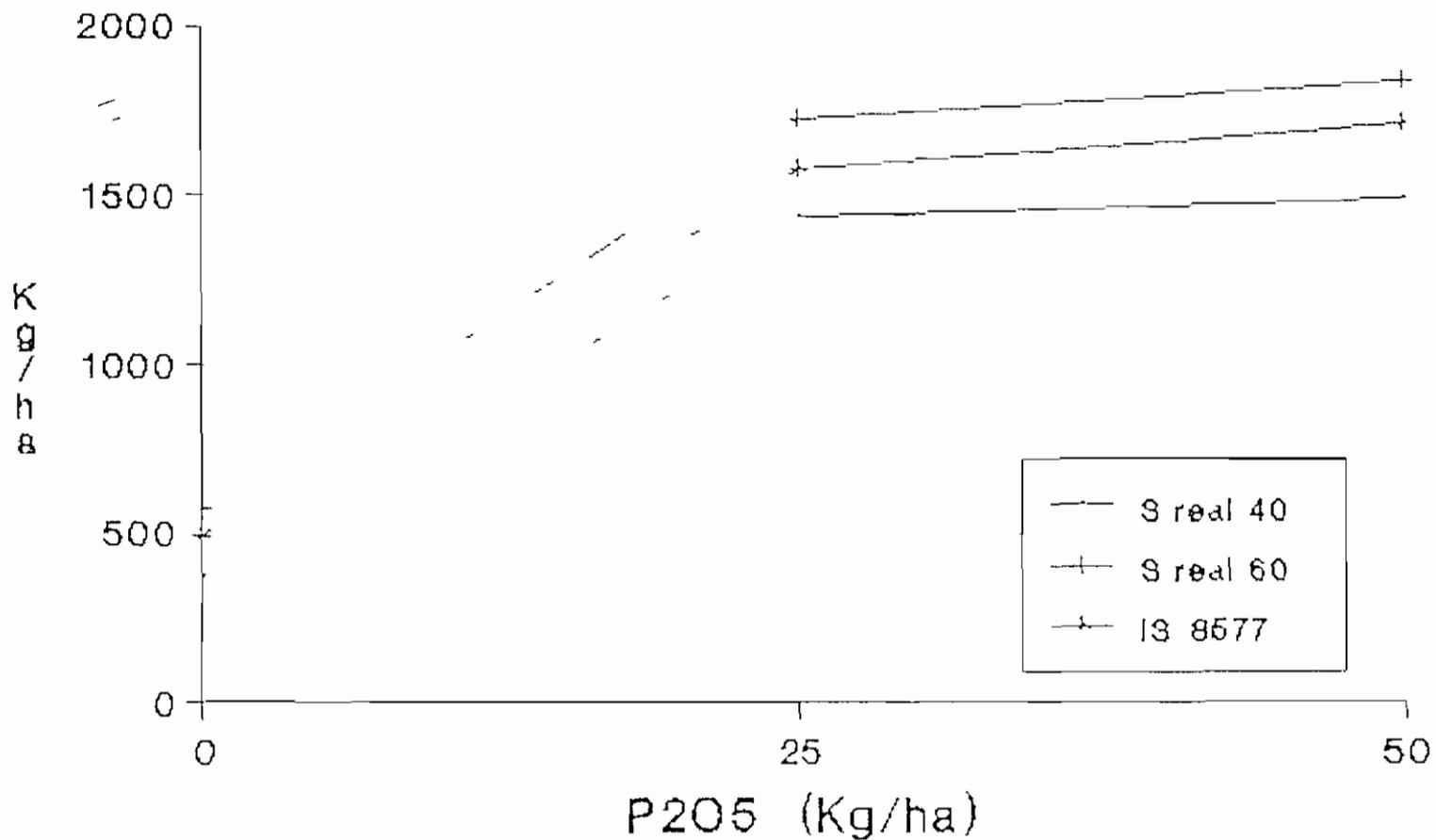


Figura 4 Respuesta en rendimiento de los genotipos de sorgo bajo tres niveles fosforo "La libertad" 1990 B

Tabla 8 Efecto de la aplicacion de 3 niveles de fosforo sobre el rendimiento (Kg/ha) en tres genotipos de sorgo (*Sorghum bicolor*) "La libertad" 1990 B

GENOTIPOS	P2O5 (Kg/ha)		
	0	25	50
S real 40	369,3 *	1436,0	1484,6
S real 60	573,2	1727,5	1832,7
IS 8577	488,7	1575,2	1711,8

* Estimado por la tecnica de covarianza

al pasar de cero fósforo a 25 kg/ha de P_2O_5 , mientras que la línea IS 8577 aumento 1 086 kg/ha y la variedad Sorghica Real 40 (1 047 kg/ha)

Al aumentar el fosforo a 50 kg/ha de P_2O_5 el único genotipo que aumento en forma importante la producción fue la línea experimental IS 8577 con 136 kg/ha Ruíz y Rendón (1991), sugieren que en niveles superiores a 7 ppm de fosforo no existe respuesta a este elemento y a niveles inferiores hay respuesta económica hasta 50 kg/ha de P_2O_5 para las variedades Sorghica Real 40 y Sorghica Real 60

En cuanto al efecto de las micorrizas V A se evidencian cambios en incremento de producción cuando se pasa de cero a 50 kg/ha de suelo micorrizado en todos los genotipos (Tabla 9), destacandose la línea IS 8577 con un aumento del 17%, la Sorghica Real 40 con 16% y la variedad Sorghica Real 60 se mantiene relativamente constante, como se puede observar en el Anexo, Tabla 6

En la dosis 100 kg/ha de suelo micorrizado, solo en la variedad Sorghica Real 60 se obtiene respuesta positiva para incrementar la producción en un 5%, los otros dos genotipos obtuvieron un efecto negativo en producción, siendo mas admirable la línea IS 8577 con una rebaja de

Tabla 9 Efecto de la aplicacion de 3 dosis de micorrizas V A sobre el rendimiento (Kg/ha) de 3 genotipos de sorgo (Sorghum bicolor) La libertad 1990 B

GENOTIPOS	Kg/ha de Suelo micorrizado		
	0	50	100
S real 40	1009,3 *	1169,0	1111,3
S real 60	1352,3	1355,5	1425 6
IS 8577	1214,9	1421,5	1139 3

* Estimado por la tecnica de covarianza



UNIVERSIDAD DE LOS LLANOS
SISTEMA DE BIBLIOTECAS
HEMEROTECA
 Villavicencio - Meta

282 Kg/ha y la variedad Sorghica real 40 con 58 Kg/ha

Al parecer los genotipos IS 8577 y la Sorghica real 40 son mas eficientes con aplicaciones medias de inoculo micorrizico, encambio la variedad Sorghica real 60 como se aprecia en la figura 5, resulto ser la unica que reacciona positivamente con incremento en produccion en el la dosis mas alta utilizada (100 Kg/ha)

El rendimiento no esta presentando correlaciones destacables con las esporas de las micorrizas encontradas

Los promedios obtenidos para los caracteres agronomicos de los tres genotipos estudiados se han registrado en las tablas 3, 4 y 5 del anexo

5 3 PESO DE DIEZ PANOJAS

Refiriendonos a este parametro, fueron rotundamente superiores aquellos tratamientos con aplicaciones de fosforo, presentando la misma accion vista en el rendimiento

Las micorrizas respondieron en el nivel cero de fosforo con una producción progresiva con las dosis de micorrizas

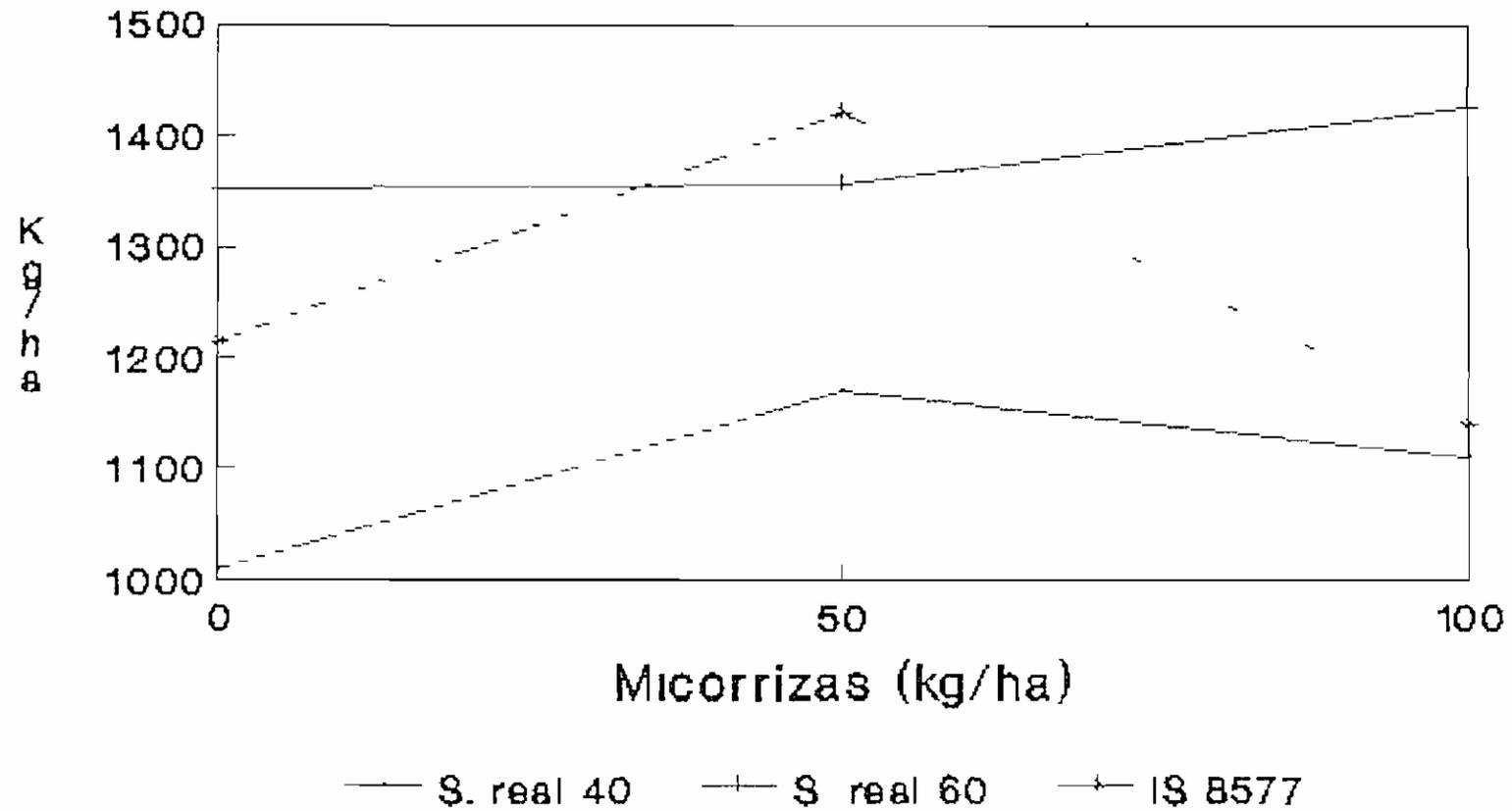


Figura 5. Respuesta en rendimiento de tres genotipos de sorgo bajo tres dosis de micorrizas "La libertad" 1990 B

en la línea IS 8577 y la variedad Sorghica Real 60 (Anexo Tablas 4 y 5).

Cuando se aplico fosforo con los genotipos IS 8577 y Sorghica Real 40, esta asociacion se manifesto mejor en los niveles de 25 kg/ha de P_2O_5 , (Anexo, Tablas 3 y 5) y la Sorghica Real 60 respondio con aumentos en los niveles cero y 50 kg/ha de P_2O_5 para las dosis ascendentes de inoculo micorrizico (Anexo, Tabla 4)

La aplicacion de fosforo triplico las producciones en las diez panojas, no encontrandose diferencias estadísticas entre los niveles (25 y 50 kg/ha de P_2O_5), (Figura 6)

La inoculacion de las micorrizas esta provocando una mayor produccion de las diez panojas, como se aprecia en la Tabla 10. Donde se destaca la Sorghica Real 60 con mayor produccion con la dosis más alta de micorrizas, y el tratamiento (25-50 kg/ha) de P_2O_5 y micorrizas (Figura 6)

El carácter peso de diez panojas, presento correlaciones positivas con la materia seca en la dosis cero (0,59), para aumentar con las dosis 50 y 100 kg/ha de suelo micorrizado (0,74 y 0,70), respectivamente. Esta correlacion esta indicando que una mayor acumulacion de materia seca, esta ocasionando una mayor produccion de grano, siendo destacable en la dosis media de inoculo (50 kg/ha de micorrizas)

Tabla 10 Promedios de la inoculación con micorrizas V A en peso de diez panojas (g) en tres genotipos de sorgo (*Sorghum bicolor*) "La libertad" 1990 B

MICORRIZAS (Kg/ha)	S real 40	S real 60	IS 8577
0	90,9 b *	140,1 b	84,7 b
50	127,8 a	125,0 c	91,3 a
100	97,8 b	164,9 a	103,8 a

* Medias con la misma letra no presentan diferencias significativas

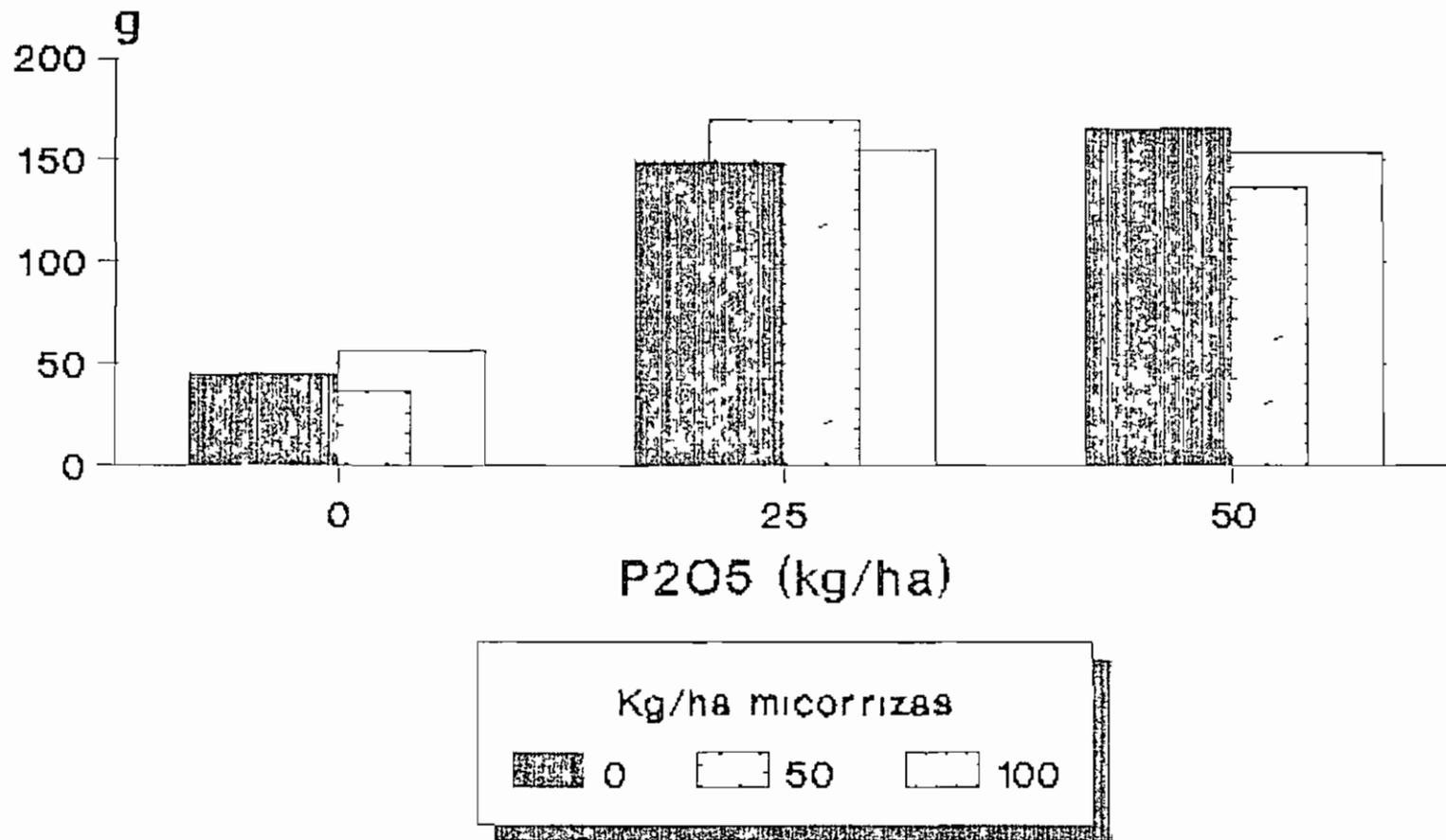


Figura 6 Respuesta en peso de 10 panojas bajo 3 niveles de fosforo y 3 dosis de micorrizas "La libertad" 1990 B

7

Tabla 10 Promedios de la inoculación con micorrizas V A
en peso de diez panojas (g) en tres genotipos
de sorgo (*Sorghum bicolor*) "La libertad" 1990 B

MICORRIZAS (Kg/ha)	S real 40	S real 60	IS 8577
0	90,9 b *	140,1 b	84,7 b
50	127,8 a	125,0 c	91,3 a
100	97,8 b	164,9 a	103,8 a

* Medias con la misma letra no presentan diferencias significativas

5 4 PESO DE MIL SEMILLAS

Esta variable tambien resulto cambiante y depende de los niveles de fosforo (Figura 7) no presentando mayores cambios con respecto a su promedio (24,2 g) en las dosis de micorrizas (Tabla 11)

La Sorghica Real 40 presenta el mayor promedio con 24,8 siendo estadisticamente diferente comparandola con Sorghica Real 60 e IS 8577 con (24,1 y 23,7 g), respectivamente (Tabla 11)

En los tratamientos se puede observar un mayor peso de los granos con la dosis mas alta de micorrizas, en cada uno de los niveles de fosforo (Figura 7) De lo cual se deduce que a medida que el fosforo se vuelve más disponible es mayor el peso de los granos, aumentando asi con las dosis de micorrizas

5 5 FLORACION

En cuando a los dias a floracion la Sorghica Real 40, resulto ser la mas precoz con un promedio de 64 dias, y los otros dos genotipos presentaron promedios de 72 y 73 dias para Sorghica real 60 y la linea experimental 8577, respectivamente (Anexo, Tablas 3, 4 y 5)

Figura 7 Promedios del peso de mil semillas en 3 niveles de fosforo

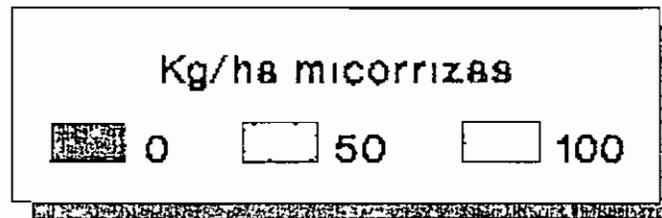
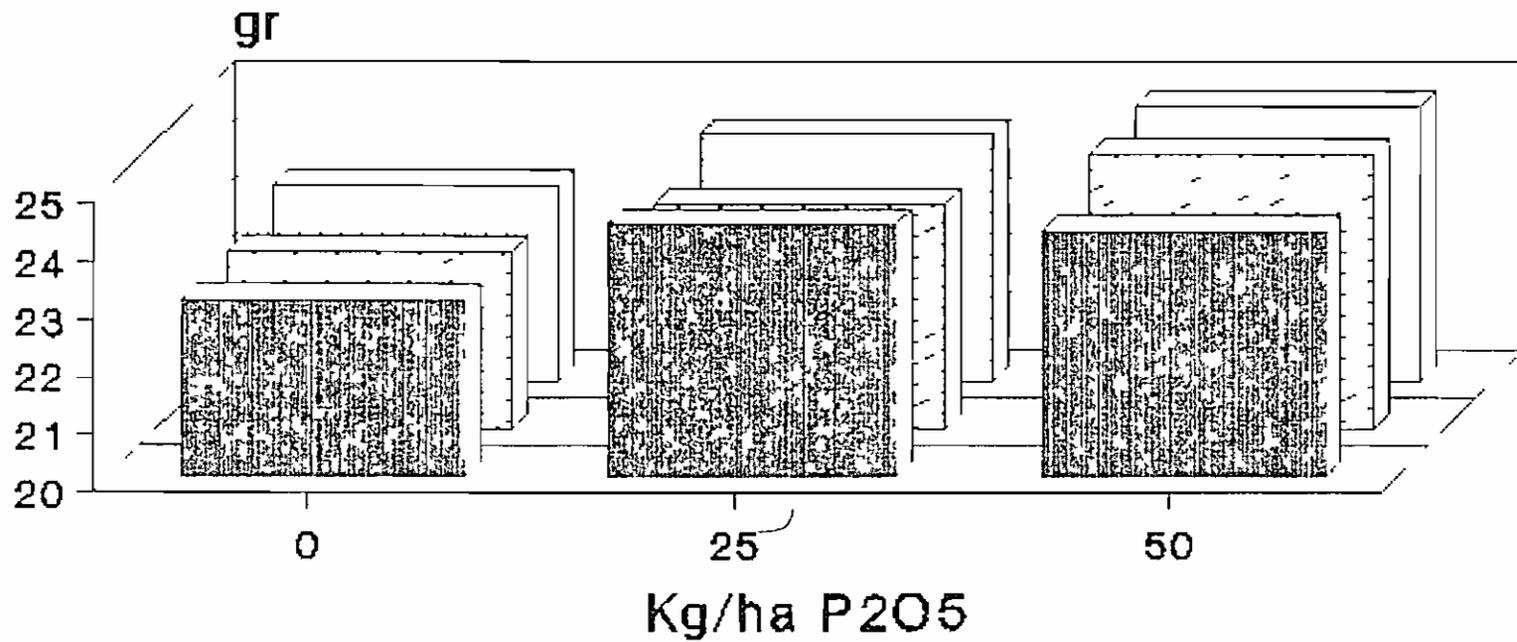


Tabla 11 Comparacion entre promedios¹ del peso² de mil semillas (g) bajo tres dosis de suelo micorrizado en tres genotipos de sorgo (Sorghum bicolor) La libertad 1990 B

MICORRIZAS Kg/ha	S real 40	S real 60	IS 8577
0	24,7 ab *	24,0 cd	23,8 cd
50	24,7 ab	24,2 bc	23,6 d
100	24,8 a	24,1 c	24,0 cd

* Medias con la misma letra no presentan diferencias significativas

La no aplicación de fósforo causó retrasos de más de 20 días para llegar a antesis (Anexo, Tablas 3, 4, y 5), las micorrizas inoculadas en este nivel (0 kg/ha de P_2O_5), causan en las variedades Sorghica Real 40 y Sorghica Real 60 un acorte en días a floración con el nivel más alto utilizado (100 kg/ha)

Como se aprecia en las Figuras 8 y 9 tanto la no aplicación de fósforo, como la inoculación de micorrizas en las variedades Sorghica Real 40 y Sorghica Real 60 retrasa la llegada a floración (Tabla 12)

La floración tuvo correlaciones negativas en forma altamente significativa con el rendimiento (-0,60) y peso de la materia seca (-0,61) en la dosis cero de micorrizas, en la dosis 50 kg/ha (-0,68 y -0,61), en la dosis 100 gk/ha (-0,69 y -0,77), respectivamente

Permitiendo inferir esta correlación que entre más demoren los genotipos en llegar a antesis, sus rendimientos serán muy bajos y a su vez van a poseer menos peso de la materia seca

5 6 CRECIMIENTO

En ambientes climáticos similares y después de una germinación normal de los materiales, a partir de los

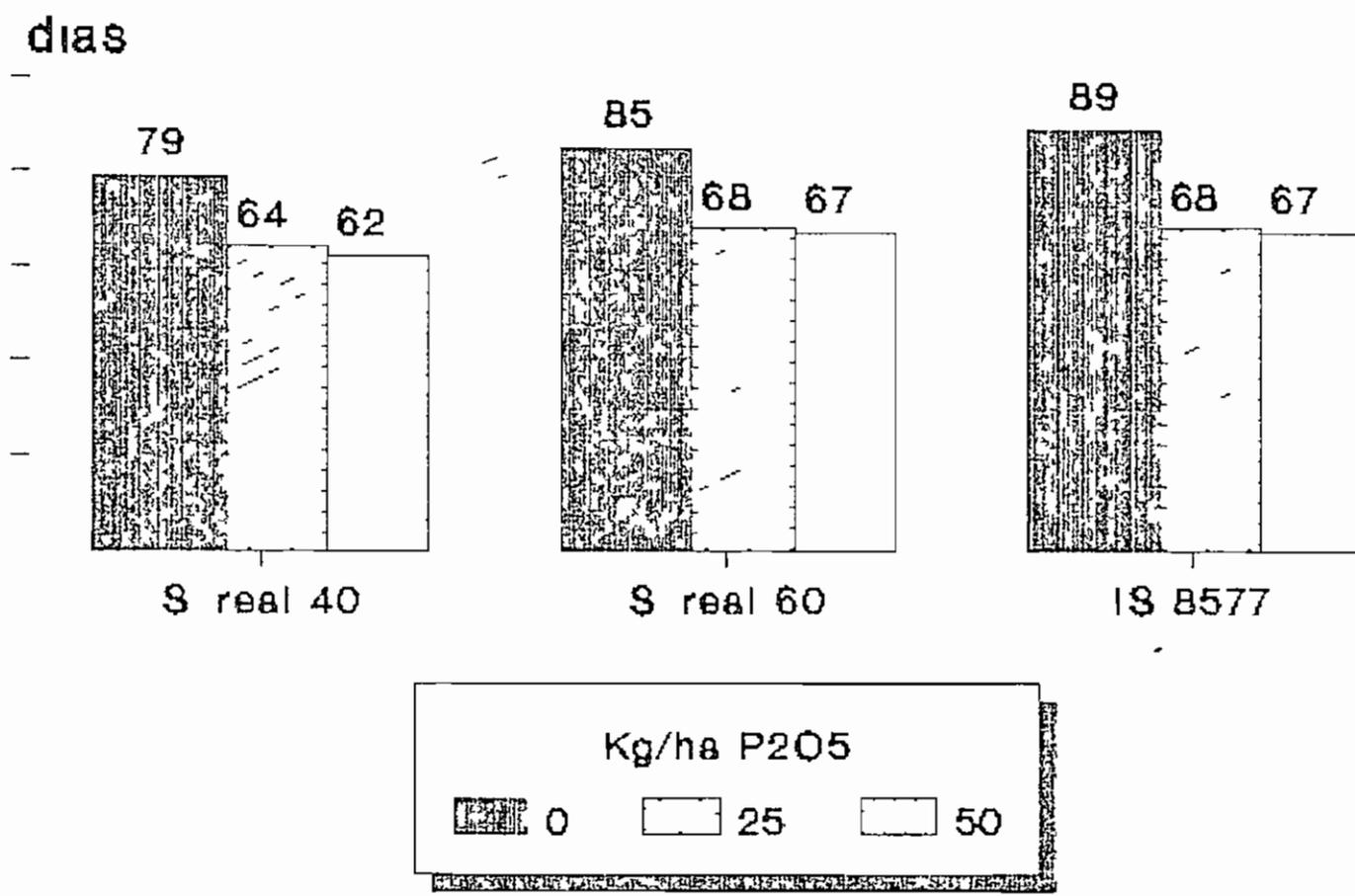


Figura 8 Floracion de los genotipos de sorgo a niveles constantes de fosforo "La libertad" 1990 B.

Figura 9 Floracion de los genotipos de sorgo a dosis constante de micorrizas

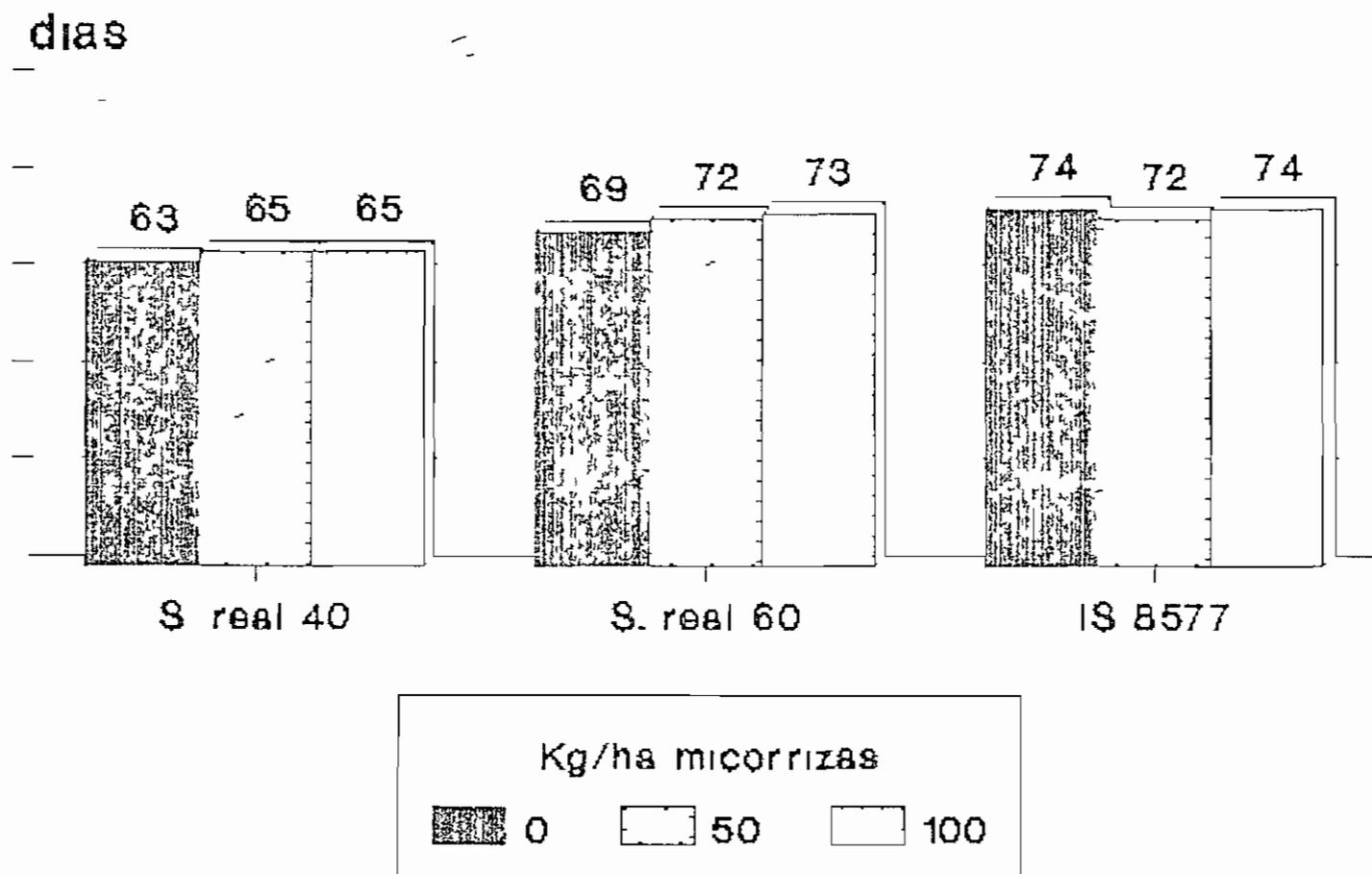


Tabla 12 Comparacion de promedios en dias a floracion bajo tres dosis de micorrizas V A en tres genotipos de sorgo (Sorghum bicolor) "La libertad" 1990 B

MICORRIZAS Kg/ha	S real 40	S real 60	IS 8577
0	62,8 c *	69,6 b	73,6 a
50	65,2 c	72,4 a	72,5 a
100	64,6 c	73,2 a	73,9 a
x	64,2	71,7	73,3

* Medias con la misma letra no presentan diferencias significativas

diez días de germinación aparecen los primeros síntomas de toxicidad por Al y/ deficiencia de fósforo, acentuándose con el transcurrir del tiempo en aquellas plantulas donde no se aplicó fósforo, aun con aplicaciones de micorrizas. Luego las plantas se fueron recuperando, a excepción de la variedad Sorghica Real 40 con el nivel cero de fósforo y no inoculadas, los cuales no alcanzaron a llegar a la etapa de floración.

Estas plantas con cero fósforo alcanzaron una altura relativamente igual a las plantas con aplicación de P_2O_5 , aunque en su desarrollo eran menos vigorosas y además poseían características visuales inferiores a donde se había aplicado P_2O_5 , como mayor tamaño de la masa radicular y área foliar.

5 6 1 Altura de plantas El crecimiento de los genotipos de sorgo en términos de altura se aprecian en las Figuras 10 y 11, donde se determinó que las alturas estaban más ligadas a los niveles de fósforo que a las dosis de micorrizas.

Los genotipos estudiados presentaron un lento crecimiento durante la etapa vegetativa, estos a su vez realizaron un incremento casi lineal hasta la etapa de floración.

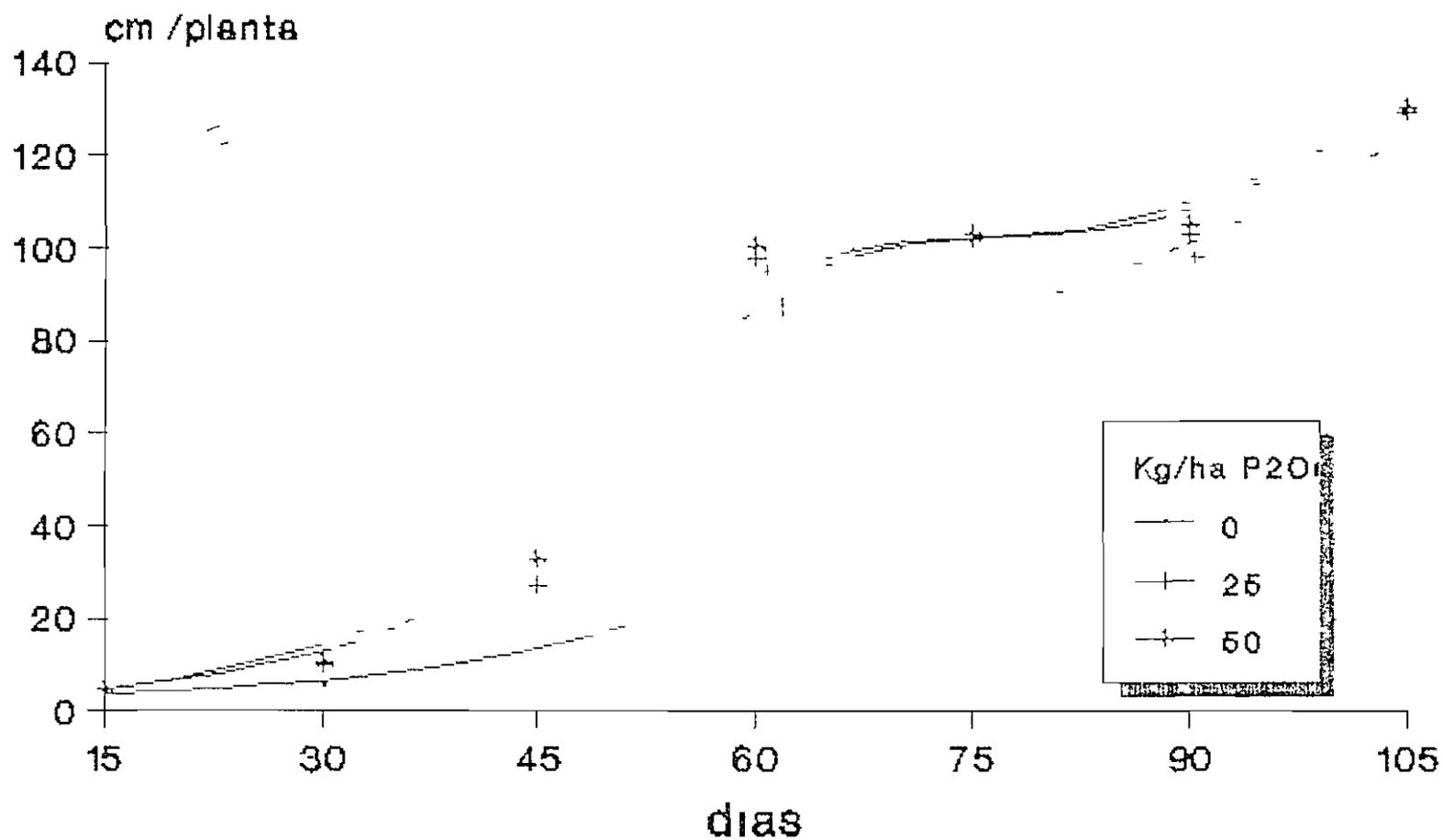


Figura 10 Alturas de plantas a niveles constantes de fosforo "La libertad" 1990 B

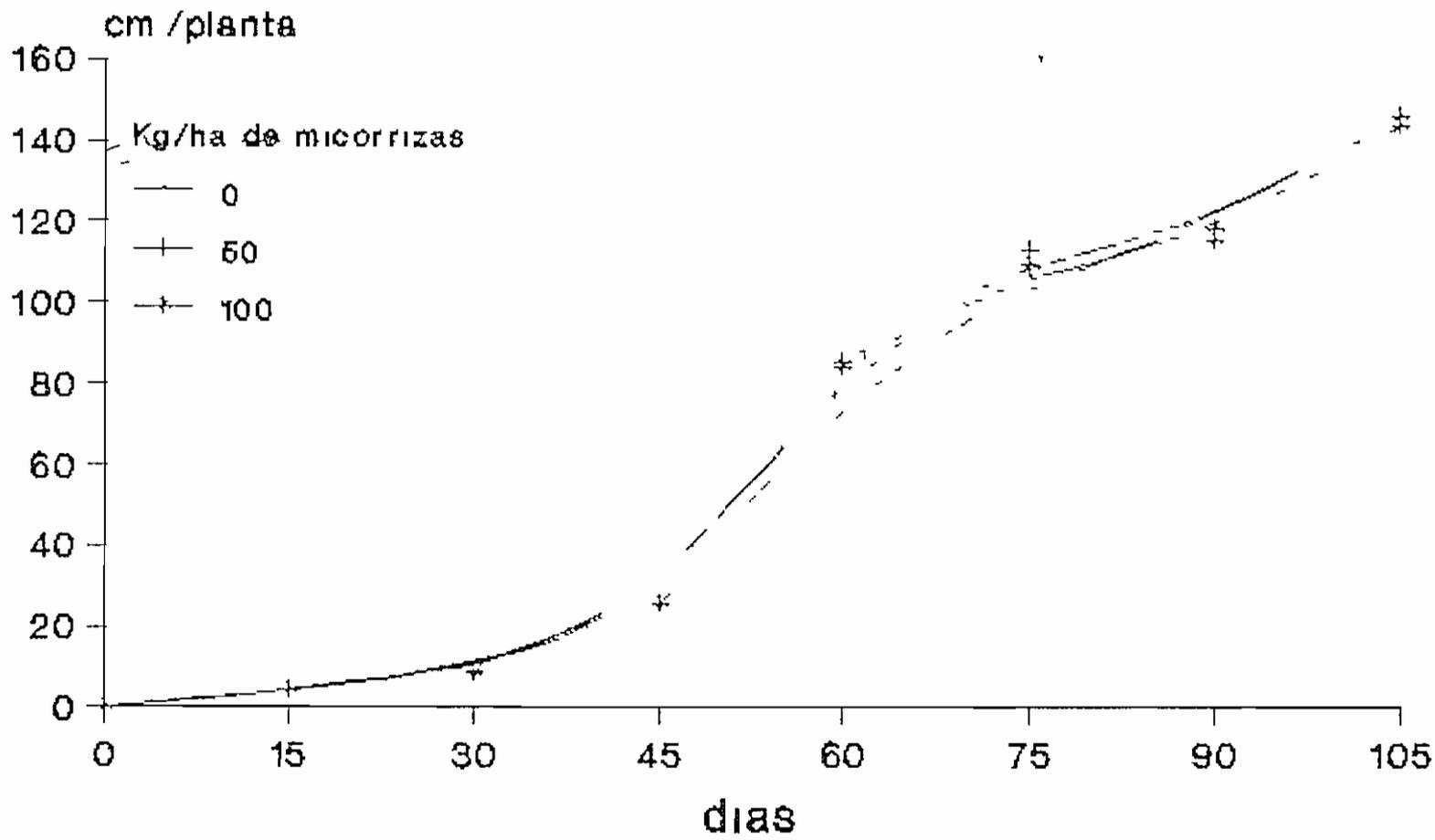


Figura 11 Alturas de plantas a dosis constante de micorrizas "La libertad" 1990 B

el cual inmediatamente termino

Los niveles de fosforo causan un retardo en el crecimiento en el nivel cero (Figura 10), entre los 45 a los 90 días, siendo este periodo donde se presentan altas diferencias estadísticas, para luego alcanzar la misma altura aquellas plantas con aplicacion de fósforo en cualquiera de los niveles (25 o 50 kg/ha)

Con aplicación de fósforo, las plantas adquirieron mayor altura, cuando mayor fue la dosis, no siendo diferentes estadísticamente. Tal respuesta era esperada dado que el fosforo como fuente de energia estimula el crecimiento de las plantas

De acuerdo con los resultados para cada una de las dosis de micorrizas (Figura 11), se aprecia que no hubo diferencias significativas entre los promedios de altura siendo siempre superiores en altura las plantas con aplicacion media de suelo micorrizado (50 kg/ha), frente a la de 100 kg/ha y la no inoculacion, como lo describen en yuca, Burckhardt y Howeler (1985)

La altura final está presentando correlaciones positivas a un nivel altamente significativo con el rendimiento (0,63) y (0,63), en las dosis 50 y 100 kg/ha de suelo

micorrizado, respectivamente

La altura de planta bajo las dosis de micorrizas parece no tener mayor influencia en el rendimiento del ensayo, cuando se comparan los promedios, como puede observarse en la tabla 13. Esto nos indica que las diferencias en el rendimiento dentro del mismo grupo por altura de planta, debe atribuirse a su propia capacidad de rendir, como lo describe Fernandez (1985) en arroz.

5.6.2 Acumulacion de materia seca

En terminos de materia seca las figuras 12 y 13, nos presentan los patrones de crecimiento entre los niveles de fosforo y las dosis de suelo micorrizado siendo estos muy similares.

Con la aplicacion de fosforo al suelo, los resultados muestran mayores acumulaciones de materia seca en los niveles 25 y 50 Kg de P₂O₅/ha, no siendo diferentes estadisticamente estas dos dosis, pero la no aplicacion de fosforo resulto ser inferior significativamente. Esto debido al retardo en crecimiento sufrido entre los 45 a los 90 dias ddg.

Los resultados no presentan diferencias significativas en

Tabla 13 Comparacion de promedios en altura de planta bajo tres dosis de micorrizas V A en tres genotipos de sorgo (Sorghum bicolor) La libertad 1990 B

MICORRIZAS kg/ha	S real 40	S real 60	IS 8577
0	129,8	157,9	151,3
50	131,0	159,1	149,1
100	127,9	155,3	148,9
x	129,6	157,3	149,8

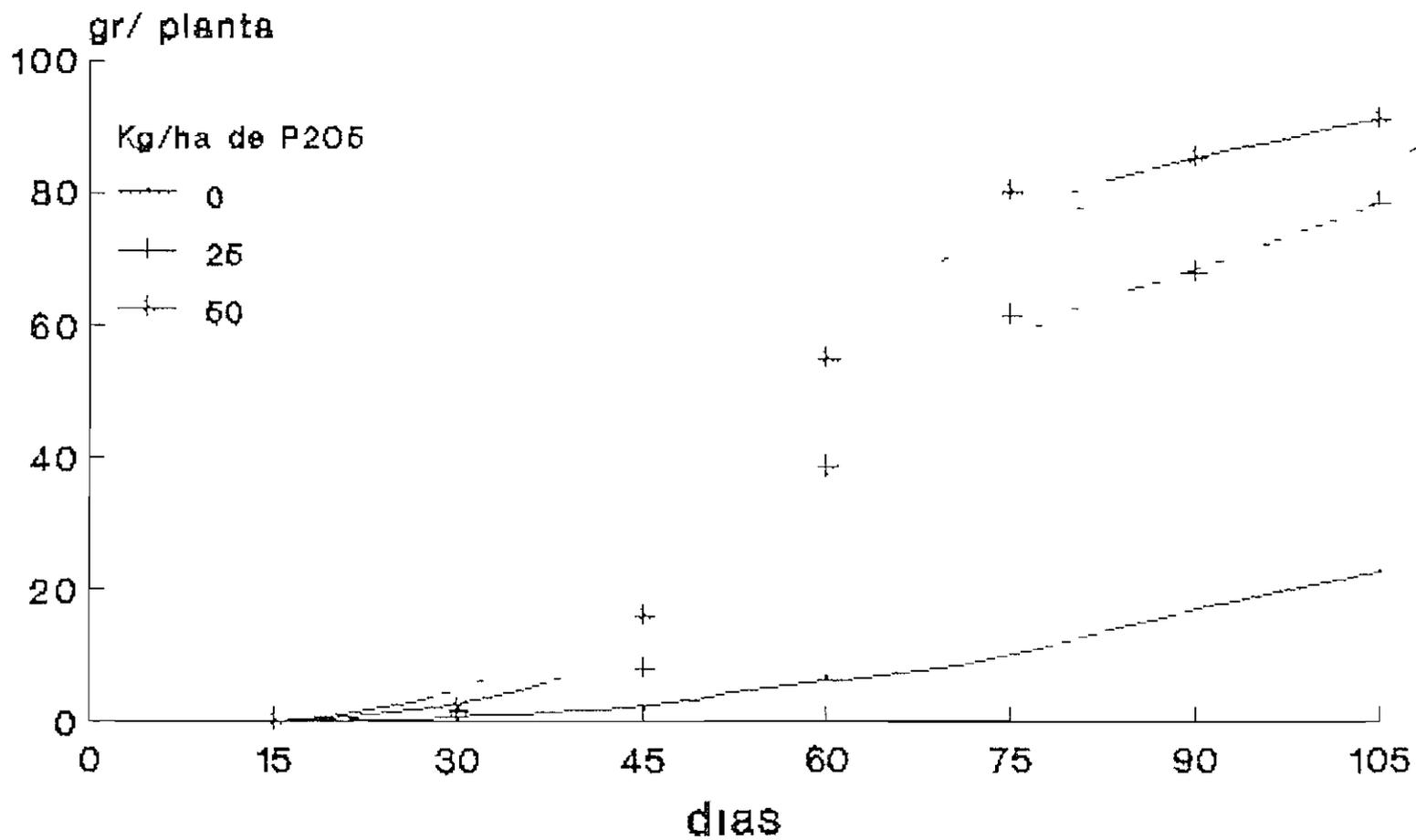


Figura 12 Acumulacion de materia seca
a niveles constantes de fosforo
"La libertad" 1990 B

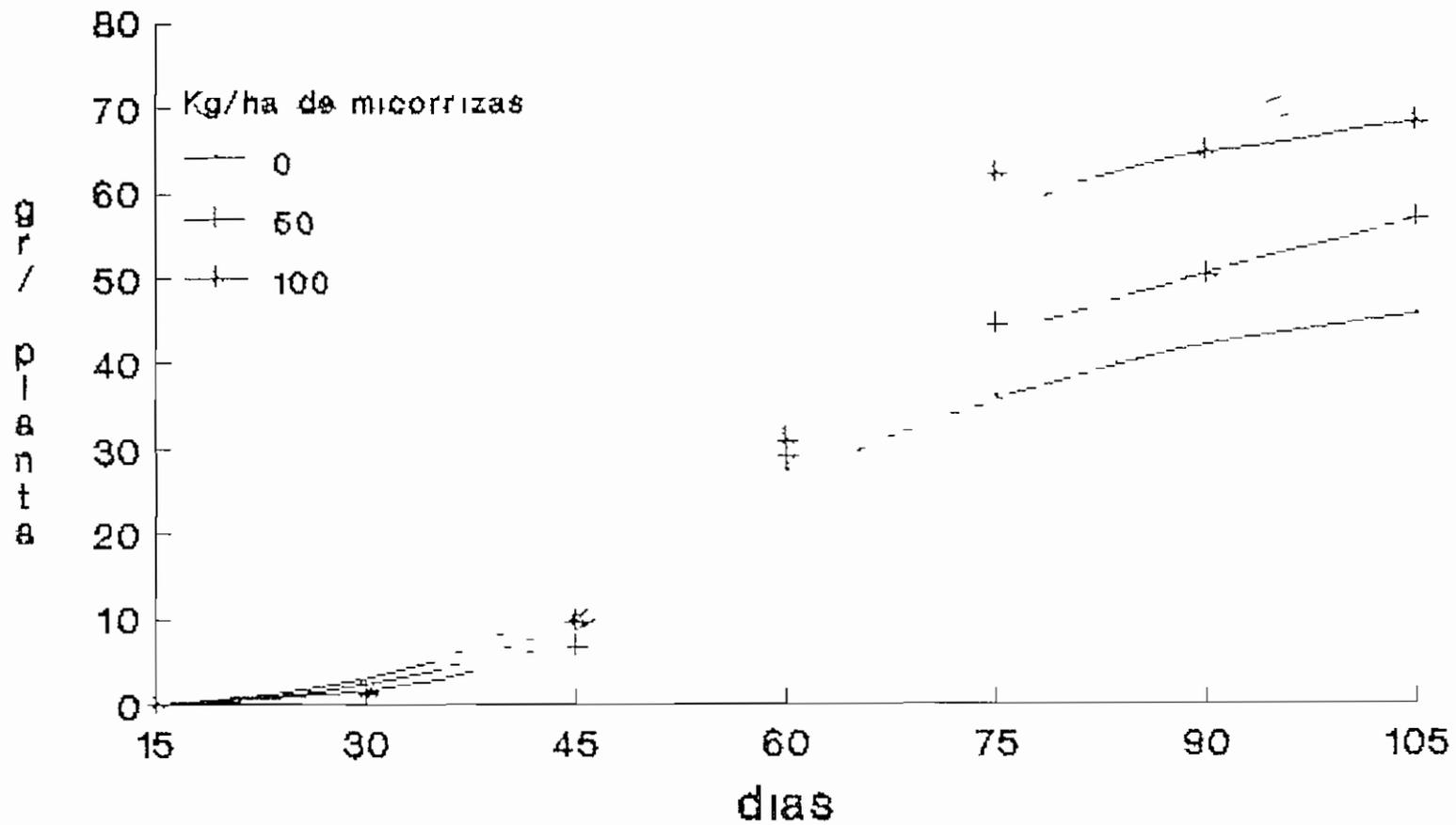


Figura 13 Acumulacion de materia seca
a dosis constantes de micorrizas
"La libertad" 1990 B

las evaluaciones hechas con anterioridad a los 60 días ddg , donde apartir de esta evaluacion las plantas no inoculadas con micorrizas V A presentaron siempre los menores valores, comparandolas con las dosis 50 y 100 Kg/ha de suelo micorrizado

\'

La materia seca en porcentaje encontrada en cada uno de los genotipos bajo las diferentes dosis de suelo micorrizado se presentan en la figura 14

La proporción de materia seca que representan los genotipos a los 60 días ddg es aproximadamente el 50% del peso seco total obtenido, esta relacion esta fundamentada en lo encontrado por Paul (1990) en sorgo y Perdomo et al (1985) en arroz

En las lecturas post-floracion comprendida entre los 75 y los 90 días para la genotipos Sorghica real 60 e IS 8577, y de 60 a los 75 días para la variedad Sorghica real 40, cuando esta ocurriendo el periodo de llenado de grano, se puede observar la poca cantidad de materia seca acumulada por lasdosis cero de suelo micorrizado Y por el contrario en las dosis 50 y 100 Kg/ha existe una mayor acumulacion Perdomo et al (1985) afirman que la materia seca producida en este periodo, tiene una estrecha relacion con el rendimiento y el peso de los

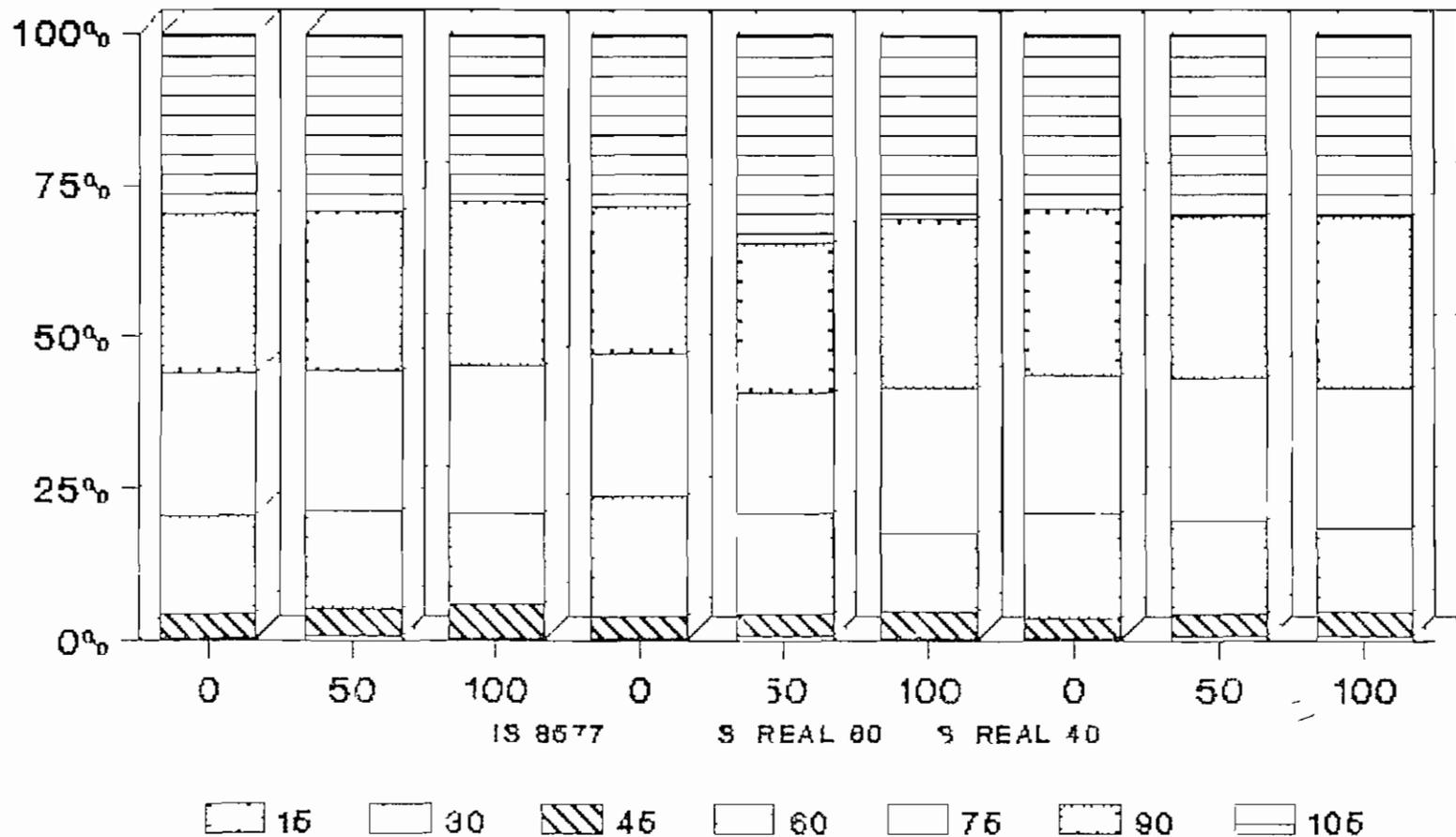


Figura 14. porcentaje de acumulacion de materia seca "La libertad" 1990 B

granos

Este hecho se puede explicar si se tiene en cuenta que al inocular con micorrizas V A aumenta la acumulación de materia seca, y más en este periodo

La respuesta de la materia seca total, muestra que la inoculación en los genotipos Sorghica real 40 e IS 8577 acumularon 1,2 y 1,5 veces más materia seca con 50 y 100 Kg/ha, respectivamente, sin embargo la variedad Sorghica real 60 aumentó 4 y 10 veces más con estas mismas dosis donde no se aplicó fósforo. Al realizar aplicación de P₂₀₅ la Sorghica real 40 e IS 8577 mantienen esa relación, y la Sorghica real 60 aumentó casi al doble esta producción de materia seca (anexo, tablas 3, 4 y 5)

Para los niveles de fósforo la materia seca total nos está reportando 70 y 80% más materia seca en los niveles 25 y 50 Kg/ha de P₂₀₅, respectivamente, resultado similar al encontrado por Krishna and Bagyaraj (1981)

Esta relación de producción de materia seca está muy correlacionada en un nivel altamente significativo con el rendimiento y peso de diez panojas en la dosis cero micorrizas con (0,67) y (0,59), la dosis 50 Kg/ha (0,75)

y (0,74) y la dosis 100 Kg/ha (0,76) y (0,70), respectivamente

Los genotipos presentaron mayor asociacion en produccion de grano en la dosis media de suelo micorrizado (50 Kg/ha), y al parecer la alta aplicacion de inoculo micorrizico a estos genotipos le esta causando una ganancia de peso, que al parecer va a parar a los reservorios vegetativos (tallos y hojas) y que no se reporta en los granos

Tomando y calculando sobre los datos de materia seca, se demuestra la dependencia a cada dosis de micorrizas, en los diferentes niveles de fosforo para este parametro, como lo demuestra la tabla 14

La dependencia en los niveles 25 y 50 Kg/ha de P₂₀₅ no unicamente esta relacionado con el requerimiento de las plantas a las micorrizas, sino tambien a la alta efectividad de estas (*Glomus manihotis*)

En promedio, en todos los niveles de micorrizas, el genotipo mas dependiente para materia seca fue Sorghica real 60 y el menos dependiente la linea experimental IS 8577, (anexo, tabla 6)

Tabla 14 Dependencia de tres dosis de micorrizas V A en cada nivel de P2O5, considerando la materia seca final en tres genotipo de sorgo (Sorghum bicolor) "La libertad" 1990 B

MICORRIZAS Kg/ha	Kg/ha de P2O5					
	0		25		50	
	M S *	DEP**	M S	DEP	M S	DEP
0	10,8	100	63,3	100	70,6	100
50	18,9	143	87,6	138	94,0	133
100	37,6	171	84,9	134	109,1	155
	22,4		78,6		91,2	

* Materia seca en gramos

** Dependencia en %, con base en plantas no inoculadas

5 7 CONTENIDO DE FOSFORO EN LA PLANTA

En la tabla 15 se muestran los resultados en porcentaje de el muestreo foliar hecho en la etapa de floracion

En ausencia de fosforo los genotipos presentaron una concentracion muy similar, no influyendo la aplicacion de micorrizas

Individualmente los genotipos presentaron una dinamica de absorcion de fosforo, segun este se encontrara disponible para la planta. Se puede observar una mayor concentracion en el genotipo Sorghica real 40, seguido por la Sorghica real 60 e IS 8577 (Anexo, tabla 7)

La inoculacion esta colaborando en la absorcion de fosforo cuando se aumenta la presencia de inoculo micorrizico y los niveles de fosforo. Siendo la inoculacion eficiente y practica en aumentar la absorcion de fosforo en las variedades Sorghica real 40 y Sorghica real 60 (tabla 15)

De otra parte las concentraciones de fosforo en la planta estan proporcionando una mayor relacion con la produccion de la materia seca, peso de diez panojas y el rendimiento, en estas variedades

Tabla 15 Contenido de fosforo en porcentaje (%) bajo tres niveles de P2O5 y tres dosis de micorrizas en los genotipos de sorgo (*Sorghum bicolor*) "La libertad" 1990 B

P2O5	MICOR	S real 40	S real 60	IS 8577
0	0	0,20	0,18	0,19
	50	0,20	0,19	0,20
	100	0,20	0,20	0,19
25	0	0,24	0,21	0,19
	50	0,27	0,23	0,19
	100	0,28	0,24	0,20
50	0	0,25	0,24	0,20
	50	0,26	0,24	0,21
	100	0,26	0,26	0,24
	x	0,24	0,22	0,20



UNIVERSIDAD DE LOS LLANOS
SISTEMA DE BIBLIOTECAS
HEMEROTECA
Villavicencio - Meta

No se sabe a ciencia cierta si las concentraciones de fosforo sean suficientes para alcanzar las etapas fisiologicas y ayudar en mayor proporcion en la produccion de grano Aunque puede ser igualmente importante "el balance nutritivo" , con condiciones y factores que influyeron en mayor o menor proporcion la absorcion de otros elementos que no compesaron la produccion de grano

5 8 ANALISIS ECONOMICO

Cuando se estudia la variacion del rendimiento en funcion de aportes crecientes de fertilizantes, se puede comprobar que los excedentes de cosecha, referidos a una misma cantidad de abono (quimico y/o biologico) van disminuyendo si las cantidades se aumentan

El proceso de analisis de funciones del costo promedio total especificado, utilizando el polinomio de segundo grado (funcion cuadratica), realizado para esta unidad de produccion se determinan los optimos fisicos y los economicos

$$Y = @_0 + @_1P + @_2P^2 + @_3M + @_4M^2 + @_5 PM$$

Las dosis maximas de P2O5 y micorrizas, se obtuvieron del

modelo anterior, derivando el rendimiento con respecto a las dos ecuaciones simultaneas asi

$$dY/dP = @_1 + @_2P + @_5M = 0 \quad , \quad dY/dM = @_3 + @_4M + @_5P = 0$$

El proceso de analisis de funciones de costos promedios totales se determinan los optimos fisicos y los economicos

$$Y = 1244,4 + 0,0982M + 0,011P - 0,00103M^2 \\ - 0,00016P^2 + 0MP$$

Optimo fisico

Con la derivacion de P205 y micorrizas tenemos

$$dY/dP = 0,011 - 2 (0,00016) P = 0 \quad \text{P205} = 34,4 \text{ Kg/ha}$$

$$dY/dM = 0,0982 - 2 (0,00103) M = 0 \quad \text{Micorr} = 47,7 \text{ Kg/ha}$$

Optimo economico

Cuando se realizo esta investigacion el precio de sustentacion de la tonelada de sorgo costaba \$ 110 000, y los precios del suelo micorrizado \$ 180,0/Kg , y el P205 \$ 432,0/Kg

Para calcular el nivel optimo economico de las dosis de P2O5 y micorrizas, se tiene que derivar de los anteriores precios

$$dY/dP = (\$ \text{ Kg de P2O5} / \$ \text{ Ton de sorgo})$$

$$432,0/110\ 000 = 0,00392 - 2 (0,00016)P , P2O5 = 22,1 \text{ Kg/ha}$$

$$dY/dM = (\$ \text{ Kg de Mic} / \$ \text{ Ton de sorgo})$$

$$180,0/110\ 000 = 0,00164 - 2 (0,00103)M , Mic = 46,9 \text{ Kg/ha}$$

Por lo tanto para los maximos fisicos de las dosis de P2O5 y micorrizas fueron 34,4 y 47,7 Kg/ha, por su parte para los optimos economicos las dosis fueron 22,1 y 46,9 Kg/ha, respectivamente

En el analisis de rentabilidad teniendo en cuenta los costos de produccion (tabla 16), nos esta presentando que ningun tratamiento resulto rentable, como se puede apreciar en la tabla 17, sin embargo teniendo en cuenta las producciones de los tratamientos (25 - 50) y (50 - 50) Kg/ha de P2O5 y micorrizas respectivamente, resulta mas rentable la aplicacion de la combinacion (25 - 50) obteniendose ahorros en aplicacion de fosforo

Tabla 16 Costos de produccion por Ha en villavicencio
1990 B

	UNIDAD	CANTIDAD	\$ UNIDAD	\$ TOTAL
I COSTOS DIRECTOS				
Preparacion del terreno				45000
Semilla	Kg	18	1200	21600
Fertilizacion				
Cal dolomita	Kg	300	28	8400
Urea (46%)		218	126	27468
KCl (60%)		42	120	5040
SFT (44,5%) *		97	190	18430
		48,5		9215
Micorrizas †		100	180	18000
		50		9000
Aplicacion	Bulto		500	4500
Control de Malezas				
Atrazina 80%	Kg	0,3		5800
Aplicacion	Jornal	1	2600	2600
Control de Plagas				
Pounce 4G	Kg	1 4	444	622
Aplicacion	Jornal	1	2600	2600
Cosecha				10000
Recoleccion	Bulto		650	
Zorreo			100	
Empaques			500	
Transporte(I y F)			5000	
Asistencia tecnica	ha			5500
TOTAL COSTOS DIRECTOS				133330
II COSTOS INDIRECTOS				
Arrendamiento				35000
5% Administracion				6667
5% Imprevistos				6667
TOTAL COSTOS INDIRECTOS				48508
TOTAL COSTOS DE PRODUCCION				\$ 183 588

Tabla 17 Balance económico de los tratamientos con base en los costos de producción y el precio/ Kg de la micorriza y el P2O5

P2O5 MIC Kg/ha	COSTOS \$	PRODUC Kg/ha	RENTAB %	P de EQUI Kg/ha
0 0	183 588	520,3	- 69	1669
50	192 588	468,5	- 73	1751
100	201 588	442,5	- 76	1833
25 0	192 803	1463,6	- 16	1753
50	201 803	1730,0	- 6	1835
100	210 803	1545,2	- 19	1916
50 0	202 018	1592,7	- 13	1837
50	211 018	1748,0	- 9	1918
100	220 018	1688,5	- 16	2000

* Precios del suelo micorrizado (\$ 180,0/Kg)

P2O5 (\$ 432,0/Kg)

6 CONCLUSIONES

Considerando los cambios morfológicos y fisiológicos sufridos por los genotipos, y la identificación de la infección y la esporas de la especie Glomus manihotis, se asegura la existencia de la simbiosis entre este hongo M V A y las raíces del sorgo

Resultado evidente que la aplicación de fósforo fue el factor más determinante para aumentar la efectividad de las micorrizas en producción de grano y materia seca, e incrementar la dependencia de los genotipos a estas, en las variables estudiadas, no presentando diferencias estadísticas al aplicar 25 ó 50 kg/ha de P_2O_5

Sin la aplicación de P_2O_5 los rendimientos fueron mínimos, pero cuando se aplicó, los rendimientos fueron mayores con 50 que con 100 kg/ha de micorrizas. En este caso la inoculación no sustituyó la aplicación de fósforo, sino que aumentó la eficiencia en la utilización del P_2O_5 aplicado

Aunque todos los genotipos aumentaron los rendimientos en presencia de fósforo, la Sorghica Real 40 e IS 8577 fueron mas eficientes a la dosis media de micorrizas (50 kg/ha) y la Sorghica Real 60 a la dosis más alta utilizada (100 kg/ha)

Las plantas inoculadas con la dosis de micorriza (100 kg/ha) resultaron con los mayores pesos de las mil semillas y de la materia seca en general, y a su vez causaron retrasos hasta de cuatro dias en llegar a floracion

Agronomicamente resulto ser el mejor tratamiento la aplicación 50-50 kg/ha de P_2O_5 y suelo micorrizado, pero economicamente fue más rentable aplicar 25-50 kg/ha de P_2O_5 y micorrizas, respectivamente Aunque ninguno de los tratamientos resultó positivamente rentable

7 RECOMENDACIONES

Teniendo en cuenta que existio la simbiosis entre la especie de micorrizas v a **Glomus manihotis** y el sorgo, se recomienda realizar mas investigacion en este campo, proponiendo la efectividad de estas micorrizas a diferentes fuentes fosforicas y metodos de aplicacion, para determinar la dependencia de estas a los diferentes genotipos de sorgo (lineas, variedades o hibridos)

Realizar trabajos similares en produccion de grano y materia seca que justifique la aplicacion moderada de inculo y fertilizantes fosforico con miras a obtener una buena rentabilidad

8 RESUMEN

Durante el segundo semestre de 1990, en el C I La Libertad, del ICA, Villavicencio, a 336 msnm, temperatura media de 26°C, precipitación aproximada de 2 700 mm/año, brillo solar 6,5 horas/día, los suelos FArA con pH 4,4, M O 4,5%, fósforo 6,5 ppm y una saturación de Al 68%, se realizó el estudio para determinar el efecto de las micorrizas V A en el rendimiento del sorgo (Sorghum bicolor), verificando la simbiosis y determinando cual tratamiento sería más rentable para el agricultor

Los genotipos estudiados fueron las variables Sorghica Real 40, Sorghica Real 60 y la línea experimental IS 8577 de INSTOSRMIL con los tres niveles de fósforo (0, 25 y 50 kg de P₂O₅/ha) y las tres dosis de suelo micorrizado (0, 50 y 100 kg/ha) con la cepa Glomus manihotis C-1-1, con 54 esporas/g de suelo. Una fertilización constante de 100 kg de N/ha y 25 kg de K₂O/ha

El diseño experimental consistió en un arreglo factorial de parcelas divididas, donde la parcela principal correspondió a los genotipos y las subparcelas a la

interacción entre los niveles de fosforo y las dosis de micorrizas. El numero de tratamientos fue de 27 con cuatro repeticiones para un total de 108 unidades experimentales de ocho surcos de cinco metros de largo con distancias entre surcos de 0,56 m

Para el efecto del analisis de las variables rendimiento, peso de diez panojas, peso de mil semillas, floración y alturas, se marcaron 10 plantas al azar por parcela. El peso de la materia seca y el conteo de esporas se tomo al azar en las parcelas. A los resultados se les realizó análisis de varianza, correlaciones y por el metodo de covarianza se estimo el rendimiento.

Las variables experimentales respondieron en forma significativa y altamente significativa a la aplicacion de fosforo, siendo este factor el mas determinante para aumentar la produccion de grano y las otras variables.

El numero de propagulos reflejo el potencial de toda la poblacion para infectar los hospederos, siendo los genotipos igualmente susceptibles a la inoculación de esporas nativas e introducidas para la simbiosis.

La aplicacion de micorrizas resulto muy benefico en los genotipos de sorgo para el aumento de la produccion de grano y materia seca, cuando se realizo aplicacion de P_2O_5 . Las otras variables no sufrieron cambios determinantes, a

excepcion de los dias a floiacion

Cuando se aplico P_2O_5 (25 y 50 kg/ha), las micorrizas aumentaron su efectividad, dando los mejores rendimientos en la dosis media (50 kg/ha) con 1 730 y 1 748 kg/ha, respectivamente. La dosis mas alta (100 kg/ha) causó una disminucion en el rendimiento 1 545 y 1 688 kg/ha.

Las plantas inoculadas presentaron mayor peso de la materia seca segun aumentaban las dosis de P_2O_5 . Este peso en las dosis altas de micorrizas no represento un aumento en la produccion de grano.

El analisis economico demostró unos óptimos físicos de 47,7 y 34,4 kg/ha de micorrizas y P_2O_5 , los optimos economicos fueron de 46,9 y 22,1 kg/ha de micorrizas y P_2O_5 , respectivamente. Los tratamientos no presentaron rentabilidad positiva con base en los costos de producción, sin embargo con los precios de \$180 kg de suelo micorrizado y \$432 kg de P_2O_5 , y los rendimientos para los tratamientos (25-50) y (50-50) resulta mas rentable aplicar 50 kg/ha de micorrizas y no 25 kg/ha de P_2O_5 adicionales.

BIBLIOGRAFIA

- AGRIOS, G 1986 Fitopatologia pp 475-476
- AGUIRRE, J F 1985 Componentes morfológicos y fisiológicos del frijol (*Phaseolus vulgaris*) infectado con micorrizas V A Tesis de maestría, Escuela de postgraduados Chapinango Mexico
- ARDEY, J, MUKERJI, K G 1986 Fungi associated with the roots of herbaceous plants 55 (18) 934-935
- AZCON, A C de y BAREA, J M 1980 Micorrizas, investigacion y ciencia N 47 6- 21
- AZCON, A C and OCAMPO, J A 1984 Effect of exudation on V A mycorrhizal infection at early stage of plant growth Plant and Soil 82 133-138
- BETHLENFALVAY, G J , ULRICH, J M , BROWN, M S 1985 Plant response to mycorrhizal fungi host, endophyte, and soil effects S S S of A J 49 (5) 1164-1168
- BURCKHARDT, E A Y HOWELER, R H 1985 Efecto de la inoculacion de cepas de micorrizas sobre el crecimiento de la yuca en varios suelos naturales en el invernadero En Memorias I curso micorrizas Palmira pp 140-160
- CARLING, D E and BROWN, M F 1982 Anatomy and physiology of Vesicular-Arbuscular and mycorrhizal roots En Symposium on Mycorrhizae Vol 72, n 8 1108-1113
- CLARK, R B and GOURLEY, L M 1988 Mineral element concentrations of sorghum genotypes grown on tropical acid soil Commun in soil Sci plant Anal 19 1019-1029
- DE'INE, H W 1982 Interaction between vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi and plant pathogens En Symposium on mycorrhizae Vol 72, n 8 1115-1118

- DULL-SID, B 1985 Aprovechando los microorganismos del suelo Rev "EL SURCO" n 4 p 185
- FABIG, B , MOAWAD, A M , ACHTNICH, W 1989 Effect of V A mycorrhiza on dry weight and phosphorus content in shoots of cereal crops fertilized with rock phosphates at different soil pH and temperature levels 152 (3) 255-259
- FERNANDEZ, F 1985 Crecimiento y desarrollo de las plantas de arroz En Arroz, investigacion y produccion ed Tascon E y Garcia E PNUD - CIAT pp 134-140
- GUTIERREZ, G 1989 Fertilizacion del sorgo En Produccion moderna del sorgo (Ed) Norato T Ibague, ICA-SENA 132 p
- HAPLEY, J L and SMITH, S E 1983 Mycorrhizal symbiosis Londres, Acad press Mineral Nutrition pp 77-103
- HAYMAN, D S 1982 Influence of soils and fertility on activity and survival of V A Mycorrhizal fungi En Symposium mycorrhizae Vol 72 n 8 pp 1119-1124
- HOWELER, R h 1983 La funcion de las micorrizas V A en la nutricion fosforica en yuca Suelos ecuatoriales Vol XIII n 2 pp 51-60
- _____ 1985 Aspectos practicos de la investigacion de micorrizas V A demostrados en el cultivo de la yuca En memoria I curso micorrizas Palmira pp 44-61
- JANOS, D P 1980 Mycorrhizae influence tropical succession Tropical succession pp 56-95
- JIRA LTDA 1989 Manihotina MVA T 87 Boletin tecnico
- KOIDE, R and ELLIOTT, G 1989 Cost, benefit and efficiency of the V A micorrhizal symbiosis Functional Ecology 3 252-255
- KRISHNA, K R , BAGYARAJ, D J 1981 Note on the effect of V A mycorrhiza and soluble phosphate fertilizer on sorghum IJAS India (9) 688-690
- _____, DART, P J 1984 Effect of mycorrhizal inoculation and soluble phosphorus fertilizer on growth and phosphorus uptake of pearl millet Plant and Soil 81 247-256

- _____, et al 1985 Growth and phosphorus uptake response of sorghum to mycorrhizal inoculation En 6th NACOM R Molina (Ed), Oregon pp 404
- LAING, D 1991 Research on input use for sustainable sorghum production CIAT (Mimeografiado)
- LEON, L A 1985 Phosphorus availability in the acid soils of tropical America En "Evaluating sorghum for tolerance to Al-toxic tropical soil in Latin America" CIAT (Mimeografiado)
- MANNER, J G 1986 Introduccion a la fitopatologia Limusa (Ed) Mexico
- MENGE, J A 1983 Utilization of V A mycorrhizal fungi in agriculture Can J Bot 61 1915-1924
- MIRANDA, J C de 1982 Influencia de hongos endomicorrizicos inoculados a campo, na cultura de sorgo e soja en un solo soo cerrado Rev Bras Ci Solo 6 19-23
- _____, SOUSA, D M G de, MIRANDA, L N de 1984 Influencia de hongos endomicorrizicos V A na absorcao de fosforo e no rendimento de materia seca de plantas do sorgo Rev Bras Ci do Solo 8 1 31-36
- OCHOA, G , ARANGO, C , ROBLEDO, A 1988 Evaluacion semicomercial de Manihotina M V A T 87 (micorriza) en el cultivo de la soya Agron pp 16-21
- OROZCO, F H , 1980 Los microorganismos y su relacion con la fertilidad y la fertilizacion del suelo ICA compendio n 38 pp 61-117
- OWEN, E J 1990 Curso sobre micorrizas V A (Mimeograf)
- PACOVSKY, R S , BETHLEMFALVY, G J , PAUL, E A 1986 Comparisons between P-fertilized and mycorrhizal plants 26 151-156
- PAUL, C 1990 Agronomia del sorgo ICRISAT - CLAIS p 302
- PEDRAZA, J E 1981 Respuesta de plantulas de pino a la micorrizacion y fertilizacion fosforica en un oxisol de los llanos orientales de Colombia Boletin tecnico (INCORA)
- PERDOMO, M A et al 1985 Los micronutrientes en la nutricion de las plantas de arroz En Arroz,

- investigacion y produccion ed Tascon E y Garcia E
 PNUD - CIAT pp 103-133
- RAJU, P S 1987 Vesicular- Arbuscular mycorrhizal
 infection effects on growth and uptake of phosphorus
 and mineral elements by sorghum D A I B S E 47 43-
 53
- RAJU, P S , et al 1988 Effects of V A mycorrhizae on
 mineral uptake in sorghum genotypes grown on acid
 soil 19 7-12, 909-918
- _____, et al 1990 Benefit and cost analysis and P
 efficiency of V A mycorrhizae fungi colonizations
 with sorghum genotypes grown at varied phosphorus
 levels M L Beusichem (Ed) Plant nutrition - Phys
 and appli pp 165-170
- RUIZ, C y RENDON, W 1991 Sorghica real 40 y Sorghica
 real 60 Boletin tecnico
- SAIF, R S 1983 Respuesta de las plantas forrajeras
 tropicales a la aplicacion de P y MVA en un oxisol no
 esterilizado (mimeografiado)
- SALINAS, J G , SANZ, J I and SIEVERDING, E 1985 Im-
 portance of V A mycorrhizae for phodpnorus supply to
 pasture plants in tropical oxisols Plant and Soil
 pp 347-360
- SANCHEZ, L F 1986 Resultados sobre la fertilizacion del
 sorgo de grano en suelos de vega del piedemonte
 llanero Rev ICA Vol 21 N 1
- ~SANCHEZ, M de P 1985 Interaccion entre micorrizas y
 patogenos de plantas En Memoria I curso micorrizas
 pp 62-81
- SLEETHARAMA, N et al 1984 Prospects for sorghum
 improvement for phosphorus efficiency En "Evaluating
 sorghum for tolerance ta Al-toxic tropical soil in
 latin America" CIAT (mimeografiado)
- ~SIEVERDING, E 1983 Manual de metodos para la investiga-
 cion de las micorrizas V A en el laboratorio CIAT
 proyecto micorrizas 100 p
- _____, 1985a Aspectos de la taxonomia y la iden-
 tificacion de hongos formadores de M V A En
 Memoria I curso micorrizas Palmira pp 209-223

- * _____ 1985b Aspectos basicos de la investigacion de las micorrizas V A En Memoria I curso micorrizas Palmira pp 1-14
- _____ 1985c Importancia de las micorrizas en la nutricion de las plantas CIAT, proyecto micorrizas (mimeografiado)
- _____ 1986a El papel de las micorrizas en la agricultura *Suelos Ecuatoriales Vol XVI N 1 pp 52-64 *
- _____ 1986b Influence of soil watre regimen on V A mycorrhiza IV Effect on root growth and water relations of Sorghum bicolor J Agron and Crop Science 157 (1) 36-42
- *TORO, S y SIEVERDING, E 1986 Evaluacion cuantitativa y cualitativa de hongos formadores de micorrizas V A en la region de Mondomo, Colombia Suelos Ecuatoriales Vol XVI, N 1 pp 122-128
- *TORRES, H 1988 Aspectos generales de las micorrizas V A (mimeografiado)
- TRAPPE, J M 1982 Synopsic keys to the genera and specie of zygomycetous mycorrhizal fungi En Symposium on mycorrhizae Vol 72, N 8 pp 1102-1107
- VALDEZ, M 1985 La relacion micorriza V A con la fijacion de nitrogeno por Rh-zobium (mimeografiado)
- VANDERLIP, R L 1972 How a sorghum plant develops Coop Ext Service Kansas state University 19 p
- YAHYA, A I et al 1987 Influence of mycorrhizal fungus Gigaspora calospora and some phosphorus source on dry weight and pnosphorus content of sorghum J of Agric 6 (3) 43-56
- YOST, R S , FOX, R L 1982 Contribution of mycorrhizae to P nuttition of crops growing on an oxisol Agron Jour G 6 478- 481

A N E X O S

1'

Tabla 1 Cuadrados medios del analisis de varianza para el crecimiento en altura y materia seca en tres genotipos de sorgo (*Sorghum bicolor*) La libertad 1990 B

F de V	GL	ALTURAS					
		15	30	45	60	75	90
Rep	3	0 8	16 **	396 **	3994 **	2963	2197
Gen	2	2,5**	11 **	147 *	1276 **	3470 **	3038 **
error(a)	6	3,5	13	137	761	643	407
P205	2	7 1**	67**	2520**	28464**	8196 **	1893
Mic	2	0 02	3	22	5-1	37	43
P205 Mic	4	0 3	2	14	199	222	217
Gen P205	4	0,3	2	12	224	532*	154
Gen Mic	4	0,2	1	4	156	268	45
G P205 M	8	0 2	3	13	140	185	37
error(b)	56	0,3	2	39	214	169	93

(continuacion)

MATERIA SECA						
15	30	45	60	75	90	
0,001 **	0,04**	7*	72 **	329 **	341 **	
0,01 **	1,0 **	76	787 **	394 **	957 **	
0,00002	0,004	0,6	4	30	166	
0,1 **	17,4 **	1791 **	21597 **	50162 **	44060 **	
0,01 **	5,8 **	397 **	385 **	6916 **	7864 **	
0,00003 **	0,1 **	74 **	24 **	1430 **	394 **	
0,01 **	0,6 **	37 **	234 **	256 **	709 **	
0,001 **	0,2 **	7 **	32 **	208 **	538 **	
0,002 **	0,4 **	21 **	17 **	38	265 **	
0,0001	0,004	0,6	3	27	58	



UNIVERSIDAD DE LOS LIANOS
SISTEMA DE BIBLIOTECAS
HEMEROTECA
Villavicencio - Meta

Tabla 2 Efectos de los variótipos cultivados en los tres genotipos de sorgo (*Sorghum bicolor*), bajo tres niveles de P205 y tres dosis de micorrizas "La Libertad" 1990 E

VARIABLES	S P205 L 40	S P205 L 60	IS 8577
Rendimiento (kg/ha)	1096,7	1377,8	1258,6
Peso 10 pan (g)	105,5	143,3	93,3
Peso mil sem (g)	27,8	24,1	23,8
Floración (días)	64,2	71,7	73,0
Conteo de esporas	1,3	36,6	37,5
Altura (cm)	129,6	157,3	149,8
Matema seca (g)	57,0	75,8	59,4

* con base en la técnica de co-variación

Tabla 3. Plineados generales de los parámetros con
 tres niveles de fósforo y tres dosis de
 micorizas en el genotipo S real 40 "La
 Libertad" 1990 B

P2O5	mic ¹	Peso de panojas	Flor	P mil semilla	Altura	M S	Rend
0	0	---		---	---	---	---
	50	32,0	82	23,1	124,0	7,1	178,0
	100	18,4	75	27,3	124,8	9,7	65,6
25	0	162,3	63	24,9	129,8	52,0	1392,0
	50	196,1	64	25,1	130,8	59,3	1836,8
	100	141,9	64	25,6	127,3	65,8	1482,2
50	0	247,0	62	24,7	129,8	59,8	1782,2
	50	155,1	52	24,1	133,0	61,2	1566,5
	100	133,2	62	24,6	129,3	78,1	1606,3
		135,8	67	24,6	128,6	49,1	1238,7
	DMS 5%	91,2	9	0,9	3,6	3,1	833,7

Fig. 4. Efectos generales de las diferentes dosis de fertilizantes con los niveles de fósforo y potasio en los cultivos de maíz en el grupo de variedades de la línea 1963.

205	Dosis	Rendimiento		Fertilizantes			Rendimiento
		kg/ha	%	kg/ha	kg/ha	kg/ha	
0	0	65,5	78	24,6	13,4	5,1	772,6
	50	23,4	91	33,7	30,8	17,1	122,6
	100	94,3	85	22,4	16,5	50,6	390,1
25	0	108,9	68	24,2	160,5	53,7	1835,8
	50	193,0	68	23,8	109,0	93,4	1845,4
	100	169,7	68	23,3	159,2	74,7	1998,5
50	0	145,8	67	23,6	159,1	49,3	1625,7
	50	158,6	67	24,9	163,4	78,7	2098,6
	100	230,8	67	25,6	170,2	86,9	2275,3
		70,1	73	24,1	154,7	56,6	1446,1
DMS 5%		8,7	10	0,8	15,5	33,1	870,1

Tabla 5. Efectos de las variedades de las variedades con tres niveles de fertilización y cosecha de microorganismos en la Lirca IS 2577 - La Jiribilla 1990 E

DMS	mic	Peso 10		P. mil		H. S	P. total
		lanojas	flora	semillas	flora		
0	0	51,8	69	22,1	154,6	19,3	163,6
	50	53,9	98	22,6	100,2	15,4	106,2
	100	57,9	90	23,2	141,0	27,5	345,9
25	0	93,0	63	24,2	148,7	40,7	1415,9
	50	122,7	67	23,0	158,4	6,3	1893,0
	100	154,7	69	23,8	144,3	49,3	1462,2
50	0	106,3	67	24,7	151,4	52,9	1769,7
	50	97,5	67	24,9	151,0	75,2	1731,0
	100	98,7	66	24,7	159,4	75,0	1480,5
		93,3	7	23,7	149,2	45,6	1185,9
DMS 5%		37,2	11	1,1	3,1	23,4	739,5

Tabla 6. Dependencia de los rendimientos de sorgo (Sorghum bicolor) a tres dosis de nutrientes V A sobre los niveles de FDSB en el cultivo la materia seca y el rendimiento (Tabla 6) 1990 B

EMPUJOS	FDSB kg/ha	DE A 1/	DEP *	REND 2/	DEP
S real '0	0	45 0	100	1002,3	100
	50	53 9	115	1169,4	116
	100	68 4	130	1111,3	110
S real 00	0	3 3	100	1352 3	100
	50	24,1	174	1355 5	101
	100	35 1	197	1425,6	105
13 3577	0	50 0	100	1214,9	100
	50	59 6	118	1421 5	117
	100	68 1	135	1139,3	94

1/ Materia seca en (g)
2/ Rendimiento (kg/ha)

* DEP = $(\frac{\text{rendimiento no irrigado}}{\text{rendimiento}}) \times 100$

Fig. 7. Efecto de tres dosis de insecticidas en tres niveles de E205 en el rendimiento (%) de algodón como función de los días posteriores de cultivo (C) para el ciclo 1990 B.

100 FILAS C	3 real 40	3 real 60	IS 8577
0	0,23	0 21	0 19
50	0 24	0 22	0,20
100	0 25	0 21	0 21

E205 N5/ha			
0	0 20	0 19	0 19
25	0 23	0 23	0,19
50	0 26	0 25	0 22

TABLA 8 Características morfológicas de las cepas encontradas en el ensayo, de la especie Glomus manihotis

<u>Glomus manihotis</u>		
	C-1-1	C-20-2
Procedencia	Introducida	Nativa
Esporocarpo	S1	S1
Esporas simples	S1	s1
Forma	Globosa	Globosa
Estructura sup	Lisa	Rugosa
Color	Miel rosa, negra	Hialina, blanca, negras
Citoplasma	Granulado	granulado
N Paredes	2 (laminado y solido)	2
Union hifal	Engrosada	Erecta
	Septum	

TABLA 9 Efecto de aplicación de tres niveles de fósforo sobre las esporas nativas de Glomus manihotis C-20-2, en tres genotipos de sorgo (Sorghum bicolor) La Libertad, 1990B

Producción de esporas/g de suelo				
Nivel de S (kg/ha)	S real 40	S real 60	IS 8577	X
0	15,8 (2,8) ⁷	16,0 (4,2)	16,3 (2,5)	16,0
25	17,5 (1,9)	17,8 (1,5)	15,3 (2,9)	16,9
50	14,5 (1,9)	16,0 (2,4)	14,0 (0,8)	14,8
X	15,9	16,6	15,2	15,9

Desviación estandar

Tabla 10 Informe meteorológico de los meses de septiembre, octubre, noviembre, diciembre y enero, durante el ciclo del cultivo "La libertad" 9990 B

INFORME METEOROLÓGICO MES DE SEPTIEMBRE '90

LATITUD GRADO 4 MINUTO 03 NORTE LONGITUD GRADO 73 MINUTO 29 OESTE ALTITUD 310 m s n m

DIA	TEMPERATURAS			H U U M E D A D		E F E C T RELATIV ^o S O L A R h r / d í a	R A D I A C S O L A R M J / m ² d í a	E V A P m	L L U V I A V I C I O			
	MAX °C	MIN °C	PROM °C	%	MIN P VAPOR "				CANT mm	DURACION horas	VELOC h / día	
1	31.6	26.5	23.1	92	60	25.4	4.5	37.0	6.3	1.9	h 0 m 40	86.0
2	31.6	22.4	25.9	81	61	26.7	6.7	55.1	3.1	0.0	h 0 m 00	74.9
3	31.2	22.2	25.8	92	59	27.3	7.5	61.7	5.3	68.8	h 5 m 20	113.3
4	29.0	19.4	24.0	85	53	24.9	4.6	77.9	4.1	1.3	h 0 m 55	48.3
5	31.8	21.2	24.4	79	50	24.6	9.3	76.5	4.9	0.0	h 0 m 00	103.4
6	31.4	20.2	26.0	76	50	25.0	8.8	72.4	7.0	0.0	h 0 m 00	47.9
7	31.8	20.0	26.5	76	53	25.7	9.7	79.8	7.1	17.8	h 3 m 40	105.0
8	28.0	21.2	24.7	87	57	26.8	6.3	51.9	6.4	18.9	h 2 m 25	104.0
9	30.6	21.3	25.2	79	55	25.5	6.7	55.1	5.4	0.3	h 0 m 35	92.8
10	31.6	21.8	26.5	79	52	26.8	9.3	76.5	7.6	0.0	h 0 m 00	89.4
11	31.6	22.2	26.9	81	58	28.6	7.5	61.7	4.9	11.8	h 1 m 20	101.1
12	27.2	21.8	24.6	88	64	27.0	2.6	21.4	2.9	1.8	h 2 m 05	66.1
13	30.6	21.2	24.2	83	53	25.0	1.5	12.3	3.1	0.0	h 0 m 00	111.1
14	31.4	21.8	25.2	77	43	24.5	5.7	46.9	6.0	1.5	h 0 m 55	110.9
15	27.5	21.2	23.3	85	70	24.8	5.2	42.8	4.7	0.0	h 0 m 00	181.7
16	29.2	18.6	23.2	85	66	23.8	6.0	49.4	4.1	0.0	h 0 m 00	63.0
17	31.4	19.8	25.1	78	48	24.1	9.2	75.7	5.8	0.0	h 0 m 00	57.9
18	32.5	21.4	26.6	74	47	25.4	8.1	66.7	6.3	111.5	h 5 m 05	114.5
19	30.6	20.6	24.7	81	44	24.4	4.7	38.7	5.9	6.5	h 2 m 00	69.1
20	31.8	21.6	26.4	82	52	27.7	7.3	60.1	3.7	0.0	h 0 m 00	65.1
21	33.0	22.0	26.5	78	43	26.5	9.7	79.8	5.0	0.5	h 0 m 35	52.8
22	29.8	22.0	24.6	86	59	26.5	2.6	21.4	3.9	1.0	h 0 m 20	90.0
23	32.0	21.2	26.5	74	46	25.2	8.5	70.0	5.6	0.0	h 0 m 00	60.4
24	31.8	22.0	24.8	82	58	26.3	4.8	39.5	4.4	0.0	h 0 m 00	103.8
25	30.2	20.9	24.9	80	43	24.7	5.3	43.6	4.4	0.0	h 0 m 00	91.2
26	30.5	21.4	24.4	82	54	25.5	4.7	78.7	4.6	0.0	h 0 m 00	88.0
27	30.5	20.2	25.0	82	54	25.3	7.6	62.6	3.5	0.0	h 0 m 00	64.6
28	31.0	22.8	26.6	77	55	26.6	4.6	37.9	5.8	0.0	h 0 m 00	75.5
29	32.5	21.4	28.2	72	51	27.0	10.8	88.9	7.4	0.0	h 0 m 00	82.4
30	32.0	23.6	27.0	73	51	26.5	10.7	88.1	6.9	0.0	h 0 m 00	124.2

TOTAL PROME 30.9 21.3 25.4 81 54 25.8 6.7 55.0 156.1 243.6 h 21m55 89.5

CALCULADO POR GR EL METODO DE PENMAN() h = hora a = minu
LOS ESPACIOS EN BLANCO SIGNIFICA QUE NO HAY REGISTRO

(continuación)

INFORME METEOROLOGICO MES DE

OCTUBRE, 90

LATITUD GRADO 4 MINUTO 03 NORTE LONGITUD GRADO 73 MINUTO 29 OESTE ALTIUD 310 m s n m

DIA	TEMPERATURAS			H U M E D A D			PRILLO h/dia	SOLAR RELATIV %	RADIAC MJ/m2dia	EVAP mm	LLUVIA		VIENTO VELOC m/s
	MAX oC	MIN oC	PROM oC	PRM %	MI P %	VAPOR %					CANT mm	DURACION horas	
1	32.2	21.8	24.9	74	47	24.1	5.9	49.3	5.8	2.0	h 1 m 40	129.5	
2	29.5	21.2	24.6	80	63	24.5	4.3	35.9	3.2	3.5	h 1 m 55	84.2	
3	30.6	21.2	25.2	81	56	25.6	5.0	41.8	3.9	0.0	h 0 m 00	27.7	
4	32.0	21.0	25.9	77	48	25.2	8.1	67.7	6.2	0.0	h 0 m 00	74.6	
5	32.8	21.0	25.4	79	50	25.4	7.5	62.7	4.7	4.5	h 0 m 20	74.0	
6	33.4	21.4	26.5	74	48	26.1	8.8	73.5	7.9	16.2	h 1 m 00	110.1	
7	32.4	20.6	25.6	78	52	25.7			6.6	23.3	h 1 m 10	125.1	
8	31.0	21.4	25.4	84	55	27.5	3.0	25.1	5.9	18.9	h 0 m 00	50.2	
9	30.6	21.6	25.0	83	64	26.4	5.2	43.4	3.7	0.0	h 0 m 00	79.2	
10	30.0	21.6	25.7	85	59	27.8	4.5	77.6	4.2	0.0	h 0 m 00	59.2	
11	32.2	21.0	26.2	77	59	26.8	7.3	61.0	5.0	4.7	h 0 m 00	118.2	
12	32.0	22.5	25.4	83	55	27.2	6.7	56.0	4.3	0.0	h 0 m 00	77.6	
13	33.2	22.1	27.4	75	47	27.1	11.0	91.9	5.2	0.0	h 0 m 00	72.2	
14	33.0	22.4	26.0	79	54	26.6	6.6	55.1	6.1	26.2	h 4 m 45	154.4	
15	32.8	22.0	26.2	76	51	25.4	7.6	63.5	6.7	1.5	h 0 m 25	50.3	
16	33.0	22.8	26.6	75	46	26.2	11.4	95.2	5.3	0.0	h 0 m 00	97.9	
17	31.3	20.8	25.8	78	56	25.6	8.7	72.7	4.8	0.0	h 0 m 00	61.3	
18	32.0	22.4	26.8	76	52	26.6	9.9	82.7	6.5	0.0	h 0 m 00	80.7	
19	31.6	22.2	25.8	81	55	26.8	7.5	62.7	6.3	22.4	h 4 m 00	133.4	
20	29.4	21.2	24.8	81	63	26.0	2.1	17.5	2.9	0.8	h 0 m 15	64.6	
21	32.0	21.2	25.9	74	59	25.2	10.0	83.5	4.7	0.0	h 0 m 00	91.3	
22	30.0	21.4	24.8	83	70	26.3	6.9	57.6	4.9	4.4	h 1 m 30	89.6	
23	32.2	20.4	25.3	83	55	26.4	10.1	84.4	4.1	3.1	h 0 m 30	81.1	
24	24.4	21.4	22.2	92	83	24.5	0.8	6.7	2.3	70.6	h 8 m 10	81.1	
25	30.3	21.4	24.9	82	60	25.9	4.6	38.4	4.4	0.0	h 0 m 00	58.0	
26	29.6	21.6	24.2	88	64	26.7	2.9	24.2	3.1	0.0	h 0 m 00	52.9	
27	32.4	20.2	25.5	78	50	25.0	9.4	78.5	4.4	0.0	h 0 m 00	60.0	
28	32.5	20.2	27.4	77	55	26.5	8.8	73.5	6.6	0.0	h 0 m 00	69.8	
29	32.2	21.8	26.4	78	48	26.7	7.7	64.3	3.4	0.0	h 0 m 00	63.9	
30	27.8	22.4	23.6	90	72	26.3	1.0	8.4	2.7	6.1	h 0 m 40	85.0	
31	30.4	22.6	23.4	91	64	26.1	2.6	21.7	2.3	3.6	h 1 m 30	87.1	
TOTAL							195.9		148.1	178.8	h 28 m 25		
PROME	31.3	21.5	25.4	80	57	26.1	6.5	54.6				84.7	

CALCULADO POR DR EL METODO DE PENMAN(1)

h = hora

m = minut

LOS ESPACIOS EN BLANCO SIGNIFICA QUE NO HAY REGISTRO

Los datos de di 1 Sol de los dias 4,5,6,8,9,10,11,12,13,14,15,16,18,19 y 20 se calcularon de los datos de

n(1)=0.827485+1.042915 n(2) R²=0.94

(continuación)

ESTACION METEOROLOGICA MES DE

NOVIEMBRE/90

DIA	TEMPERATURAS			H U J M E D A D			PUNILLO EFFECT hr/dia	SOLAR RELATIV %	RADIAC MJ/m2dia	EMHP %	LLUVIA		VICIO % (2-)
	MAX	MIN	PROM	PROM	MIN	WAPOR					CHIT	DURACION	
	oC	oC	oC	%	%	mb					mm	horas	
1	30.8	22.2	25.2	84	66	27.0	7.7	64.7	3.7	0.4	h 0 -15	80.5	
2	32.4	22.5	26.0	77	56	26.2	10.8	90.8	6.4	0.1	h 0 -50	147.8	
3	31.4	22.0	25.5	79	53	26.0	5.2	43.7	5.2	0.0	h 0 -100	70.9	
4	33.4	22.3	28.2	70	48	25.7	9.8	82.4	4.9	0.0	h 0 -10	66.8	
5	31.2	21.9	23.2	86	58	25.1	4.2	35.3	6.5	13.2	h 2 -140	104.4	
6	31.4	20.0	26.2	80	55	26.9	10.3	86.6	6.1	0.0	h 0 -100	72.3	
7	33.0	21.6	27.2	76	52	27.0	9.9	83.2	3.6	2.5	h 0 -140	99.5	
8	30.2	21.2	24.6	86	60	26.8	3.1	26.1	3.0	0.0	h 0 -100	62.4	
9	31.5	22.2	25.6	78	49	25.6	4.1	34.5	2.8	6.9	h 2 -120	86.1	
10	30.6	22.0	26.0	77	54	25.8	4.5	37.8	4.6	0.0	h 0 -100	40.0	
11	31.0	21.5	25.8	75	54	25.5	7.4	62.2	3.2	0.1	h 0 -105	81.4	
12	30.6	22.5	25.6	77	52	25.2	7.3	61.3	5.0	3.0	h 0 -110	58.3	
13	30.4	22.0	25.6	81	63	26.6	7.3	61.3	3.5	2.7	h 0 -120	87.3	
14	30.8	22.8	25.7	78	51	25.7	7.6	63.9	5.4	0.0	h 0 -100	89.8	
15	31.8	21.6	27.2	76	48	26.1	8.2	68.9	6.4	7.3	h 1 -145	105.8	
16	31.4	21.6	25.9	80	53	26.6	10.3	86.6	5.0	0.9	h 0 -115	115.9	
17	31.8	22.8	25.8	79	53	26.2	6.6	55.5	4.4	10.4	h 8 -105	177.4	
18	25.4	21.0	23.0	95	82	26.4	0.3	2.5	2.7	22.0	h 4 -100	65.1	
19	28.8	22.4	24.4	89	64	27.4	2.5	21.0	2.2	0.0	h 0 -100	44.4	
20	31.2	22.2	26.2	77	51	25.6	6.6	55.5	4.9	0.0	h 0 -100	68.3	
21	29.5	21.6	25.8	82	60	27.0	3.0	25.2	2.1	1.9	h 0 -110	69.0	
22	30.2	22.6	26.4	78	58	26.5	5.2	43.7	4.8	1.4	h 0 -140	93.6	
23	30.0	22.6	24.8	82	57	26.3	3.6	30.3	3.9	7.3	h 5 -120	123.4	
24	29.9	21.8	23.9	79	54	23.9	0.5	4.2	3.5	4.0	h 3 -145	109.1	
25	30.5	20.4	26.0	77	46	25.1	5.8	48.7	3.5	0.0	h 0 -100	65.1	
26	26.2	23.2	24.8	89	75	27.7	2.2	18.5	3.5	2.3	h 0 -135	70.5	
27	28.8	21.4	24.6	87	60	26.9	3.1	26.1	2.0	2.5	h 0 -55	76.8	
28	31.2	22.4	25.7	79	50	25.7	6.0	50.4	4.8	0.7		57.0	
29	30.2	21.4	24.2	85	59	26.1	3.1	26.1	2.3	0.0	h 0 -100	80.0	
30	31.6	20.8	25.6	81	55	26.2	10.1	84.9	4.3	0.0	h 0 -100	82.0	

TOTAL PROME 30.6 21.9 25.5 81 57 26.2 5.9 49.4 176.3 124.2 183.7 h 32-100 85.9

CALCULADO POR OP EL METODO DE PEIRANI h = hora m = mm
LOS ESPACIOS EN BLANCO SIGNIFICA QUE NO HAY REGISTRO

(continuación)

~~XXXXXXXXXX~~
 INSTITUTO
 INFORME METEO CLOGICO MES DE

DICIEMBRE/90

Día	LATITUD 39°00' + 41° 10' C LONGITUD 69°00' 73 11' UTO 29 OESTE				ALTITUD 310 s. n. m							
	ELEVACIONES		HUMEDAD		BULLO SOLAR	RADIAC	EVAP	LLUVIA / ENJO				
	MAX OC	MIN OC	FFDM OC	PROH %	HI	WIND hr/dia	RELATIV %	SOLAR MJ/m2dia	POTEN mm	CANT mm	DURACION horas	VELOC km/dia (20)
1	31.6	21.6	25.6	77	54	26.7	9.7	82.3	5.3	11.3	h 1.35	110.7
2	31.2	22.6	26.4	79	58	26.8	5.5	46.7	4.6	1.9	h 0.30	90.6
3	25.5	21.8	22.8	94	86	26.3	0.0	0.0	2.8	45.4	h 6.45	74.8
4	30.8	24.0	25.6	81	60	26.6	5.3	45.0	4.3	4.6		114.6
5	29.6	24.6	24.2	88	60	27.0	2.8	23.8	1.6	6.5		100.5
6	30.4	21.4	25.0	82	61	25.8	5.6	47.5	5.4	7.4	h 3.20	179.6
7	31.0	22.6	25.7	77	55	25.5	7.6	64.5	5.5	0.0	h 0.00	98.5
8	29.6	23.4	25.0	86	62	27.5	3.0	25.5	4.2	0.0	h 0.00	93.6
9	30.2	22.0	25.8	76	56	24.9	4.8	40.7	2.7	0.0	h 0.00	86.2
10	30.6	23.4	25.8	78	55	25.0	4.2	35.7	5.2	0.0	h 0.00	100.5
11	30.6	23.4	26.3	75	58	26.3	6.1	51.8	4.2	0.0	h 0.00	101.7
12	31.8	20.8	25.3	78	47	24.6	10.8	91.7	4.6	0.0	h 0.00	92.1
13	30.2	20.6	25.4	79	54	24.9	1.3	11.0	4.7	0.0	h 0.00	85.0
14	28.4	22.7	23.8	87	60	25.4	2.5	21.2	1.7	1.7	h 0.75	84.4
15	31.0	22.2	25.2	80	54	25.5	6.0	50.9	4.8	0.0	h 0.00	108.0
16	31.2	22.8	25.2	80	53	25.8	5.6	47.5	4.8	0.0	h 0.00	92.7
17	31.8	21.4	25.6	77	53	25.0	10.1	85.7	4.9	0.0	h 0.00	121.0
18	28.5	20.6	23.6	85	60	24.8	0.9	7.6	3.4	0.0	h 0.00	76.6
19	28.0	22.6	23.9	87	64	26.1	5.0	42.4	1.6	0.2	h 0.10	104.3
20	31.6	22.2	25.0	79	56	25.2	4.1	74.8	4.8	0.0	h 0.00	96.6
21	31.6	21.8	26.0	73	51	24.3	8.1	68.8	5.5	0.0	h 0.00	113.7
22	31.0	21.2	25.6	75	52	24.8	3.6	30.6	4.5	0.0	h 0.00	86.8
23	31.8	20.6	25.2	77	43	24.7	9.0	76.4	4.4	0.0	h 0.00	86.6
24	32.4	21.8	26.0	73	44	24.6	9.6	81.5	6.0	0.0	h 0.00	88.5
25	32.0	21.6	26.2	67	78	23.6	9.6	81.5	4.3	0.0	h 0.00	98.4
26	30.6	21.6	24.2	81	47	24.9	2.5	21.2	4.0	0.1		104.6
27	30.4	21.8	24.6	87	55	26.7	1.7	14.4	3.7	0.0	h 0.00	86.3
28	31.5	21.4	25.8	73	51	24.4	2.5	21.2	5.0	0.0	h 0.00	116.8
29	32.8	19.6	25.6	73	45	23.4	10.8	91.7	6.9	0.0	h 0.00	123.2
30	31.4	20.8	25.6	78	51	25.3	7.7	65.4	7.3	0.0	h 0.00	107.4
31	31.6	21.8	26.6	74	50	25.1	5.6	47.5	5.1	0.0	h 0.00	121.0
TOTAL							171.6		137.8	81.4	h 13-05	
PROME	30.7	21.9	25.3	79	55	25.4	5.5	47.0				102.4

CALCULADO POR DR EL METODO DE PENMAN()

h = hora

a = mm

LOS ESPACIOS EN BLANCO SIGNIFICA QUE NO HAY REGISTRO

(continuación)

ESTACION METEOROLOGICA PCS DE

ETRU

LATITUD 6º 40' N + 41' 00" UTE UTE NORTE LONGITUD GRADO 75 MINUTO 29 OESTE ALTITUD 30 m s n m

H	TEMPERATURAS			HUMEDAD			VIENTO SOLAR		RADIAC	Evap	LLUVIA		V. PROM
	MAX °C	MIN °C	PROM °C	PROM %	MIN P %	MAX P %	EFLECT hr dia	RELATIV %	SOLAR MJ/m2 dia	POTEN %	CAIT mm	DURACION horas	
1	31.6	22.0	25.2	70	47	25.5	4.6	38.9		5.0	20.6		113.8
2	31.4	21.8	25.7	76	52	24.9	3.6	30.5		5.5	0.6		113.7
3	31.6	20.2	24.9	77	51	23.8	5.0	42.3		5.2	0.0	0.0	1.5.6
4	31.4	20.2	25.2	73	47	23.1	7.6	64.3		4.5	0.0		111.4
5	31.4	21.8	25.5	74	46	23.9	8.4	71.1		4.8	0.0		126.1
6	30.5	20.0	24.6	78	55	23.8	5.4	45.7		5.4	0.0	0.0	136.1
7	32.0	22.8	26.9	70	47	24.2	7.7	65.1		5.6	0.0	0.0	114.6
8	32.6	20.2	26.1	73	42	23.4	9.5	80.4		7.4	0.0	0.0	142.9
9	33.4	19.6	27.0	65	39	22.2	9.0	76.1		6.9	0.0	0.0	148.5
10	31.8	20.0	25.6	71	39	22.4	7.9	66.8		5.0	0.0	0.0	124.4
11	32.0	18.9	25.8	72	42	22.7	7.1	60.1		6.5	0.0	0.0	114.9
12	30.8	20.0	25.6	69	44	22.3	3.6	30.5		4.0	0.0	0.0	99.5
13	31.6	20.0	25.6	69	45	22.8	4.2	35.5		4.6	0.0	0.0	95.7
14	31.2	19.4	26.4	69	45	22.9	6.8	57.5		5.4	0.0	0.0	176.5
15	29.2	23.4	25.4	75	56	22.7	3.0	25.4		3.8	0.0	0.0	127.6
16	31.6	22.2	26.3	74	47	24.6	5.4	45.7		4.2	0.0	0.0	111.4
17	32.2	18.8	26.2	71	42	22.9	8.4	71.1		5.4	0.0	0.0	113.7
18	33.2	20.4	27.0	72	43	24.6	7.0	59.2		5.7	0.0	0.0	168.1
19	32.5	22.6	26.6	73	43	24.7	7.0	59.2		5.5	0.0	0.0	121.4
20	33.3	20.8	26.2	73	42	24.3	7.5	63.5		5.3	0.0	0.0	107.5
21	33.0	19.8	26.7	74	42	24.6	4.8	40.6		6.1	0.0	0.0	101.7
22	34.6	20.8	27.3	64	36	21.7	9.9	83.8		7.2	0.0	0.0	125.7
23	33.2	20.8	26.7	71	45	23.6	10.5	88.8		7.1	0.0	0.0	135.3
24	33.0	20.6	26.5	73	43	24.4	5.9	49.9		6.5	0.0	0.0	140.2
25	33.6	21.0	26.2	68	36	22.1	10.4	88.0		5.9	0.0	0.0	148.5
26	34.0	18.0	26.4	71	43	22.8	7.9	66.8		6.8	0.0	0.0	12.4
27	33.3	22.0	28.2	71	52	26.1	7.5	63.5		7.5	0.0	0.0	175.4
28	33.2	21.6	27.4	71	42	21.5	7.1	60.1		6.7	0.0	0.0	154.7
29	34.2	20.2	28.2	58	35	20.2	10.5	88.8		10.4	0.0	0.0	178.5
30	32.8	20.2	26.4	64	32	21.2	10.7	90.5		10.2	0.0	0.0	169.0
31	33.4	18.0	26.9	67	40	21.9	9.3	78.7		6.7	0.0	0.0	163.5
TOTAL							223.2			186.8	21.2	h (0.00)	
PROM	32.4	20.6	26.3	71	44	23.4	7.2	60.9					128.7

CALCULADO POR EL METODO DE PEYMAN(I)

h = hora

m = mm

LOS ESPACIOS EN BLANCO SIGNIFICA QUE NO HAY REGISTRO

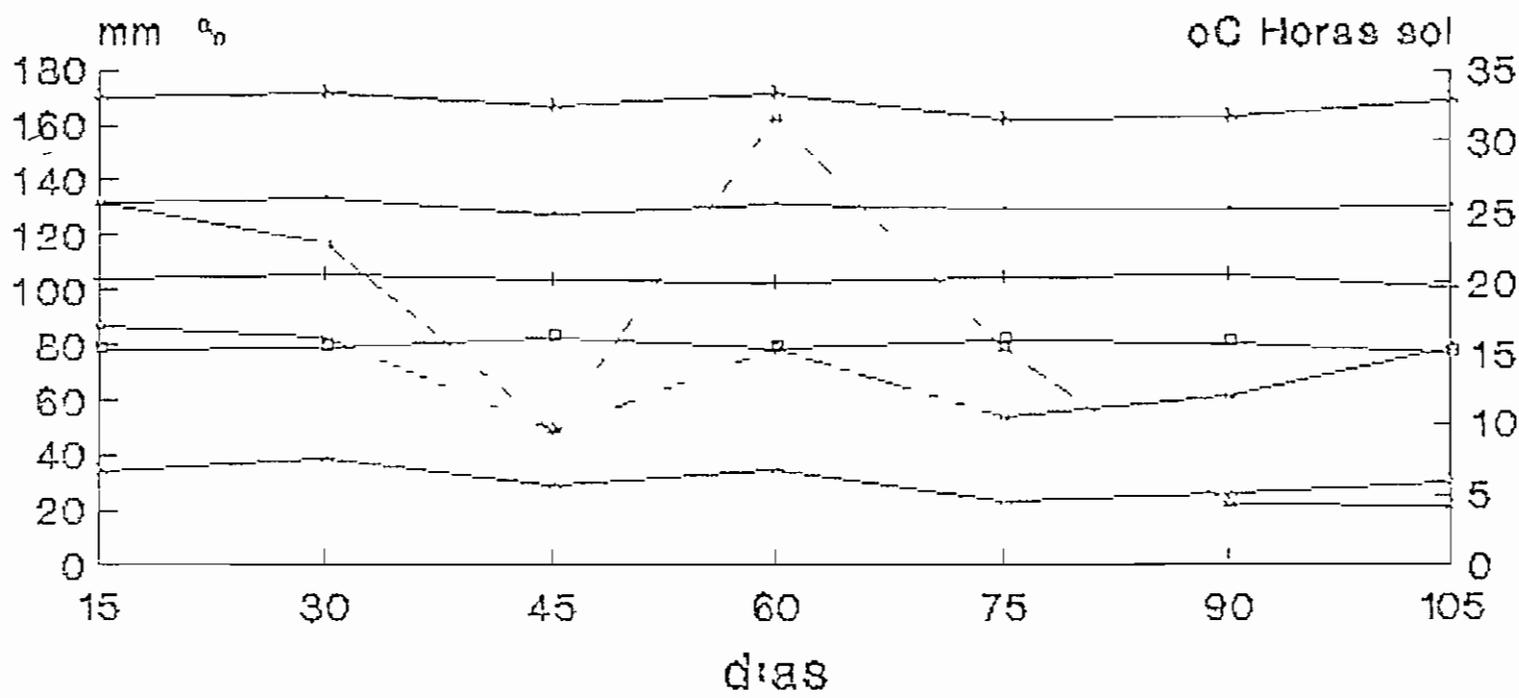


Figura 1 Datos climatológicos durante la realización del ensayo "La libertad" 1990 B

