



13
25-

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

Escuela Nacional de Estudios Profesionales
Z A R A G O Z A

Estudio de la Endomicorriza [V-A] en los
Agroecosistemas de las Zonas Áridas y
Semiáridas del Altiplano Potosino
Zacatecano

T E S I S

Que para obtener el título de

BIOLOGO

P r e s e n t a

Victor Lara Fernández

México, D. F.

1987



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

C O N T E N I D O

	PÁG.
INDICE DE CUADROS	i
INDICE DE FIGURAS	iii
RESUMEN	v
INTRODUCCIÓN	1
OBJETIVOS	4
REVISION BIBLIOGRÁFICA.	
I. ZONAS ARIDAS.	
A. DEFINICIÓN DE ZONAS ÁRIDAS	5
B. LAS ZONAS ÁRIDAS Y SU IMPORTANCIA EN MÉXICO	5
II. LAS LEGUMINOSAS.	
A. IMPORTANCIA DE LAS LEGUMINOSAS	6
B. LAS LEGUMINOSAS DEL PRESENTE ESTUDIO . . .	7

C O N T E N I D O

PÁG.

III. LA MICORRIZA VESÍCULO-ÁRBUSCULAR (MVA) .	
A. DEFINICIÓN DE LA MVA	8
B. TAXONOMÍA	8
C. DISTRIBUCIÓN	9
D. ESTRUCTURA Y FUNCIÓN DE LA MICORRIZA V-A.	10
E. EL PAPEL DE LA MICORRIZA EN LA CAPTACIÓN DE FÓSFORO POR LA PLANTA	16
F. LA MICORRIZA V-A Y LAS LEGUMINOSAS Y OTROS CULTIVOS DE IMPORTANCIA ECONÓMICA	19
G. LA MICORRIZA EN LAS ZONAS ÁRIDAS	20
H. UBICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTU DIO	23

C O N T E N I D O

	PÁG.
A. PREPARACIÓN DEL INÓCULO	29
B. GERMINACIÓN Y TRASPLANTE DE LEGUMINOSAS .	31
C. INOCULACIÓN Y TRASPLANTE DE LEGUMINOSAS .	32
D. ANÁLISIS DEL SUELO	34
RESULTADOS Y DISCUSION.	
I. ECOLOGÍA DE LA ENDOMICORRIZA V-A DE 4 AGOSTA DEROS DE SLP. Y ZACATECAS	36
1. SUELOS DE RIZÓSFERA DE LAS LEGUMINOSAS . . .	36
1.1. NÚMERO DE ESPORAS	36
1.2. MORFOLOGÍA Y TAXONOMÍA DE ESPORAS . . .	38
2. COLONIZACION MICORRÍZICA (C.M.) EN LAS LEGU- MINOSAS (PRIMER Y SEGUNDO MUESTREO).	40

CONTENIDO

PÁG.

MATERIALES Y MÉTODOS.

I. ECOLOGÍA DE LA ENDOMICORRIZA V-A DE LAS ZONAS ÁRIDAS Y SEMIÁRIDAS DE SAN LUIS POTOSÍ Y ZACATECAS.

RECOLECCIÓN DE SUELO DE RIZÓSFERA EN LOS SITIOS DE MUESTREO	25
MUESTREO DE RAÍCES	26
DETERMINACIÓN DE LA COLONIZACIÓN MICORRIZICA	27
CONTEO DE ESPORAS	28

II. ENSAYO DE MICOTROFÍA EN ACACIA CYANOPHYLLA,

<u>DALEA BICOLOR</u> Y <u>CALLIANDRA ERIOPHYLLA</u>	29
---	----

C O N T E N I D O

PAG.

II. ESTUDIO MICOTRÓFICO EN INVERNADERO.

1. ACACIA SCHAFFNERI.

1.1. ALTURA	47
1.2. DIÁMETRO DEL TALLO	48
1.3. PESO SECO DE LA PARTE AÉREA	52
1.4. AREA FOLIAR	53
1.5. NÚMERO DE HOJAS	57
1.6. PESO SECO DE RAÍZ	57
1.7. VOLUMEN RADICAL	58
1.8. COLONIZACIÓN MICORRÍZICA	58

2. CALLIANDRA ERIOPHYLLA.

2.1. ALTURA	61
-----------------------	----

C O N T E N I D O

	PÁG.
2.2. DIÁMETRO DEL TALLO	63
2.3. PESO SECO DE LA PARTE AÉREA	63
2.4. ÁREA FOLIAR	67
2.5. NÚMERO DE HOJAS	72
2.6. PESO SECO DE RAÍZ	72
2.7. VOLUMEN DE RAÍZ	73
2.8. COLONIZACIÓN MICORRÍZICA	73
3. <u>DALEA BICOLOR.</u>	
3.1. ALTURA	76
3.2. DIÁMETRO DEL TALLO	78
3.3. PESO SECO DE LA PARTE AÉREA	78
3.4. ÁREA FOLIAR	82

C O N T E N I D O

	PAG.
3.5. NÚMERO DE HOJAS	82
3.6. PESO SECO DE RAÍZ	82
3.7. VOLUMEN RADICAL	87
3.8. COLONIZACIÓN MICORRÍZICA	87
CONCLUSIONES	91
BIBLIOGRAFÍA	94
APÉNDICE	109

INDICE DE CUADROS

CUADRO		PÁGINA
1	CARACTERÍSTICAS DE LOS SITIOS DE MUESTREO	25
2	ANÁLISIS DE SUELOS DE LOS SITIOS DE MUESTREO	35
3	NÚMERO DE ESPORAS DE SUELOS DE RIZÓSFERA (MUESTREO 1 Y 2)	37
4	PORCIENTO DE COLONIZACIÓN DE LAS LEGUMINOSAS (MUESTREOS 1 Y 2)	44
5	VARIABLES EVALUADAS DE PLANTAS DE <u>ACACIA SCHAFFNERI</u>	48
6	ALTURA Y DIÁMETRO DE TALLO DE <u>ACACIA SCHAFFNERI</u>	49
7	PESO SECO DE LA PARTE AÉREA, ÁREA FOLIAR Y NÚMERO DE HOJAS DE <u>ACACIA SCHAFFNERI</u>	54
8	PESO SECO DE RAÍZ Y VOLUMEN RADICAL DE PLANTAS DE <u>ACACIA SCHAFFNERI</u>	59
9	VARIABLES EVALUADAS DE PLANTAS DE <u>CALLIANDRA ERIOPHYLLA</u>	62

INDICE DE CUADROS

CUADRO		PÁGINA
10	ALTURA Y DIÁMETRO DE TALLO DE <u>CALLIAN-</u> <u>DRA ERIOPHYLLA</u>	64
11	PESO SECO DE LA PARTE AÉREA, ÁREA FOLIAR Y NÚMERO DE HOJAS DE <u>C. ERIOPHYLLA</u> . . .	68
12	PESO SECO DE RAÍZ Y VOLUMEN RADICAL DE PLANTAS DE <u>C. ERIOPHYLLA</u>	74
13	VARIABLES EVALUADAS DE PLANTAS DE <u>DALEA</u> <u>BICOLOR</u>	77
14	ALTURA Y DIÁMETRO DE TALLO DE PLANTAS DE <u>DALEA BICOLOR</u>	79
15	PESO SECO DE LA PARTE AÉREA, ÁREA FOLIAR Y NÚMERO DE HOJAS DE <u>DALEA BICOLOR</u> . . .	83
16	PESO SECO DE RAÍZ, VOLUMEN RADICAL DE PLANTAS DE <u>D. BICOLOR</u>	88

INDICE DE FIGURAS

FIGURA		PÁGINA
1	UBICACIÓN DE LOS SITIOS DE MUESTREO . . .	24
2	PORCIENTO DE COLONIZACIÓN (1er. MUESTREO)	41
3	PORCIENTO DE COLONIZACIÓN (2o. MUESTREO)	43
4	PORCIENTO DE COLONIZACIÓN (1o. Y 2o. MUES- TREO)	45
5	ALTURAS MEDIAS FINALES DE PLANTAS DE <u>ACA-</u> <u>CIA SCHAFFNERI</u>	50
6	DIÁMETRO DE TALLO DE <u>ACACIA SCHAFFNERI</u> ..	51
7	PESO SECO DE LA PARTE AÉREA DE <u>A. SCHAFF-</u> <u>NERI</u>	55
8	ÁREA FOLIAR DE <u>ACACIA SCHAFFNERI</u>	56
9	RENDIMIENTO PESO SECO DE LA PARTE AÉREA Y ÁREA FOLIAR DE PLANTAS DE <u>A. SCHAFFNERI</u> .	56
10	COLONIZACIÓN MICORRÍZICA DE <u>ACACIA SCHAFF-</u> <u>NERI</u>	60
11	ALTURA DE <u>CALLIANDRA ERIOPHYLLA</u>	65
12	DIÁMETRO DE TALLO DE PLANTAS DE <u>C. ERIOPHY-</u> <u>LLA</u>	66
13	PESO SECO DE LA PARTE AÉREA DE <u>C. ERIOPHY-</u> <u>LLA</u>	69

INDICE DE FIGURAS

FIGURA		PÁGINA
14	ÁREA FOLIAR DE <u>C. ERIOPHYLLA</u>	70
15	RENDIMIENTO DE PESO SECO DEL FOLLAJE Y ÁREA FOLIAR DE <u>C. ERIOPHYLLA</u>	71
16	COLONIZACIÓN MICORRÍZICA DE <u>CALLIANDRA</u> <u>ERIOPHYLLA</u>	75
17	ALTURA FINAL DE <u>DALEA BICOLOR</u>	80
18	DIÁMETRO DE TALLO DE <u>DALEA BICOLOR</u>	81
19	PESO SECO DE LA PARTE AÉREA DE <u>D. BICOLOR</u>	
20	ÁREA FOLIAR DE <u>D. BICOLOR</u>	85
21	RENDIMIENTO DE PESO SECO DE LA PARTE AÉ- REA Y ÁREA FOLIAR DE <u>D. BICOLOR</u>	86
22	COLONIZACIÓN MICORRÍZICA DE <u>DALEA BICOLOR</u>	89

R E S U M E N

Las zonas áridas presentan un ambiente adverso para el establecimiento de la agricultura, de tal modo que esta es posible a menos que se introduzca riego y las prácticas agrícolas que requiere un terreno pobre en nutrimentos, lo que implica realizar inversiones millonarias; por lo cual, la ganadería intensiva es práctica normal en dichos sitios, al grado de sobreexplotar la vegetación existente. Por tanto, se hizo necesario estudiar y comprender, entre otras cosas, el potencial que posee la simbiosis llamada micorriza vesículo-arbuscular (MVA) para poder utilizarlo en un futuro quizá no muy lejano y recuperar la vegetación perdida, para tal fin se planteó como objetivos conocer la ecología y distribución de la micorriza V-A, así como determinar el papel que desempeña en la vegetación de las zonas áridas del Altiplano Potosino Zacatecano, con énfasis en tres leguminosas: Acacia schaffneri, Dalea bicolor y Calliandra eriophylla.

Se realizaron dos muestreos en cuatro sitios de S.L.P. y Zacatecas, uno en época de sequía y otro en tiempos de lluvias, de suelo de rizósfera y raíz de las tres leguminosas mencionadas.

Se encontró que los hongos micorrízicos estuvieron presentes en el suelo y raíces de todas las plantas muestreadas de los cuatro sitios.

La cantidad de humedad de un muestreo a otro influyó directamente en la producción de esporas ya que el número de esporas aumentó de 2070 a 6609 para D. bicolor, de 750 a 7343 para C. eriophylla y de 1590 a 6833 para A. schaffneri.

El porcentaje de colonización micorrízica* aumentó de seco a lluvia, excepto en D. bicolor (de 40% a 11.7%) las esporas localizadas se identificaron taxonómicamente como de los géneros Glomus, Sclerosystis y Gigaspora.

En el estudio de invernadero realizado con las 3 leguminosas inoculadas con 13 cepas de hongos micorrízicos V-A, se encontró que D. bicolor mostró un alto grado de dependencia por dichos hongos, en menor proporción C. eriophylla y por último A. schaffneri. Sin embargo se obtuvieron altos rendimientos en casi todas las variables evaluadas como biomasa donde se alcanzó el 300% en A. schaffneri y hasta 600 y 800% en Calliandra y Dalea, lo cual muestra la gran importancia de utilizar cepas seleccionadas de MVA, pudiéndose emplear estas cepas en programas de rehabilitación de áreas degradadas por sobrepastoreo como son las zonas áridas y semiáridas del Altiplano Potosino-Zacatecano.

* micorrízica, palabra de acuerdo al Diccionario de Botánica, por R. Font Quer, Edit. Labor, S.A., Barcelona España, 1982

INTRODUCCION

Cerca del 90% de las plantas superiores presentan lo que se llama micorriza vesículo arbuscular (MVA) que es una relación simbiótica entre las raíces de dichas plantas y ciertos hongos de la familia Endogonaceae. Ambos miembros, hongo y planta, resultan beneficiados por el intercambio de nutrimentos que entre ellos se realiza, por un lado, el hongo ayuda a la planta en la captación de algunos elementos del suelo, entre ellos; cobre, zinc, azúfre, especialmente el fósforo, por su parte la planta proporciona carbohidratos, aminoácidos, vitaminas y otros (Trappe, 1981; Ferreira, et al 1982; Gerdemann, 1975; Safir, 1980; Mosse, 1973).

Gerdemann (1968); Mosse y Hepper (1975) han observado que cuando los niveles de fósforo asimilable en el suelo son bajos, la colonización por la micorriza vesículo arbuscular (MVA) estimula significativamente el incremento en la captación de fósforo, dando como resultado un considerable incremento en el desarrollo del huésped.

La MVA ha sido motivo de diversas investigaciones pues se presenta en casi todas las plantas de todos los ecosistemas y agroecosistemas, incluyendo las zonas áridas y semiáridas, tales estudios permiten afirmar que la MVA es considerablemente importante en la maximización de la productividad, ya que las plantas que dependen de la micorriza no pueden prosperar sin esta asociación fúngica (Sanders, et. al. 1975; Trappe y Fogel, 1977; Trappe, 1981).

A pesar de tener la MVA una amplia distribución geográfica, Reeves y co

laboradores (1979) al realizar comparaciones de abundancia de la mico
rriza en ecosistemas perturbados, observaron que fue menor a la pre--
sentada en sitios no perturbados. Posteriormente Trappe (1981) afirma
que las ventajas ecológicas de los hongos micorrícicos son necesarias
particularmente en praderas degradadas por erosión, compactación, so-
brepastoreo, etc. y asegura que los hongos nativos no pueden adaptar-
se a tales condiciones, por tanto, hongos adaptables a esas condicio-
nes pueden introducirse al suelo para establecer una vegetación dese
da. Por su parte, Williams y Aldon (1976); Morman y Reeves (1979) su
gieren que la presencia de la MVA es importante en la rehabilitación
de ecosistemas semiáridos perturbados, sobre todo en ambientes donde
el fósforo es poco disponible para las plantas.

Ecosistemas perturbados por sobrepastoreo y compactación se encuentran
presentes en algunas regiones de nuestro país, como es el caso de las
zonas áridas y semiáridas del Altiplano Potosino Zacatecano. En di--
chas zonas, la ganadería se practica en forma intensiva, ya que la
agricultura es casi imposible por las condiciones ambientales y clima
tológicas adversas que predominan, por tanto, esto ha ocasionado que
el ganado caprino y lanar esté sobrepastoreando la vegetación, ya de
por sí escasa, poniendo en peligro de convertir estas zonas a comple-
tamente desérticas (Aguirre, 1982; Rzedowsky y Beltrán, 1964; Miranda,
1964).

Por tanto, debido a la gran importancia que tiene la vegetación forra
jera para la ganadería, que es base de la economía en las zonas áridas
y semiáridas; a la necesidad de una mejor comprensión de nuestros re-
cursos bióticos sobreexplotados; a los beneficios (comprobados en ex-

perimentos previos) que proporcionan la MVA a la planta huésped y finalmente a la carencia de trabajos de investigación realizados en México que relacionen a la micorriza V-A con la vegetación de dichas zonas, se planteó el presente trabajo, que tiene como meta principal conocer la ecología y distribución de la micorriza V-A en la zona de estudio, determinar el papel que desempeña en la vegetación de los agroecosistemas de las zonas áridas y semiáridas de San Luis Potosí y Zacatecas con énfasis en tres leguminosas forrajeras Acacia schaffneri, Calliandra eriophylla y Dalea bicolor elegidas por Romero (1982) debido a su amplia distribución geográfica en el área de estudio y su importancia forrajera y por último determinar el efecto, a nivel invernadero, de algunas cepas de MVA seleccionadas sobre las tres leguminosas.

OBJETIVOS

- Conocer la distribución de la micorriza vesículo arbuscular en cuatro agostaderos del Altiplano Potosino-Zacatecano.
- Evaluar la presencia de la MVA en tres leguminosas forrajeras (Acacia schaffneri, Dalea bicolor y Calliandra eriophylla) de la zona de estudio en dos épocas del año (secano y lluvia)
- Determinar a nivel invernadero, el efecto de 13 cepas de MVA seleccionadas, sobre las tres leguminosas forrajeras para conocer el grado de dependencia micorrízica.

REVISION BIBLIOGRAFICA

I. ZONAS ARIDAS.

a). Definición de Zonas Aridas.

Debe entenderse por áreas semiáridas aquellas en las que las cosechas de cereales son de muy bajos rendimientos a casusa de la deficiencia de humedad, y en una proporción cercana al 50% de los años se pierden totalmente, o por lo menos son antieconómicas; en tanto que la categoría de áridas corresponde a las áreas en que no ha sido posible obtener cosecha costeable en ningún año, a menos que se le someta a riego (Contreras, 1955).

Las zonas áridas se caracterizan por su baja precipitación, alta temperatura, insolación intensa, poca humedad, vientos fuertes y suelos frecuentemente con alto contenido de sales (Shreves, 1942).

b). Las zonas áridas y su importancia en México.

Las zonas áridas en México cubren aproximadamente, de acuerdo con criterios diversos, del 50 al 70% de su territorio, y en ellas viven aproximadamente 9 524 482 habitantes que se dedican a la ganadería y a la explotación de algunas plantas silvestres como la lechuguilla, la jojoba, candelilla y guayule (Aguirre, et al 1982; Rzedowsky y Beltrán 1964; Ferrera-Cerrato, 1983a).

Debido a que la agricultura no es una actividad permanente a causa de las condiciones que prevalecen en las zonas áridas, la producción caprina y lanar ha pasado a formar parte de las acti

vidades de mayor importancia en dichas zonas, esto se puede explicar porque el tipo de ganado casi siempre está correlacionado con las condiciones climáticas prevalentes, así por ejemplo, la abundancia de ganado caprino y lanar se asocia con la existencia de cierto grado de aridez ya que son especies ganaderas con capacidad para aprovechar un gran número de hierbas y arbustos de ramoneo existentes en las zonas áridas, como es el caso de los agostaderos de la zona de estudio donde hay una gran repercusión sobre la vegetación espontánea, principalmente de las leguminosas (Miranda, 1964; Romero, 1982). La escasez de lluvias provoca un mínimo crecimiento de pasto, que pronto es consumido y arrazado por el ganado, por lo que tiene que ramonear el follaje de los arbustos (generalmente leguminosas), de esta manera, la escasez de lluvias y el sobrepastoreo empobrece el suelo por la falta de material orgánico y a veces con exceso de sales solubles (con mayor frecuencia alcalina que ácidas) que pueden plantear problemas de permeabilidad para los riegos. En consecuencia se limitan las posibilidades esenciales de subsistencia y se aminoran las esperanzas de mejorar las condiciones de la vida humana en esas regiones ya de por sí críticas (UNESCO, 1961).

II. LAS LEGUMINOSAS.

a). Importancia de las Leguminosas.

Desde el punto de vista de su distribución geográfica y ecológica, y de su riqueza en géneros y especies, la familia de las leguminosas es una de las más importantes del reino vegetal (Good, 1974).

Además, considerada en sentido económico, la familia Leguminosae solo es superada por la Gramineae en el número de especies utilizadas por el hombre, tanto domésticas como silvestres (Janick, et al 1974). La casi totalidad de las plantas forrajeras del mundo silvestre y cultivadas, pertenecen a las familias Graminae y Leguminosae.

Las leguminosas arbustivas revisten una considerable importancia como plantas de ramoneo en los agostaderos del centro y Noroeste de México, como lo evidencia el gran número de especies forrajeras y la abundancia que llegan a presentar en esas áreas (Gentry, 1957; Rzedowsky y Beltran, 1964; Cepeda y Aldrete, 1981). Las leguminosas presentan algunas cualidades que complementan, desde el punto de vista forrajero, a las que presentan las gramíneas; las leguminosas pueden incrementar la productividad primaria de potreros, al aportar nitrógeno a sus suelos generalmente deficientes en ese elemento primario; por su mayor contenido de proteínas pueden mejorar la calidad nutritiva del forraje del potrero, y por último pueden mejorar los niveles de consumo voluntario y digestibilidad de zacates muy maduros y secos. Por lo tanto, las leguminosas en las tierras de pastoreo pueden elevar la productividad pecuaria (Loneragan, 1964; Davies y Skidmore, 1966; De Alba, 1971; Spedding, 1971; McIlroy, 1973; Tothill, 1978).

b). Las Leguminosas del presente Estudio.

Para la realización del trabajo de campo e invernadero se eligieron las tres leguminosas (Acacia schaffneri, Calliandra eriophylla y Dalea bicolor), que Romero (1982) consideró que son las más

representativas en diversos tipos de agostaderos del Altiplano-Potosino Zacatecano y por tener una amplia distribución geográfica en el área de estudio. Su importancia radica en que son utilizadas como forraje por el gando caprino principalmente, que es base de la economía en aquellos lugares.

Estas leguminosas se caracterizan por ser resistentes al ramoneo, por tener una gran aceptación por parte del ganado y como en el caso de Acacia schaffneri, servir como forraje aún en invierno.

III. LA MICORRIZA VESICULO-ARBUSCULAR (MVA).

a). Definición de la MVA.

Se le dá el nombre de micorriza vesículo arbuscular, a la asociación simbiótica que se lleva a cabo en las raíces de la mayoría de las plantas vasculares con hongos mucorales de la familia Endogonaceae (Janos, 1984).

La palabra micorriza fue introducida por Frank en 1885 (Powell, 1976), y la palabra proviene del griego mikes = hongo y rhiza raíz es decir, hongo de raíz. Durante la colonización micorrizica, prevalecen en esta asociación, tres componentes involucrados en el intercambio de nutrientes, los cuales son: hifas, vesículas y arbusculos (Fig. G), de ahí su nombre, micorriza vesículo-arbuscular o simplemente MVA (Ferrera-Cerrato, 1983a; Gerdemann, 1975; Carling y Brown, 1982).

b). Taxonomía.

Los hongos endomicorrizicos vesículo arbusculares pertenecen a la

clase de los Zygomycetes y a la familia Endogonaceae (Gerdemann y Trappe 1974, Gerdemann, 1975), Trappe (1982) menciona 4 géneros formadores de MVA y son: Acaulospora, Gigaspora, Glomus y Sclerocystis, Koske y Walker en 1986 adicionan al género Scutellospora.

La identificación Taxonómica de los hongos formadores de endomicorriza (V-A) se basa principalmente en la morfología de las esporas (González, 1986).

c). Distribución.

La micorriza vesículo-arbúscular (MVA) está ampliamente distribuida, y no se restringe a grupos específicos de plantas como otras micorrizas, sino que se presenta en prácticamente todas las familias de Angiospermas, en la mayoría de las gimnospermas y en algunas pteridofitas y embriofitas (Nicolson, 1967; Ferrera-Cerrato, 1977).

La MVA puede ser rara o ausente en familias tales como Cruciferaeae, Poligonaceae, Commelinaceae, Uritaceae y Fumariaceae (Azcon y Barea, 1980; Gerdemann, 1975; Hirrel, et al 1978). Esta asociación simbiótica se ha observado en una gran variedad de ecosistemas, tanto naturales como agrícolas (Williams y Aldon, 1976; Gerdemann, 1976; Macedo y Ferrera-Cerrato, 1981). Se puede observar los hongos MVA desde el ártico hasta los trópicos (Gerdemann 1968, 1975), prácticamente se consideran cosmopolitas (Mason, 1975), incluso, se han localizado esporas en suelo de dunas marítimas de Australia (Koske, et al 1975) y Escosia (Nicolson y John

son, 1979). Alwis y Abeynayake (1980) al estudiar la distribución de la micorriza en zonas tropicales encontraron que de 63 especies arbóreas pertenecientes a 26 familias, 54 especies presentaron endomicorrizas y 5 especies ectomicorriza. Estudios realizados en diversos ecosistemas al Norte del Estado de Puebla (Macedo y Ferrera-Cerrato, 1981; Ferrera-Cerrato y Macedo, 1983b) muestran que la MVA se distribuye ampliamente, colonizando una gran diversidad de huéspedes, entre ellos gramíneas, frutales y leguminosas estas últimas con un mayor grado de colonización. Por su parte Trappe (1981), asegura que la gran mayoría de plantas forrajeras de las regiones áridas y semiáridas son micorrizables.

d). Estructura y Función de la Micorriza V-A.

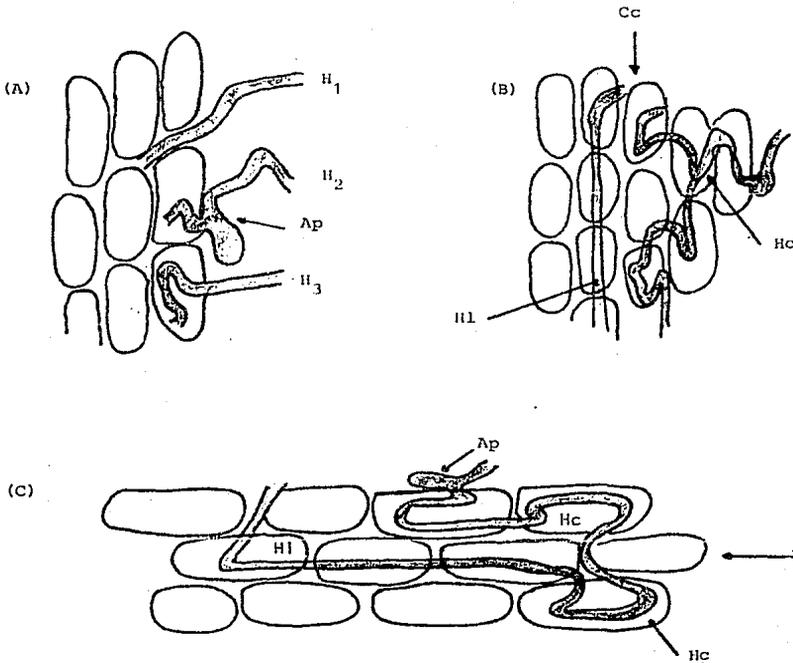
La micorriza V-A incrementa la nutrición mineral de las plantas huésped, especialmente de fósforo, cobre, zinc, azufre y otros elementos, por lo cual las plantas micorrizadas crecen más rápidamente y muestran una mayor lozanía que las plantas no micorrizadas especialmente en suelos de baja fertilidad (Gerdemann, 1975). Para poder realizar el intercambio de nutrientes, el hongo micorrízico penetra entre o dentro de las células corticales de las raíces del hospedero y realiza la traslocación de los nutrimentos extrayendo los derivados de los fotosintetatos de la planta. El hongo absorbe los nutrimentos del suelo al extender sus hifas 8 cm alrededor de las raíces lo cual proporciona ventajas fisiológicas y geométricas en la absorción de nutrimentos por la planta (Trappe, 1981; Le Tacon, 1985).

En algunos hospederos micorrizados se percibe una pigmentación amarilla en las raíces frescas cosechadas (Becker, Gerdemann, 1977), pero para confirmar el desarrollo de la micorriza V-A o evaluar el porcentaje de colonización, es necesario hacer un examen microscópico de las raíces frescas que hayan sido química--mente clareadas y teñidas para revelar las estructuras del sim--bionte (King, et. al. 1981 y Phillips y Hayman, 1970).

Durante la colonización micorrízica, prevalecen en esta asociación, tres componentes que la caracterizan, hifas, vesículas y arbusculos (Ferrera-Cerrato, 1983a).

Las hifas invaden la raíz sin interferir en el desarrollo de ésta, se adosan a la superficie de las raicillas, donde forman un apresorio (Fig. A) seguido por la penetración a través o entre las células epidérmicas o bien por penetración directa sin formación de apresorio, la penetración entre células epidérmicas después del desarrollo del apresorio, que es la manera más frecuente de ingreso. La penetración y la subsecuente colonización (Figs. A-C) generalmente ocurre en áreas de diferenciación y elongación de las raíces activas alimentadoras. Inter y/o intracelularmente la hifa se desarrolla a partir del punto de penetración, normalmente en mayor proporción longitudinal que en dirección circunferencial o radial (Figura C).

En soya la hifa intracelular predomina longitudinalmente en el cortex más externo y la hifa intercelular se presenta con mayor frecuencia en el córtex más interno (Carling y Brown, 1982). Al



Colonización de una raíz por la MVA:

A). Invasión de la hifa entre las células (H_1); mediante apresorio (H_2) o directamente (H_3)

B y C). Establecimiento de hifas en células corticales (Cc).

H = Hifas

Ap = Apresorio

Ce = Células epidérmicas

Cc = Células corticales

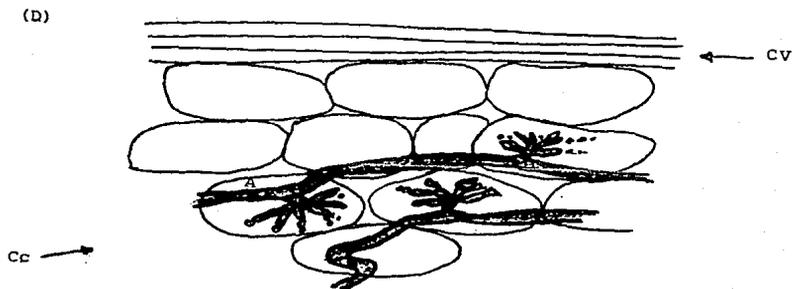
Hl = Hifas desarrolladas longitudinalmente

Hc = Hifas desarrolladas en forma circunferencial.

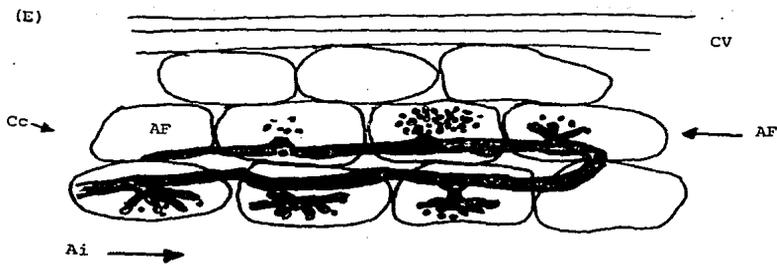
penetrar a las células corticales, las hifas sufren un ensanchamiento llamado tronco arbuscular que se ramifica dicotómicamente hasta formar una estructura llamada arbusculo (Mosse, 1963; Hayman, 1979 y Gerdemann, 1968).

Los arbusculos (Fig. D) son estructuras sumamente ramificadas que se desarrollan dentro de las células corticales más profundas, circunvecinas al cilindro vascular.

Primeramente se deduce por su posición significativa dentro de las células de la raíz; su gran área de contacto con el citoplasma huésped y las alteraciones en la citología de las células del huésped; asociadas con los grandes cambios en la morfología arbuscular (Fig. E), que éstos son los sitios más probables para el intercambio de nutrientes entre los simbioses (Carling y Brown, 1982). Los elementos nutritivos son incorporados al huésped en el proceso de desintegración de los arbusculos (Kinden y Morton 1975). Las vesículas (Fig. P) son estructuras terminales ovaladas o esféricas, que se forman posteriormente a los arbusculos y su función es de sitio de reserva para el simbionte (Gerdemann, 1975). Los beneficios a la planta debido a la asociación con la micorriza V-A es influenciada no solo por la actividad del endófito V-A dentro de la raíz sino también por su relativa habilidad de este para competir con la microflora y fauna nativa del suelo para la colonización efectiva de la rizósfera y completar ciertos requerimientos nutricionales de las especies particulares de huéspedes (Carling y Brown, 1982).



A = Arbúsculo
 CV = Cilindro vascular
 Cc = Células corticales

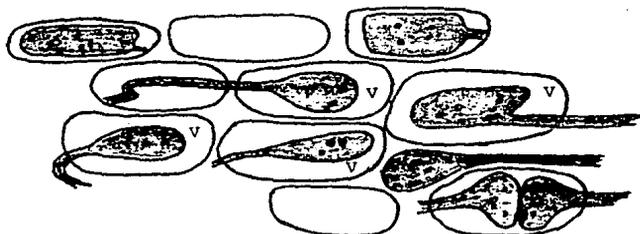


DIFERENTES ESTADIOS DE ARBUSCULOS.

Ai = Fases iniciales

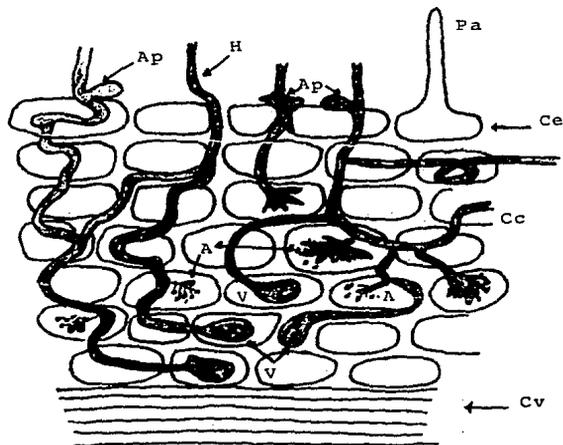
AF = Fases finales.

(F)



DIFERENTES TIPOS DE VESICULAS (V)

(G)



SECUENCIA DE LA COLONIZACION MICORRIZICA

Pa = Pelos absorbentes
 Ce = Células epidérmicas
 Cc = Células corticales
 Cv = Cilindro vascular

H = Hifas
 A = Arbusculos
 V = Vesículas
 Ap = Apresoria

El hongo micorrízico no solo es estructuralmente eficiente para la extracción de nutrientes, producen también enzimas exógenas como fosfatasas, fitasas y nitroreductasas, las cuales son importantes en la captación y metabolismo de nutrientes (Gianni--zzi-Pearson y Gianinazzi, 1976; Ho y Trappe, 1975; Theodorou, 1968).

e). El Papel de la Micorriza V-A en la Captación de Fósforo por la Planta.

Son seis los elementos llamados macronutrientes N, P, K, Ca, Mg y S. Las plantas los captan del suelo a excepción de las leguminosas que pueden fijar y utilizar el N de la atmósfera a través de las bacterias de los nódulos que se forman en las raíces. El N el P y el K son utilizados por las plantas en cantidades considerables, de aquí que se les designa como nutrientes mayores, aunque suelen ser deficientes en muchos suelos (Ortíz y Ortíz, 1980).

En la planta madura, el fósforo se presenta en gran proporción sobre todo en las semillas y en el fruto. Este elemento es abundante en las células meristemáticas y es componente de la lecitina y de los ácidos nucleicos, durante la maduración de las semillas, las plantas toman grandes cantidades de fósforo.

El fósforo es necesario para ciertos procesos enzimáticos, como la producción del alcohol a partir de azúcares, y las transformaciones de azúcares en almidón y viceversa (Miller, 1981).

Ortíz y Ortíz (1981) numera las funciones del fósforo en la plan

ta como sigue:

1. Es constituyente del ácido nucleico, la fitina y los fosfolípidos. Un abastecimiento adecuado de P en el período del desarrollo inicial de la planta es importante en la formación de la primordia para las partes reproductivas de las plantas.
2. Estimula el desarrollo radicular inicial ayudando así en el establecimiento rápido de las plántulas.
3. Origina un comienzo rápido y vigoroso de las plantas.
4. Produce la madurez temprana de los cultivos, particularmente en los cereales.
5. Estimula la floración y ayuda en la formación de la semilla.
6. Aumenta la relación de grano a paja rastrojo.
7. Mejora la calidad alimenticia de los granos y de otras cosechas.
8. Cuando aplicado a las leguminosas activa la formación de nódulos en las raíces. De este modo ayuda a la mayor fijación de N atmosférico.

Las plantas deficientes en fósforo son de crecimiento lento y a menudo enanas en la madurez. Las hojas son de color verde oscuro, el desarrollo de antocianinas puede estar aumentando (Miller, 1981).

Gerdemann (1968) y Mosse (1973) han observado que cuando los niveles de P (fósforo) asimilable en el suelo son bajos, la infección por micorriza V-A estimula significativamente el incremento

en la captación de P, dando como resultado un dramático incremento en el desarrollo del huésped.

Lambert, et. al (1979), Gray y Gerdemann (1973) encontraron en sus plantas estudiadas, cambios en las concentraciones de otros elementos como S, Zn, Cu, Sn y otros por la influencia de la micorriza V-A., sin embargo son menos dramáticos que en el caso del fósforo.

Existen varias hipótesis en que se relatan los mecanismos potenciales por medio de los cuales es incrementada la captación de fósforo por las raíces micorrizadas. Una de las más aceptadas (Tinker, 1975), se refiere a que la hifa se extiende exteriormente después de colonizar la raíz rodeándolas, e incrementando por tanto, la superficie de absorción de fósforo, permitiendo de esta manera la exploración de un mayor volumen de suelo, en comparación con las plantas no micorrizadas.

Es considerable la superficie adicional y la distribución de los sitios de absorción de la hifa en el suelo, lo cual proporciona una mayor capacidad de absorción de las raíces micorrizadas (Carling y Brown, 1982).

Sin embargo, recientes estudios de la cinética de absorción de P, en tomates micorrizados y no micorrizados, sugieren que las raíces micorrizadas no sólo tienen más sitios de absorción de P, sino que éstos sitios en las raíces micorrizadas tienen una mayor afinidad por el P que en el caso de raíces control (Cress, et. al, 1979).

Finalmente, cuando se incrementa la captación de fósforo por leguminosas micorrizadas se estimula la fijación de nitrógeno por Rhizobium, lo cual causa indirectamente un incremento en la concentración de nitrógeno en el hospedero (Schenck y Hinson, 1973).

f) . La Micorriza V-A, las Leguminosas y otros Cultivos de Importancia Económica.

El uso de la MVA como fertilizante biológico se ha demostrado en diferentes estudios, muchos de los cuales se han realizado con maíz (Gerdemann, 1964) manzano (Plenchette, et. al, 1981), algunos cítricos (Ferreira, et. al, 1982), fresa (González, 1986), y en papaya (Jaen y Ferrera-Cerrato, 1986), encontrándose altos rendimientos de las plantas micorrizadas con respecto a las plantas testigo, demostrando con esto el beneficio de usar estos hongos como sustituto de los fertilizantes químicos.

Por otro lado, los estudios encaminados para activar una mayor producción en leguminosas por inoculación con micorriza, han adquirido gran relevancia encontrándose que además de favorecer la captación de fósforo sobre todo en suelos deficientes de este elemento (Mosse y Hepper, 1975), estos hongos promueven la producción de nódulos incrementando con esto la fijación de N por las plantas (Daft y El-Giahmi, 1974; Schenck y Hinson, 1973).

Al someter plantas de soya en condiciones de stress, Safir y colaboradores (1972), encontraron que la micorriza V-A además de favorecer la producción de biomasa, disminuyó la resistencia al transporte de agua mientras que las plantas testigo presentaron menor biomasa y una mayor resistencia al transporte de agua.

Otras leguminosas han sido objeto de estudio, Trifolium (Pairunan, et. al, 1980); Leucaena leucocephala (Guzmán, et. al. 1984); Eysenhardtia polystachya, Acacia cyanophylla y Piscidia communis (Ferreira-Cerrato y Villerías, 1984 a y b), estos al ser inoculadas con hongos micorrícicos V-A se desarrollaron con mayor rapidez, presentando la mayor altura y biomasa así como con altos contenidos de fósforo foliar.

g). La Micorriza en las Zonas Áridas.

Investigaciones sobre la MVA y su aplicación en el incremento de la productividad primaria, han sido referidas a bosques, cultivos agrícolas y producción de pastura, mucho más que a praderas de zonas áridas y semiáridas (Trappe, 1981).

Haciendo énfasis en que la vegetación de las zonas áridas soporta condiciones adversas como son sequías prolongadas, intenso calor, suelo con alto contenido de sales, vientos fuertes, etc. lleva a pensar que cualquier factor que puede inducir el buen desarrollo en las plantas creciendo en condiciones de stress es realmente valioso, porque dará como resultado mayor productividad y estabilidad en la vegetación (Ferrera-Cerrato, 1983a).

La micorriza ha provocado el incremento de la tolerancia de las plantas en condiciones de stress como temperaturas extremas y sequía, mostrando las plantas micorrizadas una fácil recuperación cuando se suspendió el stress de humedad. Safir y colaboradores (1971) encontraron que la formación de la micorriza en soya tiene de a decrecer en el hospedero la resistencia al transporte de

agua, acompañado este fenómeno de un incremento en el desarrollo de retoños.

Reeves y colaboradores (1979) al realizar comparaciones de ecosistemas naturales no perturbados y perturbados en zonas semiáridas al oeste de Colorado Estados Unidos, encontraron que el 99% de plantas que cubren las zonas no perturbadas estaban micorrizadas, en cambio el 1% de plantas en zonas perturbadas presentaron colonización micorrízica.

Trappe (1981) opina que las ventajas ecológicas de los hongos micorrízicos, son necesarias particularmente en praderas degradadas por erosión, compactación, sobrepastoreo o contaminación con sal, aceite y metales pesados, afirma que los hongos nativos no pueden adaptarse a tales condiciones, por tanto, hongos adaptables a esas condiciones pueden introducirse al suelo para establecer una vegetación deseada.

Así mismo, Williams y Aldon (1976) sugieren que la presencia de la micorriza V-A es importante en la rehabilitación de ecosistemas semiáridos del Suroeste de Estados Unidos, sobre todo en ambientes donde frecuentemente el fósforo es poco disponible para las plantas.

Por tanto, en base a la situación adversa que predomina en las zonas áridas, y semiáridas junto con sus habitantes, a la importancia de la micorriza V-A que tiene en dichas zonas, así como a la necesidad de una mejor comprensión de nuestros recursos bióticos sobreexplotados, y finalmente a la carencia de trabajos

de investigación realizados en México al respecto, se planteó conocer la ecología y distribución de la micorriza V-A, determinar el papel que juega en la vegetación de las zonas áridas del Altiplano Potosino-Zacatecano, en énfasis en tres leguminosas forrajeras (Acacia schaffneri, Calliandra eriophylla y Dalea bicolor), así como establecer un estudio micotrófico a nivel invernadero en algunas leguminosas del Altiplano Potosino-Zacatecano utilizando como inóculo, cepas provenientes del Estado de Zacatecas.

UBICACION Y DESCRIPCION DE LA ZONA DE ESTUDIO

La zona de estudio queda comprendida entre el Km. 122.5 de la carretera San Luis Potosí-Zacatecas y el Km. 46 de la carretera San Luis Potosí-Charcas, entre los 22° y 23° Latitud Norte y entre los 100° y 101° Longitud Oeste, la altitud de la zona oscila entre los 2020 y 2400 msnm.

Se presentan dos tipos de clima que son el tipo Seco Arido Templado (BSokw) y el Seco Aemiárido templado (BS₁Kw) con variaciones entre "extremoso" y "con poca oscilación". La mayor parte del área de estudio presenta una temperatura tipo Ganges, es decir, el mes más caliente se da antes de Junio, de acuerdo a la clasificación de Köppen modificada por García (1981).

Son tres los tipos de vegetación los que predominan en los sitios de muestreo (FIG. 1) y son: Matorral Desértico Micrófilo cuyo elemento dominante es Larrea tridentata a la cual se asocian Acacia, Yucca, Prosopis, Aloysia y otras; Matorral Desértico Rosetófilo, dominando Agave, Hecttia y Dasylyrion, codominando Yucca y Samuela asociándose a estas Dalea, Larrea, Opuntia, Boutelova y otras; el otro tipo de vegetación es Matorral Crasicaule cuya asociación Opuntia-Prosopis llega a cubrir densamente la superficie, mientras que Yucca y Acacia le siguen como especies dominantes. Otras especies que se asocian a este tipo de vegetación es Calliandra, Agave, Boutelova en otras (Marroquín, et. al. 1981; Rzedowski, 1978).

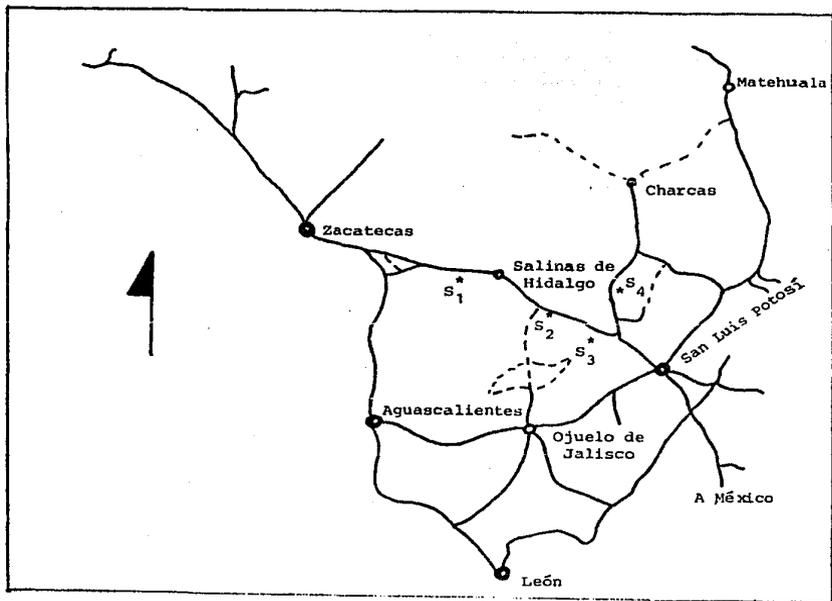


FIGURA 1. UBICACION DE LOS SITIOS (*) DE MUESTREO EN EL ALTIPLANO POTOSINO-ZACATECANO (ROMERO, 1982).

CUADRO 1. CARACTERISTICAS DE LOS SITIOS MUESTREADOS EN LOS AGOSTADEROS DEL ALTIPLANO POTOSINO-ZACATECANO.

LOCALIDAD	No. Sitio	ALTITUD msm		ESPECIES MUESTREADAS	ABUNDANCIA A C D	OBSERVACIONES
Cerro de las dos hermanas, Km. 122.5 Carretera SLP-Zac. Mpio. Salinas de Hidalgo, S.L.P.	1	2150	Terreno con ligera pendiente (5%)	<u>Dalea bicolor</u>	0 0 +	Hay pastoreo, el suelo es delgado y algo pedregoso. Exposición Norte del terreno. El tipo de vegetación que predomina es el matorral Cracicaule, isotal.
Santa Ana, frente al Cerro de la Mesa de la Negra Mpio. de Pinos, Zacatecas.	2	2135	Terreno plano	<u>Acacia schaffneri</u>	+ 0 0	Hay pastoreo. Suelo profundo. El tipo de vegetación que predomina es el matorral Cracicaule, micrófilo.
Km. 46.0 Carretera San Luis Potosí, Zacatecas.	3	2020	Terreno con ligera pendiente (5%)	<u>Calliandra eriophylla</u>	0 + 0	Zona bastante pastoreada. El lugar queda ubicado junto a un escurrimiento natural. Exposición Suroeste. En algunas partes el caliche esta a 10 cm de profundidad. La profundidad del suelo es variable. La pedregosidad es baja. La vegetación es del tipo matorral Cracicaule-mezquitil micrófilo.
Rincón de Yerbuena, Ahualululco, SLP.	4	2400	Montañosa (Pen. 30%).	<u>Acacia schaffneri</u> <u>Calliandra eriophylla</u>	+ + -	Zona bastante pastoreada. En la parte baja se practica, la agricultura. La pedregosidad es abundante. Se tomaron muestras de la exposición Sur y Este en la parte media y baja del Centro.

A = Acacia schaffneri, C = Calliandra eriophylla, D = Dalea bicolor

0 = Ausente, - = Baja, + = Regular, + = Alta

1er. MUESTREO (MAYO, 1984). EL SUELO SE ENCONTRABA HUMEDO POR LLUVIA 2 DIAS ANTES AL MUESTREO.

2o. MUESTREO (SEPTIEMBRE, 1984). EL SUELO SE ENCONTRABA BASTANTE HUMEDO, EL PAISAJE FUE MAS VERDE EN GENERAL QUE EN EL PRIMER MUESTREO.

MATERIALES Y METODOS

I. ECOLOGIA DE LA ENDOMICORRIZA V-A DE LAS ZONAS ARIDAS Y SEMIARIDAS DE SAN LUIS POTOSI Y ZACATECAS.

RECOLECCION DE SUELO DE RIZOSFERA EN LOS SITIOS DE MUESTREO

Se realizaron dos muestreos en los cuatro sitios (Cuadro 1) el primero se realizó en mayo y el segundo en septiembre de 1984. Los criterios para la obtención de muestras del suelo de rizósfera de las leguminosas, se basaron principalmente en los utilizados por Bohn (1979), Sieverding (1983); González y Barrios (1983), que consisten básicamente en tomar las muestras de suelos con un barreno, introduciéndolo a 10 cm de separación del pie de la planta. Se tomaron dos muestras de 1 Kg aproximadamente en los primeros 10 cm y 20 cm de profundidad se muestrearon de 10-15 plantas por cada sitio, ubicando una planta más o menos 10 m en transectos de 200-300 M de longitud.

MUESTREO DE RAICES

Se tomaron muestras de raíz de cada una de las especies de acuerdo a la topografía, profundidad del suelo y estado de desarrollo de la planta.

De acuerdo al método descrito por Bohn (1979), en terreno plano y profundo se escavó a una profundidad de 50-60 cm en un radio de 2-3M. alrededor de la planta. Cuando las condiciones lo permitieron, las plantas se arrancaron con todo y raíz, como es el caso de Dalea bicolor y Calliandra eriophylla. Finalmente se colocaron las raíces en

bolsas de plástico y se fijaron inmediatamente con FAA (Formaldehído Acido Acético y Alcohol a 96%, en proporción 1:1:1)

DETERMINACION DE LA COLONIZACION MICORRIZICA

Para determinar el por ciento de colonización micorrizica fue necesario procesar las raíces como sigue, se tomaron las raicillas de menos de 2 mm de diámetro, y se juntaron en una sola muestra por sitio en cada una de las especies. Se cortaron las raíces en fragmentos de 3-5 cm, se colocaron en cápsulas de plástico esterilizable. Enseguida se lavaron con agua corriente para eliminar el FAA, se depositaron en un vaso de precipitados y se les agregó KOH al 15% hasta cubrir las cápsulas. Las raíces con la solución, fueron sometidas a 10 libras de presión durante 15 minutos en el autoclave, el proceso se repitió 4 veces hasta que la solución de KOH fué inefectiva en la extracción de pigmentos, este proceso, tiene como finalidad remover el citoplasma de las células y el núcleo para facilitar la observación de las estructuras del hongo. Después de este proceso las raíces se lavan con agua corriente, enseguida se acidifican con HCl al 10% durante 10 minutos, una vez eliminado el HCl ya no se lava con agua. Inmediatamente se les agrega la solución colorante (Azul de Tripiano al 0.05% en Lactoglicerol) y se someten a 10 libras de presión durante 10 minutos en autoclave. Una vez teñidas las raíces, se elimina el exceso de colorante dejándolas en lactoglicerol durante 24 a 48 horas.

Las raíces se cortan en fragmentos de 1.5 cm por lo menos 100 seg--

mentos por muestra y se montan en portaobjetos colocando el cubreobjeto sobre la preparación. La observación de las raíces se hará en un microscopio óptico (A 100X) realizando 3 pasajes por cada segmento, dándole el valor de "Uno" a cada estructura, ya sea vesícula, arbusculo o hifa, independientemente del estado de micorrización y "Uno" para infección total para cada observación; dependiendo del número de segmentos observados se calculará el porcentaje de colonización micorrízica (Phillips y Hayman, 1970; Ferrera-Cerrato y Macedo, 1981).

CONTEO DE ESPORAS

Para el conteo de esporas es necesario extraerlas del suelo, para ello se utilizó una combinación de los métodos de Gerdemann y Nicolson (1963), Furlan y Fortin (1975) y Furlan y Fortin (1980). Cada muestra consistió de la mezcla de 10 submuestras de suelo de rizósfera de los primeros 10 cm de profundidad, tomada de cada especie, esto es para cada sitio. La muestra que es de aproximadamente 1 Kg se pasó por un tamiz de 1 mm de abertura de malla para eliminar partículas y materiales grandes. Una vez tamizada la muestra se homogeniza en una bolsa de plástico, se toman 50g de suelo, se colocan en un vaso de precipitados y se le agrega un litro de agua, se agita durante 2 minutos y se deja reposar durante 60 segundos, para que las partículas grandes sedimenten. El sobrenadante se pasa por 7 tamices de: 1 μm , 500 μm , 355 μm , 250 μm , 183 μm , 53 μm , y 19 μm de abertura de malla respectivamente. Las fracciones que se retu-

vieron en cada tamiz se pasaron a vasos de precipitados con solución glicerol-agua (1:1), se dejaron reposar durante 30 minutos, el sobrenadante se tamiza para quitar el glicerol, el cual se filtra para volverlo a usar otra vez y el tamizado se pasa a un vaso de precipitados, se afora 200 ml. se agita, y en movimiento se toman 3 alícuotas de 10 ml que se colocaron en cajas de Petri para realizar el conteo de esporas al microscopio estereoscópico.

II. ENSAYO DE MICOTROFIA EN Acacia cyanophylla, Dalea bicolor y Calliandra eriophylla.

a). Preparación del inóculo.

Las cepas que se utilizaron para el estudio micotrófico provienen de diferentes regiones del estado de Zacatecas que fueron seleccionadas morfológicamente con base al tamaño, color, contenido, estructura superficial, número de paredes y modo de unión de la hifa sustentora, (Jaen y Ferrera-Cerrato, 1986).

Una vez que se obtuvo un inóculo con cepas seleccionadas, se procedió a multiplicar este material con el fin de tener inóculo suficiente y cepas con un porcentaje alto de colonización micorrízica; para tal fin se utilizó como huésped Phaseolus vulgaris variedad Negro Michoacán y se procedió como a continuación se describe:

En vasos de poliuretano de 1 Kg de capacidad se depositó, hasta 3/4 partes de su capacidad, suelo fumigado con Bromuro de Metilo; se le adicionó 20 gramos de suelos inóculo; se depositaron 4 semillas de frijol esterilizadas superficialmente (1 min en alcohol del 96, se

enjuagaron con agua destilada estéril, 1 minuto en Dicloruro de Mercurio acidificado y finalmente se enjuagó 7 veces con agua destilada estéril), finalmente las semillas se cubren con una capa de 2 cm de espesor del sustrato (suelo-arena-materia orgánica en una proporción 2:1:1) y se les agregó agua destilada cada vez que fue necesario.

Por cada tratamiento se realizaron 3 repeticiones, y un total de 3 testigos.

A las dos semanas se raleó quedando solo dos plantas por unidad experimental.

Se cosecharon las plantas a los 2 meses y se determinó colonización micorrizica y número de esporas y fueron elegidas 13 cepas que presentaron 50% o más de colonización para el estudio micotrófico ya que de este manera se incrementa la posibilidad de colonización al ser utilizadas como inoculante (este criterio se utiliza normalmente en la Sección de Microbiología).

Las cepas seleccionadas fueron:

Glomus sp. Zac. 1*

Gigaspora sp. Zac. 4

Gigaspora sp. Zac. 5

Glomus sp. Zac. 6

Gigaspora sp. Zac. 7

Gigaspora sp. Zac. 8

Glomus sp. Zac. 14

Glomus sp. Zac. 16

Glomus sp. Zac. 19

Glomus sp. Zac. 20

Glomus sp. Zac. 22

Glomus sp. Zac. 23

Glomus sp. Zac. 25

*Clave utilizada para distinguir las cepas seleccionadas morfológicamente, y que provienen de Zacatecas.

b). Germinación y Trasplante de Leguminosas.

Las leguminosas empleadas en el estudio micotrófico en invernadero son las siguientes por tener una amplia distribución geográfica e importancia forrajera en el área de estudio:

Dalca bicolor

Acacia cyanophylla

Calliandra eriophylla

Para realizar dicho estudio fue necesario llevar a cabo los siguientes preparativos:

- Escarificación de semillas. Se realizó conforme lo recomienda Romero (1982).
- Inducción de la germinación en incubadora. Bajo condiciones estériles se colocaron las semillas escarificadas en cajas de Petri y algodón humedecido con agua destilada estéril. Se mantuvieron a 37°C hasta que las semillas presentaron una radícula de aproximadamente 1.5 a 2 cm de largo. Se procedió a trasplantar las semillas germinadas en charo-

las de plástico con suelo fumigado con Bromuro de Metilo, y se permitió el crecimiento de las plántulas hasta una altura de 4 cm aproximadamente.

c). Inoculación y Trasplante de Leguminosas.

Se depositó suelo fumigado, en bolsas de polietileno hasta 3/4 partes de su capacidad (1 Kg).

Se adicionó el inóculo que consistió en 10 g de suelo con un promedio de 148 esporas y 3 g de raíces con 50% o más de colonización micorrízica.

Se cubrió el inóculo con una capa delgada de suelo y se colocó la plántula de 4 cm de altura (las plántulas por arriba y abajo de esta altura fueron eliminadas).

Se agregó un poco más de suelo para el sostenimiento de la planta y una capa de tezontle estéril como protección contra posibles contaminantes.

Se establecieron 3 repeticiones por tratamiento, más 3 controles por leguminosa en un diseño completamente al azar.

A las plantas se les agregó agua destilada a capacidad de campo cada vez que lo requirieron.

Todo esto en condiciones de invernadero (un promedio de 30°C por el día y 18°C por la noche).

Las variables determinadas al cabo de 90 días fueron altura, diámetro de tallo, área foliar, número de hojas, peso seco de la parte aérea, peso seco de raíz, volumen de raíz y colonización micorrízica.

ca.

Se realizó el análisis de varianza por variable y finalmente se sometió a la prueba de separación de Medias de Tukey.

Análisis de Suelo.

Se analizó las muestras tomadas a 10 y 20 cm de profundidad. Los resultados (Cuadro 2) indican que existen deficiencias de fósforo, en las dos profundidades analizadas para todos los sitios. El Nitrógeno es abundante de 0-10 cm y de término medio a los 10-20 cm de profundidad. La Materia Orgánica se presenta en forma abundante de 0-10 cm y en términos medios de 10 a 20 cm de profundidad.

El K, Ca y Mg son abundantes en las dos capas. El contenido de Na es bajo para todos los sitios.

El pH del suelo varía de medianamente ácido a neutro en todos los sitios.

La conductividad eléctrica es baja.

La textura se clasificó para todos los sitios como migajón arcillo-arenoso.

En general el único problema es el fósforo que se encuentra en forma deficiente (Ortiz y González, 1960).

CUADRO 2. ANALISIS DE SUELOS DE LOS SITIOS MUESTREADOS DE LOS AGOSTADEROS DEL ALTIPLANO POTOSINO-ZACATEÑO

Identificación	pH (1:1)	C.E. (1:5) mhos/cm a 25°C	M.O. %	N %	P Bra-1 (1:10) p.p.m.	K	Ca	Mg	Na	Textura
						Inter.	me/100 g.	me/100 g.	me/100 g.	
(Sitio 1) Las Dos Hermanas										Migajón Arcillo Arenoso
0 - 10	6.00	0.04	3.27	0.14	25.0	0.80	15.00	3.50	0.30	"
10 - 20	6.95	0.13	2.76	0.13	15.0	0.62	23.75	3.70	0.50	"
(Sitio 2) Santa Ana										"
0 - 10	5.95	0.11	3.94	0.18	22.0	1.55	16.87	5.35	0.28	"
10 - 20	6.10	0.08	2.32	0.12	11.0	1.33	15.62	4.73	0.30	"
(Sitio 3) Carretera S.L.P.										"
0 - 10	6.55	0.09	3.10	0.16	16.0	0.39	22.60	3.29	0.28	"
10 - 20	6.75	0.09	2.76	0.14	12.0	0.34	22.50	3.29	0.28	"
(Sitio 4) Ahuatlulco										"
0 - 10	5.85	0.04	4.11	0.21	15.0	0.63	27.50	4.73	0.33	"
10 - 20	6.15	0.07	3.60	0.18	11.0	0.53	21.25	4.94	0.45	"

RESULTADOS Y DISCUSION

I. ECOLOGIA DE LA ENDOMICORRIZA V-A DE CUATRO AGOSTADEROS DE S.L.P. Y ZACATECAS.

1. Suelos de Rizósfera de las Leguminosas.

1.1. Número de esporas.

Al analizar al estereoscopio las esporas aisladas del suelo de rizósfera de las leguminosas muestreadas, se observó (Cuadro 3), que en los cuatro sitios y en las 2 épocas de muestreo (mayo y septiembre) las esporas micorrícicas estuvieron presentes, con las siguientes variaciones:

El número total de esporas encontradas durante el primer muestreo (secano) fué de 8256, y en el segundo muestreo (lluvias) fué de 40036 (Cuadro 3), Acacia schaffneri presentó el mayor número de esporas en el primer muestreo ($\bar{x} = 1555$), seguida de Dalea bicolor ($\bar{x} = 1521$) y Calliandra eriophylla ($\bar{x} = 1051$).

En el segundo muestreo, en Calliandra eriophylla se registró un incremento en el número de esporas ($\bar{x} = 17874$) y en menor proporción Acacia schaffneri ($x = 16374$) y Dalea bicolor ($x = 15931$). Estas diferencias en el número de esporas están determinadas por los factores ambientales (humedad del suelo) y la misma planta huésped, por ejemplo, en 1980 Allen y Allen contabilizaron 870 esporas/100 g de suelo seco de sitios nativos; pero en octubre de 1978, después de una estación lluviosa de crecimiento, cuantificaron un número más grande de esporas (2470) de igual forma,

CUADRO 3. PRESENCIA DE ESPORAS DE LA MICORRIZA V-A EN SUELOS DE RIZOSFERA DE LAS LEGUMINOSAS ARBUSTIVAS DE LAS ZONAS ARIDAS Y SEMIARIDAS DEL ALTIPLANO POTOSINO-ZACATECANO.

ESPECIE MUESTREADA POR SITIO	NUMERO DE ESPORAS POR 50 GRAMOS DE SUELOS DE RIZOSFERA	
	I	II
SITIO 1 <u>DALEA BICOLOR</u>	973	5253
SITIO 2 <u>ACACIA SCHAFFNERI</u>	1520	5916
SITIO 3 <u>CALLIANDRA ERIOPHYLLA</u>	750	7346
SITIO 4 <u>D. BICOLOR</u>	2070	6609
<u>A. SCHAFFNERI</u>	1590	6833
<u>C. ERIOPHYLLA</u>	1353	8403

I = 1er. MUESTREO (Secano)

II = 2o. MUESTREO (Lluvias)

Sthal y Christensen (1982) al examinar, caracterizar y cuantificar las poblaciones de esporas de micorriza V-A en cuatro praderas de Wyoming, encontraron que los sitios muestreados, el área más húmeda presentó mayor número de esporas (696) que el área más seca (232).

Los resultados obtenidos en el presente trabajo (Cuadro 3) coinciden con los trabajos de Allen y Allen y Sthal y Cristensen ya que se incrementó el número de esporas, de la estación seca a la más húmeda, es decir del primer al segundo muestreo. Al respecto, en 1975, Koske en su estudio reportó que el ambiente y el huésped son los factores más importantes en la densidad de esporas en las dunas y afirma que en las praderas semiáridas la humedad puede ser limitante para el crecimiento de las plantas y a su vez el mayor factor que envuelve la producción de esporas.

El factor suelo en el presente estudio muy probablemente no influyó en gran forma sobre la producción variable de esporas pues las características de los 4 sitios de muestreo (Cuadro 2) son muy similares en cuanto a textura (migajón arcillo arenoso en todo los casos) de Ph, (entre 5.85 y 6 a 10 cm. de profundidad y entre 6.15 y 6.95 a 20 cm. de profundidas), cantidad de materia orgánica (3.27 a 4.11%), etc, por lo que efectivamente es posible que el factor humedad y huésped sean los que influyen en su mayor parte en la producción de esporas.

1.2. Morfología y Taxonomía de Esporas.

Se encontraron esporas de diferentes tamaños y estadios, las más

abundantes fueron de color miel con diferentes tonalidades y esporas de color negro.

En el suelo de rizósfera de Dalea bicolor del sitio uno se observaron esporas del tipo Glomus de forma globosa con un diámetro entre 250 y 355 μm .

En Acacia schaffneri del sitio 2 se observó un esporocarpio perteneciente al género Sclerosystis.

En Calliandra eriophylla se encontró otro tipo de Glomus, la espora es de forma globosa; con un diámetro entre 355 y 475 μm ; de color amarillo con una hifa sustentora en forma de embudo; la pared es gruesa con dos capas, la más externa de color café-amarillento y la interna de color amarillo.

En el sitio cuatro en Acacia schaffneri se encontraron esporas del tipo Gigaspora sp. el tamaño oscila entre 250 y 355 μm de diámetro.

Otro tipo de Glomus sp, encontrado en Dalea bicolor (sitio 4) parecido a Glomus tortuosum descrito por Schenck y Smith (1982), de color amarillo con 2 capas de pared gruesa y adherida una con otra, su diámetro oscila entre 183 μm y 250 μm .

El hecho de encontrar esporas en este tipo de ambientes semiáridos no es nuevo pues Gerdemann y Trappe (1974) al realizar muestreos exhaustivos en Wyoming, encontraron varias especies de Glomus y afirman que las han localizado en otras clases de hábitats y plantas huésped y son, entre los hongos vesículo arbusculares, las más ampliamente distribuidas en el Mundo.

Glomus fasciculatum parece ser la más ampliamente distribuida en Wyoming y Nueva Zelanda (Mosse and Bowen, 1966; Crush 1973, 1975; Powell, 1976.

Por su parte Sthal y Christensen (1982) reportan que en el suelo de rizósfera de Bouteloua y Agropyron de Wyoming encontraron varios tipos de Glomus en los cuatro sitios muestreados, entre las esporas identificadas estuvieron presentes Glomus fasciculatum, G. macrocarpum, G. microcarpum y G. mosseae, también localizaron esporas de Entrophospora infrequens y una forma no identificada.

Glomus fasciculatum nuevamente fué reportada en suelos en diferentes grados de disturbio al Oeste de Colorado en Estados Unidos por Moorman y Reeves (1979).

De tal manera que es factible la posibilidad de encontrar, al cabo de estudios taxonómicos rigurosos, esporas de Glomus fasciculatum o Glomus microcarpum o tal vez G. mosseae por tener estas una gran extensión geográfica y estar localizadas en zonas con cierto grado de semejanza ambiental con las del presente estudio.

2. Colonización Micorrizica (C.M.) en las Leguminosas (primer y segundo muestreo).

En general, la colonización micorrizica fué mayor en las raíces muestreadas en la época de humedad que en el muestreo donde prevaleció poca humedad (Figs. 2, 3 y 4).

Acacia schaffneri del sitio dos (Cuadro 4) presentó menor CM en época

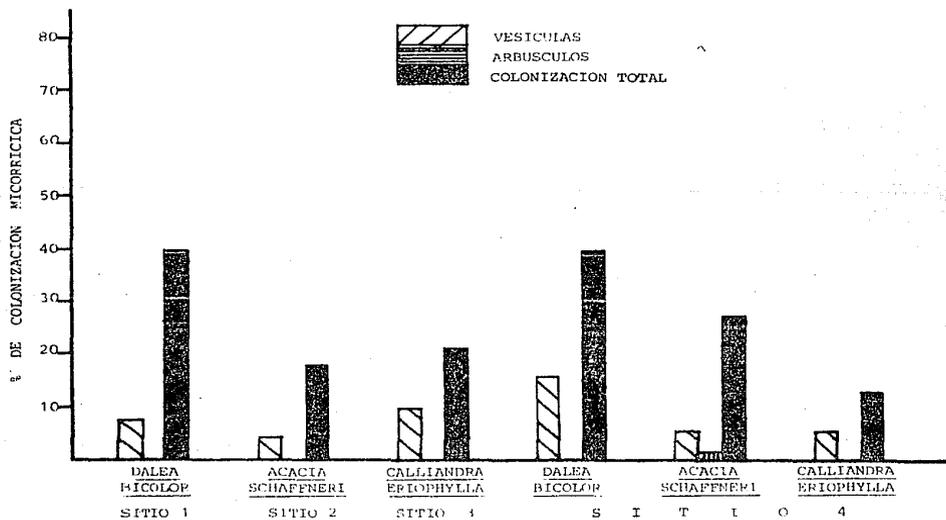


FIGURA 2. PORCIENTO DE COLONIZACION MICORRIZICA EN RAICES DE LEGUMINOSAS PROCEDENTES DE LOS AGOSTADEBOS DEL ALTIPLANO POTOSINO-ZACATECANO (SECANO).

de mayor humedad que en la época menos húmeda (17.8 y 51.8% respectivamente). En Calliandra eriophylla (sitio 3) se registró un aumento en el porcentaje de CM (21.9% en el primero y 35.2% en el segundo muestreo). En el sitio cuatro también en Acacia schaffneri el porcentaje de CM aumentó de 27.5% a 66.6% al igual que Calliandra eriophylla (13.1 a 55.2%). Sin embargo en Dalea bicolor el porcentaje de CM disminuyó del primer al segundo muestreo, tanto en el sitio uno (de 40% a 11%) como en el sitio cuatro (de 39.4% a 20%).

En los dos muestreos realizados se encontró que la aparición de arbuscúlos fue prácticamente nula (Cuadro 4). Por otra parte las vesículas aparecieron como a continuación se describe:

En el primer muestreo, Dalea bicolor registró 7.5% de CM (Sitio 1) y 15.6% (Sitio 4), para el segundo fueron respectivamente 8 y 2.3%.

En las raíces de Acacia schaffneri fué de 4.4% (Sitio 2) y 15.6% (Sitio 4) y en el segundo muestreo aumentaron a 21.3% y 20.2% respectivamente.

Las vesículas en Calliandra eriophylla aparecieron en el Sitio 3 con un porcentaje de 10 aumentando a 11.2% y en el Sitio 4 aumentó de 5.6 a 11.8%.

La aparición de estructuras micorrízicas en Dalea bicolor tuvo diferente comportamiento con respecto a las dos leguminosas restantes, esto se debió muy probablemente al estado fenológico ya que mientras D. bicolor se encontraba en floración, A. schaffneri y C. eriophylla estaban formando vaina.

Al estudiar la respuesta estacional de Atriplex gardneri en desierto

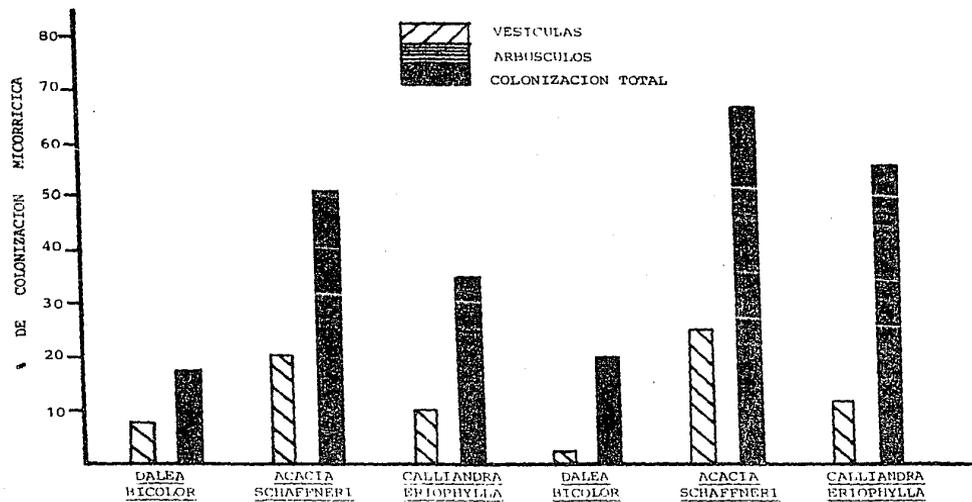


FIGURA 3. PORCIENTO DE COLONIZACION MICORRIZICA EN RAICES DE LAS LEGUMINOSAS DE ZONAS ARIDAS Y SEMIARIDAS DEL ALTIPLANO POTOSINO-ZACATECANO (LLUVIAS).

CUADRO 4. PORCIENTO DE COLONIZACION MICORRIZICA EN RAICES DE LAS LEGUMINOSAS DE ZONAS ARIDAS Y SEMIARIDAS DEL ALTIPLANO POTOSINO-ZACATECANO.

ESPECIES MUESTREADAS POR CADA SITIO	VESICULAS		ARBUSCULOS		COLONIZACION MICORRIZICA	
	I*	II**	I	II	I	II
SITIO 1						
<u>DALEA BICOLOR</u>	7.5	8.0	0.0	0.0	40.0	11.7
SITIO 2						
<u>ACACIA SCHAFFNERI</u>	4.4	21.3	0.0	0.0	17.8	51.8
SITIO 3						
<u>CALLIANDRA ERIOPHYLLA</u>	10.0	11.2	0.0	0.0	21.9	35.2
SITIO 4						
<u>D. BICOLOR</u>	15.6	2.3	0.0	0.0	39.4	20.0
<u>A. SCHAFFNERI</u>	5.6	20.2	1.2	0.0	27.5	66.6
<u>C. ERIOPHYLLA</u>	5.6	11.8	0.0	0.0	13.1	55.2

I* (1er. MUESTREO, MAYO 1984)
SECANO

II** (2o. MUESTREO, SEPTIEMBRE, 1984)
LLUVIAS

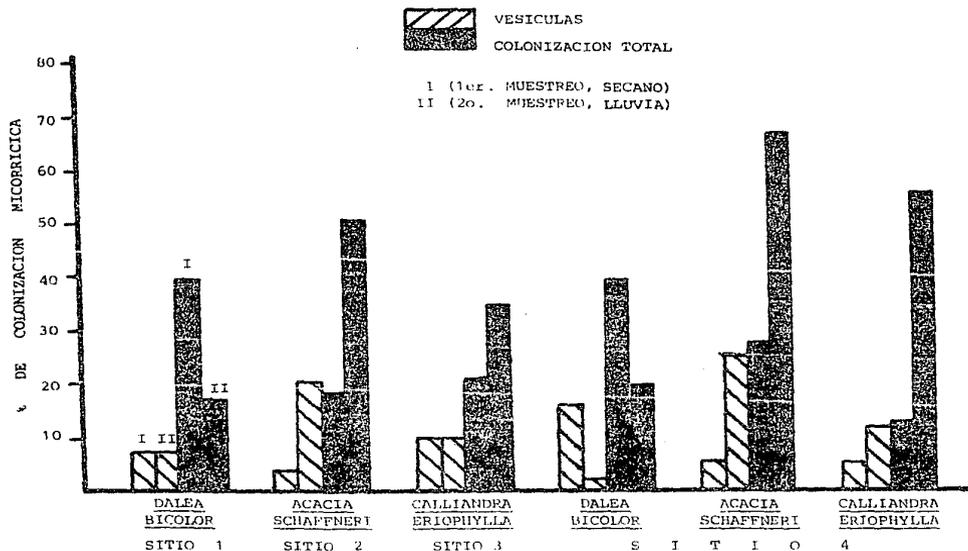


FIGURA 4. PORCIENTO DE COLONIZACION MICORRIZICA EN RAICES DE LEGUMINOSAS DE LOS AGOSTADEROS DEL ALTIPLANO POTOSINO-ZACATECANO.

frío de Wyoming en E.U. Allen (1983) encontró que las estructuras micorrízicas aparecieron como sigue: en abril encontró un 25% de arbusculos pero en junio cuantificó un 0%. La colonización micorrízica total varió de 78% en abril a 28% en junio y de 3% para julio finalmente las vesículas estuvieron presentes en abril y junio pero no se observaron en julio.

La disminución del número de arbusculos del primer al segundo muestreo y en general de un número pequeño de arbusculos en ambos muestreos puede significar de acuerdo con (Carling, 1982); Cox y Tinker (1976) que cuando se realizaron los muestreos el intercambio de nutrientes entre hongo y planta era mínimo.

Por otro lado Saif (1977) al hablar de la dinámica de aparición de estructuras micorrízicas afirma que posterior a la colonización, continúa la formación de arbusculos, vesículas para finalmente aparecer la esporulación, por lo tanto, para encontrar arbusculos en las leguminosas del presente estudio es necesario realizar más muestreos y así observar la estacionalidad de dichas estructuras. De ésta manera, se puede esperar que en un muestreo posterior a septiembre, es decir época húmeda con gran esporulación (Cuadro 3), se tendrá una nueva colonización y el inicio de un nuevo ciclo con la presencia, por tanto, de una gran cantidad de arbusculos, de acuerdo a Saif, (1977), Koske (1975), Allen y Allen (1977) y Stahly Christensen (1982).

II. ESTUDIO MICOTRÓFICO EN INVERNADERO.

1. Acacia schaffneri

1.1. Altura.

El crecimiento de la leguminosa A. schaffneri se vió potenciado en mayor grado al ser inoculadas con las cepas Glomus sp. Zac. 6, 14, Gigaspora sp. Zac. 4, 5, 7 y 8 alcanzando valores de 251, 193, 187, 198, 205 y 228 mm de altura (Cuadros 5 y 6). Al realizar el análisis de varianza (ADV) se encontraron diferencias altamente significativas (Apéndice ADV 1), los valores máximos se obtuvieron con la inoculación de Glomus sp. Zac. 6 (251 mm) y Gigaspora sp. Zac. 8 (228 mm) y los mínimos se registraron cuando se inoculó con Glomus sp. Zac. 19 y 22 (117 y 104 mm), así como en las plantas sin inocular (125 mm) como lo muestra la figura 5. En estudios anteriores, Ferrera-Cerrato y Villerías (1984c) al inocular plantas de Acacia cyanophylla con cepas de Glomus sp, obtuvieron incrementos de 3 cm. con respecto a las plantas no inoculadas; y al inocular Acacia cyanophylla con Glomus más Rhizobium sp. alcanzó alturas hasta de 10 cm. por sobre las plantas testigo. Por lo que se deduce, que se podría utilizar las cepas que indujeron los mayores valores en altura y aplicar la doble inoculación (Micorriza-Rhizobium) en Acacia cyanophylla para poder obtener altos rendimientos en el desarrollo de esta leguminosa forrajera.

1.2. Diámetro del Tallo.

El diámetro de tallo alcanzado por las plantas micorrizadas fue muy cercano (2.1 - 3.3 mm) al de las plantas no inoculadas (2.6 mm);

CUADRO 5. VARIABLES EVALUADAS DE PLANTAS DE Acacia schaffneri A LOS 90 DIAS DE LA SIEMBRA, INOCULADAS CON 13 CEPAS DE MVA.

TRATAMIENTO	ALTURA FINAL (mm)	DIAMETRO DE TALLO (mm)	PESO SECO FOLLAJE (g)	RENDIMIEN TO PSF* (%)	AREA FOLIAR (cm ²)	RENDIMIEN TO AF ^o (%)	VOLUMEN RAIZ (ml)	COLONIZ. MICORRIZ. (%)
Testigo	125.0	2.6	0.26	100.0	9.33	100.0	2.3	0.00
<u>Glomus</u> sp. Zac. 1	164.0	2.6	0.58	223.0	30.45	326.36	4.1	49.82
<u>Gigaspora</u> sp. Zac. 4	187.0	2.8	0.80	307.0	45.69	489.71	4.6	34.16
<u>Gigaspora</u> sp. Zac. 5	198.0	2.7	0.72	276.0	39.57	424.11	4.1	66.85
<u>Glomus</u> sp. Zac. 6	251.3	3.3	0.90	346.0	52.43	561.95	5.0	63.75
<u>Gigaspora</u> sp. Zac. 7	205.0	2.5	0.55	211.0	36.20	239.10	3.3	26.11
<u>Gigaspora</u> sp. Zac. 8	228.3	2.9	0.89	342.0	56.09	601.17	6.8	44.30
<u>Glomus</u> sp. Zac. 14	193.6	2.3	0.55	211.5	23.66	253.59	5.4	34.46
<u>Glomus</u> sp. Zac. 16	159.6	2.5	0.47	180.7	25.35	271.70	4.6	46.07
<u>Glomus</u> sp. Zac. 19	117.0	2.1	0.44	169.2	25.29	271.06	5.7	38.13
<u>Glomus</u> sp. Zac. 20	149.0	2.5	0.50	192.3	18.89	202.46	4.5	32.99
<u>Glomus</u> sp. Zac. 22	104.3	2.1	0.33	126.9	18.70	200.42	4.1	49.08
<u>Glomus</u> sp. Zac. 23	170.0	2.7	0.57	219.2	33.62	360.39	6.4	20.91
<u>Glomus</u> sp. Zac. 25	138.3	2.4	0.44	169.2	15.14	162.27	5.5	17.22

* PSF = Peso Seco del Follaje.

^o AF = Area Foliar.

CUADRO 6. ALTURA Y DIAMETRO DE TALLO DE PLANTAS DE Acacia schaffneri A LOS 90 DIAS DE LA INOCULACION CON 13 CEPAS DE MICORRIZA VESICULO-ARBUSCULAR (MVA).

CEPA DE MVA	ALTURA (mm)	DIAMETRO DE TALLO (mm)
<u>Glomus</u> sp. Zac. 1	164.00 abc*	2.66 a
<u>Gigaspora</u> sp. Zac. 4	187.00 abc	2.83 a
<u>Gigaspora</u> sp. Zac. 5	198.00 abc	2.70 a
<u>Glomus</u> sp. Zac. 6	251.33 a	3.30 a
<u>Gigaspora</u> sp. Zac. 7	205.00 abc	2.57 a
<u>Gigaspora</u> sp. Zac. 8	228.33 ab	2.90 a
<u>Glomus</u> sp. Zac. 14	193.67 abc	2.33 a
<u>Glomus</u> sp. Zac. 16	159.33 abc	2.53 a
<u>Glomus</u> sp. Zac. 19	117.00 c	2.17 a
<u>Glomus</u> sp. Zac. 20	149.00 abc	2.57 a
<u>Glomus</u> sp. Zac. 22	104.33 c	2.13 a
<u>Glomus</u> sp. Zac. 23	169.00 abc	2.73 a
<u>Glomus</u> sp. Zac. 25	138.67 bc	2.40 a
Testigo	125.00 bc	2.60 a

*VALORES CON LETRAS IDENTICAS SON ESTADISTICAMENTE IGUALES (TUKEY $\alpha = 0.05$).

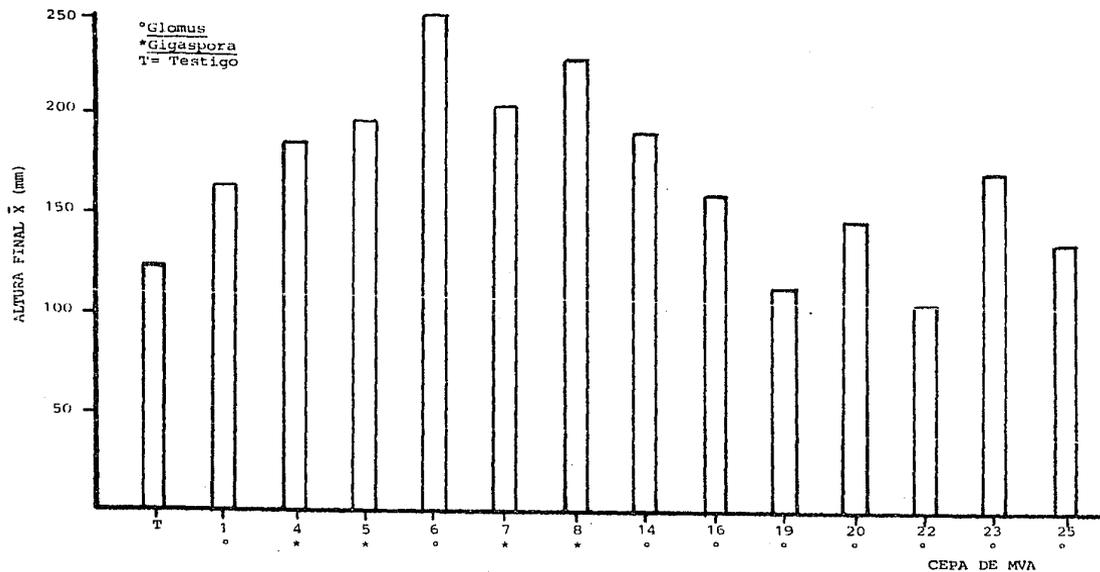


FIGURA 5. ALTURAS MEDIAS FINALES DE PLANTAS DE Acacia schaffneri A LOS 90 DIAS DE LA SIEMBRA, INOCULADAS CON 13 CEPAS DE MVA.

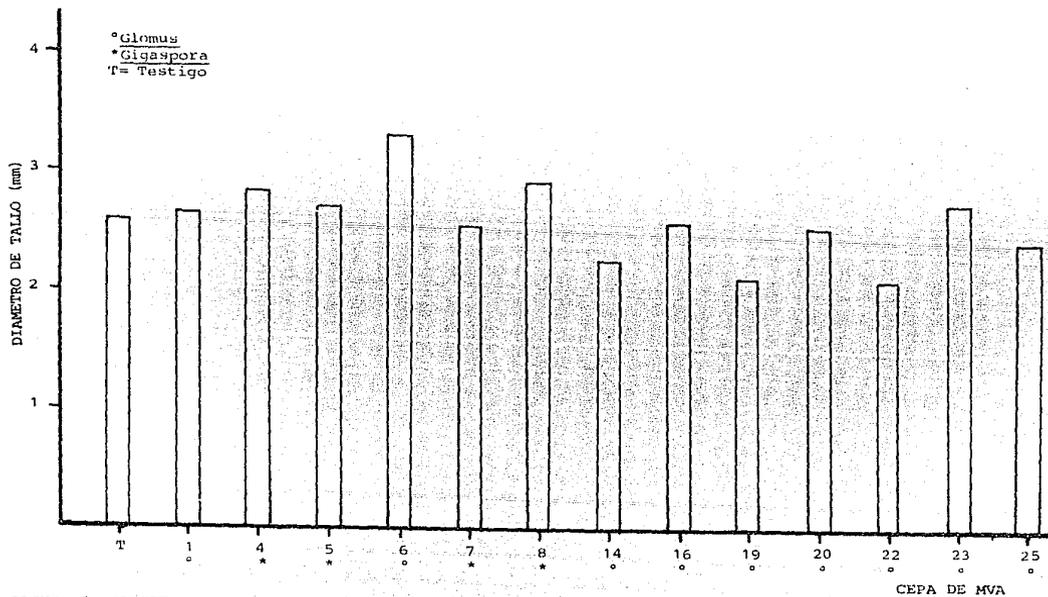


FIGURA 6. DIAMETRO DEL TALLO DE PLANTAS DE Acacia schaffneri A LOS 90 DIAS DE LA SIEMBRA, INOCULADAS CON 13 CEPAS DE MVA.

no hubo diferencias estadísticas entre tratamientos (Apéndice ADV 2) (Cuadro 6), incluso las plantas inoculadas con Glomus sp. Zac. 19 y 22 presentaron diámetro inferiores (2.1 mm) al testigo (2.6 mm) (Figura 6). Estos datos contrastan con los obtenidos por Jean (1987) quien al inocular Carica papaya en condiciones de vivero obtuvo diámetros de tallo de hasta 10 mm en comparación con las plantas testigo (3.2 mm). Esto se debe seguramente al diferente genotipo utilizado como hésped, la procedencia del mismo; Acacia de zonas áridas y C. papaya de tropicales.

1.3. Peso seco parte aérea.

El follaje de las tres leguminosas en estudio son de vital importancia por el uso forrajero en potencia que poseen (Romero, 1982) es por esto que los valores significativos o altamente significativos en esta variable son importantes. Existieron diferencias altamente significativas en el peso seco de la parte aérea de Acacia schaffneri (Apéndice ADV 3); las cepas que potenciaron en mayor proporción fueron Glomus sp. Zac. 6, Gigaspora sp. Zac. 4, 5 y 8 produciendo respectivamente 0.9, 0.8, 0.7 y 0.9 g obteniendo, por tanto, rendimientos de 346, 307, 276, y 342% (Cuadros 5 y 7) respecto al 0.26g de las plantas testigo al que se les dió el valor de 100% de rendimiento.

La cepa que indujo la menor producción de biomasa "aérea" fué Glomus sp. Zac. 22 con 0.33g y solo 126.9% de rendimiento (Figuras 7 y 9). En contraste, Ferrrera-C y Villerías (1984c) al

inocular Glomus sp. en Acacia cyanophylla, no encontraron diferencias estadísticas entre la biomasa de plantas inoculadas y sin inocular, mostrando con esto que las respuestas de la planta a la inoculación se puede manifestar de diversas formas. Por su parte Guzmán-P. y colaboradores (1984) obtuvieron grandes diferencias en peso seco de plantas de Leucaena inoculadas con Glomus sp. respecto a las no inoculadas (10.4 y 0.6g/plantas), las inoculadas a su vez no mostraron diferencias significativas con las plantas fertilizadas con 150 ppm de P_2O_5 en forma de roca fosfórica o superfosfato; demostrando de esta manera, que la inoculación de plantas en vivero puede sustituir a la fertilización química.

1.4. Area foliar.

Las plantas no inoculadas mostraron un área foliar de 9.33 cm^2 (mínimo valor obtenido), mientras que la obtenida en las plantas micorrizadas osciló entre 15.16 cm^2 , inducido por Glomus sp. Zac 25 (Cuadro 7), hasta 56.07 cm^2 , inducido por Gigaspora sp. Zac. 8, encontrándose en el ADV (Apéndice ADV 4) diferencias altamente significativas.

Los valores más altos de área foliar fueron de plantas inoculadas con Glomus sp. Zac. 6, Gigaspora sp. Zac. 4, 5 y 8 (52, 45, 39 y 56 cm^2 respectivamente).

Los valores obtenidos al inocular Glomus sp. Zac. 6 y Gigaspora sp. Zac. 8 mostraron diferencias significativas (Tukey $\alpha = 0.05$) con respecto al testigo, por otro lado la inoculación con las -

CUADRO 7. PESO SECO DE LA PARTE AEREA, AREA FOLIAR Y NUMERO DE HOJAS DE PLANTAS DE *Acacia schaffneri* A LOS 90 DIAS DE LA INOCULACION CON 13 CEPAS DE HONGOS MICORRICICOS VESICULO ARBUSCULARES (MVA).

CEPA DE MVA	PESO SECO DE LA PARTE AEREA (g)	AREA FOLIAR (cm ²)	NUMERO DE HOJAS
<i>Glomus</i> sp. Zac. 1	0.58 ab*	30.47 abc	8.66 ab
<i>Gigaspora</i> sp. Zac. 4	0.80 ab	45.70 abc	13.67 ab
<i>Gigaspora</i> sp. Zac. 5	0.73 ab	39.60 abc	14.67 ab
<i>Glomus</i> sp. Zac. 6	0.91 a	52.43 ab	14.67 ab
<i>Gigaspora</i> sp. Zac. 7	0.56 ab	36.20 abc	11.67 ab
<i>Gigaspora</i> sp. Zac. 8	0.90 a	56.07 a	20.67 a
<i>Glomus</i> sp. Zac. 14	0.55 ab	34.57 abc	12.67 ab
<i>Glomus</i> sp. Zac. 16	0.47 ab	25.53 abc	15.33 ab
<i>Glomus</i> sp. Zac. 19	0.45 ab	25.30 abc	11.67 ab
<i>Glomus</i> sp. Zac. 20	0.48 ab	18.90 abc	15.00 ab
<i>Glomus</i> sp. Zac. 22	0.33 ab	18.20 abc	9.33 ab
<i>Glomus</i> sp. Zac. 23	0.54 ab	33.60 abc	12.00 ab
<i>Glomus</i> sp. Zac. 25	0.44 ab	15.16 bc	10.00 ab
Testigo	0.26 ab	9.33 c	2.33 b

*VALORES CON LETRAS IDENTICAS POR COLUMNA SON ESTADISTICAMENTE IGUALES (TUKEY $\alpha = 0.05$).

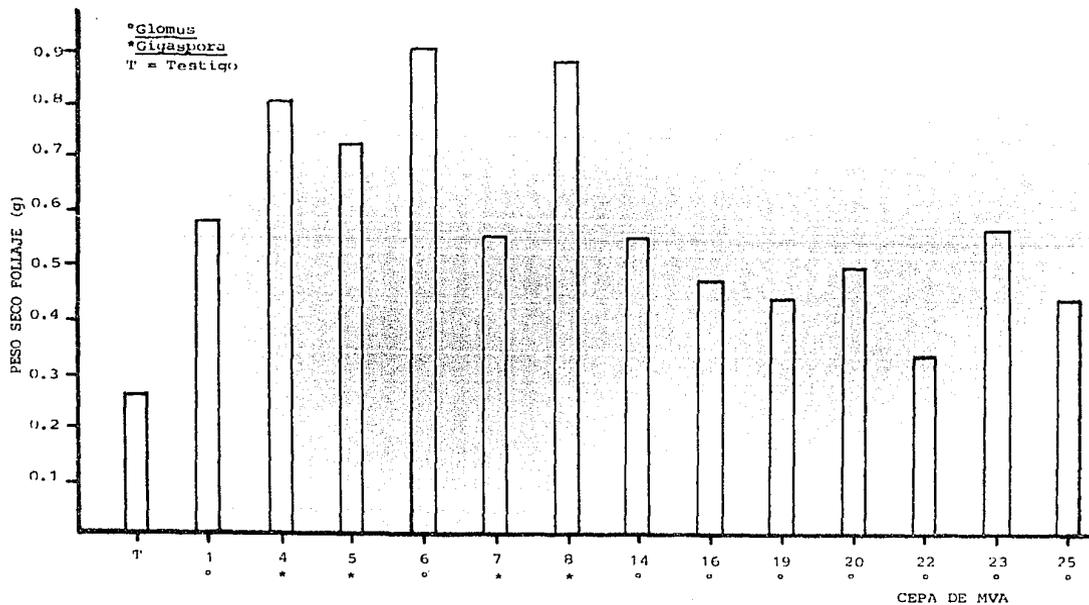


FIGURA 7. PESO SECO DEL FOLLAJE DE PLANTAS DE Acacia schaffneri, A LOS 90 DIAS DE LA SIEMBRA, INOCULADAS CON 13 CEPAS DE MVA.

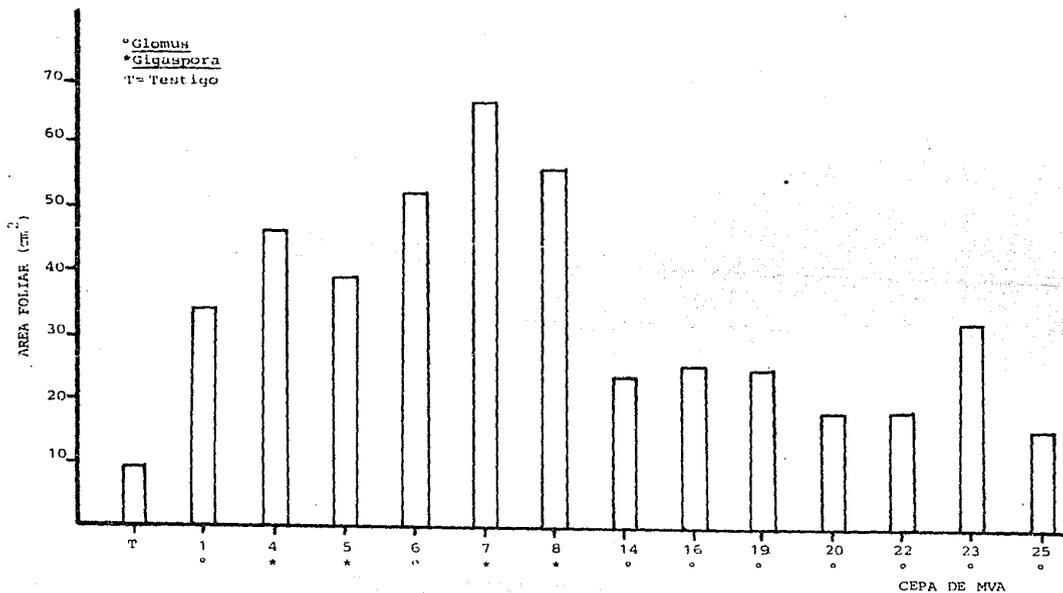


FIGURA 8. AREA FOLIAR DE PLANTAS DE Acacia schaffneri A LOS 90 DIAS DE LA SIEMBRA, INOCULADAS CON 13 CEPAS DE MVA.

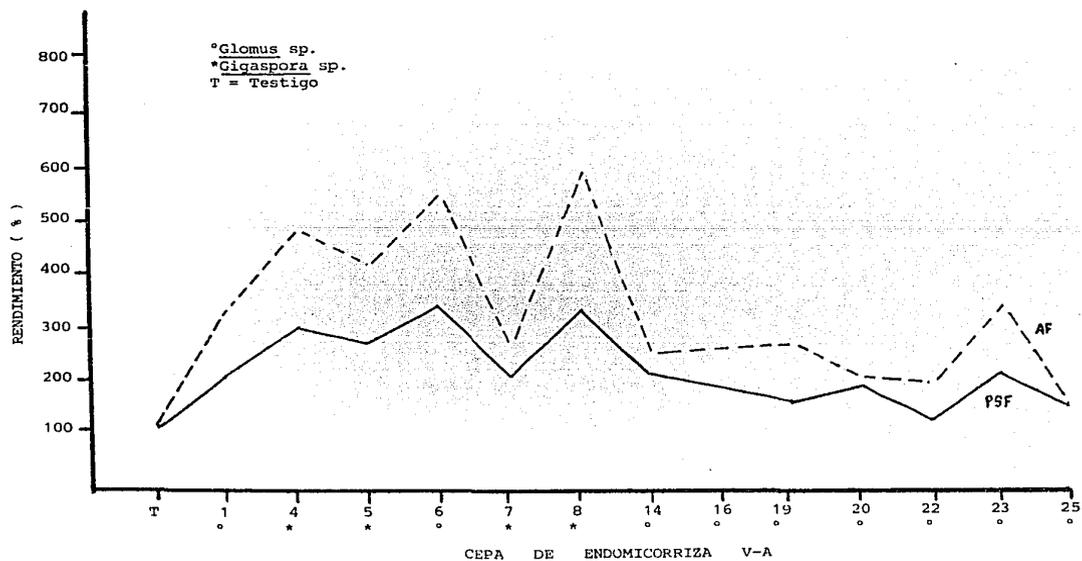


FIGURA 9. RENDIMIENTO PESO SECO DE FOLLAJE (PSF) Y AREA FOLIAR (AF) DE PLANTAS DE Acacia schaffneri A LOS 90 DÍAS DE LA SIEMBRA, INOCULADAS CON 13 CEPAS DE MVA.

cepas restantes no produjo diferencias significativas con respecto al control, sin embargo los rendimientos oscilaron desde 200% hasta 484%, a excepción de las inoculadas con Glomus sp. Zac. 25 con un rendimiento de 162.27% (Cuadro 5 y Figuras 8 y 9). En Leucaena + Micorriza los rendimientos de área foliar obtenidos por Lara y Ferrera-Cerrato (1986) alcanzaron el 198% y en Carica fué de 201% (Jaen, 1987), disminuyendo con esto el tiempo de trasplante al campo.

1.5. Número de hojas.

Estadísticamente no hubo diferencias entre tratamientos (Apéndice ADV 5), a pesar de ello se puede apreciar en el Cuadro 7 que el mínimo valor producido fué el de las plantas control (2.33 hojas) y el más alto lo produjo la cepa Gigaspora sp. Zac. 8 (20.67 hojas). El valor mínimo, obtenido con la inoculación de la cepa Glomus sp. Zac. 1, fué de 8.66 hojas llegando a ser 3.71 veces que el valor obtenido en las plantas testigo, (Jaen, 1987), mostrando con esto que los hongos endomicorrízicos si potencian positivamente la producción de hojas.

1.6. Peso Seco de Raíz.

Los datos de peso seco de raíz de Acacia schaffneri tanto para plantas inoculadas como no inoculadas resultaron ser estadísticamente iguales (Apéndice ADV 6), los valores oscilaron entre 0.45 g (plantas control) y 1.5g (plantas inoculadas con Gigaspora sp. Zac. 8) (Cuadro 8). Se observó que hay una gran relación entre el peso seco de raíz con los valores de altura, diá

metro del tallo, área foliar y peso seco de la parte aérea, pues en los casos de plantas que alcanzaron los más altos valores de dichas variables, también lo obtuvieron en el peso seco de raíz, como ejemplo están las plantas inoculadas con Glomus sp. Zac. 6 y Gigaspora sp. Zac. 8, por el contrario, las plantas con valores mínimos en todas o casi todas las variables evaluadas, también fué mínimo el peso seco de raíz (plantas testigo y plantas inoculadas con Glomus sp. Zac. 22) como se puede apreciar en los Cuadro 5 y 8 y los relacionados con los parámetros mencionados.

1.7. Volumen radical.

No existieron diferencias estadísticas entre tratamientos (Apéndice ADV 7 y Cuadro 8), sin embargo se encontró cierta relación entre el volumen de raíz con las variables restantes, como el caso de las plantas micorrizadas con la cepa Gigaspora sp. Zac. 8 que obtuvo el mayor volumen de raíz y el mayor valor para los demás parámetros (a excepción de la colonización micorrízica) mientras que las plantas control desarrollaron los mínimos valores de volumen radical al igual que las demás variables (Cuadro 5).

1.8. Colonización Micorrízica. (Fig. 10)

Los valores obtenidos de colonización micorrízica muestran que la inoculación de Acacia (Cuadro 5) produce efectos positivos sobre las variables evaluadas: altura, área foliar, peso seco de parte aérea y raíz y número de hojas, aunque en mínima pro-

CUADRO 8. PESO SECO DE RAIZ Y VOLUMEN RADICAL DE PLANTAS DE Acacia schaffneri A LOS 90 DIAS DE LA INOCULACION CON 13 CEPAS DE MICORRIZA VESICULO-AR-BUSCULAR (MVA).

CEPA DE MVA	PESO SECO DE RAIZ (g)	VOLUMEN RADICAL (ml)
<u>Glomus</u> sp. Zac. 1	0.99 a	4.17 a
<u>Gigaspora</u> sp. Zac. 4	1.16 a	4.60 a
<u>Gigaspora</u> sp. Zac. 5	1.07 a	4.17 a
<u>Glomus</u> sp. Zac. 6	1.40 a	5.00 a
<u>Gigaspora</u> sp. Zac. 7	0.79 a	3.37 a
<u>Gigaspora</u> sp. Zac. 8	1.50 a	6.83 a
<u>Glomus</u> sp. Zac. 14	1.06 a	5.40 a
<u>Glomus</u> sp. Zac. 16	0.85 a	4.67 a
<u>Glomus</u> sp. Zac. 19	1.00 a	5.10 a
<u>Glomus</u> sp. Zac. 20	0.97 a	4.53 a
<u>Glomus</u> sp. Zac. 22	0.73 a	4.16 a
<u>Glomus</u> sp. Zac. 23	1.16 a	6.40 a
<u>Glomus</u> sp. Zac. 25	0.89 a	5.50 a
Testigo	0.45 a	2.33 a

TODOS LOS VALORES RESULTARON SER ESTADISTICAMENTE IGUALES (TUKEY $\alpha = 0.05$).

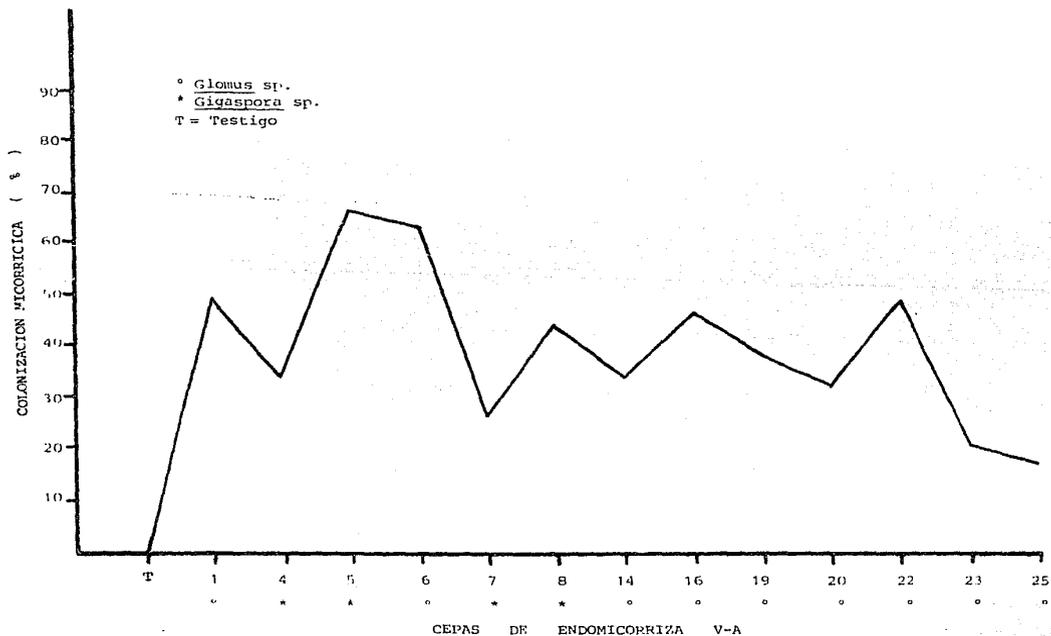


FIGURA 10. COLONIZACION MICORRIZICA EN PLANTAS DE Acacia schaffneri INOCULADAS CON HONGOS ENDOMICORRIZICOS G V-A.

porción sobre el diámetro de tallo y volumen radical todo esto en relación a las plantas testigo (Cuadro 5).

Sin embargo no se observó relación alguna entre la variable de colonización sobre las diferentes variables, esto es, la mayor o menor cantidad de estructuras micorrízicas en las raíces de las leguminosas no inducía un mayor o menor efecto sobre las variables; Gigaspora sp. Zac. 8 por ejemplo indujo un 44.3% de colonización micorrízica e indujo los más altos rendimientos (Cuadro 5) en tanto que Glomus sp. Zac. 22 con 49.08% de colonización en raíces se encontró entre las cepas que indujeron los menores rendimientos (Cuadro 5, Figura 9).

2. Calliandra eriophylla.

2.1. Altura.

No se encontraron diferencias entre tratamientos (Apéndice ADV 8). Las cepas que indujeron el mayor crecimiento en plantas de C. eriophylla fueron Glomus sp. Zac. 14 y 23 y Gigaspora sp. Zac. 4 las alturas de las plantas inoculadas con estas cepas fueron 94, 78 y 70 mm. Las plantas no micorrizadas presentaron 18 mm de altura que fué el mínimo valor alcanzado (Cuadro 9, Figura 11). Las plantas micorrizadas que presentaron el menor crecimiento fueron las inoculadas con Glomus sp. Zac. 22 (29 mm); en general las cepas restantes potenciaron positivamente el crecimiento de Calliandra con alturas entre 33.6 y 69 mm. Anteriormente Ferreira y colaboradores (1982) obtuvieron incre-

CUADRO 9. VARIABLES EVALUADAS DE PLANTAS DE Calliandra eriophylla A LOS 90 DIAS DE LA SIEMBRA, INOCULADAS CON 13 CEPAS DE MVA.

TRATAMIENTO	ALTURA FINAL (mm)	DIAMETRO DE TALLO (mm.)	PESO SECO FOLLAJE (g)	RENDIMIEN TO PSF (%)	AREA FOLIAR (cm ²)	RENDIMIEN TO AF (%)	VOLUMEN RAIZ (ml)	COLONIZ. MICORRIC. (%)
Testigo	18.0	1.8	0.13	100.00	15.03	100.00	0.9	0.00
<u>Glomus</u> sp. Zac. 1	66.6	2.8	0.77	592.30	83.20	553.55	4.2	25.43
<u>Gigaspora</u> sp. Zac. 4	70.3	2.6	0.62	476.92	84.19	560.14	3.7	16.66
<u>Gigaspora</u> sp. Zac. 5	49.6	3.1	0.49	376.92	50.83	338.19	4.0	8.00
<u>Glomus</u> sp. Zac. 6	69.0	2.9	0.59	453.84	91.07	605.92	4.0	11.53
<u>Gigaspora</u> sp. Zac. 7	52.0	3.0	0.64	492.30	80.89	538.19	4.4	17.01
<u>Gigaspora</u> sp. Zac. 8	66.0	3.3	0.54	415.38	64.66	430.20	4.0	28.20
<u>Glomus</u> sp. Zac. 14	94.0	3.3	0.71	546.15	94.79	630.67	4.3	13.18
<u>Glomus</u> sp. Zac. 16	39.6	3.5	0.56	430.76	45.91	305.45	3.6	16.41
<u>Glomus</u> sp. Zac. 19	38.3	2.3	0.48	369.23	74.46	495.40	3.0	18.66
<u>Glomus</u> sp. Zac. 20	33.6	2.5	0.48	369.23	63.23	420.69	3.3	19.23
<u>Glomus</u> sp. Zac. 22	29.0	2.7	0.40	307.69	36.40	242.18	2.0	25.28
<u>Glomus</u> sp. Zac. 23	78.6	2.8	0.67	515.38	67.07	446.24	4.3	19.69
<u>Glomus</u> sp. zac. 25	44.3	2.3	0.29	223.07	20.14	133.99	2.4	15.74

mentos de altura de hasta 227.4% en el portainjerto cítrico Citrus jambhiri el hongo micorrícico inoculado fué Glomus fasciculatus, por tanto el género Glomus parece tener mayor importancia en la producción de cultivos.

2.2. Diámetro del Tallo. (Fig. 12)

El diámetro del tallo de las plantas no micorrizadas fué de 1.8 mm, el mínimo valor alcanzado por las plantas micorrizadas fué de 2.3 mm obtenido con Glomus sp. Zac. 19 y 25; los máximos diámetros fueron inducidos por Gigaspora sp. Zac. 8, Glomus sp. Zac. 14 y 16 (3.3, 3.3 y 3.5 mm respectivamente). No hubo diferencias estadísticas entre tratamientos, sin embargo el diámetro de las plantas inoculadas fué mayor que el de las no inoculadas (Apéndice ADV 9, Cuadro 10).

2.3. Peso Seco de la Parte Aérea.

Fueron altos los valores que se determinaron en el peso seco de la fronda de plantas micorrizadas, fueron altos respecto a las no micorrizadas, se encontraron diferencias altamente significativas como lo muestra el Apéndice ADV 10 y el Cuadro 11.

En la Figura 13, se observa que las plantas control alcanzaron el valor mínimo (0.13 g), y por otro lado el máximo peso seco se obtuvo con la inoculación de Glomus sp. Zac. 1 (0.77 g), llegando a obtener un rendimiento de 592.3% (Cuadro 9) con respecto al 100% del control; le siguieron a esta cepa, Gigaspora sp. Zac. 4, 7, Glomus sp. Zac. 14 y 23 con 0.62, 0.64, 0.71 y 0.67g con rendimientos de 476, 492, 546 y 515% (Figuras 13 y 15).

CUADRO 10 ALTURA Y DIAMETRO DE TALLO DE PLANTAS DE Calliandra eriophylla A LOS 90 DIAS DE LA INOCULACION CON 13 CEPAS DE HONGOS MICORRIZICOS VESICULO ARBUSCULARES.

CEPA DE MVA	ALTURA (mm)	DIAMETRO DEL TALLO (mm)
<u>Glomus</u> sp. Zac. 1	66.67 a	2.8 a
<u>Gigaspora</u> sp. Zac. 4	70.33 a	2.6 a
<u>Gigaspora</u> sp. Zac. 5	49.67 a	3.1 a
<u>Glomus</u> sp. Zac. 6	69.00 a	2.9 a
<u>Gigaspora</u> sp. Zac. 7	52.00 a	3.0 a
<u>Gigaspora</u> sp. Zac. 8	66.00 a	3.3 a
<u>Glomus</u> sp. Zac. 14	94.00 a	3.3 a
<u>Glomus</u> sp. Zac. 16	39.66 a	3.5 a
<u>Glomus</u> sp. Zac. 19	38.33 a	2.3 a
<u>Glomus</u> sp. Zac. 20	33.67 a	2.5 a
<u>Glomus</u> sp. Zac. 22	29.00 a	2.8 a
<u>Glomus</u> sp. Zac. 23	78.67 a	2.9 a
<u>Glomus</u> sp. Zac. 25	44.33 a	2.3 a
Testigo	18.00 a	1.8 a

TODOS LOS VALORES RESULTARON SIN DIFERENCIAS ESTADISTICAS (TUKEY $\alpha = 0.05$).

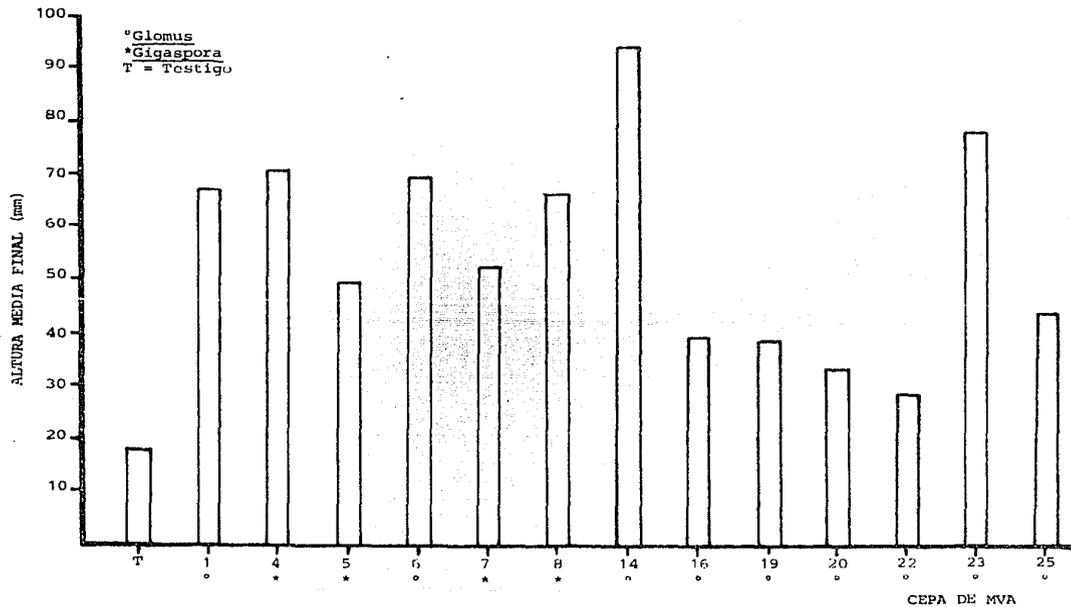


FIGURA 11. ALTURAS MEDIAS FINALES DE PLANTAS DE *Calliandra eriophylla* A LOS 90 DIAS DE LA SIEMBRAS, INOCULADAS CON 13 CEPAS DE MVA.

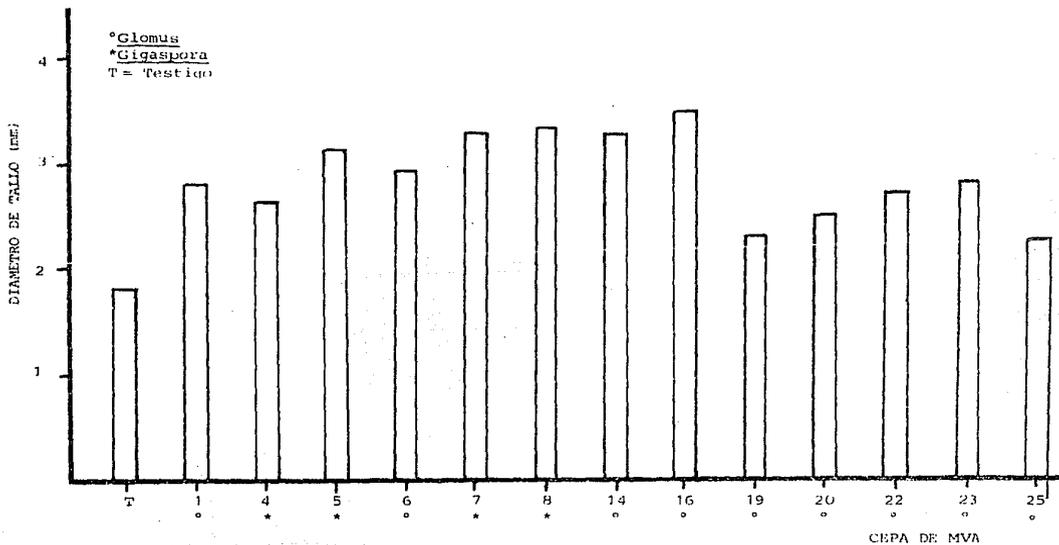


FIGURA 12. DIAMETRO DE TALLO DE PLANTAS DE *Calliandra eriophylla* A LOS 90 DIAS DE LA SIEMBRA, INOCULADAS CON 13 CEPAS DE MVA.

La cepa que indujo el menor peso seco fué Glomus sp. Zac. 25 con un rendimiento de 223.07%.

Por tanto, nuevamente podemos apreciar el efecto positivo de la inoculación sobre esta leguminosa (C. eriophylla) al compararlo con la no inoculación. Es necesario no olvidar la total ausencia de micorriza en las plantas control ya que el suelo utilizado en el presente experimento se fumigó previamente con Bromuro de Metilo, eliminando de esta manera agentes patógenos, pero también los hongos micorrízicos (Ferreira, et. al, 1982).

2.4. Area Foliar. (Fig. 14)

Todas las cepas inocuadas potenciaron en gran medida el área foliar respecto a la presentada en las plantas sin inocular, obteniéndose en el análisis de varianza (Apéndice ADV 11) diferencias altamente significativas entre tratamientos y de 6 cepas de MVA (Glomus sp. Zac. 1, 6, 14, 19, Gigaspora sp. Zac. 4 y 7) con respecto al tratamiento sin inocular (Cuadro 11).

El valor mínimo se obtuvo en las plantas testigo (15.03 cm^2), el valor próximo superior se obtuvo cuando se inoculó con Glomus sp. Zac. 25 y fué de 20.14 cm^2 . Las cepas que potenciaron el mayor grado de área foliar fueron Glomus sp. Zac. 6 y 8 que produjeron 91 y 94 cm^2 , Gigaspora sp. Zac. 14 y 7 logrando inducir 84 y 80 cm^2 alcanzando rendimiento de 605, 430, 560 y 538% de AF en comparación al control (100%). Finalmente la cepa que indujo el área foliar máxima fué Glomus sp. Zac. 14 con 94.79 cm^2 y un rendimiento de 630.17 (Cuadro 9). Jaen (1987),

CUADRO 11. PESO SECO DE LA PARTE AEREA, AREA FOLIAR Y NUMERO DE HOJAS DE PLANTAS DE *Calliandra eriophylla* A LOS 90 DIAS DE LA INOCULACION CON 13 CEPAS DE HONGOS MICORRIZICOS VESICULO-ARBUSCULARES (MVA).

CEPA DE MVA	PESO SECO DE LA PARTE AEREA (g)	AREA FOLIAR (cm ²)	NUMERO DE HOJAS
<i>Glomus</i> sp. Zac. 1	1.42 a*	83.20 ab	20.33 a
<i>Gigaspora</i> sp. Zac. 4	1.17 ab	84.17 ab	13.67 a
<i>Gigaspora</i> sp. Zac. 5	0.42 abc	50.80 abcd	16.33 a
<i>Glomus</i> sp. Zac. 6	1.10 abc	91.07 ab	13.33 a
<i>Gigaspora</i> sp. Zac. 7	1.21 ab	80.87 ab	21.33 a
<i>Gigaspora</i> sp. Zac. 8	1.00 abc	64.67 abcd	16.33 a
<i>Glomus</i> sp. Zac. 14	1.29 ab	94.77 a	22.33 a
<i>Glomus</i> sp. Zac. 16	1.05 abc	45.90 abcd	14.33 a
<i>Glomus</i> sp. Zac. 19	0.92 abc	74.47 abc	20.67 a
<i>Glomus</i> sp. Zac. 20	0.88 abc	63.23 abcd	18.33 a
<i>Glomus</i> sp. Zac. 22	0.76 abc	34.40 bcd	21.00 a
<i>Glomus</i> sp. Zac. 23	1.22 ab	67.07 abcd	19.00 a
<i>Glomus</i> sp. Zac. 25	0.56 bc	20.13 cd	9.00 a
Testigo	0.25 c	15.07 d	7.66 a

*VALORES CON LETRAS IDENTICAS, POR COLUMNA, SON ESTADISTICAMENTE IGUALES (TUKEY $\alpha = 0.05$).

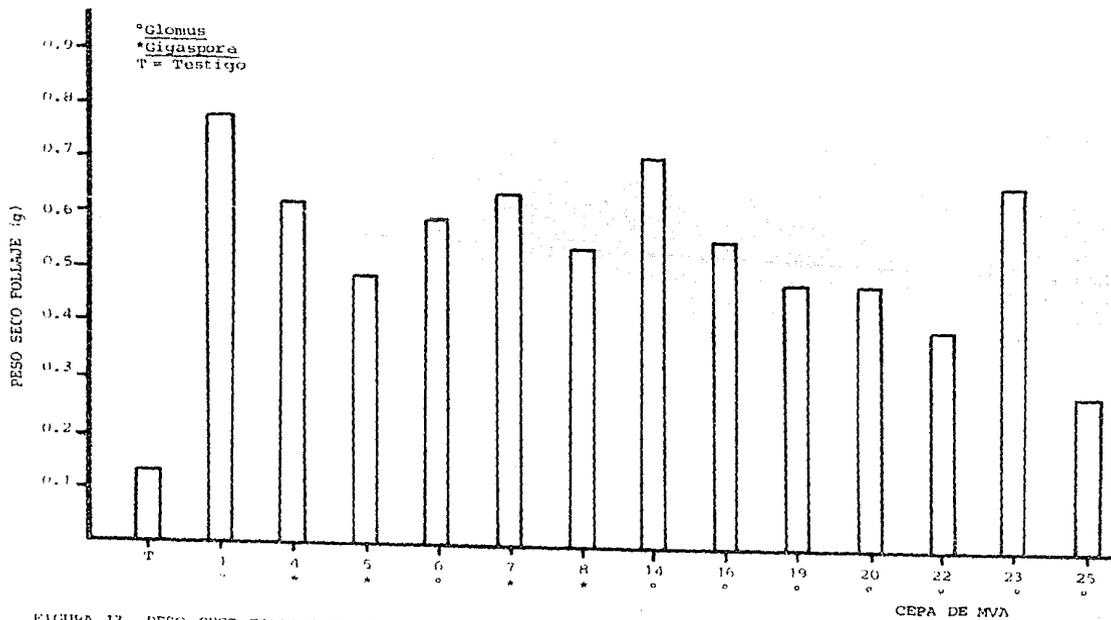


FIGURA 13. PESO SECO FOLLAJE DE PLANTAS DE Calliandra eriophylla A LOS 90 DIAS DE SIEMBRA, INOCULADAS CON 13 CEPAS DE MVA.

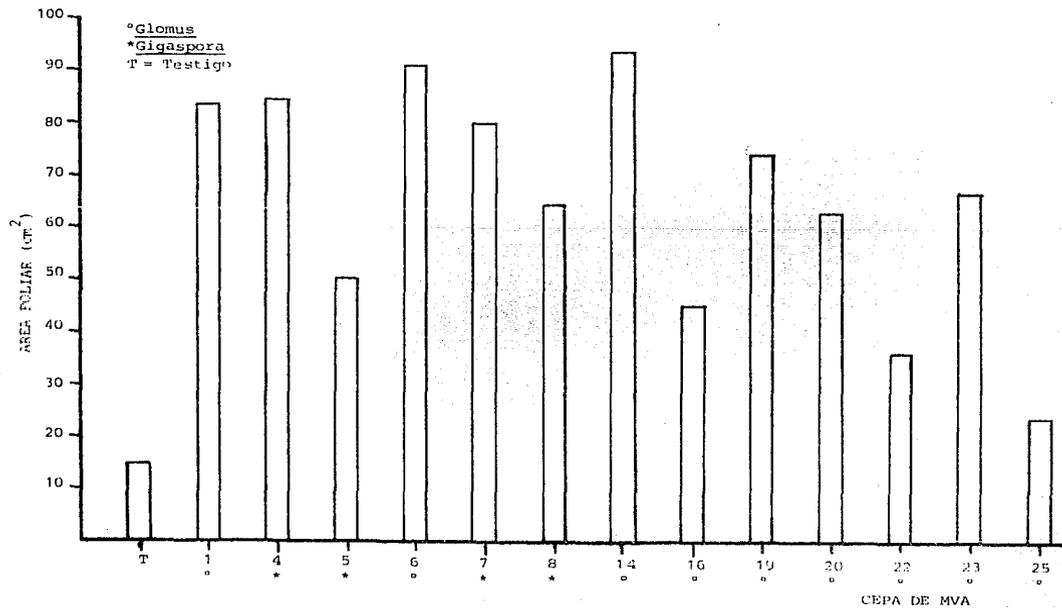


FIGURA 14. AREA FOLIAR DE PLANTAS DE Calliandra eriophylla A LOS 90 DIAS DE LA SIEMBRA, INOCULADAS CON 13 CEPAS DE MVA.

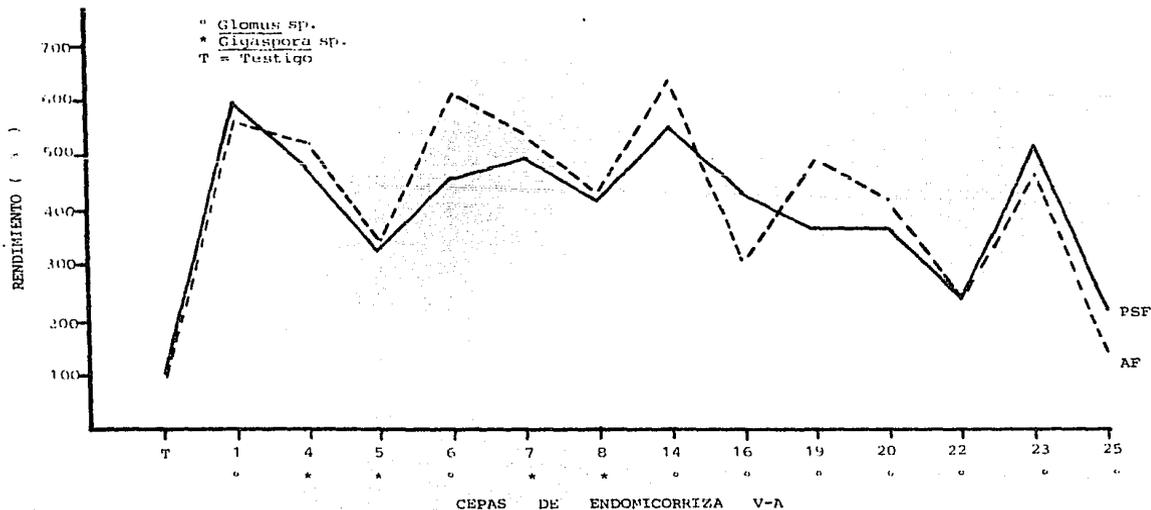


FIGURA 15. RENDIMIENTO DE PESO SECO FOLLAJE (PSF) Y AREA FOLIAR (AF) DE PLANTAS DE *Calliandra eriophylla* A LOS 90 DIAS DE LA SIEMBRA, INOCULADAS CON 13 CEPAS DE MVA.

encontró que el área foliar de plantas de papaya aumentó considerablemente en comparación con las plantas no inoculadas, proporcionando a la planta una mayor área fotosintetizadora, y en el caso de Calliandra aumentar también la cantidad de alimento al ganado caprino.

2.5. Número de Hojas.

Los valores obtenidos en el número de hojas son estadísticamente iguales, con la característica de que en las plantas control se cuantificaron 7.6 hojas (\bar{x}) y en las plantas inoculadas con Glomus sp. Zac. 25 fueron 9 (Cuadro 11), sin embargo la inoculación con Glomus sp. Zac. 14 se obtuvo una producción media de 22.3 hojas por planta y como se observa en el Cuadro 9 a estos valores máximos también se presentan en las restantes variables por tanto dicha cepa muestra una gran consistencia en sus efectos positivos sobre las variables determinadas a excepción de la colonización micorrízica que fué relativamente baja.

2.6. Peso Seco de Raíz.

Al realizar el análisis de varianza (ADV) se pudo constatar que existieron diferencias estadísticas al 1% (Apéndice AVD 13); en el Cuadro 12, se puede apreciar claramente que los máximos valores medios de peso seco radical corresponden a las plantas inoculadas con Glomus sp. Zac. 14 (1g) y Glomus sp. Zac. 23 (0.9g) siendo altamente significativas respecto a los valores de las plantas no inoculadas. Por otra parte, los valores mínimos correspondientes a las plantas micorrizadas fueron superiores al

valor presentado por las plantas no inoculadas, de esta manera, tenemos que efectivamente la inoculación con hongos micorrízicos favorece la producción de 2, 3 o más variables llegando a duplicar, por lo menos, los valores de los tratamientos sin micorriza.

El obtener mayor peso seco de raíz, es importante ya que existirá una mayor absorción de nutrimentos y agua del suelo por lo que se hace necesario introducir la MVA en un suelo donde hay poca disponibilidad de ambos elementos.

2.7. Volumen de Raíz (VR).

Se observa (Cuadro 12) que el volumen radical por tratamiento (Cepa de endomicorriza V-A) fue mayor que el de las no micorrizadas; existieron diferencias estadísticas al 5% (Apéndice ADV 14).

El volumen radical (VR) mínimo de plantas micorrizadas fue de 2 ml inducido por la cepa Glomus sp. Zac. 22, mientras que las plantas sin inocular presentaron 0.9 ml de VR; por el contrario los valores máximos de VR se obtuvieron con Glomus sp. Zac. 1, 6, 14 y 23; Gigaspora sp. Zac. 5, 7, 8 oscilando entre 4 y 4.4.

2.8. Colonización Micorrízica. (Fig. 16)

La colonización micorrízica que presentaron las plantas de Calliandra eriophylla fue muy baja con respecto al inóculo utilizado (60% de CM como promedio); sin embargo los altos valores de peso seco de raíz y fronda, área foliar y volumen radical indican que a pesar de baja infectividad son de alta efectivi--

CUADRO 12. PESO SECO Y VOLUMEN RADICAL DE PLANTAS DE *Calliandra eriophylla* A LOS 90 DÍAS DE LA INOCULACION CON 13 CEPAS DE HONGOS ENDOMICORRIZICOS.

CEPA DE MVA	PESO SECO DE RAIZ (g)	VOLUMEN RADICAL (ml)
<i>Glomus</i> sp. Zac. 1	0.77 ab*	4.20 ab
<i>Gigaspora</i> sp. Zac. 4	0.51 ab	3.70 ab
<i>Gigaspora</i> sp. Zac. 5	0.90 a	4.00 ab
<i>Glomus</i> sp. Zac. 6	0.83 ab	4.00 ab
<i>Gigaspora</i> sp. Zac. 7	0.82 ab	4.40 a
<i>Gigaspora</i> sp. Zac. 8	0.73 ab	4.00 ab
<i>Glomus</i> sp. Zac. 14	1.00 a	4.53 a
<i>Glomus</i> sp. Zac. 16	0.80 ab	3.60 ab
<i>Glomus</i> sp. Zac. 19	0.48 ab	3.00 ab
<i>Glomus</i> sp. Zac. 20	0.56 ab	3.30 ab
<i>Glomus</i> sp. Zac. 22	0.38 ab	2.00 ab
<i>Glomus</i> sp. Zac. 23	0.90 ab	4.33 a
<i>Glomus</i> sp. Zac. 25	0.42 ab	2.40 ab
Testigo	0.16 b	0.93 b

*VALORES CON LETRAS IDENTICAS POR COLUMNA SON ESTADISTICAMENTE IGUALES (TUKEY $\alpha = 0.05$).

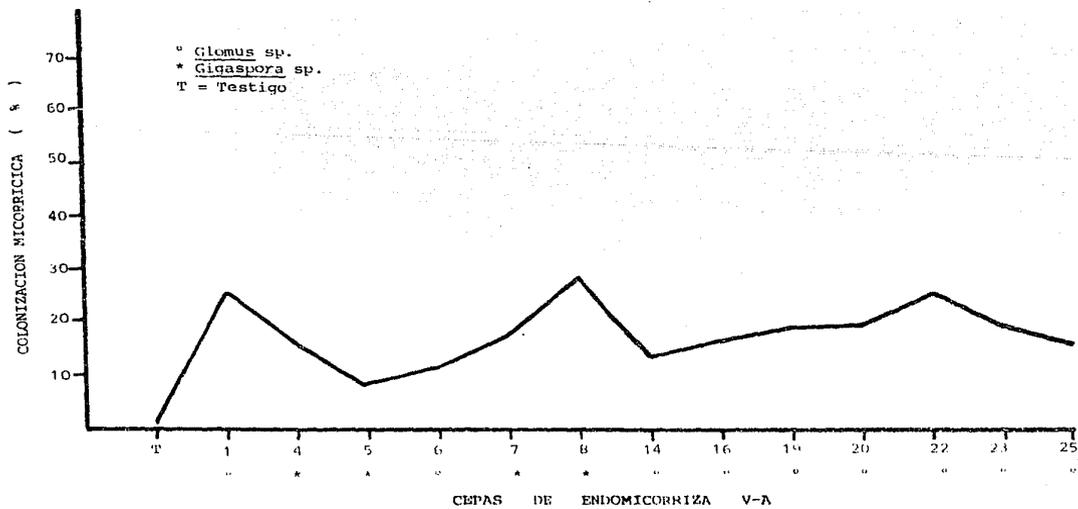


FIGURA 16. COLONIZACIÓN MICORRIZICA EN PLANTAS DE *Calliandra eriophylla* INOCULADAS CON HONGOS ENDOMICORRIZICOS V-A.

dad en especial las cepas Gigaspora sp. Zac. 7 y Glomus sp. Zac. 14, al menos para esta leguminosa.

Se observa en el Cuadro 9 que no existió una relación aparente entre el porcentaje de CM con los valores obtenidos para cada variable; Gigaspora sp. Zac. 7 y Glomus sp. Zac. 14 por ejemplo ocasionaron altos rendimientos en términos generales a pesar de presentar baja CM (17 y 33%), y por otro lado Glomus sp. Zac. 25 se presentó en una baja proporción (15%) induciendo sobre las plantas un bajo rendimiento con respecto a los otros tratamientos micorrizados. Guzmán (1987) en plantas de Leucaena inoculadas con cepas de Glomus sp. afirma que no encontró esto que no siempre una alta colonización micorrízica implica altos rendimientos en el desarrollo de la planta.

3. Dalea bicolor

3.1. Altura.

Todas las cepas inoculadas indujeron efectos positivos en las plantas de D. bicolor, sin embargo no se encontraron diferencias estadísticas (Apéndice ADV 15). Las cepas que potenciaron con mayor eficiencia el crecimiento de esta leguminosa fueron Gigaspora sp. Zac. 4 y Glomus sp. Zac. 20 y 23 con alturas de 222, 227 y 258 mm, a diferencia de las plantas testigo que solo alcanzaron 74 mm. El mínimo valor alcanzado por las plantas micorrizadas se obtuvo al inocular Glomus sp. Zac. 19 y fué de 150 mm (Cuadro 14, Figura 17). Villerías y Ferrera-Cerrato (1984c) re-

CUADRO 13. VARIABLES EVALUADAS DE PLANTAS DE Dalea bicolor A LOS 90 DIAS DE LA SIEMBRA, INOCULADAS CON 13 CEPAS DE MVA.

TRATAMIENTO	ALTURA FINAL (mm)	DIAMETRO DE TALLO (mm)	PESO SECO FOLLAJE (g)	RENDIMIEN TO PSF (%)	AREA FOLIAR (cm ²)	RENDIMIEN TO AF (%)	VOLUMEN RAIZ (ml)	COLONIE. MICORRIC (%)
Testigo	74.6	1.1	0.09	100.00	13.25	100.00	0.36	0.00
<u>Glomus</u> sp. Zac. 1	155.6	1.55	0.24	266.66	27.11	204.60	0.26	4.00
<u>Gigaspora</u> sp. Zac. 4	222.0	1.7	0.44	488.88	42.11	317.81	0.93	21.30
<u>Gigaspora</u> sp. Zac. 7	206.3	1.9	0.41	455.55	48.00	362.26	1.30	11.11
<u>Glomus</u> sp. Zac. 19	150.3	1.4	0.31	344.44	20.84	157.28	1.06	16.1
<u>Glomus</u> sp. Zac. 20	277.0	2.1	0.62	688.88	57.45	433.58	2.00	20.4
<u>Glomus</u> sp. Zac. 23	258.3	2.5	0.68	755.55	45.20	341.13	2.30	8.33

portaron diferencias estadísticas cuando inocularon Glomus a Eysenhardtia polystachya llegando a alcanzar casi cuatro veces la altura de las plantas testigo.

3.2. Diámetro del Tallo.

El diámetro del tallo de plantas de Dalea bicolor obtenido con la inoculación de endomicorriza fué mayor al presentado por las plantas testigo (1.1 mm) sin embargo no hubo diferencias estadísticas (Apéndice ADV 16). Las plantas inoculadas con Glomus sp. Zac. 19 presentaron un diámetro de tallo de solo 1.4 mm. El máximo diámetro de tallo se obtuvo con la inoculación de Glomus sp. Zac. 23 y fué de 2.5 mm, le siguió con 2.1 mm la cepa Glomus sp. Zac. 20 (Cuadro 14, Figura 18). El diámetro de tallo de Carica papaya inoculada con Glomus fué estadísticamente mayor que sin inocular (Jaen, 1986), estos contrastes indican la variedad de respuestas de la planta huésped a la inoculación, (la gran mayoría de las cepas inoculadas a las leguminosas del presente trabajo lo fueron también en el trabajo de Jaen).

3.3. Peso Seco de la Parte Aérea.

El peso seco del follaje se vió potenciado en las plantas micorrizadas, especialmente con Gigaspora sp. Zac. 4, Glomus sp. Zac. 20 y 23 (Cuadro 15 y Figura 19), que indujeron pesos de 0.44, 0.62 y 0.68g contra el peso seco de las plantas no inoculadas que fue de 0.15 g, encontrándose diferencias estadísticas al 5% (Apéndice ADV 17). Los rendimientos del peso seco

CUADRO 14. ALTURA Y DIAMETRO DE TALLO DE PLANTAS DE Dalea bicolor A LOS 90 DIAS DE LA INOCULACION CON 6 CEPAS DE HONGOS ENDOMICORRIZICOS.

CEPA DE MVA	ALTURA (mm)	DIAMETRO DE TALLO (mm)
<u>Glomus</u> sp. Zac. 1	155.67 a	1.57 a
<u>Gigaspora</u> sp. Zac. 4	222.00 a	1.73 a
<u>Gigaspora</u> sp. Zac. 7	206.33 a	1.97 a
<u>Glomus</u> sp. Zac. 19	150.33 a	1.47 a
<u>Glomus</u> sp. Zac. 20	272.00 a	2.17 a
<u>Glomus</u> sp. Zac. 23	258.33 a	2.53 a
Testigo	79.67 a	1.17 a

TODOS LOS VALORES RESULTARON SER ESTADISTICAMENTE IGUALES (TUKEY $\alpha = 0.05$).

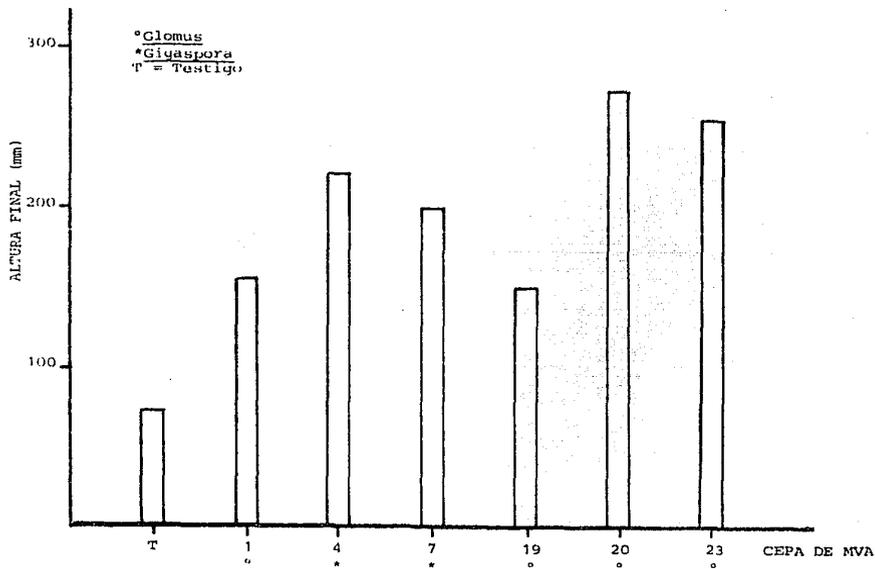


FIGURA 17. ALTURAS MEDIAS FINALES DE PLANTAS DE Dalca bicolor A LOS 90 DIAS DE LA SIEMBRA, INOCULADAS CON 6 CEPAS DE MVA.

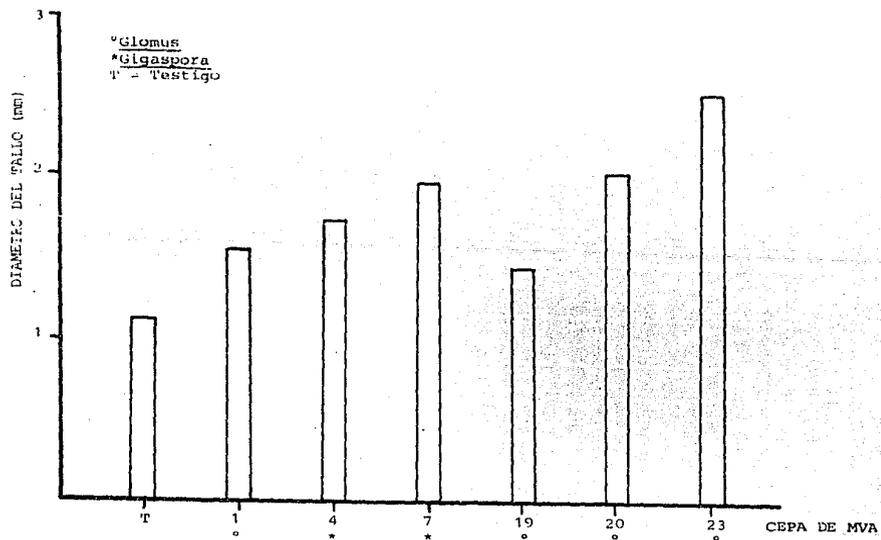


FIGURA 18. DIAMETRO DE TALLO DE PLANTAS DE Dalea bicolor A LOS 90 DIAS DE LA SIEMBRA, INOCULADAS CON 6 CEPAS DE MVA.

del follaje confirman estos resultados y muestra que dichas cepas alcanzaron rendimientos en porciento de 488, 688 y 755 con respecto al 100% del testigo (Cuadro 13).

3.4. Area Foliar.

Todas las cepas inoculadas a Dalea bicolor potenciaron el área foliar; el análisis de varianza mostró diferencias estadísticas (Apéndice ADV 18). Las plantas control alcanzaron un área foliar de 13.27 cm², Glomus sp. Zac. 19 indujo el mínimo valor entre las plantas inoculadas y fue de 20.84 cm² (Cuadro 15) ob-
teniendo con esto un rendimiento de 157.28% (Cuadro 13) en com-
paración con el 100% del testigo. Las cepas que indujeron los
mayores valores de área foliar fueron Gigaspora sp. Zac. 4 y 7,
Glomus sp. Zac. 20 y 23 con 42.11, 48.0, 57.42 y 45.20 cm² y
sus rendimientos alcanzados de 317, 362, 433 y 341% (Figuras
20 y 21).

3.5. Número de Hojas.

Al realizar el análisis de varianza se encontraron diferencias altamente significativas (Apéndice ADV 19). Las plantas no ino-
culadas presentaron el menor número de hojas (10) contra 60 de
las plantas inoculadas con Glomus sp. Zac. 23 y 58.33 de Gigas-
pora sp. Zac. 4. El mínimo valor de hojas en plantas inocula-
das correspondió a las inoculadas con Gigaspora sp. Zac. 7 con
20 hojas (Cuadro 15).

3.6. Peso Seco de Raíz.

Diferencias significativas al nivel de 1% se encontraron en el

CUADRO 15. PESO SECO DE LA PARTE AEREA, AREA FOLIAR Y NUMERO DE HOJAS DE PLAN--
TAS DE Dalea bicolor A LOS 90 DIAS DE LA INOCULACION CON 13 CEPAS DE
HONGOS MICORRIZICOS VESICULO ARBUSCULARES (MVA).

CEPA DE MVA	PESO SECO DE LA PARTE AEREA (g)	AREA FOLIAR (cm ²)	NUMERO DE HOJAS
<u>Glomus</u> sp. Zac. 1	0.39 ab*	27.13 ab	35.33 abc
<u>Gigaspora</u> sp. Zac. 4	0.87 ab	42.10 ab	58.33 ab
<u>Gigaspora</u> sp. Zac. 7	0.66 ab	62.40 a	20.67 bc
<u>Glomus</u> sp. Zac. 19	0.51 ab	20.83 ab	32.67 abc
<u>Glomus</u> sp. Zac. 20	0.92 ab	57.43 a	38.33 abc
<u>Glomus</u> sp. Zac. 23	1.08 a	45.23 ab	60.00 a
Testigo	0.15 b	13.27 b	10.00 c

*VALORES CON LETRAS IDENTICAS POR COLUMNA SON ESTADISTICAMENTE IGUALES (TUKEY
 $\alpha = 0.05$).

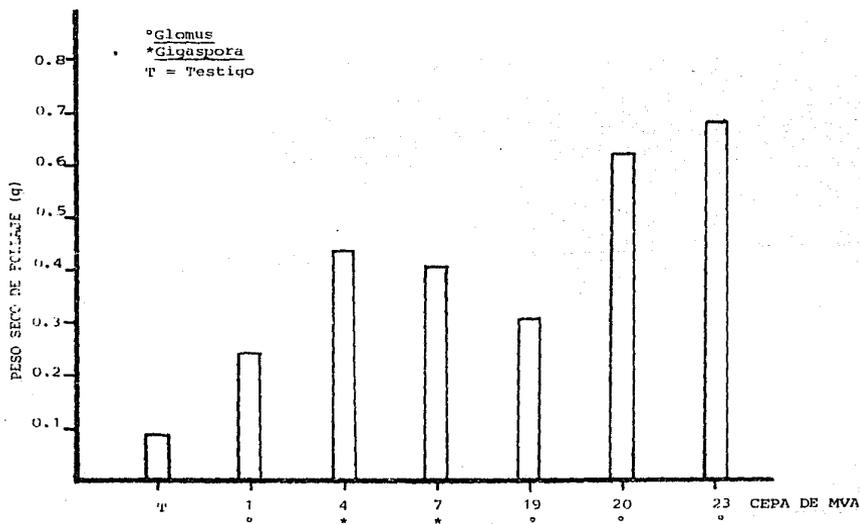


FIGURA 19. PESO SECO DEL POLLAJE DE PLANTAS DE *Dalea bicolor* A LOS 90 DIAS DE LA SIEMBRA, INOCULADAS CON 6 CEPAS DE MVA.

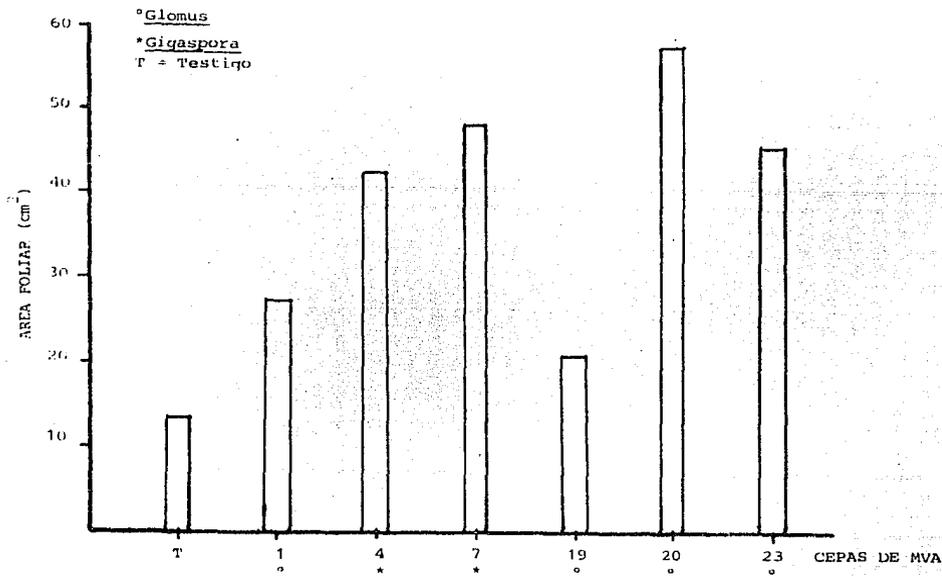


FIGURA 20. AREA FOLIAR DE PLANTAS DE Dalca bicolor A LOS 90 DIAS DE LA SIEMBRA, INOCULADAS CON 6 CEPAS DE MVA.

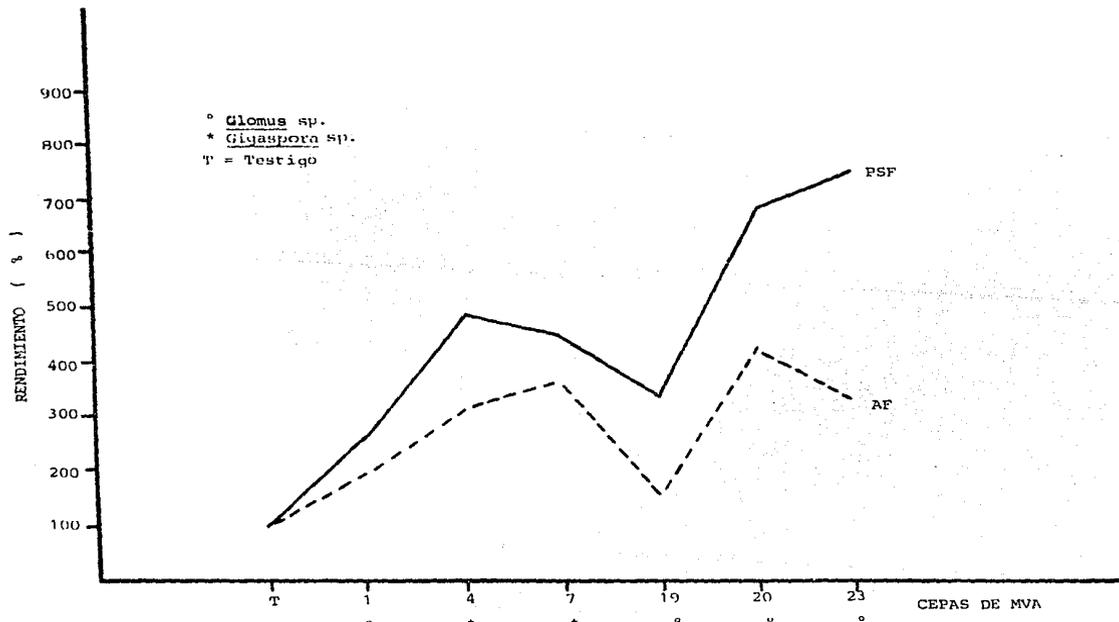


FIGURA 21. RENDIMIENTO PESO SECO FOLLAJE (PSF) Y AREA FOLIAR (AF) DE PLANTAS DE Dalea bicolor A LOS 90 DIAS DE LA SIEMBRA INOCULADAS CON 6 CEPAS DE MVA.

análisis de varianza (Apéndice ADV 20). Los mínimos valores se determinaron en las raíces de plantas no inoculadas (0.05g) y las inoculadas con Glomus sp. Zac. 1 (Cuadro 16). Por su parte Glomus sp. Zac. 23 y 20 indujeron los máximos valores (0.39 y 0.26g).

3.7. Volumen Radical.

El volumen de las raíces de las plantas control fue de 0.36 ml, el de aquellas inoculadas con Glomus sp. Zac. 1 fue menor (0.26 ml). Las cepas restantes indujeron valores superiores encontrándose diferencias estadísticas al nivel de 5%, Glomus sp. Zac. 23 indujo hasta 2.3 ml y Glomus sp. Zac. 20 de 2 ml.

3.8. Colonización Micorrízica (CM)

Los valores de colonización micorrízica fueron relativamente bajos. No se encontró relación alguna entre la colonización micorrízica con los efectos obtenidos sobre las diferentes variables.

Por ejemplo Glomus sp. Zac. 23 mostró un 8% de colonización e indujo los máximos rendimientos, Glomus sp. Zac. 20 por su parte colonizó en un 20.4% con rendimientos semejantes pero por otro lado Glomus sp. Zac. 19 produjo bajos rendimientos (Cuadro 13) con una CM de 16% (Fig. 22).

Lo anterior coincide con los estudios realizados por Guzmán (1986) donde tampoco encontró relación entre el porcentaje de colonización micorrízica en Leucaena leucocephala con los valores de las variables.

CUADRO 16. PESO SECO Y VOLUMEN RADICAL DE PLANTAS DE Dalea bicolor A LOS 90 DIAS DE LA INOCULACION CON 6 CEPAS DE MICORRIZA VESICULO ARBUSCULAR.

CEPA DE NVA	PESO SECO DE RAIZ (g)	VOLUMEN RADICAL (ml)
<u>Glomus</u> sp. Zac. 1	0.06 b*	0.27 ab
<u>Gigaspora</u> sp. Zac. 4	0.17 ab	0.93 ab
<u>Gigaspora</u> sp. Zac. 7	0.22 ab	1.30 ab
<u>Glomus</u> sp. Zac. 19	0.17 ab	1.07 ab
<u>Glomus</u> sp. Zac. 20	0.26 ab	2.00 ab
<u>Glomus</u> sp. Zac. 23	0.39 a	2.30 a
Testigo	0.05 b	0.37 b

*VALORES CON LETRAS IDENTICAS, POR COLUMNA, SON ESTADISTICAMENTE IGUALES.

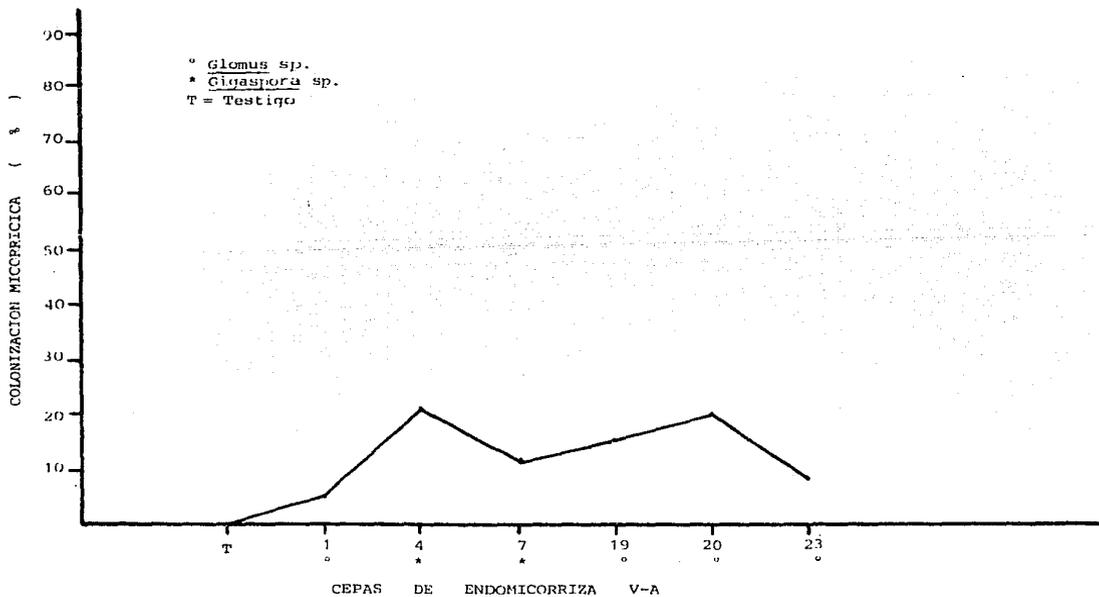


FIGURA 22. COLONIZACION MICORRIZICA DE PLANTAS DE *Dalea bicolor* INOCULADAS CON HONGOS ENDOMICORRIZICOS V-A.

Los datos muestran que las cepas pueden ser altamente efectivas (altos rendimientos) sin ser altamente infectivas (CM altas).

Para ofrecer datos sobre especificidad de la leguminosa por determinada cepa o viceversa se realizó un promedio de los rendimientos obtenidos de peso seco del follaje (Cuadros 5, 9 y 13), encontrándose que la leguminosa que mostró ser más micotrófica (dependencia por los hongos micorrízicos) es Dalea bicolor posteriormente Calliandra eriophylla y en menor proporción Acacia cyanophylla con los rendimientos medios de 499.33, 427.92 y 228.5% respectivamente.

Es importante hacer incapié que el uso de los hongos endomicorrízicos no solo se limitan a inducir efectos positivos sobre las especies estudiadas (A. schaffneri, D. bicolor y C. eriophylla), también las cepas utilizadas son capaces de incrementar el desarrollo de otras especies de importancia frutícola como son: Carica papaya (Jaen y Ferrera-Cerrato, 1986) y forrajera como Leucaena leucocephala (Lara y Ferrera-Cerrato, 1986). Siendo ésta una ventaja más a las ya citadas anteriormente, y es que no solo presentan una especificidad sino que una multiespecificidad, de manera que se podría diseñar un policultivo en campo, inoculando cepas multiespecíficas logrando con esto altos rendimientos al menor costo ya que no se adicionaría fertilizantes (que ocasionan altos costos y alteran el agrosistema).

CONCLUSIONES

- Los hongos micorrízicos V-A están distribuidos en toda la zona y micorrizan invariablemente a las 3 leguminosa en estudio.
- Las esporas localizadas en los agostaderos estudiados pertenecen a los géneros Glomus, Gigaspora y Sclerosistys.
- El porcentaje de humedad del suelo influye en forma directa en la producción de esporas de la planta huésped.
- El porcentaje de humedad del suelo y estado fenológico de la planta influye en la frecuencia y tipo de estructuras micorrízicas.
- La inoculación de los hongos MVA a las tres leguminosas a nivel invernadero incrementa en mayor o menor grado su desarrollo con respecto a las plantas sin inocular.
- Los hongos micorrízicos VA juegan un papel de gran importancia en los agostaderos pues Dalea bicolor mostró un alto grado de micotrofia, en menor grado Calliandra eriophylla y por último Acacia schaffneri.
- La inoculación con MVA incrementa considerablemente (con rendimientos hasta del 600%) la altura, área foliar y peso seco de la parte aérea en las 3 leguminosas Hecho de gran trascendencia en la producción de

forraje, tan necesario en las zonas marginadas dedicadas a la ganadería intensiva.

- Las cepas con mayor eficiencia (altos rendimientos) y consistencia (altos rendimientos sobre la mayoría de variable son):

Glomus sp. Zac. 6 y Gigaspora sp. Zac. 8 en Acacia schaffneri.

Glomus sp. Zac. 14 y 23 en Calliandra eriophylla y Glomus sp. Zac. 20 y 23 en Dalea bicolor.

- Las cepas de hongos endomicorrízicos utilizadas en el presente estudio tienen un efecto benéfico multiespecífico.

- Se propone:

- . Utilizar la doble inoculación MVA-Rhizobium para optimizar el efecto sobre estas leguminosas.
- . Utilizar el suelo igual a semejante al que proviene la planta en estudio o el suelo en que se establecerá en campo.

- Es necesario:

- . Aplicar el potencial multiespecífico que poseen estas cepas de hongos (MVA) para obtener altos rendimientos en plantas de importancia forrajera, agrícola y forestal a bajo costo y sin emplear fertilizantes químicos que deterioran los agroecosistemas.
- . Continuar y apoyar estos estudios que buscan recuperar la vegetación perdida por sobreexplotación, mediante técnicas nuevas (Moorman y Reeves, 1979) y no mediante las tradicionales que

son incosteables y contaminantes (como la fertilización con químicos).

BIBLIOGRAFIA

- AGUIRRE, R.J. 1982. Los sistemas agrícolas del Altiplano Potosino-Zacatecano, por J.R.A.R., García, M.E., Figueroa, S. B. Salinas de Hgo, San Luis Potosí. Colegio de Postgraduados, Centro Regional para estudios de Zonas áridas y semiáridas.
- ALLEN, M.F. 1983. Formation of vesicular-arbuscular mycorrhizae in Atriplex gardneri (Chenopodiaceae): Seasonal response in a cold desert. Mycologia 75(5): 773-776.
- ALLEN, E.B. y ALLEN, M.F. 1980. Natural re-establishment of vesicular arbuscular mycorrhizae following stropmine reclamation in Wyoming. J. Appl. Ec ol. 17: 139-147.
- ALWIS, D.P. y ABEYNAYAKE, K. 1980. A survery of mycorrhiza in some forest trees of Sri. Lanka, In "Tropical micorrhiza research" (Ed. Mikola, p.) Oxford University Press New York. 146-153.
- AZCON, R. y BAREA, J.M. 1980. Micorricas. Investigación y Ciencia. 47: 8-16.
- BECKER, N.N. AND GERDEMANN, J.W. 1977. Colorimetric quantification of vesicular-arbuscular mycorrhizal infection in onion. New Phytol. 78: 289-295.
- BONN, W. 1979. Methods of studing root systems springer. New York.

- CARLING, D.E. Y BROWN, M.F. 1982. Anatomy and Physiology of Vesicular arbuscular and Nonmycorrhizal roots. Symposium on Mycorrhizae and plant disease Research The American Phytopathological Society. Vol. 72(8): 1108-1114.
- CEPEDA, T.M.L. Y ALDRETE, M.E. 1981. Principales especies consumidas para el ganado caprino en agostaderos arbustivos del Altiplano Potosino-Zacatecano. Avances en la Enseñanza y la Investigación. Colegio de Postgraduados, Chapingo, México. pp. 32-34.
- CONTRERAS, A.A. 1955. Definición de las zonas áridas y su delimitación en el territorio mexicano. Mesas redondas sobre problemas de zonas áridas de México. Int. Méx. de Rec. Nat. Ren. México. 1-24.
- COX, G. Y TINKER, P.B. 1976. Traslocation and transfer of nutrients in vesicular-arbuscular mycorrhizas. New Phytologist. 77: 371-378.
- CRESS, W.A.; THRONEBERRY, G.O. Y LINDSEY, D.L. 1979. Kinetics of phosphorus absorption by mycorrhizal and nonmycorrhizal tomato roots. Plant Physiol. 64: 484-497.
- CRUSH, J.R. 1973. Significance of endomycorrhizas in tussock grassland in Otago, New Zealand. New Zealand. J. Bot. 11: 645-660.
- CRUSH, J.R. 1975. Occurrence of endomycorrhizas in soil of the Macken-

- zie Basin Canterbury. New Zealand. New Zealand. J. Bot. 18: 361-364.
- DAFT, M.J. Y EL-GIAHMI, A.A. 1974. Effect of endogone mycorrhiza on plant growth. New Phytol. 73: 1139-1147.
- DAVIES, W. Y SKIDMORE, C.L. 1966. Reflections and the future: En W Davies y Cl. Skidmore (Eds). Tropical pasture Faber and Faber. London.
- DE ALBA, J. 1971. Alimentación del ganado en América Latina 2a. Ed. La Prensa Médica Mexicana.
- FERRERIRA, J.J.; POLERO, H.J. Y JONTEZA, C.A. 1982. Acción de las Micorrizas vesicular-arbusculares en la nutrición y crecimiento del portainjerto cítrico limonero rugoso Citrus jambhiri Lush. Rev. Facultad de Agronomía 3(3); 293-298.
- FERRERA-CERRATO, R, 1977. Micorriza. Exámen Predoctoral. Sección de Graduados. E.N.C.B., I.P.N. México.
- FERRERA-CERRATO, R. 1983a. La Micorriza vesículo-arbúscular en los diferentes agroecosistemas. Simposium. La sequía y su impacto en la Agricultura. UACH. México. pp. 51.
- FERRERA-CERRATO, R. Y MACEDO, A.S. 1983b. La Micorriza en los diferentes agroecosistemas del Plan Zacapoaxtla, Puebla. Resúmenes XIV. Congreso Nacional de Microbiología. Asociación Mexicana de Microbiología. Chihuahua. Chih.

- FERRERA-CERRATO, R. Y MACEDO, A.S. 1981. Infección de la micorriza vesículo-arbuscular (V-A) en diferentes leguminosas de las localidades que forman el Plan Zaca poaxtla, C.P. Puebla, México. XIV. Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo. San Luis Potosí, S.L.P. 1: 509-522.
- FERRERA-CERRATO, R. Y VILLERIAS, S.J. 1984a. Effects of Glomus-Rhizobium double inoculation on the growth of Eysenhardtia polystachya (Ort). Sarg. Nitrogen Fixing Tree Research. 2: 15-16.
- FERRERA-CERRATO, R. Y VILLERIAS, S.J. 1984b. Efecto de la doble inoculación Rhizobium-Glomus en la leguminosa arborea Piscidia communis. Memorias XII. Reunión Latino-americana sobre Rhizobium, 21-26 de Octubre.
- FERRERA-CERRATO, R. Y VILLERIAS, S.J. 1984c. The V-A Endomycorrhiza and its effect of the development of three arboreous legumes. June 25-29 Bend Oregon, U.S.A. (Proc. 6th American Conference on Mycorrhizae.
- FURLAN, V. Y FORTIN, J.A. 1975. A flotation bubbling system for collecting Endogonaceae spores from sieved Soil. Naturaliste Can. 102: 663-667.
- FURLAN, V., BARTSCHI, H. Y FORTIN, J.A. 1980. Media for density gradient extraction of endomycorrhizal spores. Trans. Br. Mycol. Soc. 75: 336-338.

- GARCIA, E. 1981. Modificación al sistema de clasificación climática de Kööpen; para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana. 3a. Ed. México. 252 p.
- GENTRY, H.S. 1957. Los pastizales de Durango (estudio ecológico, fisiográfico y florístico) IMRNR, México.
- GERDEMANN, J.W. 1964. The effect of mycorrhiza on the growth of maize. *Mycología*. 56: 342-349.
- GERDEMANN, J.W. 1968. Vesicular-arbuscular mycorrhiza and plant growth. *Ann. Rev. Phytopathology*. 6: 397-418.
- GERDEMANN, J.W. 1975. Vesicular-arbuscular Mycorrhizae the development and function of roots (Eds. Torrey E. J. and Clarkson, D.) Academic Press, Londo. 575-591.
- GERDEMANN, J.W. 1976. Endogonacea of India: Two new species *Trans. Br. Mycol. Soc.* 66: 340-343.
- GERDEMANN, J.W. Y NICOLSON, T.H. 1963. Spores of Mycorrhizal Endogone species extracted from soil by wet sieving and decanting. *Trans. Brit. Micol. Soc.* 46: 235-244.
- GERDEMANN, J.W. Y TRAPPE, J.M. 1974. The Endogonace in the Pacific *Nothwes mycologia Nemor.* 5: 1-76.
- GIANINAZZI-PEARSON, V. Y GIANINAZZI, S. 1976. Enzymatic studies on the metabolism of vesicular-arbuscular mycorrhiza II. Solubre alkaline phosphatase specific to mycorrhizal infection in onion roots. *Physiol. Plant Pathol.* 12: 45-53.

- GOOD, R. 1974. The geography of the flowering plants. 4th ed. Longman, London.
- GONZALEZ, CH. M.C. 1986. Estudio de la asociación endomicorrícica en cuatro cultivares de fresa provenientes del cultivo in vitro. Tesis profesional, UNAM, ENEP "Zaragoza". México. pp. 137.
- GONZALEZ, S. Y BARRIOS, S.R.A. 1983. Producción de inóculo de micorizas arbusculares. Rev. Latinoameri. Microbiol. 25: 181-187.
- GUZMAN-PLAZOLA, R.A.; FERRERA-CERRATO, R.; ETCHEVERS-BARRA, J.D. Y CORONA, T. 1984. The Symbiosis Rhizobium-Glomus in Leucaena leucocephala. 6Th. Nort. American Conference on Mycorrhizae. Bend. Oregon, USA, p. 237.
- GUZMAN-PLAZOLA, R.A. 1987. Efecto de la doble inoculación con Rhizobium loti - Endomicorriza (V-A) en Leucaena leucocephala fertilizada con dos fuentes de fósforo. Tesis profesional. Universidad Autónoma de Chapingo, México. 197 p.
- GRAY, L.E. Y GERDEMANN, J.W. 1973. Uptake of sulfur-35 by vesicular arbuscular mycorrhiza. Plant. Soil. 39: 687-689.
- HAYMAN, D.S. 1979. Endomycorrhizae in "Interactions between non pathogenic soil microorganisms and plant. (Eds. Dommergues and Krupa, S.V.) Elsevier scientific Publishing Company Amsterdam.

- HIRREL, M.C.; MEHRAVARAN, H. Y GERDEMANN, J.W. 1978. Vesicular-arbuscular mycorrhizae in the Chenopodiaceae and Cruciferae: do they occur. Can. J. Bot. 56: 2813.
- HO, I. Y TRAPPE, J.M. 1975. Nitrate reducing capacity of two vesicular arbuscular mycorrhizal fungi. Mycología. 67: 886-888.
- JAEN, C.D. Y FERRERA-CERRATO, R. 1986. Respuesta de dos variedades de Carica papaya a la inoculación micorrizica (V-A) en vivero. Resúmenes del XIX. Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo. Manzanillo, Colima. p. 57.
- JAEN, C.D. 1987. "Manejo de la Endomicorriza Vesículo-arbuscular en la producción de frutales perennifolios (Carica papaya, Cvs. Cera y Solo) cultivos en vivero".
- JANICK, J.; SCHERY, R.W.; WOODS, F.E. Y RUTTAN, V.W. 1974. Plant science (An. introduction to world crops). 2nd. ed. Freeman, San Francisco, California.
- JANOS, D.P. 1984. Methods for vesicular-arbuscular mycorrhizae research in the lowland wet tropics. In "Physiological ecology of the wet tropics" (Tasks of vegetation Science 12), (Ed. by E. Medina, H.A. Mooney and (Vázquez-Yanes), Junk The Hague. 173-187.

- KINDEN, A.D. Y MORTON, F.B. 1975. Electron microscopy of vesicular-arbus
cular mycorrhiza of yellow poplar IV. Host.
Endophyte interaction. Can. J. Microbiol.
22: 64-75.
- KING, E.J. SCHUBERT, T.S. Y BROWN, M.F. 1981. Techniques for development
studies of V-A mycorrhizae en Proc. Fifth.
North American Conference on Mycorrhizae.
(Abst.). Univ. Laval, Québec, P.Q., Canada.
p. 46.
- KOSKE, R.; SUTTON, J.C. Y SHEPPARD, B.R. 1975. Ecology of Endogone in
Lake Huron sand dunes. Can. J. Bot. 53:
87-93.
- KOSKE, R.E. Y WALKER, CH. 1986. Species of Scutellospora (Endogonaceae)
with smooth walled spores from maritime
sand dunes: two new species and a redescription of the spores of Scutellospora
pellucida and Scutellospora colospora.
Mycotaxon. 27: 219-235.
- LAMBERT, D.H.; BAKER, D.F. Y COLE, H. 1979. The role of mycorrhizae in
the interactions of phosphorus with zinc,
copper and other elements. Soil. Sci. Soc.
An. J. 43: 976-980.
- LARA-FERNANDEZ, V. Y FERRERA-CERRATO, R. 1986. Study of the vesicular
arbuscular endomycorrhizal-Leucaena leuco-
cephala symbiosis. Leucaena Research Re-

ports 7: 94-96.

- LE TACON, F. 1985. Las micorrizas una cooperación entre plantas y hongos. Mundo Científico. 5(49): 776-784.
- LONERAGAN, J.F. 1964. The nutrition of grassland. En. C. Barnard (Ed.). Grasses and greasslands. Macmillan, Great Britain. pp. 206-220.
- McILROY, R.J. 1973. Introducción al cultivo de los pastos tropicales. Limusa, México.
- MARKS, C.G., Y KOSLOWSKI, T.T., Eds. 1973. Ectomycorrhizae-Their ecology and physiology. Academic Press. New York and London. 444 p.
- MARROQUIN, J.S.; BORJA, L.G.; VELAZQUEZ, C.R. Y CRUZ, C.J.A. 1981. Estudio ecológico dasonómico de las zonas áridas del Norte de México. Publ. Esp. No. 2. INIF, SAG. México. 116 p.
- MACEDO, A.S. Y FERRERA-CERRATO, R. 1981. Infección de la micorriza vesículo-arbuscular (V-A) en diferentes leguminosas, de las localidades que forman el Plan de Zacapoaxtla, CP. Puebla, México. XIV. Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo. S.L.P. I: 509-522.
- MASON, P. 1975. The genetics of mycorrhizal associations between Amanita muscaria and Betula verrucosa en TOrrey, G.J. y D.T. Clarkson. eds. the de-

- velopment and function of roots. Academic Press London. 637 p.
- MILLER, E.V. 1981. Fisiología Vegetal. Ed. UTEHA. México, D.F.
- MIRANDA, F. 1964. Las zonas áridas del centro y noroeste de México y el aprovechamiento de sus recursos. México. IMRNR. 186 p.
- MOORMAN, T. Y REEVES, R.F. 1979. The role of endomycorrhizae in revegetation practice in the semiarid west II. A bioassay to determine the effect of land disturbance on endomycorrhizal population. American Journal of Botany. 66: 14-18.
- MOSSE, B. 1963. Vesicular-arbuscular mycorrhizas: An extreme form of fungal adaptation. In "Symbiotic associations" (Eds. P.S. Nutman and B. Mosse) Symp. Soc. Gen. Microbiol Cambridge, Univ. Press; 13: 146-170.
- MOSSE, B. 1973. The role of mycorrhiza in phosphorus solubilization Gram. IV. Fourth International conference, Sao Paulo Brasil. 543-567.
- MOSSE, B. Y BOWEN, G.D. 1968. The distribution of Endogone spores in some Australian and New Zealand soils, and in an experimental field soil at Rothamsted. Transaction of the British Mycological Society. 51: 485-492.

- MOSSE, B. Y HEPPER, CH. 1975. Vesicular-arbuscular mycorrhizal infections in root organ cultures. *Physiology Plant Pathology*. 5: 215-223.
- MOSSE, B. Y PHILLIPS, J.M. 1971. The influence of phosphate and other nutrients on the development of vesicular arbuscular mycorrhiza in culture. *J. Gen. Microbiol.* 69: 157-166.
- NICOLSON, T.H. 1967. Vesicular-arbuscular mycorrhiza. *Universal plant symbiosis. Sci. Prog. Oxf.* 55: 561-581.
- NICOLSON, T.H. Y JOHNSON, G. 1979. Mycorrhiza in the Gramineae III. Glomus fasciculatus as endophyte or pronomer grasses in a maritime sand dune. *Trans. Br. Mycol. Soc.* 72: 261-268.
- NICOLSON, T.H. y SCHENCK, N.C. 1979. Endogonaceous mycorrhizal endophytes in Florida. *Mycología*. 71: 178-198.
- ORTIZ, V.B. Y GONZALEZ, G.A. 1960. Análisis de suelo y recomendaciones de fertilizantes para la caña de azúcar. *Bol. Técnico*. No. 4. Instituto para el Mejoramiento de la producción de azúcar. México, D.F. 135 p.
- ORTIZ, V.B. Y ORTIZ, S.A. 1980. *Edafología*. Universidad Autónoma Chapingo. México. 331 p.
- PAIRUNAM, A.K., ROBSON, A.D. Y ABBOTT, L.K. 1980. The effectiveness of vesicular-arbuscular mycorrhiza in increase

growth and phosphore sources of diferent so
lubilities. New Phytol. 84: 327-338.

PHILLIPS, J.M. Y HAYMAN, D.S. 1970. Improved procedures for clearing
roots and staining parasitic and vesicular
arbuscular mycorrhizal fungi for rapid ass
essment of infection. Trans. Br. Mycol.
Soc. 55: 158-161.

PLENCHETTE, C.O.; FURLAN, V. Y FORTIN, J.A. 1981. Growth stimulation
of apple trees in unsterilize soil under
field conditions with V-A mycorrhiza inocula
tion. Can. Jour. Bot. 59: 2003-2008.

POWELL, C. 1976. Mycorrhizal fungi stimulation clover growth in New
Zealand hill country Soils. Nature. 264:
436-438.

REEVES, F.B.; WAGNER, D. Y MOORMAN, T. 1979. The role of endomycorrh*hi*
za in revegetation practices in the semiarid
Wets. I. A. comparison of incidence of myco-
rrhizae in severely disturbed vs. natural
enviroments. Amer. J. Bot. 66: 6-13.

REEVES, F.B. Y MOORMAN, T. 1979b. The role of endomycorrhizae in reve-
getation practices in the semi=arid West.
II. A bioassay to determine the effect of
land disturbance on Endomicorrhizal popula-
tion. Am. J. Bot. 66(1): 14-18.

- ROMERO, M.A. 1982. Estudio de tres leguminosa forrajeras arbustivas de los agostaderos del Altiplano Potosino Zacatecano. Tesis profesional. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma del Edo. de Morelos, Cuernavaca, Mor. México.
- RZEDOWSKI, J. 1978. Vegetación de México. Ed. Limusa, México. 432 p.
- RZEDOWSKI, J. Y BELTRAN, E. 1964. Las zonas áridas del centro y noroeste de México y el aprovechamiento de sus recursos. Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables. México. 186 p.
- SAFIR, G.R. 1980. Vesicular-arbuscular mycorrhizae and crop productivity in "The biology of crop productivity (Ed. Carlson, S.P.). Academic Press New York. 231-249.
- SAFIR, G.R.; BOYER, J.S. Y GERDEMANN, J.W. 1971. Mycorrhizal Enhancement of water transport in soybean. Science 172: 581-583.
- SAFIR, G.R.; BOYER, J.S. Y GERDEMANN, J.W. 1972. Nutrient status and Mycorrhizal enhancement of water transport in soybean. Plant Physiology. 49: 700-703.
- SAIF, S.R. 1977. The influence of stage of host development on vesicular-arbuscular mycorrhizae and endogonaceous spores population in field grown vegetable crops. New Phytol. 59: 341-348.

- SANDERS, F.E.; MOSSE, B. Y TINKER, P.B. EDS. 1975. Endomycorrhizas. Academic Press. New York and London. 626 p.
- SCHENCK, N.C. Y HINSON, K. 1973. Response of nodulating and nonnodulating soybeans to a species of Endogone mycorrhiza. Agron. J. 65: 849-850.
- SCHENCK, N.C. Y SMITH, G.S. 1982. Additional new and unreported species of mycorrhizal fungi (Endogonaceae) from Florida Mycología. 74: 77-92.
- SHREVES, F. 1942. The desert vegetation of North América. The Bot. Rev. 7(4) Carn. Inst. of Washington.
- SIVERDING, E. 1983. Manual de Métodos para la investigación de la micorriza vesículo-arbuscular en el laboratorio. CIAT, Cali-Colombia.
- SPEE DING, C.R.W. 1971. Grasland ecology. Clarendon Oxford. Grest. Britain.
- STAHL, D.P. Y CHRISTENSEN, M. 1982. Mycorrhizal fungi associated with Bouteloua and Agropyron in Wyoming sage-brush grass land. Mycología. 74(6): 877-885.
- THEODOROU, C. 1968. Inositol phosphates in needles of Pinus radiata D. Don and the phytase activity of mycorrhizal fungi 9th In. Congr. Soil Sci. Trans. 3: 483-490.
- TINKER, P.B. 1975. Effect of vesicular-arbuscular mycorrhizas on higher plants. SYmp. Soc. Exp. Biol. 29: 325-350.

- TOTHILL, J.C. 1978. Comparative aspects of the ecology of pastures.
En: J.R. Wilson Ed. Plant relations in pastures. CSIRO. Melbourne, Australia. 385-402.
- TRAPPE, J.M. 1981. Mycorrhizae and productivity of arid and semiarid rangeland. In Advances in food producing systems for arid and semiarid land. Acad. Press. Inc. New York. 581-599.
- TRAPPE, J.M. 1982. Synotik keys to the genera species of zygomycetous mycorrhizal fungi. Phytopath. 72: 1102-1108.
- TRAPPE, J.M. Y FOGEL, R.D. 1977. Ecosistematic functions of mycorrhizae. Col. State Univ. Range Sci. Dept. Sci. Ser. 26: 205-214.
- UNESCO, 1961. El programa UNESCO para las tierras Aridas. En Manuales de información sobre la UNESCO. París.
- WILLIAMS, S.E. Y ALDON, E.F. 1976. Endomycorrhizal (vesicular-arbuscular) associations of some aride zone shrubs. Southwest. Nat. 20: 437-444.

ADV 1. ANALISIS DE VARIANZA DE ALTURA DE *Acacia schaffneri* A LOS 90 DIAS DE LA INOCULACION CON 13 CEPAS DE HONGOS ENDOMICORRICICOS.

FUENTE DE VARIACION	GRADO DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	F. CAL.
Tratamientos	13	70766.97	5443.61	4.26**
Error	28	35816.00	1279.14	
Total	41	106582.97		

**SIGNIFICANCIA AL 1%.

ADV. 2. ANALISIS DE VARIANZA DE DIAMETRO DE TALLO DE *Acacia schaffneri* A LOS 90 DIAS DE LA INOCULACION CON 13 CEPAS DE HONGOS ENDOMICORRICICOS.

FUENTE DE VARIACION	GRADO DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	F. CAL.
Tratamientos	13	3.56	0.27	1.50NS
Error	28	5.14	0.18	
Total	41	8.70		

NS = NO SIGNIFICATIVO.

ADV. 3. ANALISIS DE VARIANZA DE PESO SECO DE LA PARTE AEREA DE *Acacia schaffneri* A LOS 90 DIAS DE LA INOCULACION CON 13 CEPAS DE HONGOS ENDOMICORRICICOS.

FUENTE DE VARIACION	GRADO DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	F. CAL.
Tratamientos	13	1.50	0.11	2.65*
Error	28	1.22	0.04	
Total	41	2.72		

*SIGNIFICANCIA AL 5%.

ADV. 4. ANALISIS DE VARIANZA DE AREA FOLIAR DE Acacia schaffneri A LOS 90 DIAS DE LA INOCULACION CON 13 CEPAS DE HONGOS ENDOMICORRICIOS.

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	F. CAL.
Tratamientos	13	7502.11	577.08	3.36**
Error	28	4808.29	171.72	
Total	41	12310.40		

**SIGNIFICANCIA AL 1%.

ADV. 5. ANALISIS DE VARIANZA DE NUMERO DE HOJAS DE Acacia schaffneri A LOS 90 DIAS DE LA INOCULACION CON 13 CEPAS DE HONGOS ENDOMICORRICIOS.

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	F. CAL.
Tratamientos	13	681.64	52.43	1.96NS
Error	28	749.33	26.76	
Total	41	1430.97		

NS = NO SIGNIFICATIVO.

ADV. 6. ANALISIS DE VARIANZA DE PESO SECO RADICAL DE Acacia schaffneri A LOS 90 DIAS DE INOCULACION CON 13 CEPAS DE HONGOS ENDOMICORRICIOS.

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	F. CAL.
Tratamientos	13	2.83	0.21	1.21NS
Error	28	5.06	0.18	
Total	41	7.89		

NS = NO SIGNIFICATIVO.

ADV. 7. ANALISIS DE VARIANZA DE VOLUMEN RADICAL DE *Acacia schaffneri* A LOS 90 DIAS DE LA INOCULACION CON 13 CEPAS DE HONGOS ENDOMICORRICICOS.

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	F. CAL.
Tratamientos	13	51.23	3.94	1.23ns
Error	28	89.99	3.21	
Total	41	141.12		

NS = NO SIGNIFICATIVO.

ADV. 8. ANALISIS DE VARIANZA DE ALTURA DE *Calliandra eriophylla* A LOS 90 - DIAS DE LA INOCULACION CON 13 CEPAS DE HONGOS ENDOMICORRICICOS.

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	F. CAL.
Tratamientos	13	17704.14	1362.24	1.02NS
Error	28	37571.33	1341.83	
Total	41	55280.47		

NS = NO SIGNIFICATIVO.

ADV. 9. ANALISIS DE VARIANZA DE DIAMETRO DE TALLO DE *Calliandra eriophylla* A LOS 90 DIAS DE LA INOCULACION CON 13 CEPAS DE HONGOS ENDOMICORRICICOS.

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	F. CAL.
Tratamientos	13	8.32	0.64	1.80NS
Error	28	9.95	0.35	
Total	41	18.27		

NS = NO SIGNIFICATIVO.

ADV. 10. ANALISIS DE VARIANZA DE PESO SECO DE FRONDA DE Calliandra eriophylla A LOS 90 DIAS DE LA INOCULACION CON 13 CEPAS DE HONGOS ENDOMICORRIZICOS.

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	F. CAL.
Tratamientos	13	3.66	0.28	3.48**
Error	28	2.26	0.08	
Total	41	5.92		

**SIGNIFICANCIA AL 1%.

ADV. 11. ANALISIS DE VARIANZA DE AREA FOLIAR DE Calliandra eriophylla A LOS 90 DIAS DE LA INOCULACION CON 13 CEPAS DE HONGOS ENDOMICORRIZICOS.

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	F. CAL.
Tratamientos	13	25198.60	1938.35	5.35**
Error	28	10138.72	362.09	
Total	41	35337.32		

**SIGNIFICANCIA AL 1%.

ADV. 12. ANALISIS DE VARIANZA DE NUMERO DE HOJAS DE Calliandra eriophylla A LOS 90 DIAS DE LA INOCULACION CON 13 CEPAS DE HONGOS ENDOMICORRIZICOS.

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	F. CAL.
Tratamientos	13	827.64	63.66	2.03NS
Error	28	879.33	31.40	
Total	41	1706.97		

NS = NO SIGNIFICATIVO.

ADV. 13. ANALISIS DE VARIANZA DE PESO SECO RADICAL DE Calliandra eriophylla A LOS 90 DIAS DE LA INOCULACION CON 13 CEPAS DE HONGOS ENDOMICORRICIOS.

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA D DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	F. CAL.
Tratamientos	13	2.32	0.17	3.40**
Error	28	1.96	0.05	
Total	41	3.78		

**SIGNIFICANCIA AL 1%.

ADV. 14. ANALISIS DE VARIANZA DE VOLUMEN RADICAL DE Calliandra eriophylla A LOS 90 DIAS DE LA INOCULACION CON 13 CEPAS DE HONGOS ENDOMICORRICIOS.

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	F. CAL.
Tratamientos	13	42.52	3.27	2.71*
Error	28	33.84	1.20	
Total	41	76.36		

*SIGNIFICANCIA AL 5%.

ADV. 15. ANALISIS DE VARIANZA DE ALTURA FINAL DE Dalea bicolor A LOS 90 - DIAS DE LA INOCULACION CON 6 CEPAS DE HONGOS ENDOMICORRICIOS.

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	F. CAL.
Tratamientos	6	86177.33	14362.88	1.9NS
Error	14	105407.33	7529.09	
Total	20	191584.66		

NS = NO SIGNIFICATIVO.

ADV. 16. ANALISIS DE VARIANZA DE DIAMETRO DE TALLO DE *Dalea bicolor* A LOS 90 DIAS DE LA INOCULACION CON 6 CEPAS DE HONGOS ENDOMICORRICICOS.

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	F. CAL.
Tratamientos	6	3.81	0.63	2.16NS
Error	14	4.13	0.29	
Total	20	7.94		

NS = NO SIGNIFICATIVO.

ADV. 17. ANALISIS DE VARIANZA DE PESO SECO DE FRONDA DE *Dalea bicolor* A LOS 90 DIAS DE LA INOCULACION CON 6 CEPAS DE HONGOS ENDOMICORRICICOS.

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	F. CAL.
Tratamientos	6	1.94	0.32	3.51*
Error	14	1.29	0.09	
Total	20	3.23		

*SIGNIFICANCIA AL 5%.

ADV. 18. ANALISIS DE VARIANZA DE AREA FOLIAR DE *Dalea bicolor* A LOS 90 -- DIAS DE LA INOCULACION CON 6 CEPAS DE HONGOS ENDOMICORRICICOS.

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	F. CAL.
Tratamientos	6	6197.52	1032.91	4.38*
Error	14	3299.89	235.70	
Total	20	9497.41		

*SIGNIFICANCIA AL 5%.

ADV. 19. ANALISIS DE VARIANZA DE NUMERO DE HOJAS DE *Dalea bicolor* A LOS 90 DIAS DE LA INOCULACION CON 6 CEPAS DE HONGOS ENDOMICORRICICOS.

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	F. CAL.
Tratamientos	6	6003.90	1000.65	5.24**
Error	14	2671.33	190.80	
Total	20	8675.23		

**SIGNIFICANCIA AL 1%.

ADV. 20. ANALISIS DE VARIANZA DE PESO SECO RADICAL DE *Dalea bicolor* A LOS 90 DIAS DE LA INOCULACION CON 6 CEPAS DE HONGOS ENDOMICORRICICOS.

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	F. CAL.
Tratamientos	6	0.25	0.041	4.79**
Error	14	0.12	0.008	
Total	20	0.37		

**SIGNIFICANCIA AL 1%.

ADV. 21. ANALISIS DE VARIANZA DE VOLUMEN RADICAL DE *Dalea bicolor* A LOS 90 DIAS DE LA INOCULACION CON 6 CEPAS DE HONGOS ENDOMICORRICICOS.

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	F. CAL.
Tratamientos	6	10.53	1.75	4.16*
Error	14	5.90	0.42	
Total	20	16.43		

*SIGNIFICANCIA AL 5%.