

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES



HONGOS MICOTRÓFICOS VESÍCULO-ARBUSCULARES ASOCIADOS
A PLANTAS SILVESTRES DE CHILE *FICUS* (*CAPSIUM ANNUM L.*
VAR. AVICULARE DUNAL) EN LOS MUNICIPIOS DE LINARES Y
MONTEMORELOS NUEVO LEÓN, MÉXICO.

POR

BIÓL. MARTHA GUADALUPE VALENCIA CHAVARRÍA

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL
TÍTULO DE

MAESTRÍA EN CIENCIAS FORESTALES

LINARES, NUEVO LEÓN

ABRIL 1993

TM

Z5991

FCF

1998

V3



1020122922

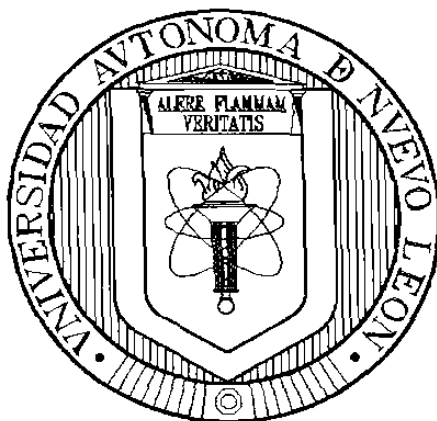
0119-95600

M
15991
123
V3



FONDO
TESIS

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES**



**HONGOS MICORRÍCICOS VESÍCULO-ARBUSCULARES ASOCIADOS
A PLANTAS SILVESTRES DE CHILE PIQUÍN (*CAPSICUM ANNUMM L.*
VAR AVICULARE DUNAL) EN LOS MUNICIPIOS DE LINARES Y
MONTEMORELOS NUEVO LEÓN, MÉXICO.**

POR

BIÓL. MARTHA GUADALUPE VALENCIA CHAVARRÍA

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL
TÍTULO DE

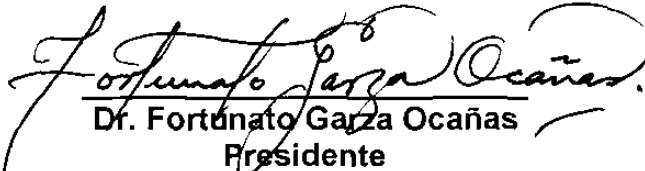
MAESTRÍA EN CIENCIAS FORESTALES

LINARES, NUEVO LEÓN


ABRIL 1998

**HONGOS MICORRÍDICOS VESICULO-ARBUSCULARES (VA)
ASOCIADOS A PLANTAS SILVESTRES DE CHILE PIQUÍN
(*Capsicum annum L. var. aviculare* Dunal) EN LOS MUNICIPIOS
DE LINARES Y MONTEMORELOS, NUEVO LEÓN, MÉXICO.**

Aprobación de la Tesis:


Dr. Fortunato Garza Ocañas
Presidente


Dr. Horacio Villalón Mendoza
Secretario


Dr. Ricardo López Aguillón
Vocal

RESUMEN

El presente trabajo se llevó a cabo en cuatro localidades pertenecientes a los municipios de Montemorelos y Linares, NL. En estas localidades se realizaron 5 muestreos de rizosfera (i.e. suelo y raíces), bimensualmente y a dos profundidades del suelo bajo plantas silvestres de chile piquín (*Capsicum annumm* var. *aviculare*). También se hizo un muestreo por sitio destinado a la realización de los análisis físico-químicos correspondientes. Los muestreos se realizaron abarcando las cuatro estaciones climáticas y se llevaron al laboratorio para la extracción de las esporas de los hongos vesículo-arbusculares (VA) asociados. Así mismo, se realizó la transparentación de las raíces de chile piquín para la determinación de la asociación micorrícica presente. Con las esporas obtenidas se realizó la determinación a género de los hongos asociados y se cuantificaron las esporas encontradas por sitio y por estación del año a fin de determinar la dinámica poblacional de estos hongos. Los resultados a este estudio mostraron diferencias significativas entre las diferentes localidades en relación con su fertilidad mostrando el siguiente orden descendente: 1.- Los Finitos (F), 2.- Potrero del Alamo (P), del Municipio de Montemorelos, 3.- El Ejido San Rafael (S) y 4.- Ciencias Forestales (C, en el Municipio de Linares, N.L. En lo que respecta al número de esporas por sitio los resultados mostraron el siguiente orden descendente: (F), (P), (S) y (C. También se encontró una diferencia estadísticamente significativa en cuanto al número de esporas por mes mostrando el siguiente orden descendente Julio,

Septiembre, Marzo y Mayo. En lo que se refiere a la profundidad de los muestreos realizados los resultados mostraron una diferencia estadística significativa y la mayor parte de las esporas se encuentran a la profundidad de 0-10 cm.

En lo referente a la relación existente entre las poblaciones fúngicas con la precipitación y la temperatura, los resultados mostraron que la precipitación tuvo una mayor influencia que la temperatura. De los análisis físico-químicos de suelo se encontró que los elementos que tuvieron una influencia significativa en cuanto al desarrollo de las comunidades fúngicas fueron el manganeso (Mn) y el potasio (K). Los resultados de la determinación de los géneros de hongos vesículo-arbusculares mostraron la presencia de *Glomus*, *Gigaspora* y *Sclerocystis*. El género *Glomus* se presentó como dominante en los sitios estudiados, en las cuatro estaciones del año, mientras que *Gigaspora* y *Sclerocystis* se encontraron solamente en Julio y Septiembre. Las conclusiones generales de este estudio nos indican que 3 géneros de hongos micorrízicos vesículo-arbusculares VA se asocian a las plantas de chile piquín silvestres en cuatro localidades. No se encontró relación entre el sitio con mayor fertilidad y con el mayor contenido de esporas. Encontrándose las esporas depositadas principalmente en los primeros 0-10 cm de profundidad. La dinámica de las poblaciones de hongos VA se documenta por primera vez con una relación estadística significativa existente entre el manganeso y el potasio .

Abstract

This study was carried out in four locations from the municipalities of Montemorelos and Linares, N.L. In these locations 5 rhizosphere samples were made every two months at 0-10 and 10-20 cm from wild chili plants (*Capsicum annum* var. *aviculare*). In each location a single soil sample taken for soil physical and chemical analysis was made. Sampling was made through the four seasons of the year and samples were taken to the laboratory for the extraction of spores of the associated vesicular-arbuscular fungi. Mycorrhizal association was determined by clearing of roots taken from wild plants. Determination of genera of the VA fungi associated was made by means of the spores and they were quantified for each location throughout the year in order to determine the population dynamics of these fungi. Results showed statistically significant differences for the location in relation to soil fertility in the following order: 1.- Los Finitos (F), 2.- Potrero del Alamo (P), 3.- Ejido San Rafael (S) and 4.- Ciencias Forestales (C). Regarding number of spores per location results showed the following decreasing order: (F), (P), (S) and (C). A statistically significant difference was also found with respect to the number of spores found per month in the following decreasing order: July, September, March and May. Regarding depth of soil samples obtained, results showed a statistically significant difference and most spores were found at a 0-10 depth.

Regarding the possible relation between fungal population, rainfall and temperature, results showed that rainfall had a greater influence on fungal populations than temperature. Physical and chemical soil analysis showed that

(Mn) and (K) had the greatest influence on fungal communities. Results on fungal taxonomy showed the presence of *Glomus*, *Gigaspora* and *Sclerocystis*. *Glomus* was the most frequent genus in all locations during the 4 seasons of the year whilest *Gigaspora* and *Sclerocystis* were found only in July and September. In general, results of this study showed the presence of 3 genera of vesicular arbuscular mycorrhizal fungi associated to wild chili plants in the four locations studied, No relationship was found between the location with the highest fertility and greater number of spores. Spores were found mainly in the 0-10 cm depth and statistical significant difference respecting the population dynamics and manganese and potassium is here by reported for the first time.

DEDICATORIA:

A el creador de mi ser y de sus organismos, por permitirme aprender del chile piquín, y darme cuenta de que algo tan pequeño, es tan valioso e importante, no solo para mí, sino para mucha gente.

A toda la gente, empezando por mis papás, que por ellos nací,
Mis profesores, de donde aprendí e hice amigos, doble ganancia,
Mis compañeros, hermanos de pachanga, alegría y estudio. en ese
orden,

Amigos y mi hermana, mi familión, que si enlisto, hago otra tesis,
todos en mi corazón, otros en mi casa,

A CONACYT, que por segunda ocasión, me apoya, y que siga
haciendolo conmigo y con muchos, que la ignorancia sea cada vez
menos.

A la UANL y Rectoría, por el apoyo económico, con el que pude
realizar este trabajo.

AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Fortunato Carza O., por su asesoría y amistad, sus regaños sanos, sus artículos y compañía.

Al Dr. Efrén Cázares, por su guía y orientación, su amistad y audacia.

Al Dr. José Marmolejo M., sabio y paciente amigo y a su bella familia.

Al Dr. Horacio Villalón M. y el Dr. Ricardo López A., con sus asesorías y materiales, hicieron más fácil lo difícil.

Al Dr. Humberto González, por enseñarme nutrición vegetal y dedicación a el trabajo.

Al Dr. Oscar Aguirre L., Dr. Javier Jiménez P. y el Dr. Jesús Navar Ch., por su profesionalismo y ayudantes.

A Cecy Casas y Gustavo López, por aguantarme y aguantarlos, por su ayuda constante y amistad.

A Salvador Valenzuela, Emma Cruz, Conni, Marthita González., José Avendaño y Carlos Cavazos por vivir acompañándonos y aprendiendo.

Al resto de los Doctores, por sus conocimientos y amistad.

A todo el personal de la escuela, secres, intendencia, vivero, por su apoyo a mi trabajo y su amistad.

Al CONACYT, que me enseñó disciplina, a hacer reportes y a cuidar el dinero.

Al MC. Juan Angel Ortega, de la Facultad de Zootecnia de la UACH, por su trabajo estadístico excelente.

A Lalo Estrada, magnífico botánico y amigo.

A mi hermana Maye y a David, por ser ustedes.

A Blanca, Rosy, Gloria, Clemente, Carlos, Raúl, Jesús García, Laureano y Mario, además de compañeros y amigos, me enseñaron mucho de sí mismos y de su carrera profesional.

Al Dr. Maiti y el MC. Guadalupe Almanza, por sus grandes aportaciones de sus trabajos con el chile piquín y la intención de continuar con ellos.

Al personal de la Universidad de Las Cruces Nuevo Mexico, por sus asesorías y documentación, por mostrarme sus trabajos y sus avances.

A mis compañeros de Maestría, por su amistad y por compartirme lo que saben.

Indice de contenidos

	Página
Resumen	I
Dedicatoria	V
Agradecimientos	VI
Indice	VIII
CAPITULO 1	
INTRODUCCION	1
1.2 Justificación	12
1.3 Objetivos	12
1.4 Hipótesis	13
CAPITULO 2	
MATERIALES Y METODOS	
2.1 Diagrama de flujo de las actividades realizadas	14
2.2 Campo	
2.2.1 Localización del área de estudio	15
2.2.2 Selección de sitios de muestreo	16
2.2.3 Descripción de los sitios seleccionados	17
2.2.4 Vegetación	20
2.2.5 Muestreo de suelo	21
2.2.6 Climatología	22
2.3 Laboratorio	22
2.3.1 Suelo	22

2.3.1.1 Textura y elementos físico-químicos	22
2.3.2 Micorrizas VA	23
2.3.2.1 Extracción de esporas	23
2.3.2.2 Detección de colonización en raíces	24
2.3.2.3 Método de transparentación y tinción	25
2.4 Análisis estadístico	26
2.4.1 Dinámica poblacional fúngica	26
CAPITULO 3	
RESULTADOS	
3.1 Taxonomía de hongos	28
3.1.1 Descripción de géneros	28
3.1.2 Micorrizas vesículo-arbusculares en raíces	31
3.2 Ecología y distribución	33
3.2.1 Densidad de esporas en el sitio Los Finitos	33
3.2.1.1 Géneros presentes en el mes de Julio en el sitio Los Finitos	34
3.2.1.1 Géneros presentes en el mes de Septiembre en el sitio Los Finitos	35
3.2.2 Densidad de esporas en el sitio Potrero del Álamo	36
3.2.2.1 Géneros presentes en el mes de Julio en el sitio Potrero	37
3.2.2.2 Géneros presentes en el mes de Septiembre en el sitio Potrero	38
3.2.3 Densidad de esporas en el sitio San Kataei	39
3.2.3.1 Géneros presentes en el mes de Julio en el sitio San Kataei	40
3.2.3.2. Géneros presentes en el mes de Septiembre en el sitio San	

Rafael	41
3.2.4 Densidad de esporas en el sitio FCF	42
3.2.4.1 Géneros presentes en el mes de Julio en el sitio FCF	43
3.2.4.2 Géneros presentes en el mes de Septiembre en el sitio FCF	44
3.3 Vegetación	
3.3.1 Altura de las plantas de chile piquín silvestre	45
3.3.2 Diámetro basal de las plantas de chile piquín silvestre	46
3.3.3 Determinación de las condiciones de las plantas de chile piquín en los sitios	47
3.4 Vegetación relacionada	49
3.5 Climatología	51
3.5.1.1 Temperatura	53
3.5.1.2 Precipitación	53
3.6 Suelos	54
3.6.0 Textura	54
3.7 Elementos físico-químicos	55
3.7.1 pH del suelo de los sitios de muestreo	55
3.7.2 Conductividad eléctrica	56
3.7.3. Materia orgánica	57
3.7.4 Calcio	58
3.7.5 Magnesio	59
3.7.6. Fosforo disponible	60
3.7.7 Nitrógeno	61

	XI
3.7.8 Fierro	62
3.7.9 Cobre	63
3.7.10 Manganeso	64
3.7.11 Zinc	65
3.7.12 Potacio	66
3.8 Análisis estadístico del número de esporas de hongos vesículo- arbusculares	67
3.8.1 Número total de esporas en los sitios a 0-10 cm	68
3.8.2 Número total de esporas en los sitios a 10-20 cm	69
3.8.3 Número total de esporas por meses a 0-10 cm	70
3.8.4 Número total de esporas por meses a 10-20 cm	71
3.9 Géneros encontrados	73
3.10 Análisis estadísticos de los elementos físico-químicos	75
CAPITULO 4	
DISCUSION GENERAL	77
CAPITULO 5	
CONCLUSIONES	84
CAPITULO 6	
BIBLIOGRAFIA	87
CAPITULO 7	96
APENDICE	

Índice de figuras

	Pág
Fig. 2.1 Sitio Los Finitos	18
Fig. 2.2 Sitio Potrero del Alamo	19
Fig 2.3 Sitio San Rafael	20
Fig. 2.4 Sitio Facultad de Ciencias Forestales, UANL	21
Fig. 3.1 Esporas del hongo micorrízico <i>Glomus sp</i>	28
Fig. 3.2 Esporas del hongo micorrízico <i>Sclerocystis sp</i>	29
Fig. 3.3 Esporas del hongo micorrízico <i>Gigaspora sp</i>	30
Fig. 3.4, 3.5 y 3.6 Raíces transparentadas mostrando micelio y vesículas	31
Fig. 3.7 Densidad total de esporas en el sitio Los Finitos	33
Fig 3.8 Densidad de esporas con los diferentes géneros de hongos VA en el sitio Los Finitos, en el mes de Julio a dos profundidades	34
Fig. 3.9 Densidad de esporas con los diferentes géneros de hongos VA en el sitio Los Finitos, en el mes de Septiembre a dos profundidades	35
Fig. 3.10 Densidad total de esporas en el sitio Potrero del Alamo	36
Fig. 3.11 Densidad de esporas con los diferentes géneros de hongos VA en el sitio Potrero del Alamo, en el mes de Julio a dos profundidades	37
Fig. 3.12 Densidad de esporas con los diferentes géneros de hongos VA en el sitio Potrero del Alamo, en el mes de Septiembre a dos profundidades	38
Fig. 3.13 Densidad total de esporas en el sitio San Rafael	39
Fig. 3.14 Densidad de esporas con los diferentes géneros de hongos VA en el sitio San Rafael, en el mes de Julio a dos profundidades	40
Fig. 3.15 Densidad de esporas con los diferentes géneros de hongos VA	41

en el sitio San Rafael, en el mes de Septiembre a dos profundidades	
Fig. 3.16 Densidad total de esporas en el sitio Facultad de Ciencias Forestales, UANL	42
Fig. 3.17 Densidad de esporas con los diferentes géneros de hongos VA en el sitio FCF, en el mes de Julio a dos profundidades	43
Fig 3.18 Densidad de esporas con los diferentes géneros de hongos VA en el sitio FCF, en el mes de Septiembre a dos profundidades	44
Fig. 3.19 Altura de las plantas de chile	45
Fig. 3.20 Diámetro basal de la raíz de las plantas de chile	46
Fig. 3.21 Temperatura y precipitación media mensual de los sitios FCF y San Rafael, Linares, N.L.	51
Fig. 3.22 Temperatura y precipitación media mensual de los sitios Los Finitos y Potrero del Alamo, Montemorelos, N.L.	52
Fig. 3.23 pH de los sitios de muestreo a dos profundidades	55
Fig. 3.24 Conductividad eléctrica de los sitios de muestreo a dos profundidades	56
Fig 3.25 Materia orgánica de los sitios de muestreo a dos profundidades	57
Fig. 3.26 Calcio de los sitios de muestreo a dos profundidades	58
Fig. 3.27 Magnesio de los sitios de muestreo a dos profundidades	59
Fig. 3.28 Fósforo disponible de los sitios de muestreo a dos profundidades	60
Fig. 3.29 Nitrógeno de los sitios de muestreo a dos profundidades	61
Fig. 3.30 Hierro de los sitios de muestreo a dos profundidades	62
Fig. 3.31 Cobre de los sitios de muestreo a dos profundidades	63
Fig. 3.32 Manganeso de los sitios de muestreo a dos profundidades	64

Fig 3.33 Zinc de los sitios de muestreo a dos profundidades	65
Fig 3.34 Potasio de los sitios de muestreo a dos profundidades	66
Fig 3.35 Sumatoria total de esporas a 0-10 cm de profundidad en los sitios	68
Fig. 3.36 Sumatoria total de esporas a 10.5-20 cm de profundidad en los sitios	69
Fig. 3.37 Sumatoria total de esporas a 0-10 cm en los meses de muestreo en cada sitio	70
Fig. 3.38 Sumatoria total de esporas a 10.5-20 cm en los meses de muestreo en cada sitio	71
Fig. 3.39 Densidad total de esporas por géneros en el mes de Julio. en cada uno de los sitios	72
Fig. 3.40 Densidad total de esporas por géneros en el mes de Septiembre, en cada uno de los sitios	73

Indice de tablas

	Pág
Tabla 1. Cuadro de especies de <i>Capsicum</i>	2
Tabla 2. Factores utilizados para el análisis estadístico	27
Tabla 3. AFA	97
Tabla 3.1. Especies arbóreas relacionadas con el chile piquín silvestre en el sitio Los Finitos	49
Tabla 3.2. Especies arbóreas relacionadas con el chile piquín silvestre en el sitio Potrero del Alamo	49
Tabla 3.3. Especies arbóreas relacionadas con el chile piquín silvestre en el sitio San Rafael	50
Tabla 3.4. Especies arbóreas relacionadas con el chile piquín silvestre en el sitio Facultad de Ciencias Forestales, UANL.	50
Tabla 4. Solución de tinción	97
Tabla 5. Parámetros de las plantas silvestres de chile piquín	97
Tabla 6. Condiciones de las plantas en los sitios	98
Tabla 7. Temperaturas y precipitación de los Municipios de Montemorelos y Linares, N.L.	98
Tabla 8. Texturas	99
Tabla 9. Análisis de los elementos físico-químicos estudiados	100
Tabla 10. Resumen estadístico para los elementos estudiados	100
Tabla 11. Análisis de correlación de Pearson para observar la posible relación existente entre las esporas y los elementos físico-químicos del suelo	101
Tabla 12. Sumatoria total de esporas	101

Tabla 13. Diferentes géneros de los hongos vesículo-arbusculares presentes en los sitios muestreados	101
Tabla 14. Resumen de ubicación según los elementos y número de esporas	102
Tabla 15. Resumen estadístico de ubicación para cada sitio	102
Tabla 16. Análisis estadístico de SAS	102

CAPITULO 1

INTRODUCCION

México es un país con una gran diversidad de tipos de vegetación de los cuales se han aprovechado sus recursos de múltiples maneras. Las áreas forestales además de proporcionar una fuente de ingresos económicos para la población rural, también son fuente directa de alimentos, tanto de productos animales, como vegetales. La tradición alimenticia mexicana es muy rica y trasciende fronteras llevando platillos típicos a naciones extranjeras. México es mundialmente conocido por el maíz, el frijol y especialmente por sus condimentos, donde sobresale el chile y sus diferentes variedades, marcando un consumo per capita de aproximadamente 50 g diarios de estos tres productos (Rzedowski, 1983, 1987; Almanza, 1993).

El chile tiene sus orígenes según se cree en el continente americano. Se cree que las formas primitivas de *Capsicum* se fueron naturalizando en muchos lugares y este género es de interés para estudios de sistemática por dos razones principales: 1) por la diversidad de formas representadas y 2) porque abunda en forma silvestre, lo cual da una oportunidad para trazar definitivamente los cambios que han tenido lugar y han ayudado al origen de esta planta (Erwin, 1929; Andrews, 1985).

El género *Capsicum* es un complejo de 20-30 especies silvestres y 5 taxa domesticados, el género y sus especies excepto por *C. anomalum* son originarias del nuevo mundo. Los taxa domesticados y las especies silvestres se clasifican en tres grupos uno de floración púrpura y dos de floración blanca, con al menos un

domesticado y dos taxas silvestres en cada grupo (Ballard *et al.*, 1970 y McLeod *et al.*, 1982).

La siguiente tabla muestra las especies más comunes, los progenitores y el origen americano de este género, el cual aún está en estudio.

Tabla 1. Especies cultivadas de *Capsicum*, sus hipotéticos progenitores silvestres y el centro de origen propuesto. (Eshbaugh 1975).

Especies cultivadas	Progenitores silvestres	Centro de origen
<i>C. annumm</i> var <i>anumm</i>	<i>C. annumm</i> var <i>aviculare</i>	México y América Central
<i>C. chinense</i>	<i>C. frutescens</i>	Cuenca Amazonica
<i>C. baccatum</i> var <i>pendulum</i>	<i>C. baccatum</i> var <i>baccatum</i>	Bolivia zona tropical 500 a 1500 m
<i>C. pubescens</i>	<i>C. eximium</i> / <i>C. cardenasii</i>	Bolivia Andes 1500 a 3000 m

El rango precolombino de *Capsicum* se extiende desde el sur de Estados Unidos hasta la región templada del sureste de América del Sur (Heiser, 1964). McLeod *et al.*, (1982) trazaron la distribución original de grupos dentro del género. En México, se siembran chiles variados desde los picantes hasta los dulces y los estados productores más importantes son Zacatecas, Durango, Chihuahua, Baja California, Oaxaca, Veracruz y sobresale Guanajuato con el 40% de la producción nacional. (Laborde, 1994).

El grupo de *C. annumm* de flor blanca, asociado con hábitat más húmedo, parece estar distribuido originalmente en la parte baja del trópico de Capricornio, América del Sur y Central (Pickersgill *et al.*, 1979; Heiser, 1964). La distribución del chile piquín no está muy bien determinada o publicada para la nación. Laborde, (1994) menciona que se encuentra de manera silvestre prácticamente en toda la

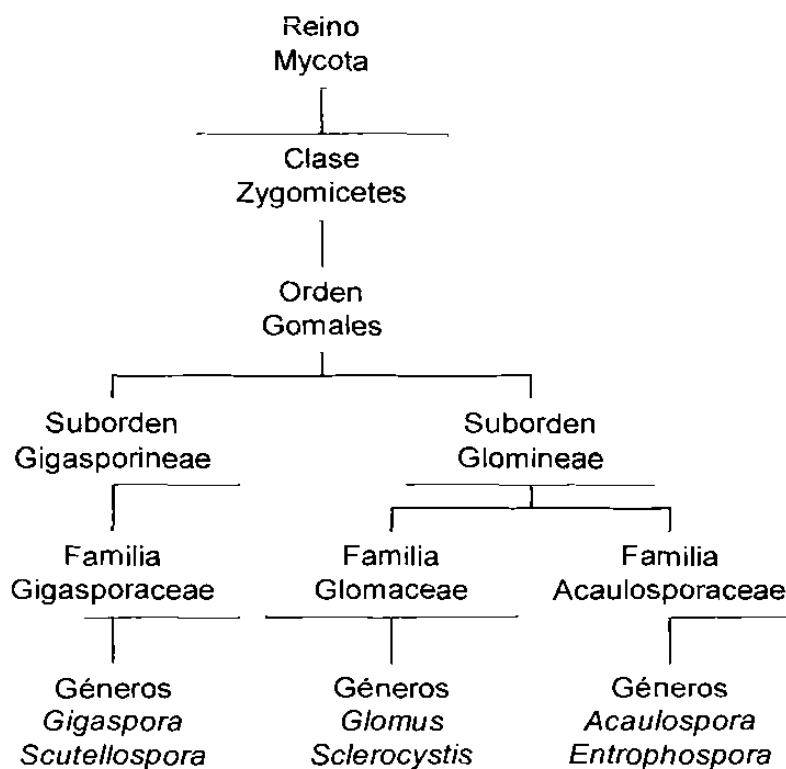
zona costera del país, de Sonora a Chiapas, por el Pacífico, y de Tamaulipas a la península de Yucatán, incluyendo Quintana Roo, por el Golfo de México. Almanza, (1993) reporta que se distribuye generalmente en altitudes de 300 -1500 m.s.n.m., en zonas de matorral submontano, zonas elevadas de encinos y bosques caducifolios de *Taxodium* y *Platanus* y abarca su distribución desde el sur de EUA hasta Perú.

La sequía y las altas temperaturas, favorecen el crecimiento y productividad del chile piquín, si posteriormente se riega o hay una alta precipitación, esta reduce la producción repuntando posteriormente, también contribuyen los suelos con abundante materia orgánica, planos y con buen drenaje. El chile piquín tiene dos etapas de cosecha de frutos que se presentan en los meses de mayo-julio y septiembre-noviembre. Este último ciclo tiene una mayor producción de frutos debido a las lluvias de septiembre y estos disminuyen a temperaturas superiores a 30 °C (Almanza, 1993). Durante los periodos lluviosos, la planta de chile piquín tiene gran capacidad de retoñar (i.e. producción de nuevas yemas y brotes) de los largos periodos de sequía en verano (García, 1983). Generalmente se le encuentra en cañadas, a orillas de caminos y cercas y en lugares no perturbados a la sombra de árboles y arbustos y la luz preferida es la indirecta. Se asocia frecuentemente con el Nopal (*Opuntia* sp), Tasajillo (*O. leptocaulis*), Granjeno (*Celtis pallida*) y Mezquite (*Prosopis* sp) en las áreas de Guadalupe y Montemorelos, N.L. (Almanza, 1993).

Los hongos micorrícicos (mykes=hongo; rhiza= raíz) son un tipo de asociación simbiótica mutualística en la que los hongos involucrados pertenecen a las clases Basidiomicetes, Ascomicetes y Zygomycetes. Los hongos micorrícicos aportan

nutrientes minerales a las plantas hospederas a cambio de derivados fotosintetizados, y esto ocurre en la mayoría de las plantas terrestres e.g. Pteridofitas, Gymnospermas y Angiospermas. Existen dos tipos principales de micorrizas, las ectomicorrizas y endomicorrizas de acuerdo a su abundancia y su amplitud de distribución, estas se dividen en subtipos, de acuerdo a las características particulares como: la localización, mecanismo de entrada del hongo a la raíz y estructuras fúngicas formadas (Harley & Smith, 1983; Trappe, 1981).

Las micorrizas Vesículo -Arbusculares (VA), son clasificadas bajo el siguiente esquema para la taxa Glomalea, (Morton & Benny, 1990):



Los hongos micorrícicos VA se presentan en ecosistemas terrestres muy diversos incluyendo, pastizales templados y tropicales, matorrales y desiertos, hasta bosques tropicales (Read, 1991). Los hongos VA son constituyentes importantes de

la microbiota del suelo (Barea & Azcon, 1982). Así mismo se reconoce la relación directa de estos hongos en los procesos de interfase planta - suelo (Harley & Smith, 1983; McGee *et al.*, 1989) y modifican la estructura y el funcionamiento los ecosistemas naturales (Miller & Allen, 1992; Molina *et al.*, 1992; Grime *et al.*, 1987; Read, 1990)).

Es importante recordar que los hongos difieren por sus requerimientos ecológicos y la adaptación de éstos a las plantas superiores (Trappe, 1981). Es decir, los factores de la composición vegetal, también pueden afectar la composición fúngica o diferentes factores abióticos pueden provocar modificaciones en las plantas nativas y con ello modificar el status micorrícico. También las actividades humanas, pueden tener influencia en la dinámica y diversidad de la comunidad fúngica. Por ello, las micorrizas VA juegan un papel vital en la sucesión vegetal primaria y secundaria y son especialmente importantes en suelos pobres (Miller, 1979; Gemma & Koske, 1988). El conocimiento y la conservación de la diversidad en los hongos micorrícicos VA son considerados de importancia crucial para el uso eficiente en la conservación ambiental y en la sustentabilidad de los sistemas de producción vegetal (Giovannetti & Gianinazzi - Pearson, 1994).

Para la determinación de los géneros y especies, es necesario observar el desarrollo de las esporas, su arreglo en los esporocarpos, su forma, tamaño, color, ornamentación y capas de la pared, reacciones químicas, contenido intercelular, forma de germinación, hifas en el suelo y estructuras asociadas a estas. Para la corroboración de los géneros y esporas, es necesario extraer las esporas del suelo,

examinar raíces, hifas y otras estructuras y propagar el hongo. (Brundrett *et al.*, 1996).

La función primaria de las hifas es la absorción de nutrientes del suelo, de manera activa y su transportación a la planta. Se ha observado, en experimentos en laboratorio y en sistemas naturales, la absorción y transporte de cationes, nutrientes y agua. El hospedero controla el movimiento de nutrientes *vía* el hongo, este último puede regular la cinética, la dirección de translocación y la concentración de nutrientes y carbohidratos en el hospedero (Miller & Allen, 1992). Se han hecho muchos estudios sobre el transporte de nutrientes a la planta *vía* hongos VA, enfatizando considerablemente el movimiento del fósforo (Read *et al.*, 1985). El P está limitado en su absorción para la planta por su inmovilidad y las hifas externas aumentan esta absorción. Las micorrizas VA pueden proporcionar P a las plantas de zonas áridas, donde el P se encuentra prácticamente insoluble como fosfato cálcico y la difusión de iones en el suelo decrece por la baja textura del suelo. También facilitan la translocación de agua, el carbón y cationes, entre hongo-planta o planta-hongo-planta (Friese & Allen, 1991). Las hifas transportan nutrientes tales como: HPO_4 , NH_4 , Ca, S, K, Zn y H_2O (Rhodes & Gerdemann, 1978a, 1978b; Smith *et al.*, 1981; Sanders & Tinker, 1971; Ames *et al.*, 1983; Cooper & Tinker, 1978; Allen, 1982; Hardie, 1985). La expansión de las hifas ha sido estimada a más de 120 cm de la entrada de la raíz y con más de 50 m/g en el suelo (Tisdall & Oades, 1980; Allen & Allen, 1986; Rhodes & Gerdemann, 1978b). Se ha observado que los suelos sin disturbio tienen altas densidades de hifas y estas se localizan cercanas a la

cobertura de arbustos y las esporas se concentran en la base del arbusto (Allen & MacMahon, 1985).

Las micorrizas VA presentan una tolerancia aparente por medio de mecanismos adaptativos y por la dinámica de las poblaciones de hongos (Harley, 1989). Además poseen una amplia plasticidad fisiológica y/o adaptación genética para sobrevivir (Stahl & Christensen, 1991). Así, las bajas temperaturas afectan la germinación de las esporas, la esporulación, el crecimiento y la infección radicular (Furlan & Fortin, 1975). En algunos casos, el aumento a la temperatura eleva la colonización y producción de esporas y aumenta el crecimiento vegetal. También se reporta que la baja temperatura no estimula el crecimiento presentándose una colonización negativa y una disminución del número de esporas (Furlan & Fortin, 1975; Koske, 1987). En cuanto a la humedad, esta relación depende del tipo de suelo (e.g. textura), el hongo y el hospedero, ya que su exceso o deficiencia afectan a las micorrizas VA (Botello, 1984).

Se han realizado varios trabajos donde se reporta sensibilidad a las condiciones ambientales, especialmente a los factores edáficos, que pueden afectar la germinación y la habilidad de los VA, para influir al crecimiento y fisiología del hospedero (Stahl & Christensen, 1981). El estrés hídrico, puede ocasionar la compactación del suelo y disminuir la micorrización, especialmente en zonas áridas (Reid, 1990; Trappe, 1981) en suelos agrícolas, conforme aumenta la densidad y disminuyen las condiciones de aireación y textura se reduce la actividad micorrícica VA y la habilidad de absorción de nutrientes (Ponder, 1979).

El grado de dependencia micorrícica, está influenciada por características del suelo especialmente con la fertilidad del mismo (Botello, 1984) quien planteó que en plantas nativas, requieren de micorrización, por que los suelos con alta fertilidad generalmente retardan o inhiben la micorriza. (Hetrick *et al.*, 1986; Hall, 1978; Menge *et al.*, 1982; Gildon & Tinker, 1981 y Saif, 1986).

Trappe, (1981), menciona que la micorrización viable persiste en las raíces de los hospederos dormantes perenes, pero en las anuales, dependen de los propágulos en suelo de la nueva colonia de cada nueva estación de crecimiento. Los cambios estacionales son responsables de la fluctuación en la intensidad de producción de esporas recolectadas en campo La variación estacional de las poblaciones de esporas ha sido observada en hábitats agrícolas (Furlan & Fortin, 1975).

En los pastizales, las micorrizas VA varían su presencia y número con la estación y mixtura del suelo, hospederos anuales y perennes y hábitats (Trappe, 1981).

Lee Pau-ju & Koske (1994) sugieren que los factores climáticos afectan causando que la abundancia de las esporas moribundas sea paralela con las esporas maduras, pero excede las poblaciones de otros estadios, similarmente para las esporas inviábiles.

Reid & Bowen, (1979) observaron mayor colonización micorrícica en primavera y otoño y menor en meses de verano y meses húmedos. La incidencia y el grado de la colonización micorrícica puede variar con la disponibilidad de textura del suelo, el habitat (Miller, 1979) y la composición de la comunidad vegetal, además

que en suelos con exceso de agua y deficiencias de oxígeno, se limita el desarrollo de los hongos y raíces, durante invierno o sólo esporulan y germinan después de lluvias suficientes al incrementarse el contenido de textura del suelo (Slankis, 1974).

Yocom, (1985) utilizando el California Wonder (*Capsicum sp*) infectado con *Glomus mosseae* y una combinación de *G. mosseae* + *G. fasciculatum* + *Gigaspora sp* obtuvo plantas más altas y con mayor peso seco de los frutos. Sreeramulu & Bagyaraj, (1984); y Bagyaraj & Sreeramulu, (1982) reportaron a *Glomus albidum* como el hongo micorrízico VA de mejores resultados para inocular plantas de Chile y aprovechar hasta el 50% en la aplicación de fertilizantes con el fósforo. Diederichs, (1982) inoculó *Capsicum annum* con *Glomus macrocarpus* bajo diferentes intensidades de luz resultando con el más alto grado en eficiencia micorrízica que con otros géneros micorrízicos. Afek *et al.*, (1990) al micorrizar plantas de Chile, colocando el inóculo a 3 cm de las raíces se colonizaron rápido y más rápidamente en suelos fumigados, esto indica la competencia de microorganismos o micorrizas nativas. Menge *et al.*, (1978) investigaron plantas de Chile inoculadas con *Glomus aggregatum*, en condiciones de bajas concentraciones de P, encontrando que había un incremento en la concentración en tejidos, el peso y la producción de frutos. Waterer & Coltman, (1989) que obtuvieron un incremento en frutos de 177%, el peso del fruto, 259% y en el peso total de la planta, 120%. En el campo obtuvieron 129%, 185% y 186% respectivamente. Refiriendo Bagyaraj & Sreeramulu, (1982) contrariamente lo que Haas *et al.*, (1986) que las plantas de Chile son altamente colonizadas por hongos VA en suelos ricos de P.

La micorrización en las plantas de Chile fue en la mayoría beneficiosa en suelos con P limitados y con inoculación en el pretransplante. Bagyaraj & Sreemula, (1982) mostraron que hay preferencia en los hongos VA hacia las plantas y una diferente reacción según el tipo de suelo, cuando inocularon plantas de Chile con *Gigaspora calospora*, *G. margarita* y *Glomus fasciculatum* con el 25 y 50% de P, con menor costo. Sin embargo, Sri Hari *et al.*, (1988), reportan que el porcentaje de infección radicular bajó con el incremento de P, pero aquí se mostraron mayores contenidos de P y Zn y mayor peso seco del tallo en plantas micorrizadas, produjo florecimiento más rápido y más productivo, más crecimiento, P, Zn, floración, producción y ácido ascórbico.

La micorrización temprana en la época de crecimiento, indujo un alto porcentaje de frutos largos, colocando P más VA de *Glomus macrocarpum* (Gerdemann & Trappe, 1974). Haas *et al.*, (1987) observaron en las plantas de Chile inoculadas después de 9 semanas de inoculadas, dieron un efecto tardío ocasionado por la temperatura, fue de mayor producción y más largos frutos en niveles moderados de P a través de épocas de crecimiento y se infectaron sin colapsos por enfermedades en la época de producción. Haas *et al.*, (1986) utilizando la combinación de *Glomus macrocarpum* más semillas de *Capsicum annum* incrementaron su nivel de nutrientes con efecto negativo en el crecimiento de las plantas en suelos esterilizados confirmando lo sugerido por Plenchette *et al.*, (1983) que la planta de Chile es altamente dependiente de la infección micorrízica y no se deben fumigar los cultivos antes del transplante. La inoculación comercial de plantas de Chile, antes del transplante, es de menor costo que lo usual. Producen floración

temprana y desarrollo del fruto, utilizando menos fertilizantes o químicos, pero hay que considerar las condiciones de stress (Haas *et al.*, 1986).

Krone *et al.*, (1980) inocularon *Capsicum annum* con hongos *Glomus macrocarpum*, *Acaulospora spinosa* y con *Bacillus* y *Pseudomonas*. La inoculación combinada (hongo-bacteria) obtuvieron un crecimiento altamente significativo, en condiciones de temperatura del suelo alta y el pH adecuado. Menge *et al.*, (1982) encontró que la competencia por nutrientes puede predecir la supresión del crecimiento vegetal. Por ejemplo, cuando el Na, Mg y el porcentaje de materia orgánica son bajos y cuando el Zn, Mn y NH₄ fueron abundantes, la supresión del crecimiento vegetal en suelos no esterilizados se relacionó con la fertilidad del suelo, pudiendo estar relacionado con el desarrollo micorrícico o con la demanda vegetal y otros microorganismos.

Las áreas de matorral tamaulipeco *sensu lato* han sido fragmentadas cambiando el uso de los suelos, ocasionando erosión y pérdida de los mismos y compactandolos (Jurado, 1986; Manzano, 1997). El chile piquín se desarrolla en el matorral su manejo y aprovechamiento depende de la conservación de su hábitat y el conocimiento de su biología que servirá para ayudar a las prácticas de manejo.

1.2 JUSTIFICACION

El chile piquín *Capsicum annumm* var. *aviculare* es una planta que se presenta creciendo en forma silvestre dentro del matorral tamaulipeco en el Noreste de México. Se desconoce mucho acerca de su ecología, además esta especie es utilizada anualmente con fines comerciales y su domesticación tiene problemas por la baja germinación de sus semillas, así como, por el mantenimiento y buen rendimiento de sus cosechas. No existen suficientes estudios a este respecto y la pérdida de hábitat donde prospera el chile piquín es cada día mayor (Manzano, 1997). El estudio de los hongos micorrícicos vesículo- arbusculares asociados al chile piquín silvestre así como la correlación de factores físico-químicos del suelo y climáticos contribuirán a conocer más acerca de la dinámica de poblaciones de estos hongos y su relación con las plantas silvestres de chile piquín.

1.3 OBJETIVOS

- a) Detectar los géneros de hongos micorrícicos vesículo arbusculares (VA) en la rizosfera de plantas de chile piquín silvestre.
- b) Observar la dinámica poblacional de estos hongos en un año, en cuatro sitios con diferentes usos del suelo.
- c) Analizar la posible relación de los factores físico-químicos del suelo y climáticos con la dinámica de las poblaciones fúngicas VA.

1.4 HIPOTESIS

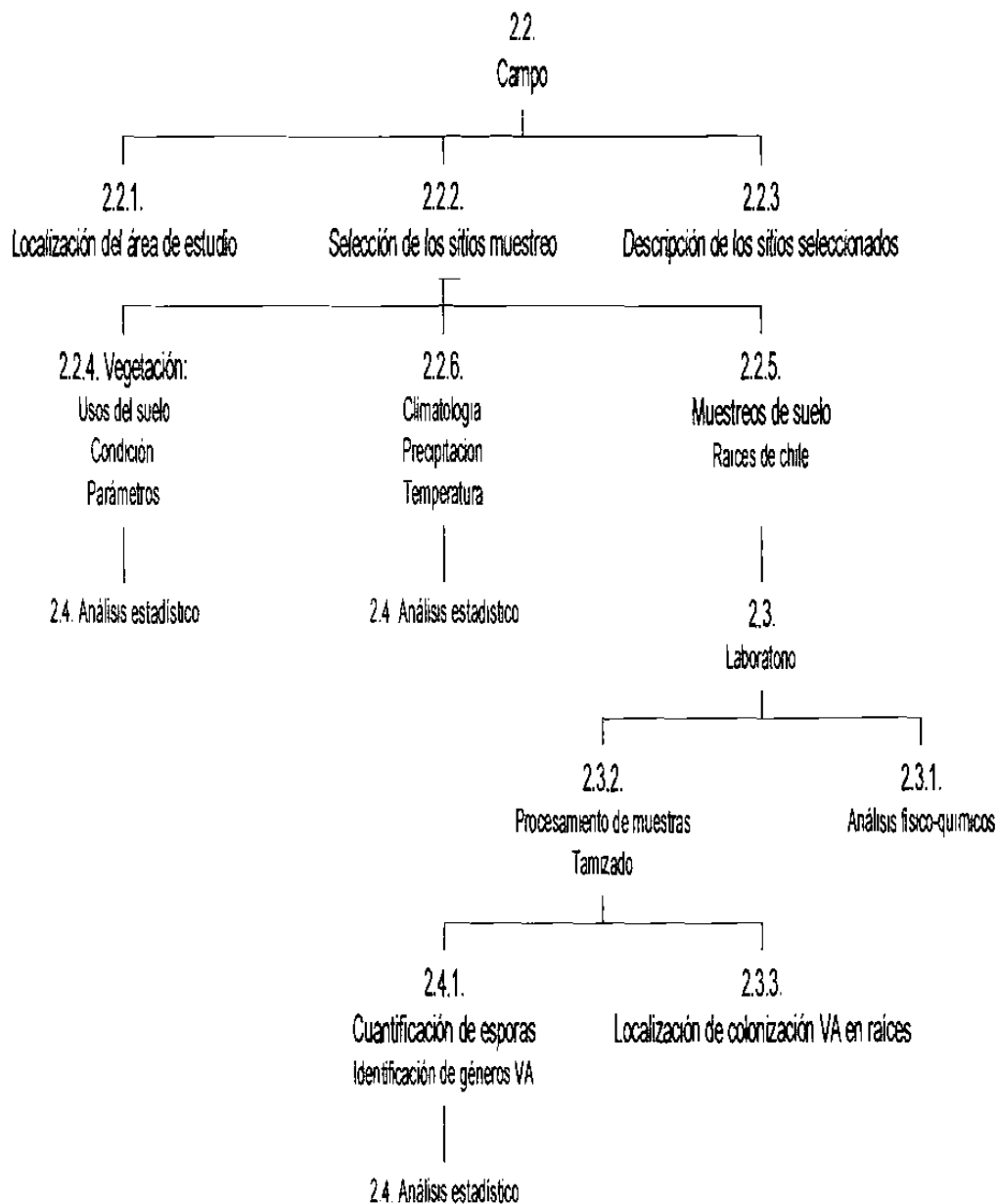
Existen hongos micorrícicos vesículo-arbusculares (VA) en la rizosfera del chile piquín silvestre y la dinámica poblacional de estos hongos está relacionada con los factores bióticos, climáticos y del suelo de los sitios donde se desarrollan las plantas.

CAPITULO 2

MATERIALES Y METODOS.

A continuación se presenta un diagrama representando las actividades realizadas en esta tesis.

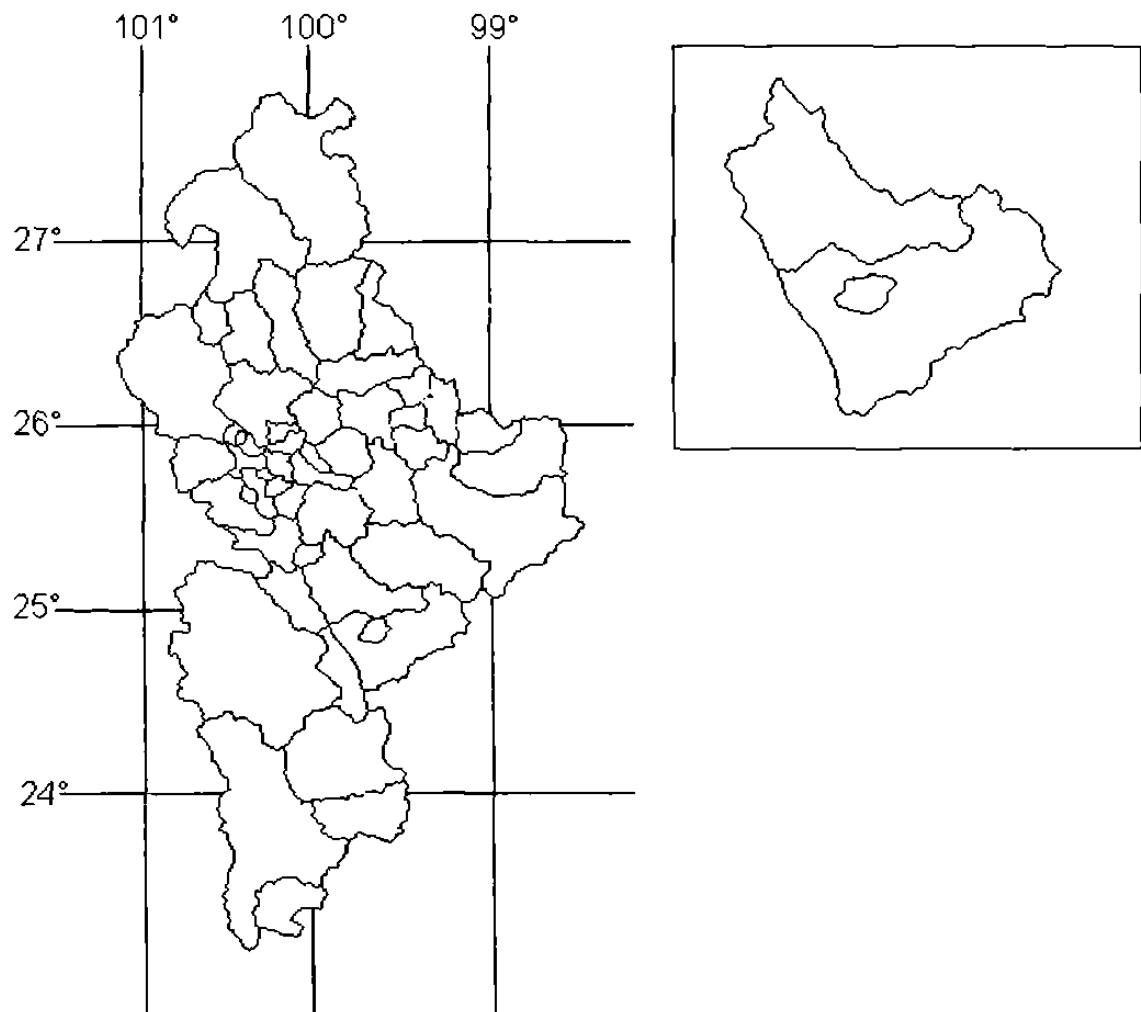
2.1 DIAGRAMA DE FLUJO DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS.



2.2 CAMPO.

2.2.1 Localización del área de estudio.

En este estudio se seleccionaron 4 sitios. de los cuales. dos se localizan en el Municipio de Montemorelos y dos en el Municipio de Linares. Nuevo León.



Ubicación del área de estudio en el estado de Nuevo León. Comprende los Municipios de Montemorelos (superior) y Linares (inferior), N.L., México.

2.2.2 Selección de sitios de muestreo.

Se seleccionaron cuatro sitios de muestreo que reunían las características siguientes:

1.- Áreas protegidas con diferentes usos del suelo, de acuerdo a las diversas actividades socioeconómicas realizadas en la zona de estudio, buscando comparar las características de las plantas, el suelo y los microorganismos de la rizosfera. Se seleccionaron los cuatro sitios con actividades diferentes, dentro de las cuales destacan en la zona:

- Agrícola;
- Pastoril;
- Silvícola;
- Combinaciones de los anteriores.

2.- Presencia de plantas silvestre de chile piquín, en un número mayor de cinco plantas por área.

3.- Acceso. Áreas cercanas al laboratorio, conservando los ejemplares vegetales lo mejor posible, así como las condiciones de temperatura y humedad de la rizosfera colectada, para su análisis biológico y químico.

2.2.3 Descripción de los sitios seleccionados.

Sitio 1, Rancho Los Finitos. Municipio de Montemorelos. N.L., con una extensión de 40 hectáreas. localizado en el kilometro 216 al borde de la Carretera Nacional. coordenadas longitud $100^{\circ} 04'$ oeste y latitud $25^{\circ} 15'$ norte, con características de manejo pastoril-silvícola. con riego. es decir. la ganadería es su principal actividad. donde los pastizales tienen árboles característicos del matorral submontano. para facilitar el pastoreo y proporcionar sombras.



Fig. 2.1 Sitio Los Finitos

Sitio 2. Rancho Potrero del Alamo, Municipio de Montemorelos, N.L., localizado en la longitud 100° 04' oeste y latitud 25° 11'57" norte, en Congregación Los Lirios, de una extensión de 460 ha, este se caracteriza por ser criadero de especies exóticas, especialmente dedicado a venados, guajolotes y aves exóticas, con protección de malla ciclónica de 2 m de altura alrededor de toda su superficie.



Fig. 2. 2 Sitio Potrero del Alamo

Sitio 3. Ejido San Rafael, Municipio de Linares, N.L., con una extensión de 24 ha, se localiza en la longitud 99° 39.5" oeste y latitud 24° 45.4" norte, presenta características de uso agropastoril, con huerta de naranjos, siembra de forrajes y unas pequeñas áreas con árboles y arbustos.



Fig. 2.3 Sitio Ejido San Rafael.

Sitio 4. Jardín botánico de la Facultad de Ciencias Forestales, UANL, Municipio de Linares, N.L., coordenadas longitud 99° 29' oeste y latitud 24° 37' norte, esta área es utilizada para los experimentos de plantaciones forestales, vivero de propagación de especies y para corrales de venados. Su vegetación corresponde a la de matorral tamaulipeco.



Fig. 2.4 Sitio Facultad de Ciencias Forestales, UANL.

2.2.4 Vegetación

1) *Vegetación relacionada.* Se anotaron las especies arbóreas y arbustivas, que se encontraron más próximas a las plantas de chile piquín silvestre, tomando sólo de manera visual aleatoria, enlistándolas en ese orden, y en el caso de no ser reconocidas, se tomaron muestras para su identificación, posterior en el herbario de la FCF (CFNL).

Se elaboró una tabla para la presentación de estos datos (Ver tablas 3.1 a 3.3)

1) *Selección y medición de las plantas de chile.* Se seleccionaron 5 plantas de chile al azar y se les midieron los siguientes parámetros:

- Altura de la planta.
- Diámetro al cuello de la raíz (DCR).
- Condiciones de las plantas.

Para estas características se realizó a manera de tabla en anexos, las mediciones y en gráficas comparativas las mismas en resultados, así como, la realización de una tabla que mostrara, estas en conjunto y dándoles un valor numérico para hacerlo más comparativo (tabla 6).

2.2.5 Muestreo de suelo.

a) Una vez seleccionados los sitios de muestreo, se procedió al muestreo de suelo para los análisis físico-químicos, este se llevó a cabo en 10 puntos, a un máximo de 5 cm de las plantas de chile, a profundidades de 0-10 cm y a 10-20 cm (Friese & Koske, 1991). Esto se realizó por medio de una pala pocera, ya sea marcándola previamente o midiendo la profundidad deseada con una cinta métrica y colocando la mezcla de suelo de los puntos correspondientes a la misma profundidad, en bolsas por separado, para cada sitio.

b) Así mismo, colocando en bolsas de polietileno de 2 kg de capacidad, raíces y suelo, de manera separada por profundidad, etiquetándolas con datos

de localidad, número de planta, profundidad y fecha de colecta. Estas bolsas se reforzaron poniéndoles otra bolsa, que a su vez protegiera la etiqueta pegada externamente a la primera bolsa y para conservar la temperatura y humedad de la rizosfera.

2.2.6 Climatología

Las condiciones climáticas, se tomaron de registros de CONAGUA, considerando a la temperatura y precipitación mensual, del año 1996, únicamente. Estos datos se compararon con las condiciones de la vegetación, las plantas de chile piquín y la presencia de los hongos micorrícicos VA, para el análisis estadístico (tabla 7 y para los análisis estadísticos tabla 16).

2.3 LABORATORIO.

2.3.1 Suelo.

Las muestras de suelos colectadas para el análisis físico - químico, para cada sitio y profundidad, se procesaron en el Laboratorio de Suelos de la Facultad de Ciencias Forestales, UANL. Se buscó obtener la relación del uso de suelo que se realiza en cada sitio, con las características físico- químicas del suelo y la cantidad de esporas presentes. Para ello se realizaron los parámetros siguientes: (Woerner, 1989)

2.3.1.1 Textura y elementos físico-químicos.

Los análisis realizados para la textura se muestran en las tablas y se describen en los resultados, también los análisis físico químicos tales como:

- Materia orgánica

de localidad, número de planta, profundidad y fecha de colecta. Estas bolsas se reforzaron poniéndoles otra bolsa, que a su vez protegiera la etiqueta pegada externamente a la primera bolsa y para conservar la temperatura y humedad de la rizosfera.

2.2.6 Climatología

Las condiciones climáticas, se tomaron de registros de CONAGUA, considerando a la temperatura y precipitación mensual, del año 1996, únicamente. Estos datos se compararon con las condiciones de la vegetación, las plantas de chile piquín y la presencia de los hongos micorrícicos VA, para el análisis estadístico (tabla 7 y para los análisis estadísticos tabla 16).

2.3 LABORATORIO.

2.3.1 Suelo.

Las muestras de suelos colectadas para el análisis físico - químico, para cada sitio y profundidad, se procesaron en el Laboratorio de Suelos de la Facultad de Ciencias Forestales, UANL. Se buscó obtener la relación del uso de suelo que se realiza en cada sitio, con las características físico- químicas del suelo y la cantidad de esporas presentes. Para ello se realizaron los parámetros siguientes: (Woerner, 1989)

2.3.1.1 Textura y elementos físico-químicos.

Los análisis realizados para la textura se muestran en las tablas y se describen en los resultados, también los análisis físico químicos tales como:

- Materia orgánica

- Conductividad eléctrica
- Fósforo disponible
- pH potenciómetro
- Porcentaje de nitrógeno
- Potasio
- Calcio
- Magnesio
- Hierro
- Manganeso
- Cobre
- Zinc

2.3.2 Micorrizas VA.

2.3.2.1 Extracción de esporas.

Los muestreos de rizosfera fueron realizados cada dos meses, tratando de cubrir cada una de las estaciones climáticas, en cada sitio de estudio. La rizosfera colectada, de cada planta, por cada uno de los sitios, se procesó de la siguiente forma:

1.- *Homogenización y maceración.* Se extrajo suelo que requirió macerarse con marros para que el tamaño de las partículas fuera homogéneo y facilitar su tamizado.

2.- *Pesaje.* De cada bolsa, conteniendo cada una 1 kg. de suelo, se tomaron 100 g para ser tamizados.

3.- *Tamizado y decantación.* Las muestras de suelo se procesaron mediante la metodología de tamizado y decantación descrita por Phillips & Hayman, (1970), con los tamices correspondientes graduados a 100, 150, 200, 250 y 325 μm .

4.- *Envasado*. Cada muestra tamizada, se colocó en frascos de 80 ml de capacidad, se etiquetaron por procedencia, número de planta, profundidad, número de tamiz y fecha.

5.- *Método de cuatificación de esporas*. De cada frasco homogenizado se obtuvo una muestra de 1 ml de solución, extrayendo una por una las esporas por medio de micropipetas utilizando el microscopio estereoscópico. Las esporas se contaron y se tomaron las características de éstas, diferenciándolas más precisamente con el microscopio compuesto. Se lavaron algunas esporas con cloruro de mercurio, para inactivar detritos que limitan la observación clara (Kirby, 1987).

2.3.2.2 *Detección de colonización de hongos micorrícicos VA en raíces (método de transparentación y tinción de raíces)*.

Este proceso se realizó para detectar de manera visual la presencia de micelio, esporas, vesículas o arbusculos propios de las micorrizas VA en las raíces de las plantas de chile piquín silvestre.

2.3.2.3 Método de transparentación y tinción.

Según la metodología descrita por Cázares & Trappe, (1993) tomando también algunas modificaciones hechas por el mismo Cázares (com. pers., 1996) y Grace & Stribley, (1991) ajustándolas a las necesidades de la planta de chile piquín:

1.- Colectar el sistema radicular con las probables micorrizas a examinar y colocarlo en la parte superior de una serie de cribas y lavarlo con agua corriente.

2.- Las raíces lavadas se seleccionan, se cortan las raicillas finas que se van a procesar y se colocan en frascos pequeños.

Etiquetando algunos frascos y poniéndoles las soluciones requeridas, para sólo ir cambiando las raicillas, agilizando el proceso.

3.- Se colocan las raicillas en una solución de H₂O₂ al 3% (comercial) por 10 min, se extraen y se lavan con agua corriente en otro frasco, este paso puede omitirse.

4.- Posteriormente se colocan en una solución de KOH al 10% y se procesan a baño María por 40-60 min. máximo, a 90° C (que no hierva), deberá observarse el proceso y retirarlas cuando pierdan sus pigmentos.,

5.- Se retiran de la solución de KOH y se lavan nuevamente en otro frasco con agua corriente.

6.- Se colocan en una solución de HCL 1% por 15 a 30 min y se lavan nuevamente.

7.- Las raíces aclaradas se calientan por 3-5 minutos, a baño María, en una solución de azul de anilina al 0.05% en lactoglicerol y se lavan con agua corriente, ya que absorben rápidamente el colorante (tabla 4).

8.- Las raicillas teñidas de esta forma se pueden almacenar en lactoglicerol o agua a 4° C hasta que se requieran para su examen microscópico (Fig. 3.1.2.1 a la 3.1.2.3).

9.- Las laminillas se preparan en lactoglicerol, selladas con esmalte y guardadas horizontalmente o en base de resina sintética, en cualquier posición.

2.4 ANÁLISIS ESTADÍSTICO.

2.4.1 Dinámica poblacional fúngica.

Para la realización de las estadísticas, se utilizaron los métodos Step wise (Gerschevske et al 1988), distribución binomial, t de students y análisis de varianza (St John & Halvorson, 1988) por medio del paquete estadístico SAS, con un análisis multivariado, correlación y análisis de componentes de Pearson.

Tabla 2. Factores utilizados para el análisis estadístico.

Variable dependiente	Variables independientes	
Y Número de esporas	<u>Sitios (4)</u> Los Finitos Potrero del Alamo San Rafael Fac. de Ciencias Forestales <u>Profundidades (2)</u> 0-10 cm 10.5-20 cm <u>Fechas (4)</u> Febrero Mayo Julio Septiembre	Temperaturas (1 año) Precipitación (1 año) Elementos físico-químicos (13) Plantas medidas (5)

Resultados analizados con pruebas de varianza, correlación, regresión, análisis multivariado, por medio del programa SAS.

Y = Número de esporas

Número de esporas = Sumatoria de las esporas de los tamices 100, 200 y 350 de 5 plantas/ cada sitio, profundidad y fecha.

CAPITULO 3

RESULTADOS

3.1 TAXONOMÍA DE HONGOS.

Las esporas encontradas se midieron y tomaron las características morfológicas para ser identificadas con las claves taxonómicas de Brundrett et al., 1996.

3.1.1 Descripción de géneros encontrados

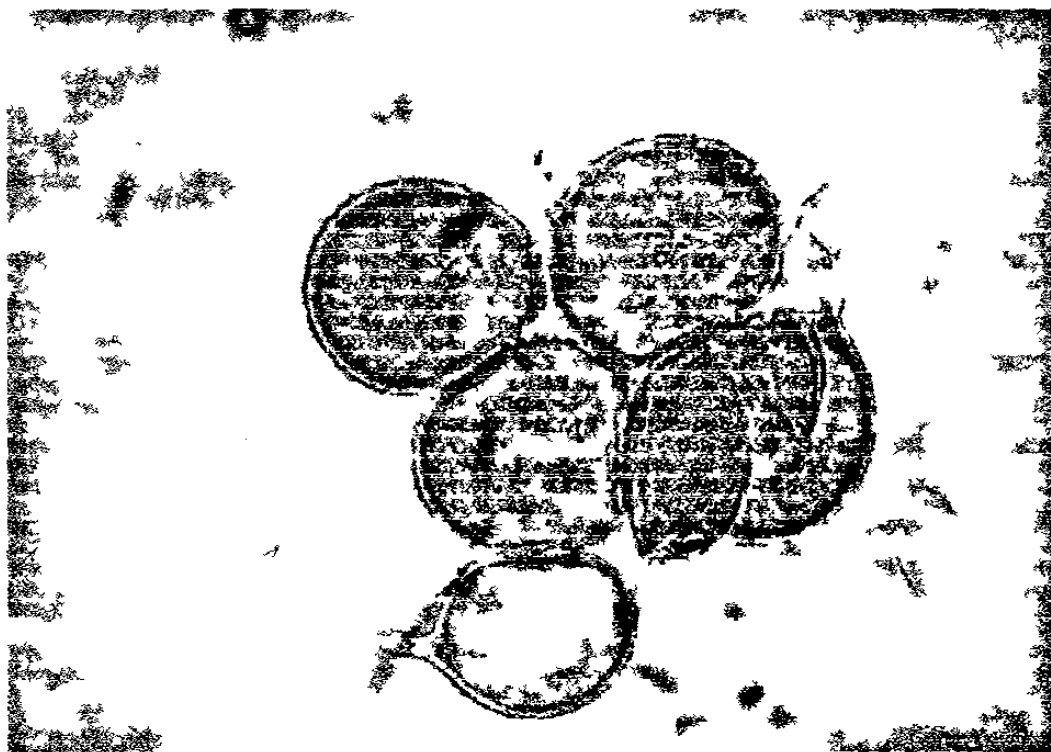


Fig. 3.1 Esporas del hongo micorrízico *Glomus* sp

Glomus sp

Se observó micelio aseptado, algunas veces las esporas se presentaron unidas al micelio en grupos, la hifa suspensora presentó un canal conductor

continuo. Esporas ovoides de un ancho de 12.8 μm , y largo de 14.2 μm , promedio. Con 4 capas en la pared de un grosor de 0.56 μm , color naranja amarillo. Con el citoplasma color amarillo naranja. Algunas esporas de los grupos formados presentaron colores más pálidos, suponiendo inmadurez de éstas.

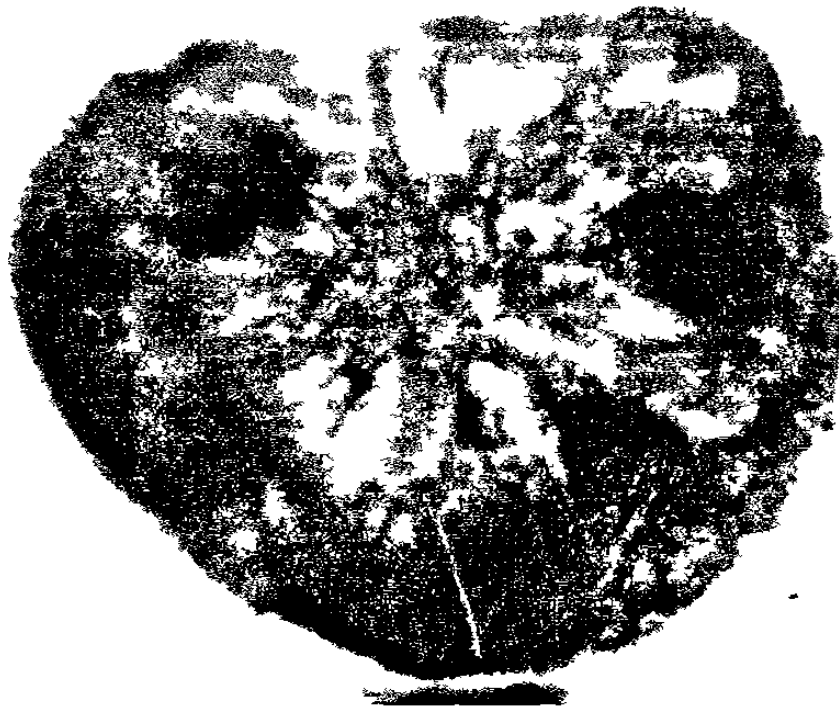


Fig.3.2 Esporas del hongo micorrícico *Sclerocystis sp*

Sclerocystis sp

Estas esporas se observaron muy oscuras (café amarillas) sobre todo en su citoplasma y las capas de la pared un poco más claras, con tamaños de 12 a 12.6 μm , de diámetro ovoides alargadas; agrupadas con más de 8 esporas. No se observó algún tubo germinativo o micelio.

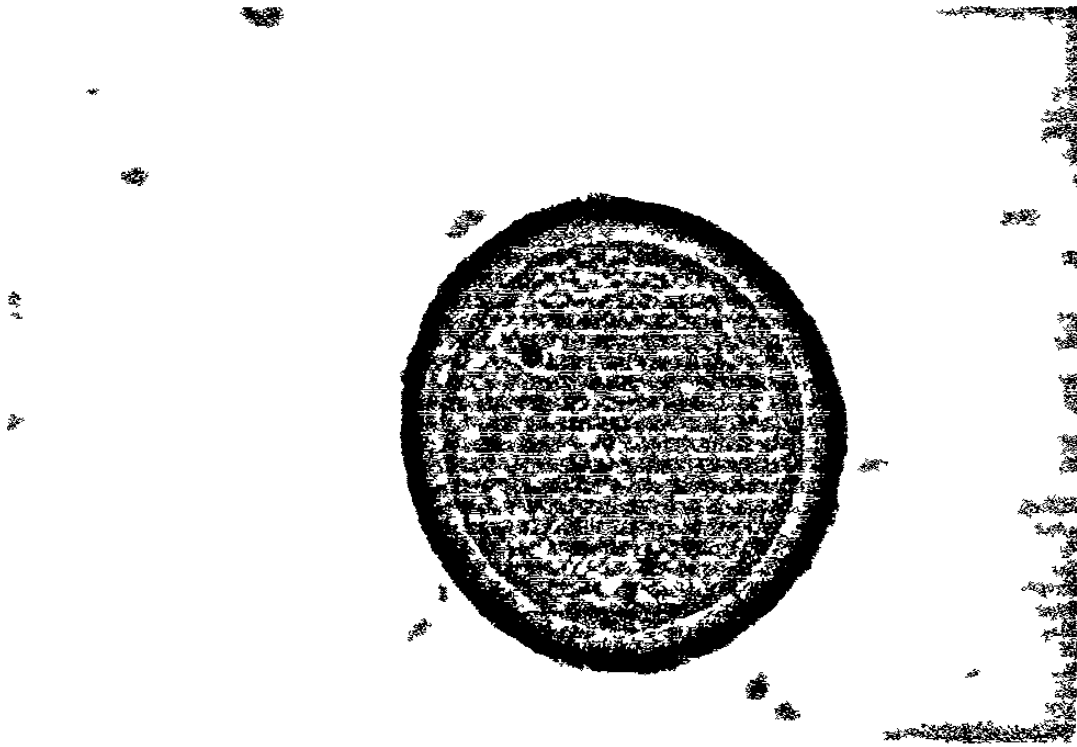


Fig. 3.3 Espora del hongo *Gigaspora* sp

Gigaspora sp

Esporas observables a simple vista debido a su tamaño. Con diámetros de ancho 53.1 a 60.18 μm y 47.2 a 56.44 μm . Las 4 capas de la pared color amarillo miel de 5.9 μm , de ancho y el citoplasma color café negro. Hifa suspensora poco visible pero ancha de hasta 9.44 μm , de diámetro.

3.1.2 Micorrizas VA en raíces

Mediante la metodología de transparentación y tinción se procesaron las raíces de las plantas de chile piquín silvestre encontrando lo siguiente:



Fig. 3.4 Raíces transparentadas mostrando micelio y vesículas.

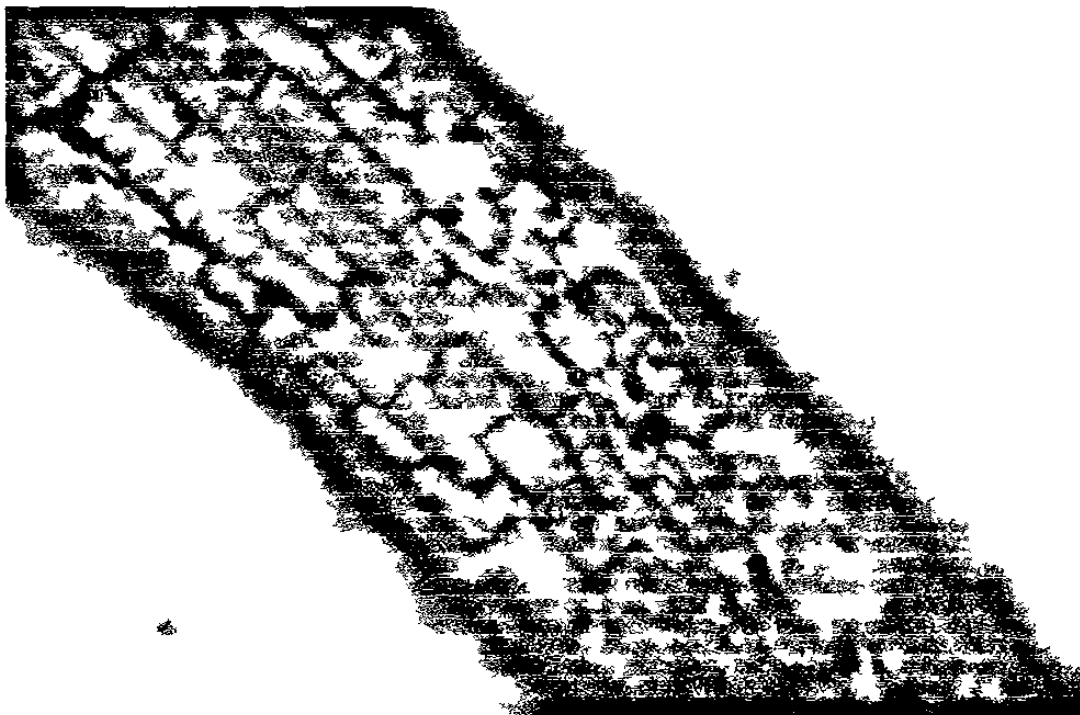


Fig. 3.5 Vesículas endomicorrícicas en la raíz transparentada

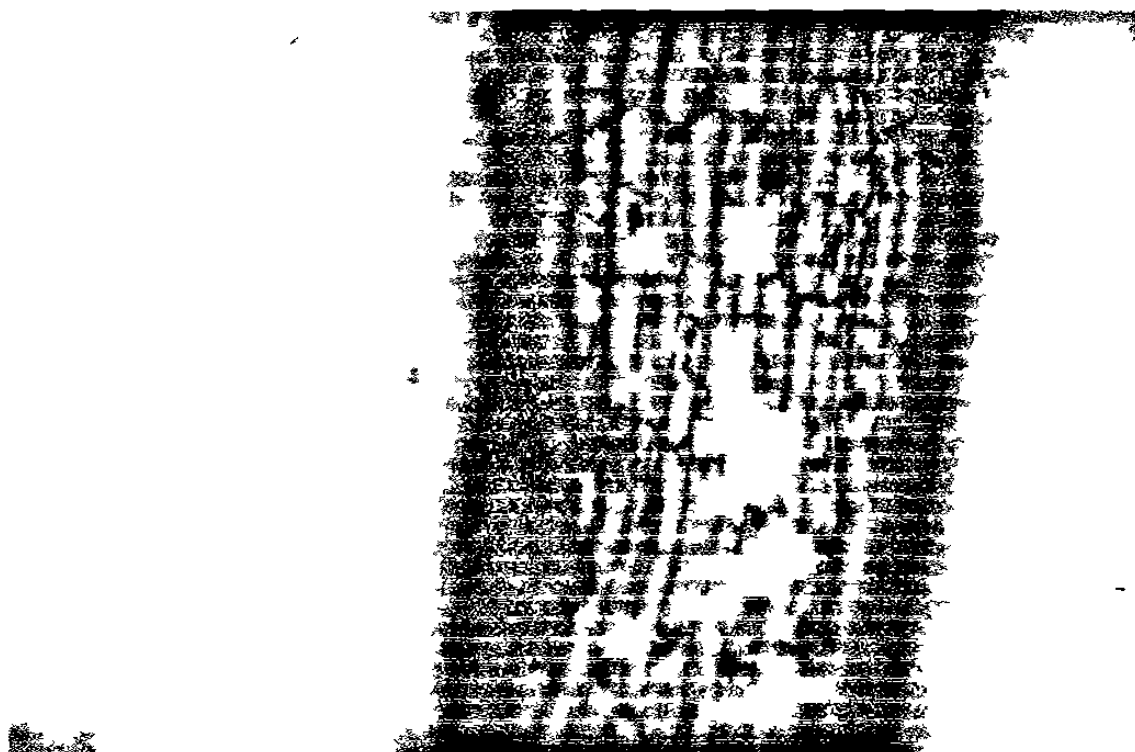


Fig. 3.6 Micelio y vesículas en una raíz transparentada.

3.2 ECOLOGÍA Y DISTRIBUCIÓN

Para este caso se presenta una fórmula que representa, primeramente, la profundidad que predominó estadísticamente y luego las fechas (meses) según la cantidad promedio de esporas encontradas en orden de mayor a menor, por ejemplo: P1>P2, Jul-Sep-Mar-May, donde la profundidad 1 de 0-10 cm fue la que obtuvo la mayor significancia que la profundidad 2 de 10-20 cm (ver tablas 9 a la 16, en anexos) y el mes con mayor número de esporas fue Julio, hasta Mayo con el menor número, dando así, mayor facilidad de lectura. En los anexos, presentamos tablas con estos resultados y con las estadísticas correspondientes, que dieron la significancia estadística a cada dato, proporcionando la correlación exacta entre ellos.

3.2.1 Densidad de esporas en el sitio Los Finitos

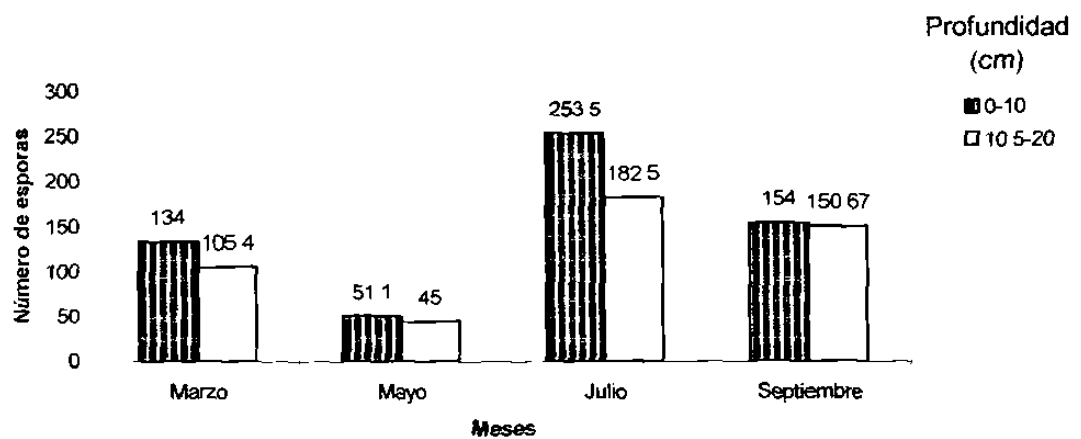


Fig.3.7 Densidad total de esporas en el sitio Los Finitos

La profundidad 0-10 cm obtuvo una diferencia significativa con mayor cantidad de esporas (592.62) que a 10.5-20 cm. (483.57), en la sumatoria total. Así, el mes de Julio fue el que reportó la mayor cantidad, incluso fue la mayor de todo el estudio, seguido de Septiembre que ocupó el segundo lugar en número de esporas, con respecto a los otros meses, luego Marzo y finalmente Julio. Este sitio (1) se comportó como el de mayor abundancia de esporas con casi el doble de esporas promedio (134.52) respecto a el que ocupó el segundo lugar (70.916) Fórmula: $P1 > P2$, Jul-Sep-Mar-May .

3.2.1.1 Géneros presentes en el mes de Julio en el sitio Los Finitos

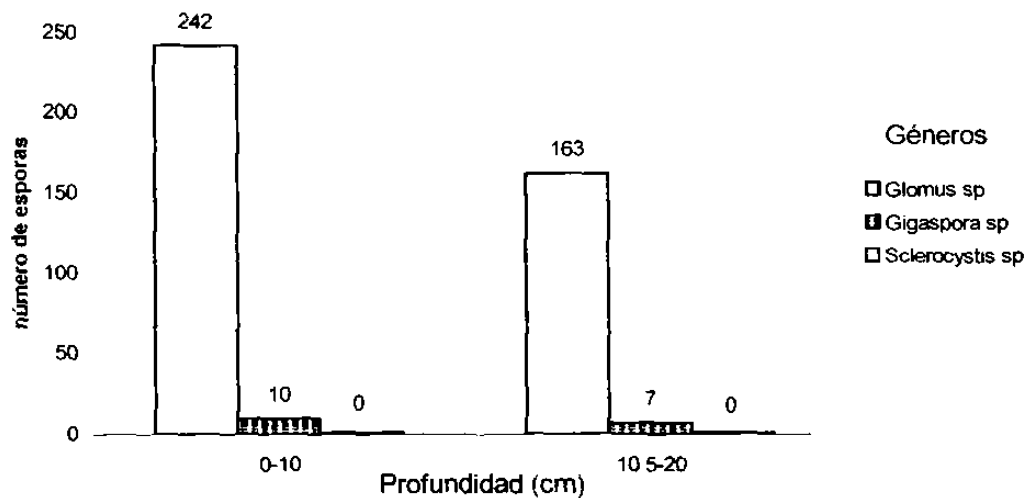


Fig. 3.8 Densidad de esporas con los diferentes géneros de hongos VA en el sitio Los Finitos, correspondientes al mes de Julio a dos profundidades.

En este mes de Julio el género que dominó fue *Glomus* en ambas profundidades, observándose escasas esporas de *Gigasporas* tanto a 0-10 cm como a 10-20 cm de profundidad y *Sclerocystis* no presentes.

3.2.1.2 Géneros presentes en el mes de Septiembre en el sitio Los Finitos

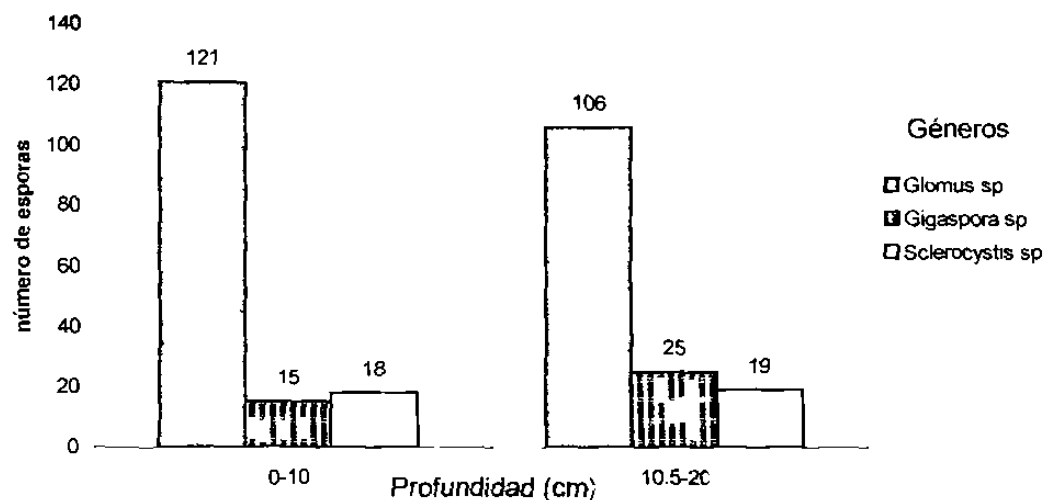


Fig. 3.2.1.3. Densidad de esporas con los diferentes géneros en el sitio Los Finitos. en el mes de Septiembre a dos profundidades.

En el mes de septiembre continuó el dominio de *Glomus* en ambas profundidades, pero es notable que los otros dos géneros iban también en aumento. Se observó que a 0-10 cm, el género *Sclerocystis* superó en número a *Gigaspora* y a 10-20 cm se cambió el patrón.

Así de manera comparativa, la población de esporas disminuyó en septiembre (304.67) con respecto a Julio (436), pero las poblaciones en cuanto a diversidad aumentó a 3 géneros.

3.2.2 Densidad de esporas en el sitio Potrero del Alamo

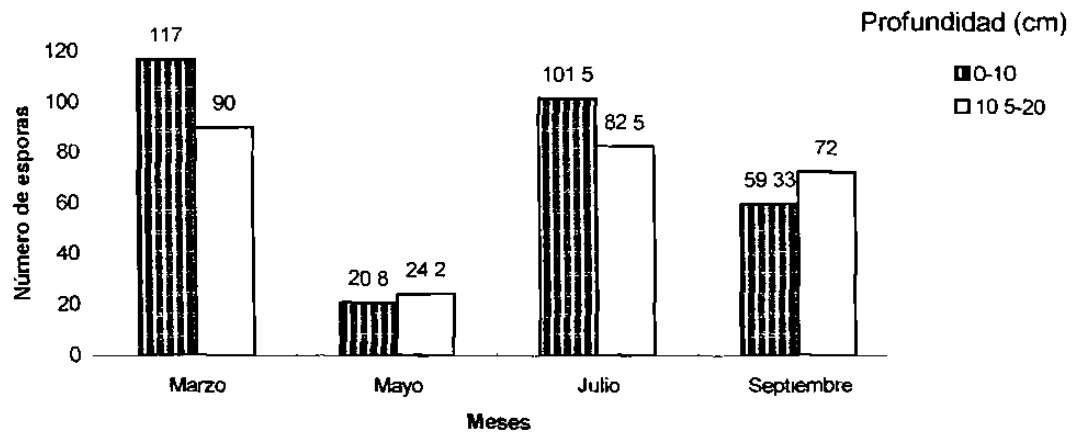


Fig.3.10 Densidad total de esporas en el sitio Potrero del Alamo

En el sitio 2, la profundidad 0-10 cm presentó mayor cantidad de esporas con (308.63) y esta fue de 268.7 a 10-20 cm siendo la primera mayor estadísticamente. Observándose que en el mes de Marzo fue donde se presentaron más esporas, en segundo lugar el mes de Julio, para ser los más escasos Septiembre y finalmente Mayo. Este sitio ocupó una segunda posición en cuanto al contenido de esporas por sitios (70.916) y el primer lugar en su contenido químico del suelo. Fórmula: $P1 > P2$, Mar-Jul-Sep-May.

3.2.2.1 Géneros presentes en el mes de Julio en el sitio Potrero del

Alamo

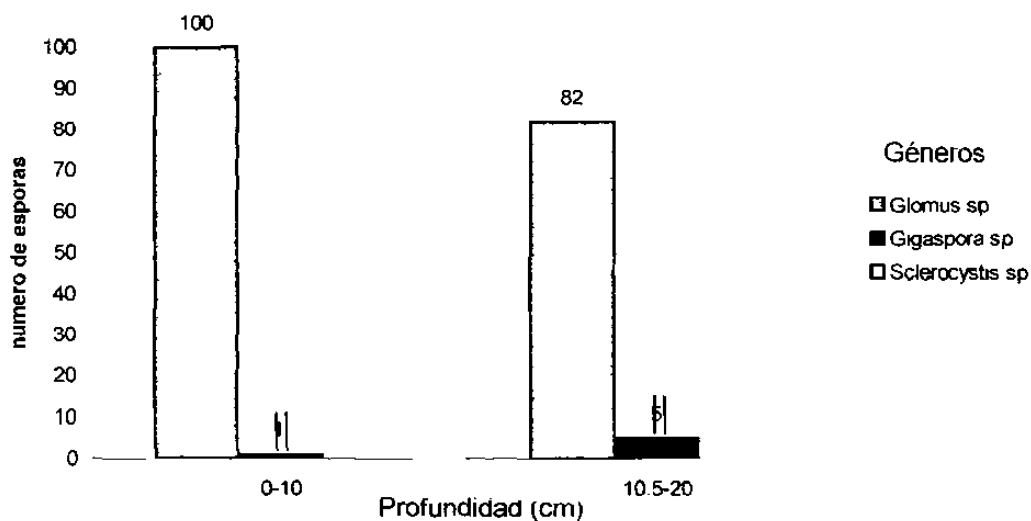


Fig.3.11 Densidad de esporas con los diferentes géneros presentes a dos profundidades en el mes de Julio

El sitio *Potrero del Alamo* en el mes de Julio presentó de manera dominante a el género *Glomus* para ambas profundidades aunque más abundante a 0-10 cm, fueron las esporas de *Gigaspora* y este último tuvo mayor número en la profundidad de 10-20 cm que en 0-10 cm y las esporas de *Sclerocystis* no tuvieron manifestación ninguna a 10 cm y muy escasamente a 10.5-20 cm.

3.2.1.2 Géneros presentes en el mes de Septiembre en el sitio Potrero del Alamo

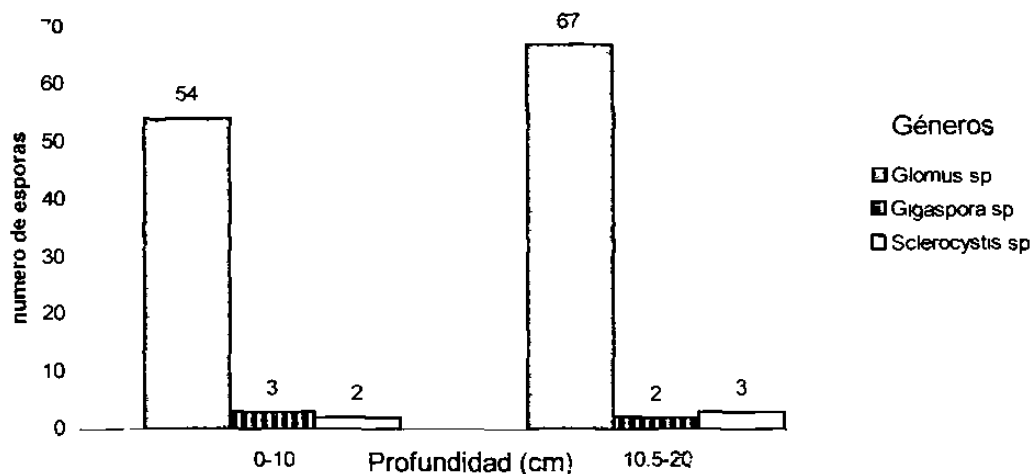


Fig.3.12 Densidad de esporas de los diferentes géneros de hongos VA en Potrero del Alamo, correspondientes a el mes de Septiembre, a dos profundidades.

Septiembre presentó una disminución de la población fúngica (131.33) con respecto a el mes de Julio (266.5). Continúo predominando el género *Glomus* con más esporas en la profundidad de 10-20 cm. Aquí los géneros *Gigaspora* y *Sclerocystis* fueron escasos y en ambas profundidades.

3.2.2 Densidad de esporas en el sitio San Rafael

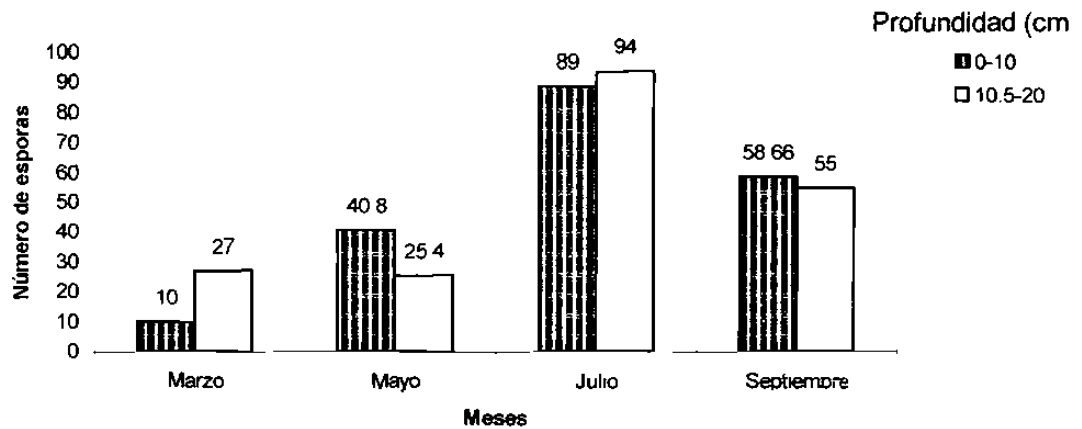


Fig.3.13 Densidad total de esporas en el sitio San Rafael.

El sitio 3 , ejido San Rafael ocupó el lugar número 3 respecto a la cantidad de esporas de todos los sitios (49.48), superando mínimamente a el sitio 4, FCF, (por 0.89 puntos promedio). Aquí los meses de Marzo y Julio presentaron la mayor abundancia de esporas a 10-20 cm de profundidad. Sin embargo, la menor profundidad (0-10 cm) tuvo una sumatoria de 287.46 y a 10-20 cm de 201.40 superando estadísticamente la primera y los meses más pobres de esporas fueron Marzo y Mayo, formando a semejanza una curva normal Fórmula: $P1 > P2$, Jul-Sep-May-Mar.

3.2.3.1 Géneros presentes en el mes de Julio en el sitio San Rafael

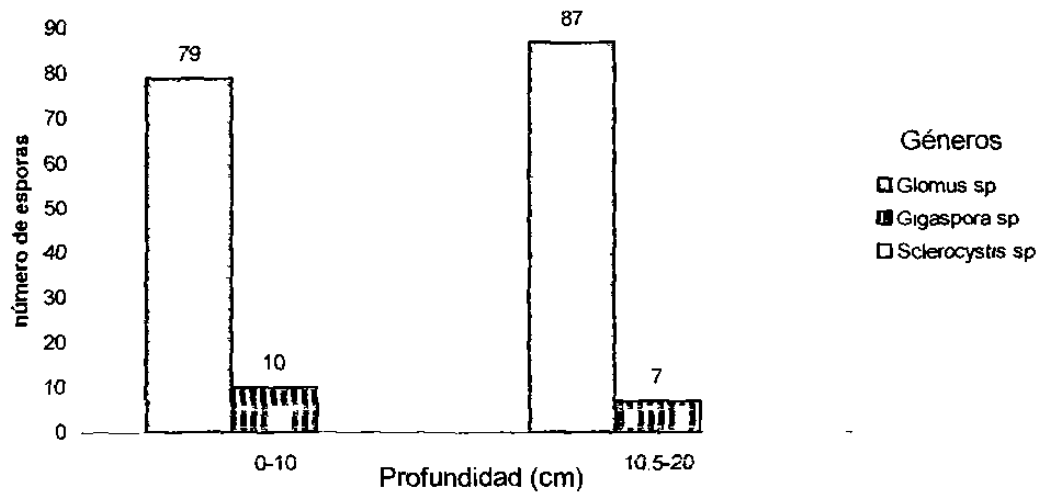


Fig.3.14 Densidad de esporas con los diferentes géneros en el sitio San Rafael, mes de Julio a dos profundidades.

En el mes de Julio se presentaron los géneros *Glomus* y *Gigaspora*, con dominancia en número por *Glomus* con más a 10-20 que a 0-10 cm y las poblaciones de *Gigaspora* presentes fueron mayor a 0-10 que a 10-20cm. *Sclerocystis* no presentó esporas.

3.2.3.2 Géneros presentes en el mes de Septiembre en el sitio San

Rafael

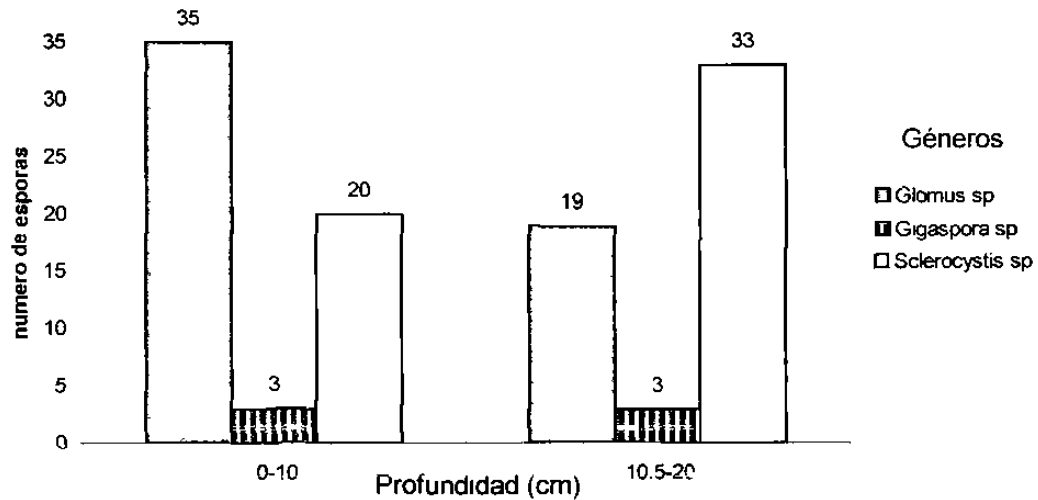


Fig.3.15 Densidad de esporas con los diferentes géneros en el sitio San Rafael, en el mes de Septiembre, a dos profundidades.

El género *Glomus* en Septiembre tiene 35 esporas y compite contra 33 de *Sclerocystis*. *Glomus* fue más abundante a 0-10 que a 10-20 cm. *Gigaspora* reportó el mismo número (3) en ambas profundidades y *Sclerocystis* obtuvo más esporas a la profundidad de 10-20 cm.

3.2.4 Densidad de esporas en el sitio Facultad de Ciencias

Forestales, UANL

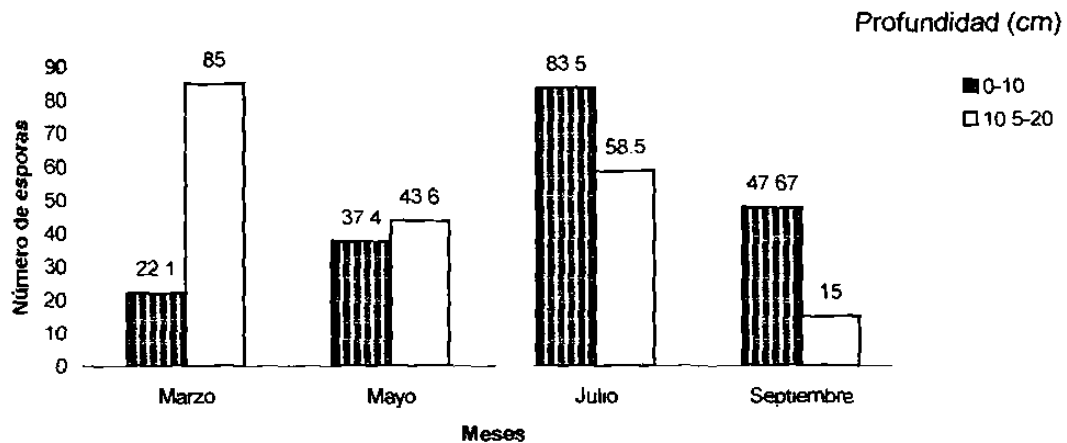


Fig.3.16 Densidad total de esporas en el sitio Facultad de Ciencias Forestales en los sitios muestreados.

En el sitio 4, de la FCF, la población de esporas se comportó de la siguiente manera: con un poco menos de esporas que el sitio anterior (estadísticamente, comparten el lugar número 3, el sitio 3 (San Rafael) y el 4, con 49.98 y 49.09 respectivamente en las tablas 12 y 13 y en las profundidades vuelven a repartirse la abundancia, en los meses de Marzo y Mayo con más esporas a la profundidad de 10-20 cm e inversamente en Julio y Septiembre. Para este sitio la sumatoria de esporas dió una mayor cantidad a la profundidad 2 (202.1) que a la de 0-10 cm (190.67), resultando el único sitio con estas características. Presentándose el mes de Julio, con la más abundante cantidad de esporas, Septiembre, Mayo y por último Marzo, fue la menor en la $P1 < P2$, Jul-Sep-May-Mar.

3.2.4.1 Géneros presentes en el mes de Julio en el sitio Facultad de Ciencias Forestales

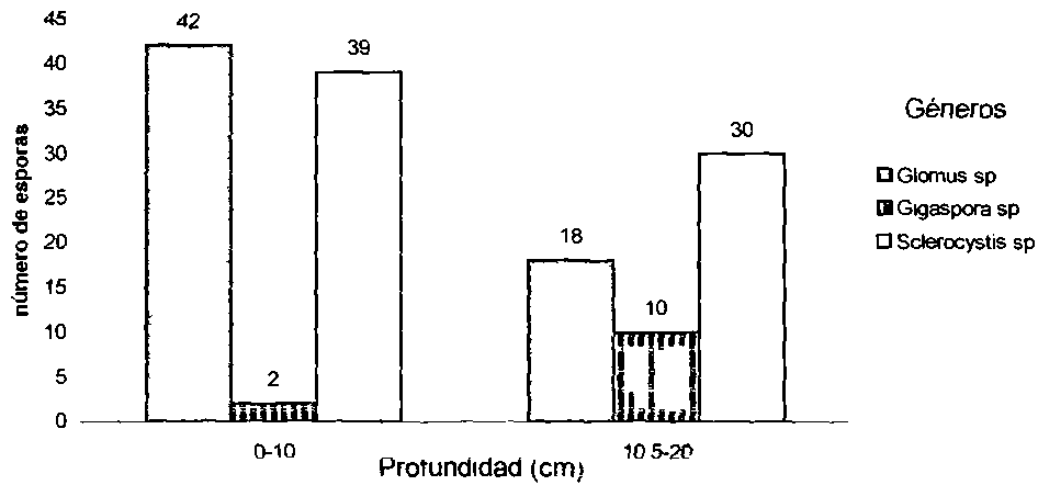


Fig. 3.17 Densidad de esporas con los diferentes géneros en el sitio FCF, en el mes de Julio a dos profundidades.

En Julio el género *Glomus* se presentó en menor cantidad total que el género *Sclerocystis* (60 y 69 respectivamente). A la profundidad de 0-10 cm *Glomus* fue ligeramente mayor a *Sclerocystis* y a 10-20 cm *Sclerocystis* supera a *Glomus*. En ambas profundidades *Glomus* se presentó y fue menos abundante a 10-20 cm.

3.2.4.2 Géneros presentes en el mes de Septiembre en el sitio Fac. de Ciencias Forestales, UANL.

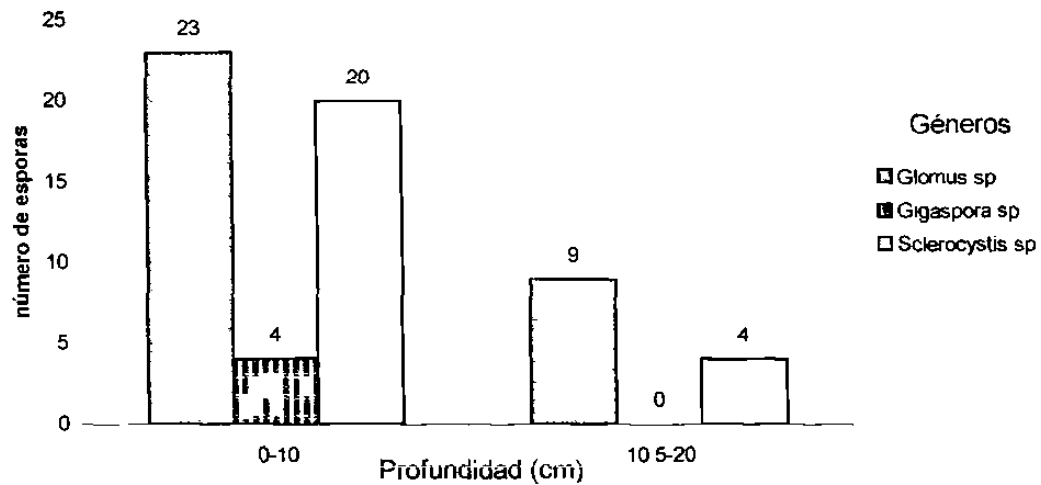


Fig.3.18 Densidad de esporas con los diferentes géneros en la FCF, en el mes de Septiembre a dos profundidades.

El género *Glomus* el mes de Septiembre vuelve a dominar en número con más esporas a la menor profundidad. El género *Sclerocystis* con cantidades muy próximas a *Glomus* pero menores, *Glomus* se presentó también como más abundante a 10-20 cm, *Gigaspora* sólo se presentó a 0-10 cm.

3.3. VEGETACIÓN.

La vegetación fue considerada como la planta en estudio y los árboles y arbustos relacionados más proximalmente a la especie en cuestión.

3.3.1. Altura de las plantas de chile piquín silvestres.

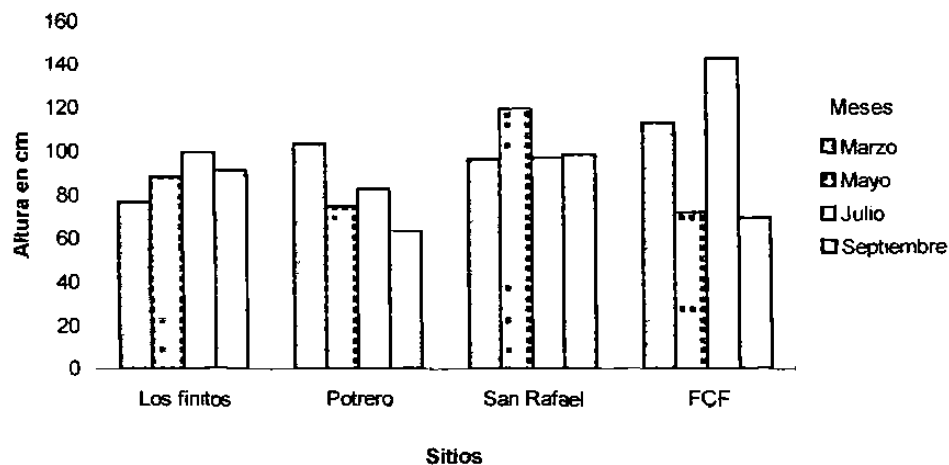


Fig. 3.19 Altura de las plantas de chile piquín silvestres.

En el sitio Los Finitos, la máxima altura se presentó en Julio; en el sitio Potrero del Alamo hizo un zig-zag con altas en Marzo y Julio y descensos en Mayo y Septiembre, sin embargo, mostró pérdidas durante toda la prueba. El sitio San Rafael, se mantuvo a una altura constante, aumentando solamente en mayo; finalmente, en el sitio FCF, también en zig-zag disminuyendo en Mayo y Septiembre, con sus máximas en Julio y Marzo. Los valores numéricos se pueden observar en la tabla 5.

En las alturas presentadas por las plantas de chile piquín silvestre, en todos los sitios, se pudo observar una falta de constancia en el comportamiento

de este parámetro, dejando ver su relación con la climatología y las condiciones de las plantas.

3.3.2 Diámetro basal de las plantas de chile piquín silvestre

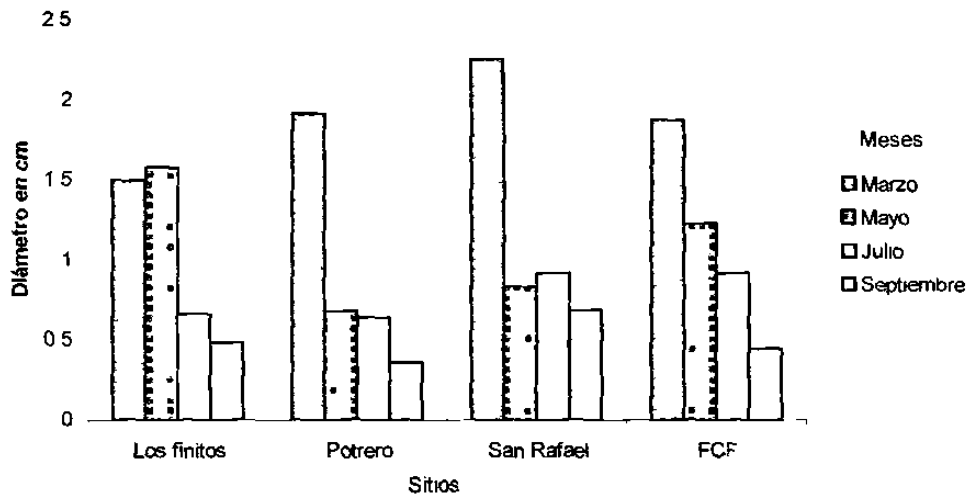


Fig. 3.20 Diámetro basal del tallo de las plantas de chile piquín silvestres.

El sitio Los Finitos de Marzo a Mayo, aumentó ligeramente sus diámetros para caer en Julio y Septiembre. El Potrero del Alamo, con un máxima en Marzo, disminuyó hasta aproximadamente un tercio en Mayo, aumentó escasamente en Julio y volvió a disminuir en Septiembre. El sitio San Rafael, mostró los mayores diámetros en Marzo, para posteriormente disminuir en Mayo y Septiembre, con un ligero repunte en Julio. En el sitio FCF, con el mayor diámetro en Marzo y luego descender en línea hasta Septiembre. Ver tabla 5 en apéndice.

3.3.3 Determinación de las condiciones de las plantas de chile piquín silvestre en los sitios

Para éstas observaciones se realizó una tabla que se encuentra en la sección de apéndice (ver tabla 6).

Sitio 1, Los Finitos

Las plantas de chile piquín, presentaron en el mes de Marzo: buenas condiciones, menos al 1% con virus del mosaico, y algunas con frutos y flores. En el mes de Mayo, las condiciones de las plantas fueron: buenas, un poco de perdida de hojas en algunas, pero sin ninguna flor o fruto. En el mes de Julio, las plantas tenían flores y frutos, aún no maduros, pero abundantes. Además, hubo una gran abundancia de plántulas nuevas en muy buenas condiciones. Finalmente, en Septiembre, las plántulas nuevas ya mostraron frutos abundantes, las de más edad seguían reportando producción, denotando un muy buen drenaje del suelo del sitio, las plantas estaban sanas en su totalidad.

Sitio 2, Potrero del Alamo

La condición de las plantas de chile, en el mes de Marzo, fue buena con abundante regeneración y algunas plantas localizadas en áreas con aclareos presentaron virus del mosaico, no tenían flor ni frutos; en el mes de Mayo, las plantas se presentaron un poco defoliadas y secas, las cercanas a los presones, completamente deterioradas. En el mes de Julio, las plantas comenzaron de nuevo a regenerar y crecer, aun sin hojas, la mayoría, pero algunas con pequeñas hojas nuevas. En un número reducido, un 1%, plantas muertas. Septiembre fue un mes donde se inundaron varias cañadas del

rancho, sin embargo la regeneración fue explosiva, en los márgenes de éstos nuevos lugares, aumentó hasta un 30 % de la población inicial en el mes de marzo.

Sitio 3. Ejido San Rafael

Las condiciones de las plantas en el mes de Marzo fue regular, algunas estaban dañadas y un poco defoliadas, pero hubo poco daño por virus. En el mes de Mayo, las plantas se encontraron severamente dañadas por la sequía, defoliadas y en un porcentaje de 40% muertas. En el mes de Julio, algunas plantas murieron y las sobrevivientes, apenas comenzaban a regenerar sus tallos, escasamente 1 o 2 plantas, presentaron pocas hojas. En Septiembre, las abundantes lluvias llegaron a hacer superficiales las raíces de algunas plantas de chile piquin, la producción de frutos fue regular y sobreviviendo a esta exposición mostraron deficiencias en su condición, los rebrotes y retoños fueron escasos y se observó gran compactación del suelo en algunos puntos.

Sitio 4, Jardín botánico de la FCF

La condición de las plantas, en el mes de Marzo fue con pocas hojas verdes y tallos secos; en Mayo, las plantas presentaron pérdidas de ramas y secas, algunas de ellas muertas; en Julio, las plantas tuvieron regeneración y crecimiento en sus ramas. Septiembre, mostró, no como en los meses anteriores, nuevas plántulas en una mínima cantidad, los suelos tenían algunas áreas ligeramente inundadas y los frutos presentes de manera escasa.

Los meses de Marzo y Septiembre fueron los que mostraron las mejores condiciones en las plantas, Mayo fue el mes con mas bajas y julio, reportó

mejorías. Estos resultados se compararon con las alturas, diámetros y la climatología (análisis estadísticos en las tablas 16 y posteriores).

3.4. VEGETACIÓN RELACIONADA.

Los árboles y arbustos encontrados, en orden por observación aleatoria, y mas próximos a las plantas de chile piquín (i.e., 0.5 - 1 m), fueron:

Tabla 3.1 Sitio Los Finitos

Nombre científico	Nombre común
<i>Diospyros sp</i>	Chapote
<i>Quercus sp</i>	Encino
<i>Pithecellobium ebano</i>	Ébano
<i>Condalia hookerii</i>	Brasil
<i>Pithecellobium pallens</i>	Tenaza
<i>Celtis pallida</i>	Granjeno
<i>Ehretia anacua</i>	Anacua
<i>Melia azederach</i>	Canelón
<i>Celtis laevigata</i>	Palo blanco

Tabla 3.2 Sitio Potrero del Alamo

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMÚN
<i>Quercus sp</i>	Encino
<i>Celtis pallida</i>	Granjeno
<i>Pithecellobium pallens</i>	Tenaza
<i>Celtis laevigata</i>	Palo Blanco
<i>Diospyros sp</i>	Chapote
<i>Pithecellobium ebano</i>	Ébano
<i>Acacia roemeriana</i>	Uña de gato
<i>Yucca filifera</i>	Yuca

Tabla 3.3 Sitio San Rafael

Nombre científico	Nombre común
<i>Pithecellobium pallens</i>	Tenaza
<i>Celtis pallida</i>	Granjeno
<i>Quercus sp</i>	Encino
<i>Acacia farnesiana</i>	Huizache
<i>Ehretia anacua</i>	Anacua
<i>Celtis laevigata</i>	Palo blanco
<i>Acacia roemeriana</i>	Uña de gato
<i>Diospyros sp</i>	Chapote
<i>Randia rhagocarpa</i>	Crucillo
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite
<i>Karwinskia humboldtiana</i>	Coyotillo
<i>Condalia hookerii</i>	Brasil

Tabla 3.4 Sitio Facultad de Ciencias Forestales

Nombre científico	Nombre común
<i>Diospyros sp</i>	Chapote
<i>Condalia hookerii</i>	Brasil
<i>Celtis pallida</i>	Granjeno
<i>Forestiera angustifolia</i>	Panalero
<i>Pithecellobium pallens</i>	Tenaza
<i>Acacia roemeriana</i>	Uña de gato
<i>Zanthoxylum fagara</i>	Colima
<i>Fraxinus greggii</i>	Barreta china
<i>Acacia farnesiana</i>	Huizache

Con estos resultados, se observó que las siguientes especies que se presentaron en los cuatro sitios fueron:

- *Diospyros sp* (Chapote)
- *Pithecellobium pallens* (Tenaza)
- *Celtis pallida* (Granjeno)

En tres de los sitios (los números corresponden a los sitios).

- *Quercus sp* (Encino) (1,2,3)
- *Celtis laevigata* (Palo blanco) (1,2,3)
- *Acacia roemeriana* (Uña de gato) (2,3,4)

En dos de los sitios.

- *Pithecellobium ebano* (Ebano) (1,2)
- *Condalia hookerii* (Brasil) (1,4)

- *Ehretia anacua* (Anacua) (1,3)
- *Acacia farnesiana* (Huizache) (3,4)

El resto de los árboles y arbustos, solamente se presentó ocasionalmente por sitio.

3.5. CLIMATOLOGÍA.

Este factor es de suma importancia para la vegetación y puede influir en las poblaciones de esporas de hongos VA, especialmente la temperatura y la precipitación, por lo cual se recabó la información correspondiente a el año 1996.

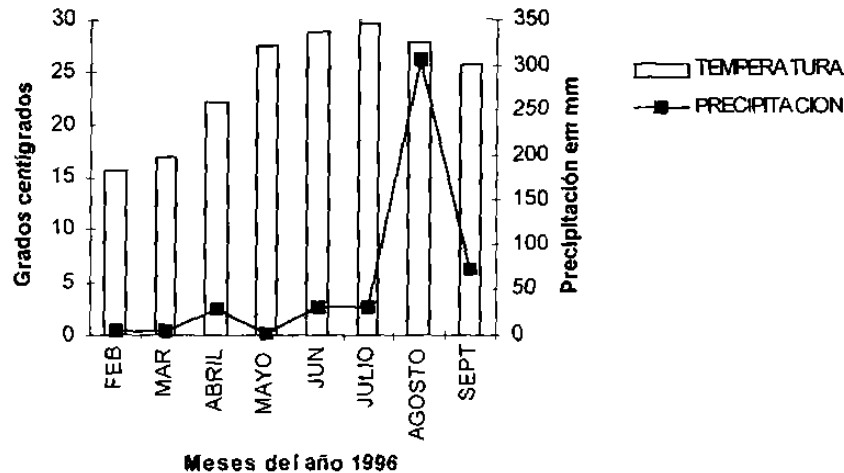


Fig. 3.21 Temperatura y precipitación media mensual de los sitios FCF y Ej. San Rafael Linares, Nuevo León, Méx. (Fuente: CONAGUA).

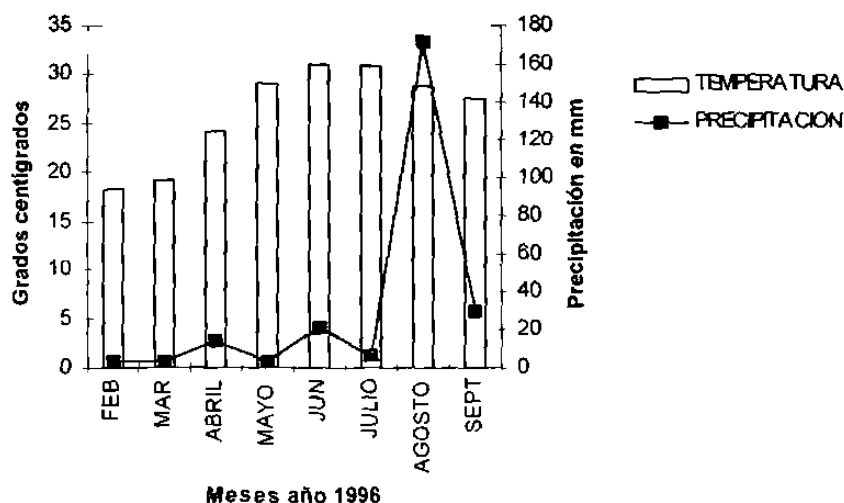


Fig. 3.22 Temperatura y precipitación media mensual de los sitios Los Finitos y Potrero del Alamo, Montemorelos, N L., Méx. (CONAGUA)

Las más altas temperaturas se reportaron para los sitios FCF y San Rafael, correspondientes al Municipio de Linares, Nuevo León, en el mes de Junio (ver tabla 7, anexos), y para los sitios de Los Finitos y Potrero del Alamo, Mpo. de Montemorelos, Nuevo León, fue el mes de Julio, mostrando ambos municipios, una curva donde va aumentando la temperatura, en el primer caso hasta Junio y disminuyendo hasta Septiembre, y en el segundo, aumentando hasta Julio (con menor temperatura) y disminuyendo hasta Septiembre.

Para el caso de la precipitación, el mayor volumen, se registró para Montemorelos (en Agosto, ver anexos tabla 7) que fue mayor a 300 mm y también en el mismo mes, y para Linares, con más de 160 mm. Este factor

climático es muy similar en ambos municipios, en tendencia, pero con casi el doble del volumen captado para Montemorelos.

Estos factores climáticos, se analizaron estadísticamente junto con la vegetación y esporas, tomando como variable dependiente el número de esporas y se obtuvieron los siguientes resultados:

3.5.1. Análisis Estadístico.

3.5.1.1 *Temperatura ambiental.*

Este factor requirió además un análisis de correlación y covarianza, mostrando un valor de probabilidad no significativo en el modelo de F de 0.2274. El análisis de correlación de Pearson (Pr 0.0564) tampoco mostró significancia de influencia para la población de esporas (0.4787) en los meses muestreados (Tabla 16).

3.5.1.2 *Precipitación.*

Este factor fue poco significativo en el análisis primario, pero en la correlación muestra mayor importancia con respecto a la población de esporas (Y) con valor en Pr de 0.2395 y significativo estadísticamente con 0.0023 de probabilidad. Es decir es el factor precipitación el más importante para las poblaciones fúngicas, como puede observarse en las gráficas (Tabla 16).

3.6 SUELOS

Análisis del suelo y rizosfera de los sitios muestreados

3.6.1 Textura

Los resultados de textura obtenidos en el Laboratorio de Suelos de la Facultad de Ciencias Forestales, se muestran a continuación de manera gráfica y en una tabla en la sección de anexos, Tabla 8.

Sitio 1, Los Finitos, presentó para el caso de arcilla, limo fino, limo medio, arena media y arena gruesa, mayores porcentajes en la profundidad de 10.5-20 cm, el resto de las partículas fueron más abundantes a 0-10 cm, clasificadas ambas como Franco-arcillosas.

El sitio 2, Potrero del Alamo, tuvo a 10.5-20 cm, mayores cantidades de limo grueso, y arenas, presentándose como el sitio más arenoso del experimento, el resto de las partículas obtuvieron más presencia en la profundidad de 0-10 cm, ambos clasificados como franco- arcillosos.

El sitio 3, ejido San Rafael, se mostró como el sitio con los más altos valores de arcilla y los más bajos de arena, las partículas en la profundidad de 0-10 cm fueron de cantidades mayores en limo fino y arena fina, solamente, el resto de éstas, fue mayor a 10.5-20 cm, haciendo a las dos profundidades arcillosas.

El sitio 4, la FCF, con clasificación en ambas profundidades de franco-limoso-arcilloso, mostró a la profundidad de 0-10 cm. Mayores cantidades de limo fino y arenas, las arcillas y las partículas de limo media y gruesa abundaron más a 10-20 cm.

3.7 ELEMENTOS FÍSICO-QUÍMICOS DEL SUELO.

Las presentaciones gráficas de los elementos a continuación, tienen un acomodo de los sitios de mayor a menor, según el valor estadístico obtenido en su análisis, la explicación de cada uno y una fórmula que simplifica este acomodo, e.g. en el pH el sitio de Los Finitos y la FCF, fueron estadísticamente similares, o sea $S1=S4$, y con los valores de pH más alcalinos, siguiéndolos San Rafael y finalmente Potrero del Alamo, quedando: $S1=S4$, S3 y S4. También, existe una tabla en la sección de anexos, con los resúmenes estadísticos (tablas 9 -11) que sirvieron para compararlos fácilmente y hacer su interpretación, así como su relación con las poblaciones fúngicas, que es el factor dependiente más importante de este trabajo.

3.7.1 pH del suelo de los sitios de muestreo

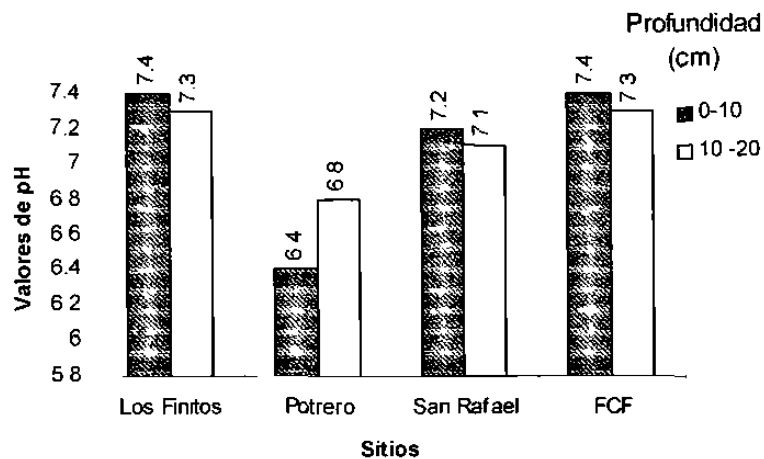


Fig. 3.23 pH de los sitios de muestreo a dos profundidades

El análisis estadístico mostró que para el caso de la evaluación de las profundidades, como se puede observar en la gráfica superior, el pH es igual

estadísticamente en la profundidad de 0-10 cm que en 10-20 cm. Con una correlación positiva y una probabilidad no significativa en el número de esporas (0.8545 y 0.6453). Para los sitios 1, Los Finitos y en el 4, FCF, el pH fue alcalino en ambas profundidades, seguidos por el sitio 3 (San Rafael, en la profundidad 0-10cm, fue alcalino y en la de 10-20 cm neutro) y finalmente, con los valores más básicos a ambas profundidades, el sitio 2 correspondiente a Potrero del Alamo, a la primer profundidad se reportó poco ácido y en la segunda, neutro. Fórmula: S1 = S4, S3 y S2.

3.7.2 Conductividad eléctrica

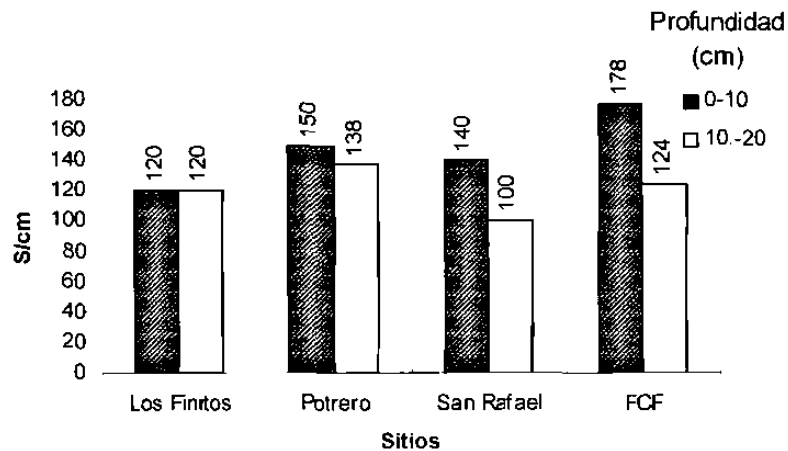


Fig 3.24 Conductividad eléctrica de los sitios de muestreo a dos profundidades

Estadísticamente, la profundidad de 0-10 cm es igual en su conductividad que la 10-20 cm y tampoco hubo diferencia significativa para los sitios (0.339 y 0.762 respectivamente). Con una F calculada de 2.4 y una probabilidad de 0.2486 produjo una correlación negativa en el número de esporas (Pr -0.31464 con probabilidad de 0.4478, no significativa) y los sitios

se comportaron de la siguiente manera: el sitio con el mayor grado de conductividad fue el de la Fac. de Ciencias Forestales seguido de Potrero y los sitios Los Finitos y San Rafael que fueron estadísticamente iguales, pero se puede observar como para Los Finitos, la conductividad es igual en ambas profundidades y para San Rafael, hay mayor conductividad a menor profundidad. Sin embargo todos los sitios quedaron en una clasificación agronómica de conductividad muy escasa. Fórmula: S4, S2 y S1=S3.

3.7.3 Materia orgánica

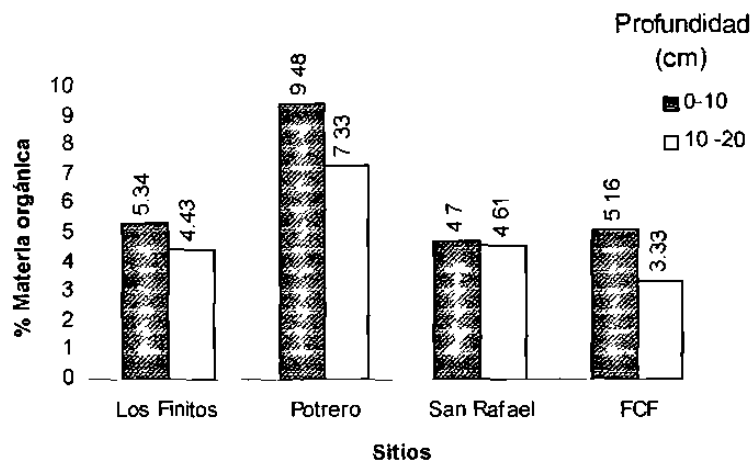


Fig 3.25 Materia orgánica de los sitios de muestreo a dos profundidades

La tendencia en cuanto a las profundidades, fue estadísticamente, de igual (0.756) contenido de materia en la profundidad de 0-10 cm que en la de 10-20 cm, pero con una diferencia significativa en los sitios (0.0218), esto más visible en los valores de F calculada de 14.55 y una probabilidad de 0.0263 para este factor. Sin embargo el análisis de Pearson determinó que el Pr de 0.05348 y la probabilidad de 0.8999, no ofrecieron significancia en el número

de esporas. El contenido de materia se presentó en orden de abundancia: el sitio Potrero, en primer lugar (con muy alto contenido en ambas profundidades), el sitio Los Finitos (altos contenidos), el sitio San Rafael (altos) y finalmente, con la menor cantidad de materia orgánica, el sitio FCF, este sitio con alto contenido a la profundidad 1 y mediano en la 2. Fórmula: S2, S1, S3 y S4. prevaleció de alta, sólo un sitio reportó mediana cantidad de este elemento.

3.7.4 Calcio

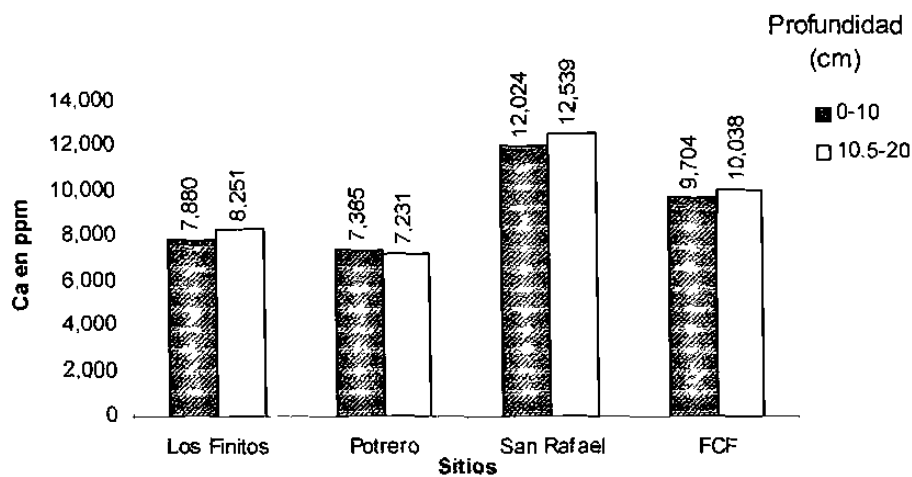


Fig. 3.26 Calcio de los sitios de muestreo a dos profundidades

Para este elemento, la mayor profundidad (10.5-20 cm.) obtuvo iguales cantidades estadísticamente de calcio (0.1644) con respecto a la profundidad de 0-10 cm, pero fue el elemento con más diferencia significativa entre los sitios (0.0005) con una F calculada de 174.2 y una probabilidad de 0.0007. Presentó una correlación negativa para el número de esporas (Pr -0.57379) y una probabilidad de 0.1370 que no es significativa para estas. Nuevamente el orden de abundancia, se presentó, para el sitio San Rafael, la mayor cantidad

de este elemento, seguido por el sitio FCF, el sitio Los Finitos y finalmente el sitio Potrero. Fórmula: S3, S4, S1 y S2. de manera general, para todos los sitios y en ambas profundidades los resultados mostraron muy altas concentraciones de Calcio.

3.7.5 Magnesio

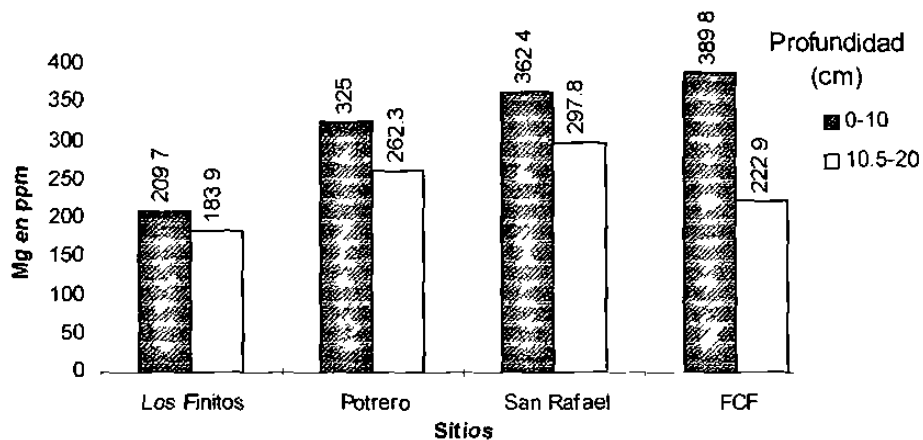


Fig. 3.27 Magnesio de los sitios de muestreo a dos profundidades

La profundidad 0-10 cm obtuvo un valor estadístico de 0.0777 para el contenido de magnesio, esto casi hace que se defina como diferente en ambas profundidades. Para los sitios no fue diferente significativamente (0.1538) y con F calculada de 4.54 y la probabilidad de 0.1220 tampoco significativa. El número de esporas fue negativamente correlacionado a este elemento (Pr - 0.68473 y una probabilidad de 0.8431, no significativa: con más magnesio en el sitio San Rafael, se puede observar en la gráfica por la acumulación de las dos profundidades, seguido del sitio FCF, el sitio Potrero y el sitio Los Finitos, como el que menos contenía. Fórmula: S3, S4, S2 y S1, de manera general los

resultados mostraron que en todos los sitios existieron valores agrónomicamente clasificados como altos.

3.7.6 Fósforo disponible

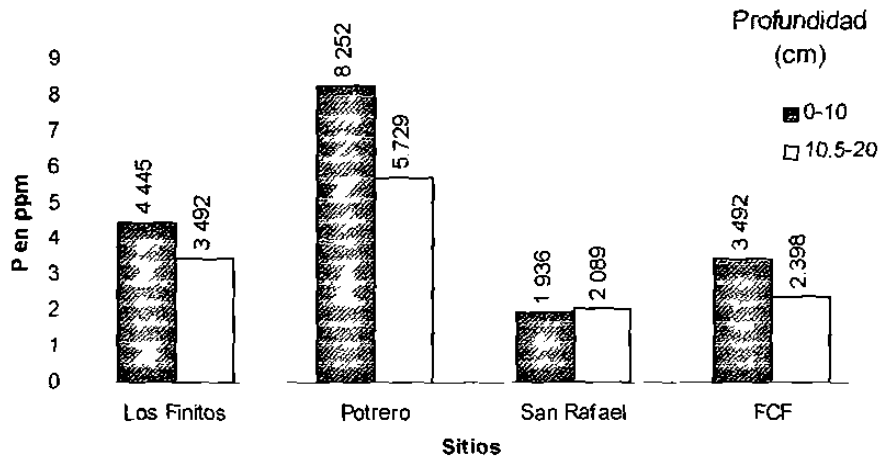


Fig 3.28 Fósforo de los sitios de muestreo a dos profundidades

Para las dos profundidades este elemento fue igual significativamente (0.1378) pero diferente en los sitios (0.0249), con una f calculada de 12.63 y una probabilidad con diferencia significativa de 0.0321. Con un Pr de 0.25751 y una probabilidad no significativa de 0.5381. Se puede observar una igualdad en el caso del sitio San Rafael, en ambas profundidades. El orden de los sitios, en cuanto a el contenido de fósforo fue: en primer lugar el sitio Potrero, luego el sitio Los Finitos, el sitio FCF y finalmente el sitio San Rafael. El sitio Potrero, fué el único lugar que presentó fósforo disponible en calidad de adecuado de todos los sitios, los demás son considerados de contenidos bajos (sitio Los Finitos y FCF) y deficientes de P (sitio San Rafael). Fórmula: S2, S1 S3 y S4.

3.7.7 Nitrógeno

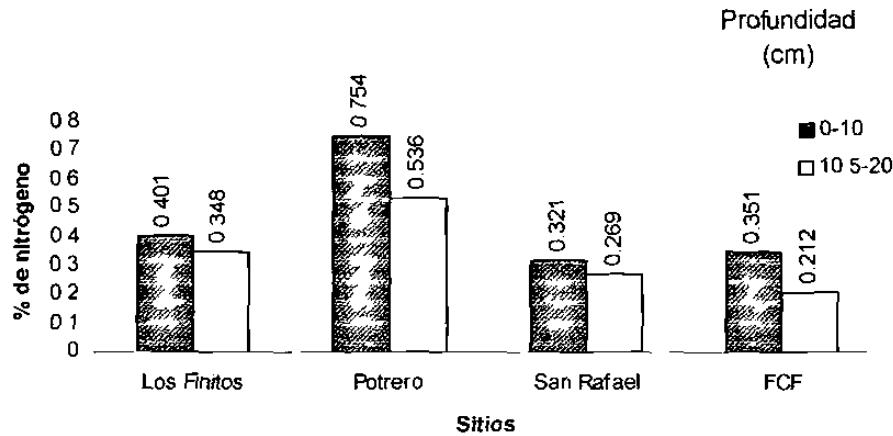


Fig. 3.29 Nitrógeno de los sitios de muestreo a dos profundidades

De nuevo en ambas profundidades es igual estadísticamente (0.0624) y en los sitios se presentó como diferente (0.0201), su F calculada de 15.65 y con una probabilidad significativa de 0.0263. El análisis de Pearson no presentó una significancia para el número de esporas con una probabilidad de 0.6913 y un Pr de 0.16776, en este caso de manera notoria, reportando el mayor contenido el sitio Potrero (muy alto), seguido del sitio Los Finitos (alto), el sitio San Rafael (alto) y finalmente el sitio FCF (alto a la profundidad 1, 0-10 cm y mediano en la 2, 10.5-20 cm). Estos dos últimos casi con el 50% menos que el sitio Potrero, que ocupó el primer lugar y aunque se observa con más nitrógeno el sitio FCF, en la profundidad 2, su promedio lo pone en el último lugar. Fórmula: S2, S1, S3 y S4.

3.7.8 Fierro

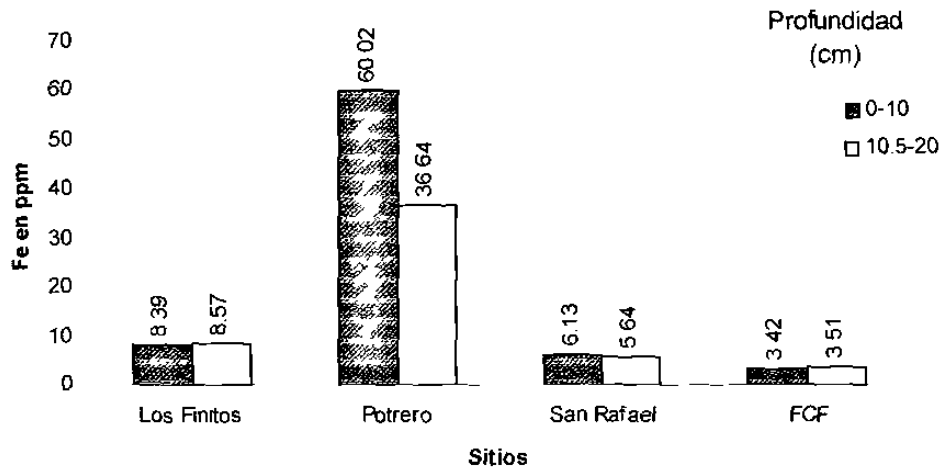


Fig. 3.30 Fierro de los sitios de muestreo a dos profundidades

Las profundidades reportaron igualdad significativa (0.386) de fierro pero diferente para los sitios (0.0306), su F calculada de 10.26 y con una probabilidad significativa de 0.0426, sin embargo su Pr o factor de correlación fue 0.01387 y no significativa con 0.974 para la influencia de este elemento en le número de esporas. El sitio Potrero ocupa un notorio primer lugar en el contenido de Fe, sobresaliendo de los otros sitios, (clasificado como alto), para las dos profundidades, seguido del sitio Los Finitos con poca cantidad de Fe, pero considerado adecuado, por la clasificación agronómica, en tercer lugar el sitio San Rafael (también adecuado) y finalmente el sitio FCF, clasificado como con contenidos marginales, con valores muy similares en ambas profundidades. Fórmula: S2, S1 S3 y S4 mostrando el fierro, extremos en cuanto a su contenido por sitios.

3.7.9 Cobre

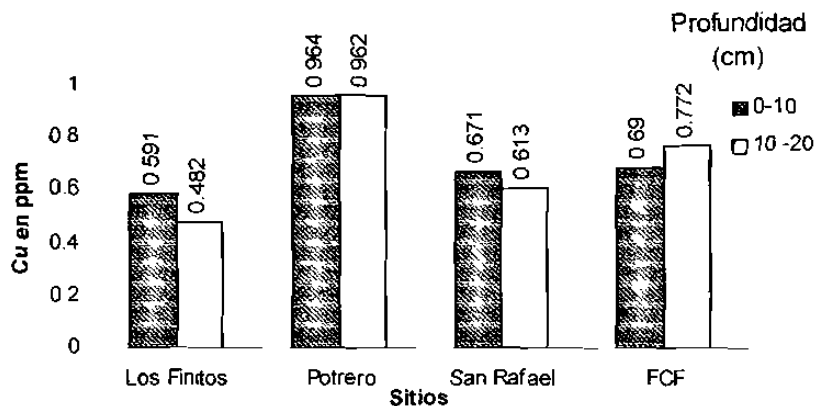


Fig. 3.31 Cobre de los sitios de muestreo a dos profundidades

Las profundidades reportaron una semejanza en su contenido de cobre (0.6318) y diferentes contenidos de este elemento entre los sitios (0.0178), con una F calculada de 14.85 y una probabilidad significativa de 0.0256, mostró una correlación de influencia negativa (-0.41121) en el contenido de esporas pero no significativa (0.3115) puede observarse, que para el caso del sitio FCF, fue ligeramente con más cobre a 10-20 cm. El orden para el contenido de cobre fue, en primer plano para el sitio Potrero (adecuado), continuando con el sitio FCF (adecuado), el sitio San Rafael (adecuado) y finalmente el sitio Los Finitos, clasificado como adecuado a 0-10 cm. y bajo a 10-20 cm. Fórmula: S2, S4, S3 y S4.

3.7.10 Manganeso

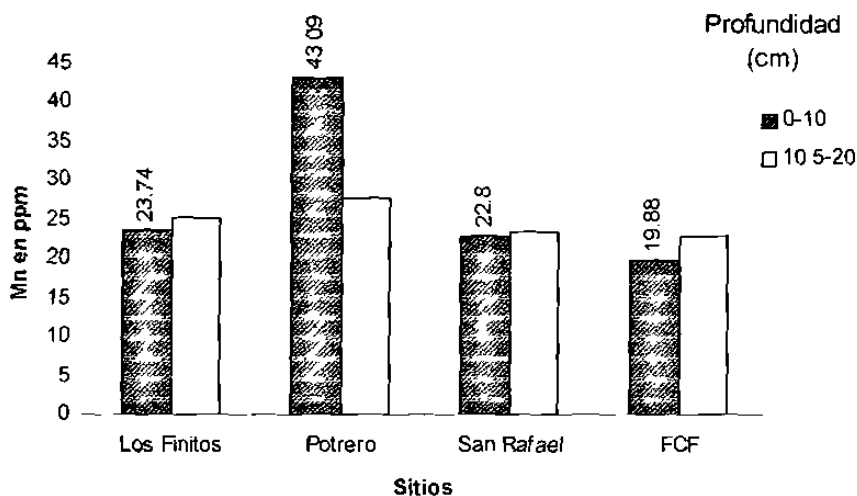


Fig. 3.32 Manganeso de los sitios de muestreo a dos profundidades

Este elemento se comportó como no significativo en todos los factores analizados, en cuanto a las profundidades fue de contenidos semejantes (0.5886) en ambas y también entre sitios (0.2731), con una baja F calculada (1.7) y una no significativa probabilidad (0.3452), pero con una correlación de 0.08406 y una probabilidad casi significativa de 0.0610 para su relación con el contenido de esporas. Presentándose por orden el sitio Potrero, el sitio Los Finitos, el sitio San Rafael y con el menor contenido el sitio FCF. Fórmula: S2, S1, S3 y S4, considerados todos de adecuados.

3.7.11 Zinc

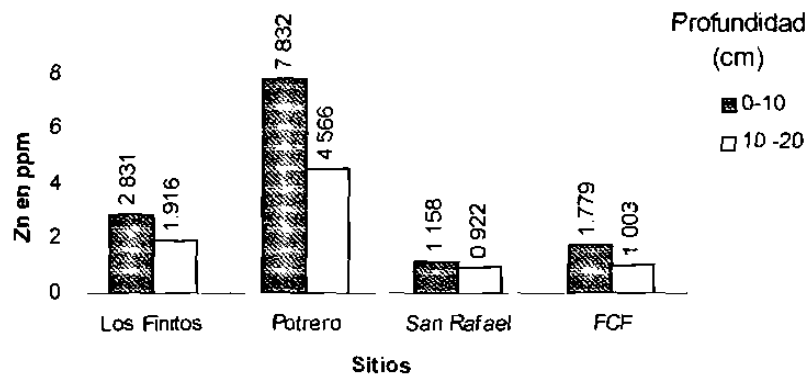


Fig. 3.33 Zinc de los sitios de muestreo a dos profundidades.

Con una clasificación de semejante (0.1489) y adecuado para las dos profundidades pero diferente para cada sitio (0.0338), su F calculada fue de 10.24 y significativo probabilísticamente con 0.0428 a la prueba. No fue de influencia en el número de esporas con un Pr de 0.6907 y sin significancia probable con una valor de 0.6907. Su orden de contenido fue: sitio Potrero (adecuado), sitio Los Finitos (adecuado), sitio FCF (adecuado a la profundidad de 0-10 cm y bajo en la de 10-20 cm) y sitio San Rafael (el más bajo, con valores de marginal a la profundidad 0-10 y bajo a la de 10-20). Se puede observar en la gráfica, como el sitio Potrero fue marcadamente mayor en su contenido de zinc a el resto en una relación de 8 a 1 para el caso del sitio San Rafael. Fórmula: S2, S1, S4 y S3.

3.12 Potasio

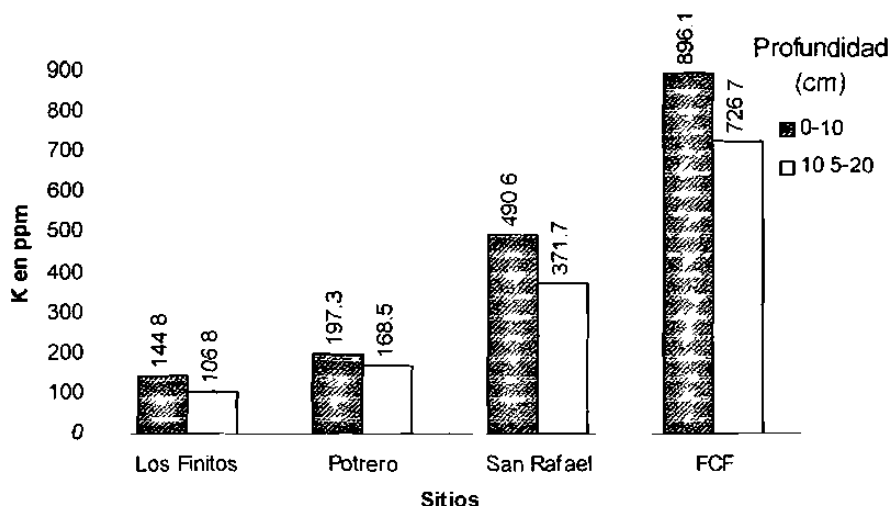


Fig. 3.34 Potasio de los sitios de muestreo a dos profundidades

El potasio se presentó igual estadísticamente (0.0777) en ambas profundidades y diferente en todos los sitios (0.0021) con una alta F calculada de 66.22 y una probabilidad estadística significativa de 0.0029 pero de influencia negativa en cuanto a su correlación con el número de esporas (P_r - 0.68473 y su probabilidad casi significativa de 0.0631). El orden de abundancia de este elemento, fue muy significativo para el sitio FCF (muy alto), seguido del sitio San Rafael (muy alto), sitio Potrero (a la profundidad 1, 0-10 cm, alto y en la 2, 10-20 cm, adecuado) y sitio Los Finitos (adecuado en la primer profundidad y bajo en la segunda). Fórmula: S4, S3, S2 y S1.

El resumen de los análisis estadísticos, colocándoles un valor numérico, a los sitios, según los elementos químicos el sitio Potrero del Alamo es el mejor, seguido de Los Finitos, en tercer sitio la FCF y por último el ejido San

Rafael. Y por el contenido de esporas, el sitio Los Finitos fue el mejor, segundo El Potrero del Alamo y empatados en tercero San Rafael (ligeramente mayor) y la FCF.

3.8 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL NÚMERO DE ESPORAS DE LOS HONGOS VESÍCULO-ARBUSCURALES

Estos análisis se realizaron por medio del paquete estadístico SAS, los resultados detallados se encuentran en las tablas para cada factor (ver anexos) tomando como el factor dependiente la población de esporas (Y) para por medio del análisis de varianza, multivariado, de covarianza y de correlación y empararlo con los parámetros de:

1. Sitios.
2. Profundidades.
3. Sitios y profundidades.
4. Fechas (Meses).
5. Fechas y sitios.
6. Fechas y fechas (Meses).
7. Fechas, fechas y sitios.

Estos resultados se pueden observar en las siguientes gráficas comparativas de éstos 7 parámetros analizados estadísticamente:

3.8.1 Número total de esporas en los sitios de 0-10 cm

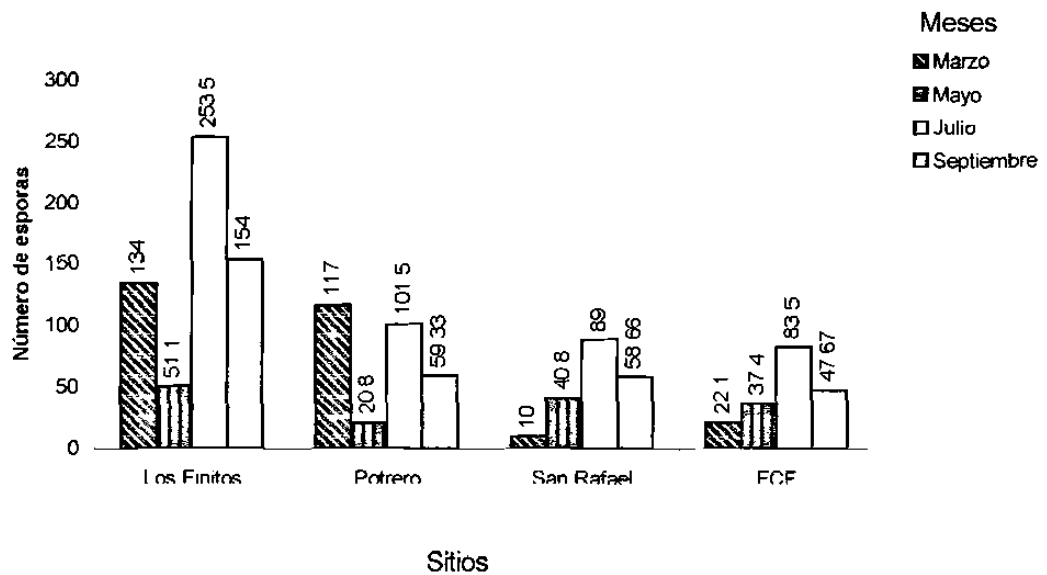


Fig. 3.35 Sumatoria total de esporas a 0-10 cm de profundidad en los sitios.

Se puede observar en esta figura 3.35 como el sitio 1, Los Finitos, fue el que presentó el mayor contenido de esporas y como el mes de Julio marcó en todos los sitios un aumento en número de esporas y los meses más pobres fueron Mayo y Marzo, todo esto reportado anteriormente por sitio.

3.8.2 Número total de esporas en los sitios de 10-20 cm

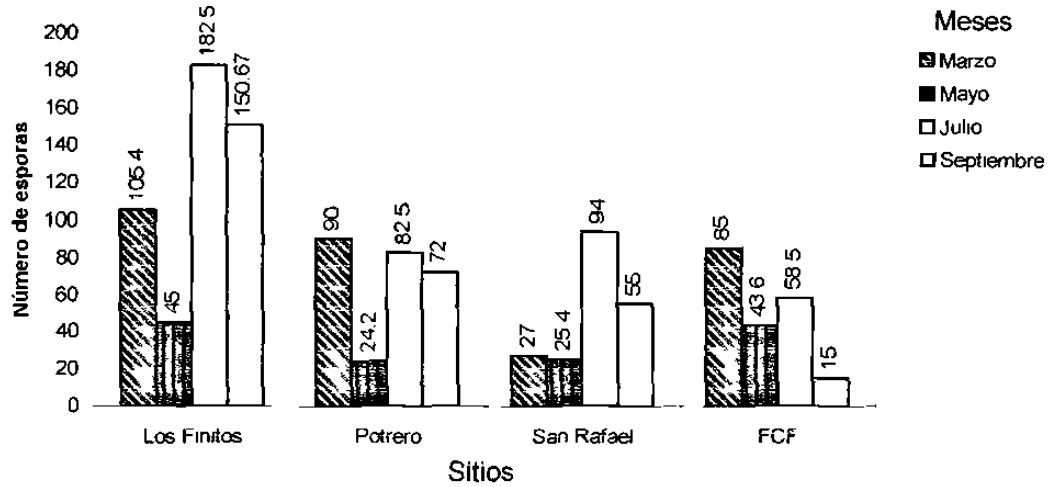


Fig. 3.37 Sumatoria total de esporas a los 10-20 cm de profundidad en los sitios

A 10-20 cm de profundidad el comportamiento en número de esporas es semejante al de la profundidad de 0-10 cm, disminuyendo en Mayo y aumentando en Julio. En esta gráfica se observa una menor diferencia en cantidades de esporas en los sitios que en la de los 10 cm (ver tablas 16).

3.8.3 Número total de esporas por meses a 0-10 cm

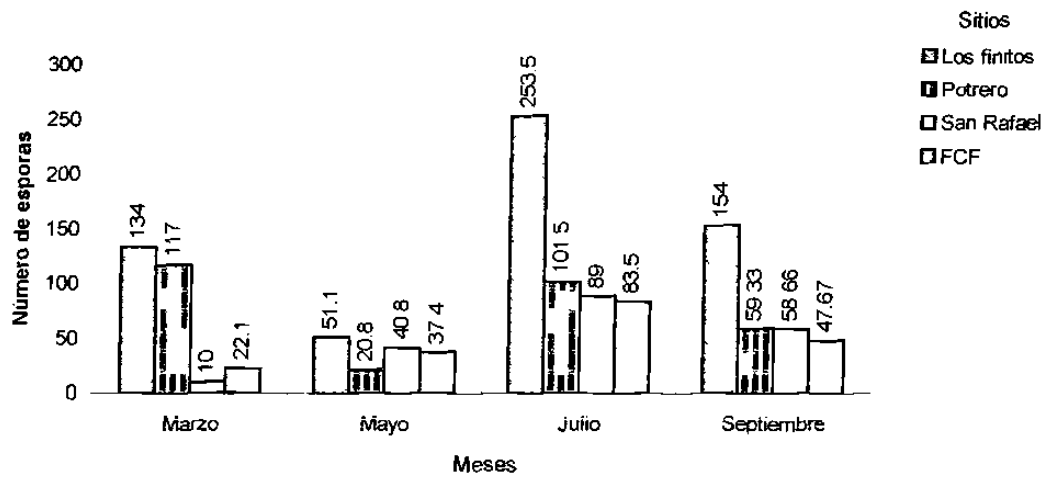


Fig. 3.36 Sumatoria de esporas en los meses de muestreo en cada sitio.

En esta figura es más observable la dominancia en número de esporas del sitio Los Finitos, así como después de disminuir la abundancia en Mayo repuntan las poblaciones de esporas a partir de Julio volviendo a disminuir ligeramente en Septiembre en todos los sitios.

3.8.4 Número total de esporas por meses a 10-20 cm

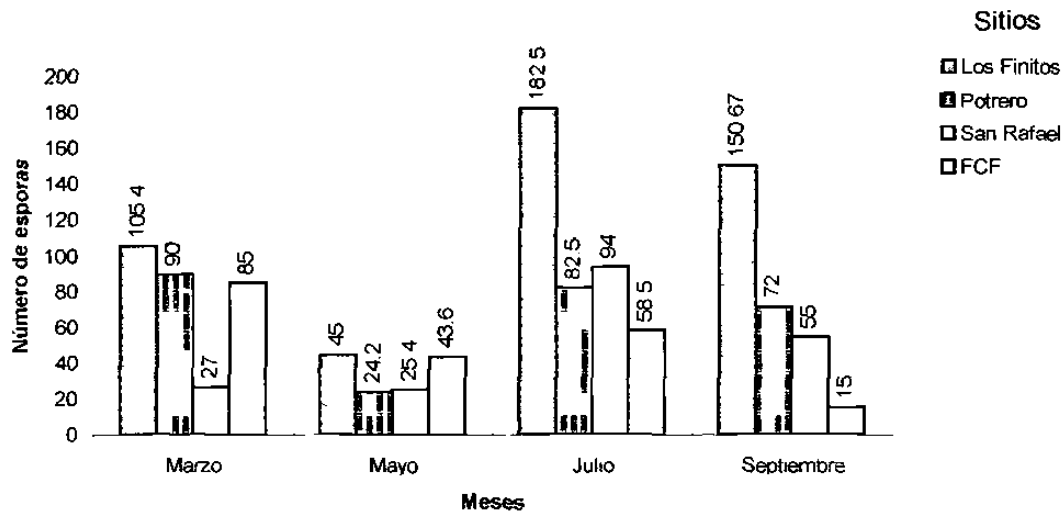


Fig. 3.38. Sumatoria de esporas de cada sitio, a 10-20 cm de profundidad en los meses muestreados.

El sitio Los Finitos continuó presentando el mayor número de esporas con respecto a los otros sobresaliendo la caída del número de esporas en Mayo en todos los sitios y una disminución mayor para el sitio FCF en Septiembre.

1. Sitios. Estos se mostraron estadísticamente diferentes entre sí, con un valor de probabilidad de 0.0001 y una F calculada de 15.09. El sitio Los Finitos obtuvo el mayor número de esporas en el transcurso del estudio en ambas profundidades, en segundo lugar, el sitio Potrero del Alamo, tercero Ejido San Rafael y por último la FCF.

2. Profundidades. Estadísticamente las profundidades tuvieron contenidos semejantes de los elementos estudiados (F calculada de 0.8 y probabilidad no

significativa), pero la profundidad de 0-10 cm tiene contenidos ligeramente mayores en cuanto al número de esporas, esto tomando a todos los sitios. En algunos casos ya descritos anteriormente, la profundidad de 10-20 cm superó en número de esporas a la profundidad de 0-10 cm, sin lograr la significancia estadística general.

3. Sitio y profundidad. No tuvieron ninguna relación estadística (F calculada de 0.19 y una probabilidad no significativa), el comportamiento para estos dos factores, fue diferente entre ellos para no lograr ningún carácter de unión.

4 y 6. Fechas. Fueron significativamente diferentes (52.83 F calculada), el comportamiento de las esporas para cada mes muestreado, detallándolo en cada sitio anteriormente y su estadística lo demuestra.

5 y 7. Fechas y sitios. Estos también se mostraron muy diferentes significativamente (8.44 F calculada), es necesario observar la correlación en estos casos con los otros factores analizados, posteriormente.

3.9 Géneros encontrados

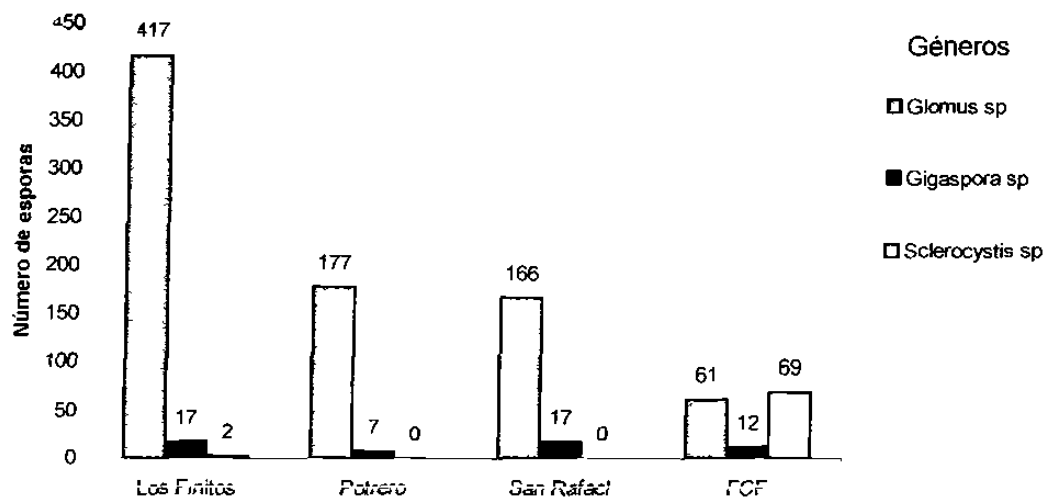


Fig. 3.39 Densidad total de esporas por géneros en el mes de Julio, en cada uno de los sitios.

Se observó que el género *Glomus* dominó en número en el mes de Julio, que el número de esporas fue mayor en el sitio Los Finitos, el género *Sclerocystis* se presentó solamente en el sitio 1, Los Finitos, y el 4, FCF, donde en este último logró ser más abundante que *Glomus*.

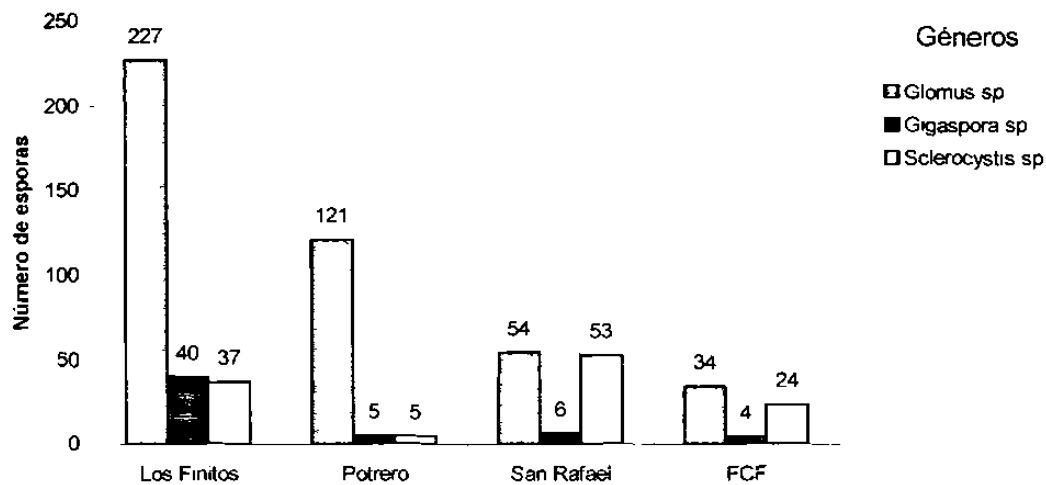


Fig 3.40 Densidad total de esporas por géneros en el mes de Septiembre en cada uno de los sitios.

En septiembre se observó el género *Sclerocystis* en todos los sitios, en el sitio San Rafael casi en la misma cantidad el género *Sclerocystis* y *Glomus*, la presencia de *Gigaspora* constante pero escasa.

Iniciado el muestreo de esporas, meses de Marzo y Mayo, el único género, que se observó, fue el de *Glomus*, con posiblemente más de una especie, éstas son difíciles de determinar, requiriendo observar su status evolutivo, aislarlo y seguir todo su ciclo de vida. Apartir del tercer muestreo, correspondiente al mes de Julio, y el mes de Septiembre, aparecen otros dos géneros, de esta familia Endogonales, *Gigaspora* y *Sclerocystis*, pero continuó el predominio del género *Glomus* en todos los sitios y en todas las fechas (ver tabla 13).

3.10 ANÁLISIS ESTADÍSTICOS DE LOS ELEMENTOS FÍSICO -QUÍMICOS.

Los elementos que por su contenido tuvieron significancia estadística en el estudio en los sitios y en todos los factores analizados (variaciones en profundidades, fechas, etc.) fueron: materia orgánica, nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, fierro, cobre y zinc (ver tabla 9,10).

Para determinar la influencia de los elementos en el contenido de esporas, utilizamos el análisis de correlación de Pearson (tabla 16) resultando que los elementos o parámetros físico-químicos fósforo, pH, zinc, nitrógeno, manganeso, materia orgánica y fierro causaron una correlación positiva en el número de esporas, es decir una tendencia creciente hacia la derecha y arriba. En cambio, la conductividad eléctrica, cobre, calcio, potasio y el magnesio ocasionaron una tendencia de correlación negativa para las esporas con un desarrollo hacia la izquierda y bajando. De estos elementos, sólo el manganeso y el potasio resultaron con valores de probabilidad estadística casi significativos (0.061 y 0.0631 respectivamente, ver tabla 16) es decir, que fueron los que pudieran tener una relación directa en la densidad de las poblaciones fúngicas.

En el estudio de correlación de Pearson para la variable dependiente ($Y =$ número de esporas), los elementos también jugaron un papel importante (ver tablas 16). De acuerdo a estos, ocupó: El sitio Potrero, el primer lugar, el sitio Los Finitos el segundo, el sitio FCF el tercero y el sitio San Rafael el cuarto.

Sin embargo en cuanto a el promedio de esporas, la situación fué diferente: El sitio Los Finitos, con el primer lugar, el sitio Potrero el segundo y el sitio San Rafael y FCF, con un empatado tercer lugar, aventajando el sitio San Rafael a el FCF por 0.82 pero estadísticamente similares.

CAPITULO 4

DISCUSION GENERAL

Los géneros *Glomus* y *Gigaspora* que se localizaron en la rizosfera del chile piquín han sido reportados por otros autores en las especies de chiles que estudiaron (Yocom, 1985; Sreeramulu & Bagyaraj, 1984 y Bagyara & Sreeramulu, 1982) y otros como *Acaulospora* (Diederich, 1982), pero nunca reportan a *Sclerocystis* asociado al género *Capsicum*. Estos géneros encontrados requieren de un seguimiento para determinar sus especies. Se observó una dominancia del género *Glomus* y es mencionado para casi todos los casos estudiados (Menge, 1982; Gerdemann & Trappe, 1974; Sreemula & Bagyaraj, 1984.) por lo que es posible que la relación de los géneros *Glomus-Capsicum* sea la más frecuente.

La extracción de esporas a 0-10 cm de profundidad mostró ser muy significativa, ya que la planta de chile piquín presentó una gran cantidad de raíces y la mayor cantidad de esporas (ver tablas 16) disminuyendo con la profundidad de 10.5-20 cm en la mayoría de los sitios, como indica el trabajo de Abe, (1994) donde establece que en las plantas Dicotiledóneas que estudió, la abundancia de esporas fue de 0 a 25 cm, por ello, posteriormente podría establecerse hasta donde se localizan éstas esporas por profundidad.

Los métodos de transparentación de raíces fueron ajustados a las necesidades de esta planta, misma que mostró una rápida transparentación y

una gran absorción de colorante, se transparentaron en un mínimo de 30 min, en el caso de raíces no muy lignificadas y se teñían en uno a 5 min, los investigadores Cázares & Trappe (1993), Cázares (1996) y Grace & Stribley (1991) sugieren estos ajustes y nosotros observamos que el método que utiliza el baño maría, aunque rústico es el mas viable, para luego probar el autoclave que es más rápido y se puede manejar mayor volúmen de material.

Se presenta en Julio y Septiembre fluctuación en la densidad de los géneros *Gigaspora* y *Sclerocystis*. Aparentemente estos corresponden a los cambios estacionales, cuando las temperaturas fueron más elevadas y la precipitación comienza a presentarse, como lo reportan Furlan, (1976), Hayman, (1970), Saif & Khan, (1975) y Trappe & Awameh, (1981), donde según los análisis de covarianza y correlación (ver tabla 16) mostraron que la temperatura influyó menos significativamente que la precipitación en éstas poblaciones. Y como menciona Trappe, (1981) la micorrización persiste en las raíces de los hospederos dormantes perenes, disminuyen las esporas viables en la temporada de crecimiento del hospedero y hay más germinación de las esporas (Saif & Khan, 1975). Diederich, (1982) menciona que *Glomus macrocarpus* respondió mejor bajo luz total, siendo el mejor en eficiencia micorrícica que *Aculospora spinosa* que respondiera sólo a bajos niveles de luz cuando fueron inoculados a *Capsicum annumm*, así mismo *Gigaspora* y *Sclerocystis* tienen otros requerimientos ambientales para volver a activarse.

Almanza, (1993) y Laborde, (1994) señalan que las plantas de chile piquín se ven beneficiadas con la colecta de los frutos al ocasionarles "podas"

al cortar este con una porción del pedúnculo que la misma planta absiciona ante el estrés, las áreas protegidas que estudiamos mostraron muy buena regeneración de chile y en algunos casos aún en las plantas muy longevas y ayudadas por el bajo impacto. La altura de la planta, se vió muy influenciada por las condiciones climáticas, donde la precipitación escasa más las altas temperaturas ocasionaron una reacción defensiva de la planta a éstos factores ambientales con absiciones casi totales, en algunos casos quedando solamente tocones. No así para el parámetro diámetro, que fue más constante medido sólo del cuello de la raíz y retoñando, en este se pudo observar su continuidad como lo reporta García, (1983). Por lo que éstos parámetros de la planta, que aún siendo tan resistente, no fueron estables ni significantes para el análisis estadístico, pero pudieran ser útiles para determinar las condiciones de las plantas, hábitat y el efecto de los factores climáticos.

La vegetación que menciona Almanza, (1993), coincide con la relacionada en los sitios muestreados de este trabajo, difiriendo posiblemente por las condiciones de predominio de otros árboles, para este caso fueron el *Diospyros sp* "Chapote", *Pithecellobium pallens* "Tenaza" y *Celtis laevigata* "Granjeno".

Los factores climáticos, tomados en un año para este estudio, mostraron el efecto causado en la vegetación y en las plantas de chile así como para las poblaciones fúngicas y su dinámica. Sin embargo, un año de datos, puede mostrar la tendencia para conocer subsecuentemente y de manera constante los factores bióticos y abióticos que influyen, continuarlo daría un mayor

conocimiento para el manejo que se pretende lograr de esta planta, tomando los conocimientos empiricos y los logrados en las investigaciones. La temperatura elevada según Furlan & Fortin, (1975), Tommerup, (1984), Anderson *et al.*, (1986) y Koske, (1987) aumenta la infección y producción de esporas, en este caso las más altas temperaturas correspondieron a el bimestre de mayo- junio, disminuyendo un poco para julio y septiembre más por un poco de precipitación, para Botello, (1984), Reid, (1979) y Trappe, (1981) esa humedad puede reducir la micorrización y Reid & Bowen, (1979) observaron una mayor colonización en primavera y otoño que en meses de verano o húmedos, para nuestra estadística la precipitación cumplió como factor climático de mayor influencia en la densidad de esporas, aunque observándose inundaciones en los sitios y con ello compactación y falta de aereación, todo esto relacionado también con la textura del suelo (por el tamaño de las partículas) lo que pudo mermar las poblaciones fúngicas en este caso las estimuló (Miller, 1979; Reeves *et al.*, 1979 y Slankis, 1974).

La *textura franco-arcillosa* de los sitios Los Finitos y Potrero del Alamo, mostró mayor contenido de esporas varios autores como Trappe & Awameh, (1981) y Staffeld & Vogt, (1975) mencionan esta característica del suelo con influencia en la micorrización, pocos detallan en esta, en sitios menos porosos (el FCF y San Rafael en este caso) presentaron menos esporas, pero también aumentaron con la precipitación .

El elemento más estudiado en relación con la colonización micorrícica ha sido el fósforo, algunos de los autores (Gildon & Tinker, 1983; Saif, 1986;

Haas & Krikun, 1985; Afek *et al.*, 1991; Haas *et al.*, 1987; Haas *et al.*, 1986; Hall *et al.*, 1986) tienden a afirmar que la normalidad o abundancia de P asimilable en el suelo hace que exista una cantidad reducida de endomicorrizas o sean inhibidas en sus funciones vitales hasta el grado de eliminarlas. Otros como Sreeramulu & Bagyaraj ,(1984), Bagyaraj & Sreeramulu, (1982), Diederichs, (1982) y Waterer & Coltman, (1989) sugieren que tenga bajos contenidos de P el suelo o sustrato utilizado para la propagación de las esporas, lo que representa ahorros considerables en los costos, en este caso, el fósforo fue significativo por su contenido en los sitios pero según el coeficiente de correlación de Pearson, el elemento no influyó en el número de esporas en los cuales su contenido fue de bueno a escaso como se sugiere para su uso controlado (ver tabla 16).

El pH junto a la temperatura del suelo dan una alta eficiencia de inoculación, según Krone *et al.*, (1980) con hongos del género *Glomus* en suelos subtropicales y tropicales. En este trabajo no fue un parámetro importante significativamente, ni en el análisis de varianza ni en el de correlación como de influencia en la densidad de esporas. Este es un factor mencionado por Tinker & Gildon, (1983) y Menge *et al.*, (1982) de relevancia para el desarrollo según el género micorrícico, pudiendo ocasionar una correlación negativa en el crecimiento vegetal (Gerschefske *et al.* ,1988).

Sin embargo los elementos manganeso y potasio, según los análisis de correlación (tabla 16) fueron los de mayor influencia en las poblaciones de esporas, como lo mencionan Young & Jarrell, (1984) que observaron en

plantas de *Capsicum* la acumulación del Mn en sus raíces con más desarrollo y eficacia de las VA y Gerschefske *et al.*, (1988) que observaron una correlación positiva del Mn en el crecimiento vegetal causado por este mineral y suprimía los hongos VA en altas concentraciones de este. También observó que el potasio fue de los mejores predictores de la dependencia micorrízica incluso que el P. Contrariamente a Ratnayake *et al.*, (1978) y Sanders *et al.*, (1975) que indicaron que bajas concentraciones de K y Cu en relación a las concentraciones de Ca y Fe pueden predecir alta dependencia micorrízica. Hetrick *et al.*, (1988a) determinaron al Ca, K, Cu y Fe de altamente dependientes de la micorriza y de estos sólo el Fe afectó la micorriza. Estos resultados muestran claramente como existe una interrelación entre los elementos del suelo, como señalan los autores que manejan suelos y nutrición vegetal, entre otros aspectos por la competencia, factores del medio, el suelo, su composición y factores climáticos, entre otros. De conocerse los sitios lo más posible, podrían manejarse para lograr un equilibrio biológico y químico, con mayores producciones a menor costo, reduciendo gastos especialmente en fertilizantes y fumigantes.

Algunos como Weaver, (1954), Menge *et al.*, (1982), Hetrick *et al.*, (1986) y Haas *et al.*, (1986) sugieren que existe una relación entre la fertilidad del suelo y la dependencia micorrízica, que suelos con alta fertilidad generalmente retardan o inhiben la micorriza y que los sitios y/o suelos más pobres, son los que presentan mayores poblaciones fúngicas o al menos más necesidad de éstos. Nuestros resultados mostraron lo contrario, incluso Young

& Jarrell, (1984) observaron en plantas de *Capsicum* de suelos pobres, como aumentaron rápidamente de Mn, Zn y Cu, de talla y producción, al inocularlas con endomicorrizas. En este trabajo se observó que el sitio Los Finitos presentó el segundo lugar en la posición por elementos o fertilidad (tabla 14), tuvo el mayor contenido de esporas (promedio 134.52) y el sitio Potrero del Alamo (70.916), con la mejor fertilidad, fue el segundo en contenido de esporas. Los sitios San Rafael (49.98) y la FCF (49.04), ambos de baja fertilidad, también presentaron las más bajas cantidades de esporas. Los factores edáficos, de uso y climáticos deben observarse más para explicar estos resultados.

CAPITULO 5

CONCLUSIONES

Las plantas silvestres de Chile piquín se distribuyen ampliamente en los sitios estudiados, mostrando una gran capacidad de regeneración y germinación natural en áreas protegidas. Estas plantas presentaron en sus raíces las estructuras correspondientes a las formadas por las micorrizas VA así como esporas de los géneros *Glomus sp*, *Gigaspora sp* y *Sclerocystis sp* en su rizosfera.

La fluctuación de las poblaciones de hongos micorrícicos VA fue significativa y estuvo más relacionada a la precipitación que a la temperatura, así como a los elementos Mn y K y la profundidad de 0-10 cm presentó un mayor número de esporas.

En lo correspondiente a los sitios los resultados mostraron que el rancho Los Finitos, fue el de mayor población fúngica, con una notoria abundancia de plantas de Chile, mucha regeneración y producción de frutos, pudiendo influir los potreros o las cercas del lugar. Este, a pesar de no ser el sitio más fértil, es de los que perciben más lluvia y tiene sombras, de árboles seleccionados. Con un promedio de 134.52 esporas (ver tabla 12), casi duplica, en número a el sitio Potrero del Alamo que logró la segunda posición de el estudio. El Potrero del Alamo, con el primer lugar en fertilidad, ocupó un segundo sitio para las esporas, pero el desarrollo del Chile es muy bueno, la influencia de los

animales exóticos libres y áreas no totalmente liberadas en el estrato arbustivo que concentran la mayoría de las plantas de chile. Estos dos sitios se vieron mayormente beneficiados por todos los factores analizados y se localizan en el mismo municipio de Montemorelos, N.L.

El sitio San Rafael de mayor uso antropogénico, con actividades de ganadería y agricultura, observa suelos pobres en algunos de los elementos físico- químicos y a esto puede deberse al mismo uso del suelo. Otro de los puntos que se observaron en este lugar es la compactación del suelo, sin embargo la vegetación es regular y las plantas de chile piquín se presentan protegiéndose en las cortinas que forma la misma cerca y con cantidades promedio de casi 50 esporas, por sitios le correspondió el tercer lugar en su contenido de esporas y también en fertilidad.

El área del sitio de la Facultad de Ciencias Forestales, UANL, se mostró con la menor cantidad de esporas y la menos fértil. Es también, un sitio protegido, rodeado de zonas con estudios de vegetación, con regular tránsito, se observa vegetación modificada, pero las plantas de chile piquín se protegen creciendo cerca de árboles o de arbustos. Estos dos últimos sitios correspondientes a el Municipio de Linares, N.L. y tuvieron menos precipitación, con respecto al Municipio de Montemorelos, N.L.

De esta manera concluimos que de los dos sitios estudiados el Municipio de Montemorelos, tiene las mejores condiciones para presentar plantas de chile piquín, que las localizadas en el Municipio de Linares, donde las características

de uso del suelo jugaron un papel importante y las poblaciones de micorrizas VA se observaron influenciadas por todos los factores estudiados.

Autores como Plenchette *et al.*, (1983) y Botello, (1984) entre otros mencionan que el chile es una planta altamente dependiente de la asociación micorrícica, asumiendo una preferencia hacia el género *Glomus*. Sugiriendo inocular las semillas de chile o las plántulas antes del transplante, fumigar los suelos adecuadamente para no dañar las micorrizas y aplicar bajas dosis de P (0.03 mg/lto) que proporcionarán menores costos, plantas más sanas, resistentes a enfermedades y con incrementos en la producción de hasta 200% en especies de chiles domesticados. Para el chile piquín se requiere realizar los estudios correspondientes. Para los estudios en campo es recomendable la presencia de *Diospyros sp* "Chapote", *Pithecellobium pallens* "Tenaza" y *Celtis laevigata* "Granjeno", así como reducir el estrato herbáceo del área.

CAPITULO 6

BIBLIOGRAFÍA

- Abe J.P., G. Masuhara & K. Katsuya 1994. VAM fungi in coastal dune plant communities. Y. Spore formation of *Glomus* spp predominates under a patch of *Elymus mollis*. **Mycoscience** 35, 233-238.
- Afek, U. et al. 19 . The effect of root age and position of mycorrhizal inoculum on colonization of cotton, onion and pepper. **Dep. of Plant Pathology, Univ. of California, Riverside, CA.** 92521.
- Afek, U., E. Rinaldelli, J.A. Menge, ELV Johnson & E. Pond. 1990. Mycorrhizal species, rootage and position of myc inoculum influence colonization of cotton, onion and pepper seedlings. **J. Amer. Soc. Hort. Sci.** 115 (6) 938-942.
- Afek, U., J.A. Menge & ELV. Johnson. 1991. Interaction among mycorrhizae, solarization, metalaxyl and plants in the field. **The American Phytopathological Society**, pp 665-671.
- Allen, M.F. 1982. Influence of vesicular arbuscular mycorrhizae on water movement through *Bouteloua gracilis* (H.B.K.) Lag. Ex Steud. **New Phytol.** 91: 191-196.
- Allen, E.B. & M.F. Allen. 1986. Water relations of xeric grasses in the field: interactions of mycorrhizae and competition. **New Phytol.** 104: 554-571.
- Allen, M.F. & J.A. MacMahon. 1985. Impact of disturbance on cold desert fungi: comparative microscale dispersion patterns. **Pedobiologia** 28: 215-224.
- Almanza E. J. G. 1993. El chile piquín (*Capsicum annum* L. var *aviculare* Dierb). Estudio etnobotánico, biología y productividad. Tesis Facultad de Ciencias Biológicas, UANL. Mty. NL.

- Ames, R.N., C.P.P. Reid, L.K. Porter & C. Cambardella, 1983, Hyphal uptake and transport of nitrogen from two N-labelled sources by *Glomus moseae*, a vesicular-arbuscular mycorrhizal fungus. **New Phytol.** 95: 381-396.
- Andrews, S.J. 1985. Peppers (The domesticated *Capsicum*). **Univ. of Texas Press, Austin.**
- Bagyaraj, D.J. & K.R. Sreeramulu. 1982. Preinoculation with VA mycorrhizae improves growth and yield of chilli transplanted in the field and saves phosphatic fertilizer. **Plant and soil** 69, 375-381.
- Ballard, R.E., McClure, J.W., , Eshbaugh, W.H. & K.G. Wilson. 1970. A chemosystematic study of selected taxa of *Capsicum*. **Anales del Inst. de Biología.** 5:303-321.
- Barea, J.M. & Azcon Aguilar. 1982. Interactions between mycorrhiza fungi and soil microorganisms. **Les Mycozites biologie et utilisation**, pp, 181-193.
- Baylis, G.T.S. 1975. The magnolioid mycorrhiza and mycotropy in root system derived from it. In: **Endomicorrizas Ed. By F.I. Sanders y P.B. Tinker** pp 373-389. Academic Press NY.
- Botello G. José Jesus. 1984. El efecto de la inoculación, de diferentes hongos endomicorrícicos VA sobre el desarrollo de algunas plantas de interes agronómico. Tesis UNAM.
- Cooper, K.M. & P.B. Tinker. 1978. Translocation and transfer of nutrients in VA mycorrhizas: uptake and translocation of phosphorus, zinc and sulfur. **New Phytol.** 81: 43.
- Diederichs, C.1982. Influence of light on the efficacy of VAM in tropical and subtropical plants. **Angew. Botanik.** 56: 325-333.
- Erwin. A.T. 1929. A systematic study of the peppers (*Capsicum pubescens*) R. & P. **Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.**52: 331-335.

-
- Eshbaugh, W.H. 1975. Genetic and biochemical systematic studies of chili peppers (*Capsicum-Solanaceae*). **Bull. Torrey Bot. Bot. Club** 102 (6): 396-403.
- Friese, C.F. & M. F. Allen. 1991. The spread of VAM fungal hyphae in the soil inoculum types and external hyphal architecture. **Mycologia** 83 (4) pp 409-418.
- Friese, C. F. & Koske, R. E. 1991. The spatial dispersion of spores of VAM fungi in a sand dune: microscale patterns associated with the root architecture of American beachgrass. **Mycol. Res.** 95(8): 952-957.
- Furlan, V. & Fortin, J.A. 1975. A flotation-bubbling system for collecting endogonaceae spores from sieved soil. **Soil Naturalisr Can.**, 102: 663-667.
- García, G., J.A. 1983. Estudio agronómico y autoecológico del chile piquín (*Capsicum annuum* L. var *glabriusculum* Dunal) en el área central de Nuevo León. **Tesis ITESM, NL, Méx.**
- García, S., W.M. 1984. Respuesta del chile piquín (*Capsicum annuum* L. var *glabriusculum* Dunal) a la propagación "in vitro" y por estaca. **Tesis ITESM, NL, Méx.**
- Gemma, J.N. & Koske, R.E. 1988. Seasonal variation in spore abundance and dormancy of *Gigaspora gigantea* and in mycorrhizal inoculum potencial of a dune soil. **Mycologia** 80: 211-216.
- Gerdemann, J.W. & Trappe, J.M. 1974. The Endogonaceae of The Pacific Northwest. **Mycologia Memories Number 5**, 76 pp.
- Gerschefske, K.D., B.A. Daniels & G. W. Wilson. 1988. Relationship of soil fertility to suppression of the growth response of mycorrhizal big bluestem in non esterile soil. **New Phytol.**, 109, 473-481
- Gildon, A. & Tinker, P.B. 1981. A heavy metal-tolerant strain of a mycorrhizal fungus. **Trans. Brith. Myc. Soc.** 77, 648-649.

- Giovannetti, M. & Gianinazzi - Paerson V. 1994. Biodiversity in arbuscular mycological fungi. **Mycol. Res.** **98** (7): 705-715.
- Giovanetti , M. & Mosse, B. 1980. An evaluation of the techniques for measuring vesicular- arbuscular mycorrhizal infection in roots. **New Phytologist** **84**, 489-500.
- Grace C. & D.P. Stribley. 1991. A safer procedur for routine staining of VAM fungi. **Mycol. Res.** **95** (10) 1160 -1162. (Phillips & Hayman, 1970)
- Grime, J.P., Mackey, J.M.L., Hillier, S.H. & Read, D.J. 1987. Floristic diversity in a model system using experimental microcosms. **Nature, London** **328**, 420-422.
- Haas, J. H., et al. 1987. VAMF Infestation and P fertigation to overcome pepper stunting after methyl Bromide fumigation. **Agron. J.** **79**: 905-910.
- Haas, J.H., A. Bar tal, B. Bar Yosef & J. Krikun. 1986. Nutrient availability effects on VAM bell pepper (*Capsicum anuum*) seedlings and transplants. **Ann. appl. Biol.**, **108**, 171 179.
- Haas, J.H. & Krikun, J. 1985. Efficacy of Endomycorrhizal-fungus isolates and inoculum quantities requiered for growth response. **New Phythol** **100**, 613-621.
- Hall, I.R. 1978. Effects of endomycorrhizas on the competitive ability of white clover. **New Zealand Journal of Agricultural Research** **21**, 509-513.
- Hardie, K. 1985. The effect of removal of extraradical hyphae on water uptake by vesicular-arbuscular mycorrhizal plants. **New Phytol.** **101**: 677-684.
- Harlev. J.L. 1989. The significance of mycorrhiza. **Mycological Res.** **92**, 129-139.
- Harley, J.L. & Smith, S.E. 1983. Mycorrhizal symbiosis. **Academic Press: London, U.K.**
- Heiser, C.B. 1964. The chilies and ajies (*Capsicum*) of Costa Rica and Ecuador. **Ciencia y naturaleza** **7**: 50-57.

- Hepper, C.M., Azcon-Aguilar, C., Rosendahl, S. & Sen, R. 1988. Competition between three species of *Glomus* used as spatially separated introduced and indigenous mycorrhizal inocula for leek (*Allium porrum* L.). **New Phytologist** **110**: 207-215.
- Hetrick, B.A. Daniels, Kitt, D. Gershefske & Wilson, G. Thompson. 1986. The influence of phosphorus fertilization, Drought, fungal species and soil microorganisms on mycorrhizal growth response in tallgrass prairie plants. **Canadian Journal of Botany** **64**, 1199-1203.
- Jurado, Y.E. 1986. Asociación entre especies factores edáficos, topográficos y perturbación en la vegetación remanente del terreno universitario.UANL, Linares, NL. Tam. Tamps.
- Koske, R.E. 1975. Endogone spores in Australian sand dunes. **Can. J. Bot.** **53**: 668-672.
- Koske, R.E. 1987. Distribution of VA mycorrhizal fungi along a latitudinal temperature gradient. **Mycologia** **79**, 55-68.
- Krikun, J., D. Shimshi & J.H.Haas. 1986 . Mycorrhizal effects in field grown pepper
- Krone, W., B. Bichler, E. Viebrock & A. M. Moawad. 1980. Interactina between VA mycorrhizae and P solubilizing bacteria.
- Laborde, C.J.A. 1994. El chile piquín. **Agromundo**. Mayo 1994.
- Lee Pau-Ju & Koske, R. E. 1994. *Gigaspora*. *Gigaspora* : Seasonal abundance and ageing of spores in a sand dune. **Mycol. Res.** **98**(4): 453-457.
- Manzano, M.J. 1997. Procesos de desertificación asociada a sobrepastoreo por caprinos en el matorral espinoso de Linares, NL. Tesis Maestría, FCF, UANL.
- Mc Gee, P.A., Smith S.E. & Smith, F.A. 1989. Plant- microbe Interface: Structure and function. **CSIRO: Brown Prior Anderson, Melbourne, Australia.**

- Mc Ilveen, W.D. & Cole, H., Jr. 1978/1979. Influence of zinc on development of the endomycorrhizal fungus *Glomus mosseae* and its mediation of phosphorus uptake by *Glycine mays* Amsoy 71. **Agriculture and environment** 4, 245-256.
- McLeod M.S., Guttman, S.I. & Eshbaugh, W.H. 1982. Early evolution of chili-peppers (*Capsicum*). **Economic Botany** 36(4):361-368
- Mengel, K. & E.A. Kirby. 1982. Principles of plant nutrition internat. **Potash Instt.** pp 335- 540.
- Miller, R.M. 1979. Some occurrences of vesicular-arbuscular mycorrhiza in Natural and Disturbed ecosystem of the Red Desert. **Canadian Journal of Botany.** 57 (6): 619-623.
- Miller, S.L. & E.B. Allen. 1992. Mycorrhizae, nutrient translocation and interactions between plants. **Chapman & Hall, NY.** pp, 301-322.
- Molina, R., Massiocotte, H. & Trappe, J.M. 1992. Specificity phenomena in mycorrhizal symbioses: Community- ecological consequences and practical implications. In **Mycorrhizal Funtioning** (ed. M.F. Allen). **Chapman & Hall: New York, USA.** pp. 357-423.
- Morton, B.J. & Benny, G.L. 1990. Revised classification of arbuscular mycorrhizal fungi (Zygomycetes): a new order, Glomales, two new suborders, Glomineae and Gigasporineae, and two new families, Acaulosporaceae and Gigasporaceae with an emendation of Glomaceae. **Mycotaxon** 37, 471-491.
- Mosse, B. 1972. The influence of soil type and *Endogone* strain on the growth of mycorrhizal plants in phosphate deficient soils. **Revue Ecologie et Biologie du sol** 9, 529-537.
- Parke, J.L., R.G. Linderman & J. M. Trappe. 1983. Effect of root zone temperature on ectomycorrhizal and VAM formation in disturbed and undisturbed forest soils of southwest Oregon **Can. J. For. Res.** 13: 657-665.

-
- Pickersgill, B., C.B. Heiser, JR. & J. McNeill. 1979. Numerical taxonomic studies on variation and domestication in some species of *Capsicum*. **En J.G. Hawkes, R.N., Lester &**
- Plenchette, C., Fortin, J. A. & Furlan, V. 1983. Growth responses of several plant species to mycorrhizae in a soil of moderate P-fertility. **Plant and soil 70**, 199-209.
- Ponder, Jr. F. 1979. Soil Structure and mycorrhizal encourage Black Walnut growth on old field. North Central experiment station. **Forest Ser. USDA. Research Note NC-249.**
- Read, D.J. 1990. Mycorrhizas in ecosystems- Nature response to the "Law of the minimum". In **Frontiers in Mycology (ed. D.L. Hawksworth)**, CAB International: Wallingford, UK. pp. 101-130.
- Read, D.J. 1991. Mycorrhizas in ecosystems. **Experientia 47**, 376-391.
- Rhodes, L.H. & J.W. Gerdemann. 1978a. Translocation of calcium and phosphate by hyphae of vesicular arbuscular mycorrhizae. **Soil Sci. 126**: 125-126.
- Rhodes, L.H. & J.W. Gerdemann. 1978b. Hyphal translocation and sulphur by vesicular arbuscular mycorrhizae of onions. **Soil Biol. Biochem. 10**: 355-360.
- Rzedowski, J. 1983. Vegetación de México. Ed. **Limusa, México**, pp. 63-65.
- Safir, C.R. 1980. Vesicular-arbuscular micorrhiza and crop productivity. In: **The biology of crop productivity. Academic Press. Inc. NY.** 231-256 pp.
- Saif, S.R. 1986. Vesicular- arbuscular mycorrhizae in tropical forage species as influence by season, soil texture, fertilizers, host species and ecotypes. **Angewandle Botanik 60**, 125-139.
- Sanders, F.E. & P.B. Tinker, 1971, Mechanims of absorption of phosphate from soil by *Engone* mycorrhizas. **Nature 233**: 278-279.

- Sanders, F.E., Tinker, P.B., Black, R.L.B. & Palmerly, S.M. 1977. The development of endomycorrhizal root systems. I. Spread of infection and growth promoting effects with four species of vesicular arbuscular endophytes. **New Phytol.** **78**, 257-268.
- Slankis, V. 1974. Soil factors influencing formation of mycorrhizae. pp, 437-457.
- Smith, S.E., F.A. Smith & D.J.D. Nicholas. 1981. Effects of the mycorrhizal infection of phosphate and cation uptake by *Trifolium subterraneum* **Pest. Soil** **63**: 57-64.
- Sreeramulu, K.R. & Bagyaraj, D.J. 1984. Field responded of chili to VA mycorrhizae in Black Clayey soil.
- Sri Hari Babu R., D. Lokeshwar, N.S. Rao & B.R. Bhaskar. 1988. The response of chilli (*Capsicum annuum* L.) plants to early inoculation with mycorrhizal fungi at different levels of P. **Journal of Horticulture Science.** **63(2)**, 315-320.
- St John, T.V. & R.E. Koske. 1988. Statistical treatment of endogonaceous spore counts. **Trans. Br. mycol. Soc.** **91 (1)**, 117 -121.
- Stahl, D.P. & Christensen M. 1991. Population variation in the mycorrhizae fungus *Glomus mosseae* breadth of environmental tolerance. **Mycol. Res.** **95 (3)**: 300-307.
- Tisdall, J.M. & J.M. Oades. 1980. The management of ryegrass (*Lolium perenne*) to stabilization aggregates of a red-brown earth. **Aust. J. Soil Res.** **18**: 415-422.
- Trappe, J.M. 1981. Mycorrhizae and productivity of arid and semiarid rangelands
- Waterer, D.R. & R.R. Coltman. 1988. Effects of controlled release P and inoculum density on the growth and mycorrhizal infection of Pepper and Leek transplants. **HortScience** **23(3)**: 629-622.

-
- Waterer, D.R. & R.R. Coltman. 1989. Response of mycorrhizal bell peppers to inoculation timing, P and water stresses. **Hort Science**. **24 (4)**: 688-690.
- Woerner, P.M. 1989. Métodos Químicos para el análisis de suelos calizos de zonas áridas y semiáridas. **Facultad de Ciencias Forestales, UANL**. Linares, NL.
- Yocom, D.H., 1985. *VA Mycorrhizal and host plant reproduction a study with green peppers*.
- Young J.L. & W. M. Jarrell. 1984. Mycorrhizal systems and other elements especially micronutrients.

APÉNDICE

Tabla 3. AFA, fórmula para preparar la solución para la preservación de las raíces.

Formaldehído	5 ml
Ácido acético	5 ml
Etanol	90 ml

Tabla 4. SOLUCION PARA TINCION

Se transfieren las raíces a la solución para la tinción, que consiste en:

80% de ácido láctico 875ml
20% Glicerina mas agua destilada 126ml (63 + 63 ml, de cada uno)
0.05% del azul de anilina o 0.5 gr/ lto.

Tabla 5. Parámetros tomados de las plantas de Chile

Alturas	Sitio	Marzo	Mayo	Julio	Septiembre
	Los Finitos	76.8	88.46	99.6	91.4
	Potrero	103.4	75.2	83	63.6
	San Rafael	96.7	119.7	97.1	98.8
	FCF	113.2	72.3	142.6	69.6
Diámetros	Sitio	Marzo	Mayo	Julio	Septiembre
	Los Finitos	1.5	1.58	0.66	0.484
	Potrero	1.92	0.68	0.64	0.36
	San Rafael	2.26	0.838	0.92	0.684
	FCF	1.88	1.23	0.92	0.444

Tabla 6. Condiciones de las plantas en los sitios de muestreo.

Sitio	Mes	Densidad	Enfermedades	Mortalidad	Regeneración	Rebrotes	Flor Fruto	Condición
Los Finitos	Marzo	mas de 10 p/100m	virus, poco	-	-	-	si	muy buena 3
	Mayo	igual	defoliación absición	-	-	-	no	buena 2
	Julio	mas de 20 p/100m	-	-	si	abundante	si	muy buena 3
	Septiembre	igual	-	-	si	si	si	excelente 4
Potrero del Alamo	Marzo	de 5 a 7 p/100m	virus en aclareos	escasa	abundante	-	-	buena 2
	Mayo	igual	defoliadas y consumidas	escasa	-	-	-	regular 1
	Julio	menor a 5 p/100m	igual	escasa	-	-	-	buena 2
	Septiembre	mayor a 7 p/100m	inundadas	-	si	si	-	buena 2
San Rafael	Marzo	mayor a 3 p/100m	virus regular defoliadas	-	-	-	-	buena 2
	Mayo	menor a 1 p/100m	nemato igual	40%	-	-	-	mala 0
	Julio	igual	menor	-	si	-	-	mala 0
	Septiembre	mas de 1 p/100m	inundadas raíces expuestas cloróticas	-	si	-	-	regular 1
FCF	Marzo	menor de 3 p/100m	defoliadas absición en tallos	-	si	-	-	buena 2
	Mayo	menor de 2 p/100m	absición	escasa	-	-	-	regular 1
	Julio	igual	-	-	si	-	-	regular 1
	Septiembre	mas de 1 p/100m	ligera inundación	-	escasa	escasa	escasa	buena 2

Tabla 7. Temperatura y precipitación de los Municipios de Montemorelos y Linares, N.L. Año 1996

TEMPERATURA Y PRECIPITACION DE LOS SITIOS FCF Y EJ. SAN RAFAEL			TEMPERATURA Y PRECIPITACION DE LOS SITIOS LOS FINITOS Y POTRERO DEL ALAMO		
Meses	Temperatura (°C)	Precipitación (mm)	Meses	Temperatura (°C)	Precipitación (mm)
Febrero	15.7	4.3	Febrero	18.27	3.6
Marzo	16.9	5.5	Marzo	19.33	2.7
Abril	22.3	29.4	Abril	24.12	13.7
Mayo	27.6	1.9	Mayo	29.11	3.5
Junio	28.8	31.4	Junio	31.15	21
Julio	29.6	30	Julio	30.85	6.8
Agosto	28	305.4	Agosto	28.84	171.6
Septiembre	25.81	73.8	Septiembre	27.65	29.1

Tabla 8. Texturas de los sitios muestreados a dos profundidades y sus partículas.

Sitio	Prof	Arcilla	Limo fino	Limo medio	Limo grueso	Arena fina	Arena media	Arena gruesa	Clasificación
Los Finitos	10	32	15.9	14.2	8.1	1.8	2.6	1.6	Franco arcillosa
	20	32.3	17.6	15.4	9.2	4.4	9.7	11.4	Franco arcillosa
Potrero	10	36.8	19.7	13.9	7.5	3.3	8.7	10.1	Franco arcillosa
	20	31.4	15.4	12.2	8	5.3	11.4	16.3	Franco arcillosa
San Rafael	10	55.8	15.9	14.2	8.1	1.8	2.6	1.6	Arcilloso
	20	57	13.3	15.2	9.3	1.3	2.1	1.8	Arcilloso
FCF	10	33.7	20.1	13.3	13.7	9	7.8	2.4	Francoarcillosos
	20	35.4	15.6	17.3	15.2	5.2	6.3	2	Francoarcillosos

Tabla 9. Análisis de los elementos físico - químicos y su clasificación agronómica.

Sitio	Profundidad	pH	Clasif. agron	Cond. elect	Clasif. agron
Los Finitos	10 cm	7.4	Alcalino	120	Muy escasa
	20 cm	7.3	Alcalino	120	Muy escasa
Potrero	10 cm	6.4	Poco ácido	150	Muy escasa
	20 cm	6.8	Neutro	138	Muy escasa
San Rafael	10 cm	7.2	Alcalino	140	Muy escasa
	20 cm	7.1	Neutro	100	Muy escasa
FCF	10 cm	7.4	Alcalino	178	Muy escasa
	20 cm	7.3	Alcalino	124	Muy escasa
Sitio	Profundidad	Mat. organic	Clasif. agron	Nitrógeno %	Clasif. agron
Los Finitos	10 cm	5.34	Alto	0.401	Muy alto
	20 cm	4.43	Alto	0.348	Alto
Potrero	10 cm	9.48	Muy alto	0.754	Muy alto
	20 cm	7.33	Muy alto	0.536	Muy alto
San Rafael	10 cm	4.7	Alto	0.321	Alto
	20 cm	4.61	Alto	0.269	Alto
FCF	10 cm	5.16	Alto	0.351	Alto
	20 cm	3.33	Mediano	0.212	Alto
Sitio	Profundidad	P disp ppm	Clasif. agron	Potasio ppm	Clasif. agron
Los Finitos	10 cm	4.445	Bajo	144.8	Adecuado
	20 cm	3.492	Bajo	106.8	Bajo
Potrero	10 cm	8.252	Adecuado	197.3	Alto
	20 cm	5.729	Adecuado	168.5	Adecuado
San Rafael	10 cm	1.936	Deficiente	490.6	Muy alto
	20 cm	2.089	Deficiente	371.7	Muy alto
FCF	10 cm	3.492	Bajo	896.1	Muy alto
	20 cm	2.398	Bajo	726.7	Muy alto
Sitio	Profundidad	Calcio ppm	Clasif. agron	Mg ppm	Clasif. agron
Los Finitos	10 cm	7,880	Alto	209.7	Alto
	20 cm	8,251	Alto	183.9	Alto
Potrero	10 cm	7,385	Alto	325	Alto
	20 cm	7,231	Alto	262.3	Alto
San Rafael	10 cm	12,024	Alto	362.4	Alto
	20 cm	12,539	Alto	297.8	Alto
FCF	10 cm	9,704	Alto	389.8	Alto
	20 cm	10,038	Alto	222.9	Alto

Tabla 9. (Continuación)

Sitio	Profundidad	Fe ppm	Clasif. agron	Mn ppm	Clasif. agron
Los Finitos	10 cm	8.39	Adecuado	23.74	Adecuado
	20 cm	8.57	Adecuado	25.1	Adecuado
Potrero	10 cm	60.02	Alto	43.09	Adecuado
	20 cm	36.64	Alto	27.66	Adecuado
San Rafael	10 cm	6.13	Adecuado	22.8	Adecuado
	20 cm	5.64	Adecuado	23.33	Adecuado
FCF	10 cm	3.42	Marginal	19.88	Adecuado
	20 cm	3.51	Marginal	23.01	Adecuado
Sitio	Profundidad	Cu ppm	Clasif. agron	Zn ppm	Clasif. agron
Los Finitos	10 cm	0.591	Adecuado	2.831	Adecuado
	20 cm	0.482	Bajo	1.916	Adecuado
Potrero	10 cm	0.964	Adecuado	7.832	Adecuado
	20 cm	0.962	Adecuado	4.566	Adecuado
San Rafael	10 cm	0.671	Adecuado	1.158	Marginal
	20 cm	0.613	Adecuado	0.922	Bajo
FCF	10 cm	0.69	Adecuado	1.779	Adecuado
	20 cm	0.772	Adecuado	1.003	Bajo

Tabla 10. Resumen estadístico para los elementos químicos estudiados.

Elemento	F calc	Pr>F	R	Sitio	Prof	Posición
pH	6.04	0.0857	0.889	0.0603	0.8545	9
CE	2.4	0.2486	0.762174	0.3390	0.1226	11
MO	14.55	0.0263	0.950984	0.0218	0.0756	5
N	15.65	0.0238	0.954258	0.0201	0.0624	3
Fosf	12.63	0.0321	0.943944	0.0249	0.1378	6
K	66.22	0.0029	0.988801	0.0021	0.0777	2
Ca	174.2	0.0007	0.995713	0.0005	0.1644	1
Mg	4.54	0.1220	0.858336	0.1538	0.0777	10
Fe	10.26	0.0426	0.93191	0.0306	0.386	7
Mn	1.7	0.3452	0.694176	0.2731	0.5886	12
Cu	14.85	0.0256	0.951916	0.0178	0.6318	4
Zn	10.24	0.0428	0.931733	0.0338	0.1489	8

Tabla 11. Analisis de correlación de Pearson, de la relación del número de esporas con los elementos químicos

Elemento	Coef. de correlación	Probabilidad
Fósforo	0.25751	0.5381
pH	0.19398	0.6453
Zinc	0.16808	0.6907
Nitrógeno	0.16776	0.6913
Manganeso	0.08406	0.0610
Mat. orgánica	0.05348	0.8999
Fierro	0.01387	0.974
Cond. Eléctrica	-0.31464	0.4478
Cobre	-0.41121	0.3115
Calcio	-0.57379	0.1370
Potasio	-0.68070	0.0631
Magnesio	-0.68473	0.8431

Tabla 12. Sumatoria total de la densidad de esporas

Meses	Profundidad	Marzo	Mayo	Julio	Septiembre
Los Finitos	10	134	51.1	253.5	154
	20	105.4	45	182.5	150.67
Potrero	10	117	20.8	101.5	59.33
	20	90	24.2	82.5	72
San Rafael	10	10	40.8	89	58.66
	20	27	25.4	94	55
FCF	10	22.1	37.4	83.5	47.67
	20	85	43.6	58.5	15

Tabla 13. Diferentes géneros presentes en los sitios muestreados

Mes	Julio			Septiembre		
Sitio/Género	GLOMUS	GIGASPORA	SCLEROCYSTIS	GLOMUS	GIGASPORA	SCLEROCYSTIS
Los Finitos	843	17	2	700	40	37
Potrero	304	7	0	387	5	5
San Rafael	349	17	0	219	6	53
FCF	404	12	69	141	4	24

Tabla 14. Resumen ubicando la posición según los elementos y esporas de los sitios muestreados.

Sitios	Sumatoria	Elem. químicos	Contenido de esporas (y)	Promedio de esporas
S 1 (Los Finitos)	2.3	2	1	134.52
S 2 (Potrero)	1.8	1	2	70.916
S 3 (San Rafael)	2.67	4	3	49.98
S 4 (FCF)	2.58	3	3	49.09

Tabla 15. Resumen de estadístico para ubicar cada sitio de acuerdo a los elementos químicos.

Elemento	Sitio 1	Sitio 2	Sitio 3	Sitio 4
pH	1	3	2	1
CE	3	2	3	1
MO	2	1	3	4
N	2	1	3	4
Fosf	2	1	4	3
K	1	3	2	1
Ca	3	4	1	2
Mg	4	3	1	2
Fe	2	1	3	4
Mn	2	1	3	4
Cu	4	1	3	2
Zn	2	1	4	3

Tabla 16. Estadísticas. Datos del análisis estadístico realizado en SAS.

General Linear Models Procedure
Class Level Information

Class	Levels	Values
S	4	1 2 3 4
P	2	1

Number of observations in data set = 160

Dependent Variable: Y
Sum of Mean

Source	DF	Squares	Square	F Value	Pr > F
Model	17	70446.6610	4143.9212	9.01	0.0001
Error	142	65294.0550		459.8173	

Corrected Total 159 135740.7160

R-Square	C.V.	Root MSE	Y Mean
0.518980	92.80827	21.4434	23.1050

Dependent Variable: Y

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
S	3	20819.7935	6939.9312	15.09	0.0001
P	1	367.8423	367.8423	0.80	0.3726
S*P	3	262.8383	87.6128	0.19	0.9027
F	1	24290.2840	24290.2840	52.83	0.0001
F*S	3	11639.6591	3879.8864	8.44	0.0001
F*F	1	7647.9902	7647.9902	16.63	0.0001
F*F*S	3	4726.6432	1575.5477	3.43	0.0189
T	1	675.6723	675.6723	1.47	0.2274
PRE	1	15.9382	15.9382	0.03	0.8526

Dependent Variable: Y

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
S	3	887.49581	295.83194	0.64	0.5884
P	1	265.23137	265.23137	0.58	0.4488
S*P	3	174.16588	58.05529	0.13	0.9444
F	1	1.92469	1.92469	0.00	0.9485
F*S	3	1401.98863	467.32954	1.02	0.3874
F*F	1	7.32134	7.32134	0.02	0.8998
F*F*S	3	3185.10612	1061.70204	2.31	0.0790
T	1	68.14934	68.14934	0.15	0.7008
PRE	1	15.93816	15.93816	0.03	0.8526

Dependent Variable: Y

Tests of Hypotheses using the Type III MS for S*P as an error term

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
S	3	887.495809	295.831936	5.10	0.1071
P	1	265.231372	265.231372	4.57	0.122

Correlation Analysis

3 'VAR' Variables: T PRE Y

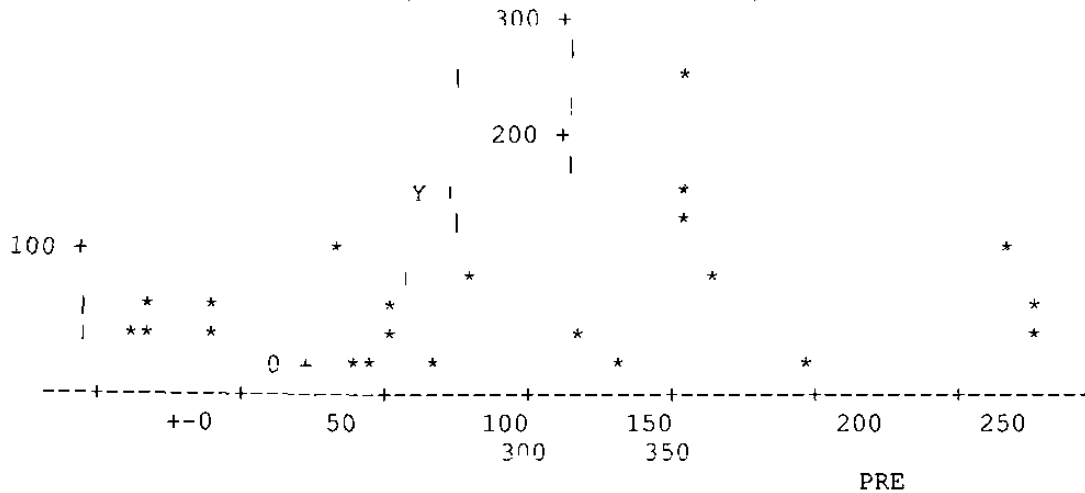
Simple Statistics

Variable	N	Mean	Std Dev	Sum	Minimum	Maximum	
T	160	25.2725	4.9575		4044	15.7000	29.6000
PRE	160	48.3313	71.8945	7733	1.9000		305.400
Y	160	23.1050	29.2184		3697	0.1000	250.000

Pearson Correlation Coefficients / Prob > |R| under Ho: Rho=0 / N = 160

	T	PRE	Y
T	1.00000	0.34520	0.05640
PRE	0.34520	1.00000	0.23950
Y	0.05640	0.23950	1.00000
	0.0	0.0001	0.4787
	0.0001	0.0	0.0023
	0.4787	0.0023	0.0

Plot of Y*PRE. Symbol used is '*'.
(NOTE: 138 obs hidden.)



Model: MODEL1
Dependent Variable: Y

Analysis of Variance

Source	DF	Squares	Sum of	Mean
		Prob>F	Square	F Value
Model	1	7786.42587	7786.42587	9.615
Error	158	127954.29013	809.83728	
C Total		159	135740.71600	
Root MSE		28.45764	R-square	0.0574

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
S	3	0.75375000	0.25125000	8.04	0.0603
P	1	0.00125000	0.00125000	0.04	0.8543
Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
S	3	0.75375000	0.25125000	8.04	0.0603
P	1	0.00125000	0.00125000	0.04	0.8543

Dependent Variable: CE

Source	DF	Squares	Sum of Square	Mean	F Value	Pr > F
Model	4	2966.000000	741.500000	185.375000	2.40	0.2486
Error	3	925.500000	308.500000	102.833333		
Corrected Total	7	3891.500000				

R-Square 0.762174 C V 13.13209 Root MSE 17.56417 CE Mean 133.750000

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
S	3	1561.500000	520.500000	1.69	0.3390
P	1	1404.500000	1404.500000	4.55	0.1226
Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
S	3	1561.500000	520.500000	1.69	0.3390
P	1	1404.500000	1404.500000	4.55	0.1226

Dependent Variable: MO

Source	DF	Squares	Sum of Square	Mean	F Value	Pr > F
Model	4	25.29460000	6.32365000	1.58091250	14.55	0.0263
Error	3	1.30375000	0.43458333	0.14486111		
Corrected Total	7	26.59835000				

R-Square 0.950984 C V 11.88336 Root MSE 0.659229 MO Mean 5.54750000

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
S	3	22.19455000	7.39818333	17.02	0.0218
P	1	3.10005000	3.10005000	7.13	0.0756
Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
S	3	22.19455000	7.39818333	17.02	0.0218
P	1	3.10005000	3.10005000	7.13	0.0756

Dependent Variable: N

Source	DF	Squares	Sum of Square	Mean	F Value	Pr > F
Model	4	0.19815750	0.04953937	0.01238484	15.65	0.0238
Error	3	0.00949850	0.00316617	0.00105539		
Corrected Total	7	0.20765600				

R-Square 0.954258 C V 14.10243 Root MSE 0.056269 N Mean 0.39900000

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
S	3	0.17147700	0.05715900	18.05	0.0201
P	1	0.02668050	0.02668050	8.43	0.0624
Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
S	3	0.17147700	0.05715900	18.05	0.0201
P	1	0.02668050	0.02668050	8.43	0.0624

Dependent Variable: F

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	4	30.44977750	7.61244438	12.63	0.0321
Error	3	1.80825538	0.60275179		
Corrected Total		7	32.25803288		

R-Square 0.943944 C.V. 19.51110 Root MSE 0.776371 F Mean 3.97912500

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
S	3	28.01104138	9.33701379	15.49	0.0249
P	1	2.43873613	2.43873613	4.05	0.1378
Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
S	3	28.01104138	9.33701379	15.49	0.0249
P	1	2.43873613	2.43873613	4.05	0.1378

Dependent Variable: K

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	4	599650.3850	149912.5963	66.22	0.0029
Error	3	6791.5038	2263.8346		
Corrected Total		7	606441.8888		

R-Square 0.988801 C.V. 12.26876 Root MSE 47.57977 K Mean 387.812500

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
S	3	583888.3838	194629.4613	85.97	0.0021
P	1	15762.0013	15762.0013	6.96	0.0777
Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
S	3	583888.3837	194629.4612	85.97	0.0021
P	1	15762.0013	15762.0013	6.96	0.0777

Dependent Variable: CA

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	4	29503781.50	7375945.38	174.20	0.0007
Error	3	127024.50	42341.50		
Corrected Total		7	29630806.00		

R-Square 0.995713 C.V. 2.193365 Root MSE 205.7705 CA Mean 9381.50000

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
S	3	29361737.00	9787245.67	231.15	0.0005
P	1	142044.50	142044.50	3.35	0.1644
Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
S	3	29361737.00	9787245.67	231.15	0.0005
P	1	142044.50	142044.50	3.35	0.1644

Dependent Variable: MG

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	4	33401.98500	8350.49625	4.54	0.1220
Error	3	5512.85000	1837.61667		
Corrected Total	7	38914.83500			

R-Square 0.858336 C.V. 15.21606 Root MSE 42.86743 MG Mean 281.725000

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
S	3	20601.98500	6867.32833	3.74	0.1538
P	1	12800.00000	12800.00000	6.97	0.0777
Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
S	3	20601.98500	6867.32833	3.74	0.1538
P	1	12800.00000	12800.00000	6.97	0.0777

Dependent Variable: FE

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	4	2789.724700	697.431175	10.26	0.0426
Error	3	203.832500	67.944167		
Corrected Total	7	2993.557200			

R-Square 0.931910 C.V. 49.83570 Root MSE 8.242825 FE Mean 16.5400000

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
S	3	2720.104700	906.701567	13.34	0.0306
P	1	69.620000	69.620000	1.02	0.3860
Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
S	3	2720.104700	906.701567	13.34	0.0306
P	1	69.620000	69.620000	1.02	0.3860

Dependent Variable: MN

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	4	252.9980500	63.2495125	1.70	0.3452
Error	3	111.4601375	37.1533792		
Corrected Total	7	364.4581875			

R-Square 0.694176 C.V. 23.37513 Root MSE 6.095357 MN M 26.0762500

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
S	3	239.4520375	79.8173458	2.15	0.2731
P	1	13.5460125	13.5460125	0.36	0.5886
Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
S	3	239.4520375	79.8173458	2.15	0.2731
P	1	13.5460125	13.5460125	0.36	0.5886

Dependent Variable: CU

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	4	0.19877050	0.04969262	14.85	0.0256
Error	3	0.01004038	0.00334679		
Corrected Total		7	0.20881088		

R-Square C.V. Root MSE CU Mean
0.951916 8.055904 0.057851 0.71812500

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
S	3	0.19782437	0.06594146	19.70	0.0178
P	1	0.00094613	0.00094613	0.28	0.6318
Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
S	3	0.19782437	0.06594146	19.70	0.0178
P	1	0.00094613	0.00094613	0.28	0.6318

Dependent Variable: ZN

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	4	36.98756850	9.24689212	10.24	0.0428
Error	3	2.71002037	0.90334012		
Corrected Total		7	39.69758887		

R-Square C.V. Root MSE ZN Mean
0.931733 34.55054 0.950442 2.75087500

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
S	3	33.61666237	11.20555412	12.40	0.0338
P	1	3.37090612	3.37090612	3.73	0.1489
Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
S	3	33.61666237	11.20555412	12.40	0.0338
P	1	3.37090612	3.37090612	3.73	0.148

**Cuadrados medios, probabilidad de T y error estandar de cada elemento
en relación con el sitio.**

S	PH	Std Err	Pr > T	LSMEAN	
	LSMEAN	LSMEAN	H0:LSMEAN=0	Number	
1	7.3500000	0.1250000	0.0001	1	
2	6.6000000	0.1250000	0.0001	2	
3	7.1500000	0.1250000	0.0001	3	
4	7.3500000	0.1250000	0.0001	4	

Pr > |T| H0: LSMEAN(i)=LSMEAN(j)

i\j	1	2	3	4
1	.	0.0240	0.3402	1.0000
2	0.0240	.	0.0528	0.0240
3	0.3402	0.0528	.	0.3402
4	1.0000	0.0240	0.3402	.

S	CE	Std Err	Pr > T	LSMEAN	
	LSMEAN	LSMEAN	H0:LSMEAN=0	Number	
1	120.0000000	12.419742	0.0024	1	
2	144.0000000	12.419742	0.0014	2	
3	120.0000000	12.419742	0.0024	3	
4	151.0000000	12.419742	0.0012	4	

Pr > |T| H0: LSMEAN(i)=LSMEAN(j)

i\j	1	2	3	4
1	.	0.2652	1.0000	0.1758
2	0.2652	.	0.2652	0.7169
3	1.0000	0.2652	.	0.1758
4	0.1758	0.7169	0.1758	.

S	MO	Std Err	Pr > T	LSMEAN
	LSMEAN	LSMEAN	H0:LSMEAN=0	Number
1	4.88500000	0.46614554	0.0019	1
2	8.40500000	0.46614554	0.0004	2
3	4.65500000	0.46614554	0.0021	3
4	4.24500000	0.46614554	0.0028	4

Pr > |T| H0: LSMEAN(i)=LSMEAN(j)

i\j	1	2	3	4
1	.	0.0128	0.7502	0.4032
2	0.0128	.	0.0108	0.0080
3	0.7502	0.0108	.	0.5780
4	0.4032	0.0080	0.5780	.

S	N	Std Err	Pr > T	LSMEAN
	LSMEAN	LSMEAN	H0:LSMEAN=0	Number
1	0.37450000	0.03978798	0.0025	1
2	0.64500000	0.03978798	0.0005	2
3	0.29500000	0.03978798	0.0051	3
4	0.28150000	0.03978798	0.0058	4

Pr > |T| H0: LSMEAN(i)=LSMEAN(j)

i\j	1	2	3	4
1	.	0.0171	0.2526	0.1969
2	0.0171	.	0.0084	0.0075
3	0.2526	0.0084	.	0.8259
4	0.1969	0.0075	0.8259	.

S	F	Std Err	Pr > T	LSMEAN
	LSMEAN	LSMEAN	H0:LSMEAN=0	Number
1	3.96850000	0.54897714	0.0055	1
2	6.99050000	0.54897714	0.0010	2
3	2.01250000	0.54897714	0.0351	3
4	2.94500000	0.54897714	0.0127	4

Pr > |T| H0: LSMEAN(i)=LSMEAN(j)

i\j	1	2	3	4
1	.	0.0301	0.0862	0.2790
2	0.0301	.	0.0077	0.0137
3	0.0862	0.0077	.	0.3159
4	0.2790	0.0137	0.3159	.

S	K	Std Err	Pr > T	LSMEAN
LSMEAN	LSMEAN	H0:LSMEAN=0	Number	
1	125.800000	33.643979	0.0334	1
2	182.900000	33.643979	0.0122	2
3	431.150000	33.643979	0.0010	3
4	811.400000	33.643979	0.0002	4

Pr > |T| H0: LSMEAN(i)=LSMEAN(j)

i\j	1	2	3	4
1	.	0.3162	0.0077	0.0007
2	0.3162	.	0.0137	0.0009
3	0.0077	0.0137	.	0.0041
4	0.0007	0.0009	0.0041	.

S	CA	Std Err	Pr > T	LSMEAN
LSMEAN	LSMEAN	H0:LSMEAN=0	Number	
1	8065.5000	145.5017	0.0001	1
2	7308.0000	145.5017	0.0001	2
3	12281.5000	145.5017	0.0001	3
4	9871.0000	145.5017	0.0001	4

Pr > |T| H0: LSMEAN(i)=LSMEAN(j)

i\j	1	2	3	4
1	.	0.0347	0.0003	0.0031
2	0.0347	.	0.0002	0.0011
3	0.0003	0.0002	.	0.0013
4	0.0031	0.0011	0.0013	.

S	MG	Std Err	Pr > T	LSMEAN
LSMEAN	LSMEAN	H0:LSMEAN=0	Number	
1	196.800000	30.311851	0.0074	1
2	293.650000	30.311851	0.0023	2
3	330.100000	30.311851	0.0017	3
4	306.350000	30.311851	0.0021	4

Pr > |T| H0: LSMEAN(i)=LSMEAN(j)

i\j	1	2	3	4
1	.	0.1090	0.0529	0.0835
2	0.1090	.	0.4576	0.7864
3	0.0529	0.4576	.	0.6182
4	0.0835	0.7864	0.6182	.

S	FE	Std Err	Pr > T	LSMEAN
LSMEAN	LSMEAN	H0:LSMEAN=0	Number	
1	8.4800000	5.8285576	0.2417	1
2	48.3300000	5.8285576	0.0037	2
3	5.8850000	5.8285576	0.3870	3
4	3.4650000	5.8285576	0.5940	4

Pr > |T| H0: LSMEAN(i)=LSMEAN(j)

\bar{ij}	1	2	3	4
1	.	0.0169	0.7735	0.5859
2	0.0169	.	0.0142	0.0122
3	0.7735	0.0142	.	0.7882
4	0.5859	0.0122	0.7882	.

S	MN	Std Err	Pr > T	LSMEAN
LSMEAN	LSMEAN	H0:LSMEAN=0	Number	
1	24.4200000	4.3100684	0.0109	1
2	35.3750000	4.3100684	0.0038	2
3	23.0650000	4.3100684	0.0128	3
4	21.4450000	4.3100684	0.0156	4

Pr > |T| H0: LSMEAN(i)=LSMEAN(j)

\bar{ij}	1	2	3	4
1	.	0.1701	0.8384	0.6589
2	0.1701	.	0.1367	0.1064
3	0.8384	0.1367	.	0.8076
4	0.6589	0.1064	0.8076	.

S	CU	Std Err	Pr > T	LSMEAN
LSMEAN	LSMEAN	H0:LSMEAN=0	Number	
1	0.53650000	0.04090716	0.0010	1
2	0.96300000	0.04090716	0.0002	2
3	0.64200000	0.04090716	0.0006	3
4	0.73100000	0.04090716	0.0004	4

Pr > |T| H0: LSMEAN(i)=LSMEAN(j)

\bar{ij}	1	2	3	4
1	.	0.0052	0.1657	0.0437
2	0.0052	.	0.0115	0.0278
3	0.1657	0.0115	.	0.2216
4	0.0437	0.0278	0.2216	.

S	ZN	Std Err	Pr > T	LSMEAN
	LSMEAN	LSMEAN	H0:LSMEAN=0	Number
1	2.37350000	0.67206403	0.0386	1
2	6.19900000	0.67206403	0.0027	2
3	1.04000000	0.67206403	0.2195	3
4	1.39100000	0.67206403	0.1303	4

Pr > |T| H0: LSMEAN(i)=LSMEAN(j)

i\j	1	2	3	4
1	.	0.0276	0.2552	0.3773
2	0.0276	.	0.0123	0.0149
3	0.2552	0.0123	.	0.7364
4	0.3773	0.0149	0.7364	.

Cuadrados medios, probabilidad de T y error estandar de cada elemento en relación con la profundidad.

P	PH	Std Err	Pr > T	Pr > T H0:
LSMEAN	LSMEAN	H0:LSMEAN=0	LSMEAN1=LSMEAN2	
1	7.1000000	0.08838835	0.0001	0.8543
2	7.1250000	0.08838835	0.0001	
P	CE	Std Err	Pr > T	Pr > T H0:
LSMEAN	LSMEAN	H0:LSMEAN=0	LSMEAN1=LSMEAN2	
1	147.000000	8.782084	0.0005	0.1226
2	120.500000	8.782084	0.0008	
P	MO	Std Err	Pr > T	Pr > T H0:
LSMEAN	LSMEAN	H0:LSMEAN=0	LSMEAN1=LSMEAN2	
1	6.1700000	0.32961467	0.0003	0.0756
2	4.9250000	0.32961467	0.0007	
P	N	Std Err	Pr > T	Pr > T H0:
LSMEAN	LSMEAN	H0:LSMEAN=0	LSMEAN1=LSMEAN2	
1	0.45675000	0.02813435	0.0005	0.0624
2	0.34125000	0.02813435	0.0012	
P	F	Std Err	Pr > T	Pr > T H0:
LSMEAN	LSMEAN	H0:LSMEAN=0	LSMEAN1=LSMEAN2	
1	4.53125000	0.38818546	0.0014	0.1378
2	3.42700000	0.38818546	0.0031	
P	K	Std Err	Pr > T	Pr > T H0:
LSMEAN	LSMEAN	H0:LSMEAN=0	LSMEAN1=LSMEAN2	
1	432.200000	23.789885	0.0004	0.0777
2	343.425000	23.789885	0.0007	
P	CA	Std Err	Pr > T	Pr > T H0:
LSMEAN	LSMEAN	H0:LSMEAN=0	LSMEAN1=LSMEAN2	
1	9248.25000	102.88525	0.0001	0.1644
2	9514.75000	102.88525	0.0001	
P	MG	Std Err	Pr > T	Pr > T H0:
LSMEAN	LSMEAN	H0:LSMEAN=0	LSMEAN1=LSMEAN2	
1	321.725000	21.433716	0.0006	0.0777
2	241.725000	21.433716	0.0015	
P	FE	Std Err	Pr > T	Pr > T H0:
LSMEAN	LSMEAN	H0:LSMEAN=0	LSMEAN1=LSMEAN2	
1	19.4900000	4.1214126	0.0179	0.3860
2	13.5900000	4.1214126	0.0458	
P	MN	Std Err	Pr > T	Pr > T H0:
LSMEAN	LSMEAN	H0:LSMEAN=0	LSMEAN1=LSMEAN2	
1	27.3775000	3.0476786	0.0029	0.5886
2	24.7750000	3.0476786	0.0039	
P	CU	Std Err	Pr > T	Pr > T H0:
LSMEAN	LSMEAN	H0:LSMEAN=0	LSMEAN1=LSMEAN2	
1	0.72900000	0.02892573	0.0001	0.6318
2	0.70725000	0.02892573	0.0001	
P	ZN	Std Err	Pr > T	Pr > T H0:
LSMEAN	LSMEAN	H0:LSMEAN=0	LSMEAN1=LSMEAN2	
1	3.40000000	0.47522103	0.0056	0.1489
2	2.10175000	0.47522103	0.0215	

CORRELATION ANALYSIS

13 'VAR' Variables: PH CE MO N F K
CA MG FE MN CU ZN
Y

Simple Statistics

Variable	N	Mean	Std Dev	Sum
PH	8	7.11250	0.34821	56.90000
CE	8	133.75000	23.57814	1070
MO	8	5.54750	1.94930	44.38000
N	8	0.39900	0.17224	3.19200
F	8	3.97913	2.14669	31.83300
K	8	387.81250	294.33749	3103
CA	8	9382	2057	75052
MG	8	281.72500	74.56046	2254
FE	8	16.54000	20.67973	132.32000
MN	8	26.07625	7.21564	208.61000
CU	8	0.71813	0.17271	5.74500
ZN	8	2.75087	2.38140	22.00700
Y	8	76.12925	37.99780	609.03400

Minimum	Maximum
6.40000	7.40000
100.00000	178.00000
3.33000	9.48000
0.21200	0.75400
1.93600	8.25200
106.80000	896.10000
7231	12539
183.90000	389.80000
3.42000	60.02000
19.88000	43.09000
0.48200	0.96400
0.92200	7.83200
47.66700	148.15500

Pearson Correlation Coefficients / Prob > |R| under Ho: Rho=0 / N = 8

PH CE MO N F K CA

PH 1.00000 -0.13181 -0.88769 -0.85465 -0.79127 0.41898 0.37059
0.0 0.7557 0.0032 0.0069 0.0193 0.3015 0.3661

CE -0.13181 1.00000 0.37459 0.37373 0.34447 0.48480 -0.25789
0.7557 0.0 0.3606 0.3618 0.4034 0.2234 0.5375

MO -0.88769 0.37459 1.00000 0.98634 0.94116 -0.44721 -0.60163
0.0032 0.3606 0.0 0.0001 0.0005 0.2666 0.1146

N -0.85465 0.37373 0.98634 1.00000 0.96845 -0.50026 -0.68677
0.0069 0.3618 0.0001 0.0 0.0001 0.2068 0.0599

PH CE MO N F K CA

F -0.79127 0.34447 0.94116 0.96845 1.00000 -0.48318 -0.80879
0.0193 0.4034 0.0005 0.0001 0.0 0.2252 0.0151

K 0.41898 0.48480 -0.44721 -0.50026 -0.48318 1.00000 0.50523
0.3015 0.2234 0.2666 0.2068 0.2252 0.0 0.2015

CA 0.37059 -0.25789 -0.60163 -0.68677 -0.80879 0.50523 1.00000
0.3661 0.5375 0.1146 0.0599 0.0151 0.2015 0.0

MG -0.20311 0.67233 0.26041 0.16660 0.00907 0.54706 0.40443
0.6295 0.0678 0.5333 0.6933 0.9830 0.1605 0.3203

PH CE MO N F K CA

FE -0.95401 0.25282 0.95837 0.95757 0.93292 -0.47997 -0.61611
0.0002 0.5458 0.0002 0.0002 0.0007 0.2287 0.1038

MN -0.91430 0.13156 0.87202 0.89491 0.87253 -0.48616 -0.52062
0.0015 0.7562 0.0048 0.0027 0.0047 0.2219 0.1859

CU -0.79103 0.40378 0.73059 0.67762 0.67684 -0.00637 -0.39707
0.0194 0.3212 0.0395 0.0648 0.0652 0.9880 0.3300

ZN -0.86909 0.32176 0.96787 0.98592 0.98588 -0.48334 -0.71928
0.0051 0.4370 0.0001 0.0001 0.0001 0.2250 0.0443

PH CE MO N F K CA

Y 0.19398 -0.31464 0.05348 0.16776 0.25751 -0.68070 -0.57379
0.6453 0.4478 0.8999 0.6913 0.5381 0.0631 0.1370

MG FE MN CU ZN Y

PH -0.20311 -0.95401 -0.91430 -0.79103 -0.86909 0.19398
0.6295 0.0002 0.0015 0.0194 0.0051 0.6453

CE 0.67233 0.25282 0.13156 0.40378 0.32176 -0.31464
0.0678 0.5458 0.7562 0.3212 0.4370 0.4478

MO 0.26041 0.95837 0.87202 0.73059 0.96787 0.05348
0.5333 0.0002 0.0048 0.0395 0.0001 0.8999

N 0.16660 0.95757 0.89491 0.67762 0.98592 0.16776
0.6933 0.0002 0.0027 0.0648 0.0001 0.6913

MG FE MN CU ZN Y

F 0.00907 0.93292 0.87253 0.67684 0.98588 0.25751
0.9830 0.0007 0.0047 0.0652 0.0001 0.5381

K 0.54706 -0.47997 -0.48616 -0.00637 -0.48334 -0.68070
0.1605 0.2287 0.2219 0.9880 0.2250 0.0631

CA 0.40443 -0.61611 -0.52062 -0.39707 -0.71928 -0.57379
0.3203 0.1038 0.1859 0.3300 0.0443 0.1370

MG 1.00000 0.11038 0.04555 0.29351 0.08078 -0.68473
0.0 0.7947 0.9147 0.4805 0.8492 0.0610

MG FE MN CU ZN Y

FE 0.11038 1.00000 0.94177 0.79250 0.97310 0.01387
0.7947 0.0 0.0005 0.0190 0.0001 0.9740

MN 0.04555 0.94177 1.00000 0.63610 0.92759 0.08406
0.9147 0.0005 0.0 0.0900 0.0009 0.8431

CU 0.29351 0.79250 0.63610 1.00000 0.72225 -0.41121
0.4805 0.0190 0.0900 0.0 0.0430 0.3115

ZN 0.08078 0.97310 0.92759 0.72225 1.00000 0.16808
0.8492 0.0001 0.0009 0.0430 0.0 0.6907

MG FE MN CU ZN Y

Y -0.68473 0.01387 0.08406 -0.41121 0.16808 1.00000
0.0610 0.9740 0.8431 0.3115 0.6907 0.0

Analisis estadístico lineal de cada elemento

General Linear Models Procedure

Class Level Information

Class Levels Values

S 4 1 2 3 4

P 2 1 2

Number of observations in data set = 8

General Linear Models Procedure

Dependent Variable: PH

Source	DF	Squares	Sum of Square	Mean F Value	Pr > F
Model	4	0.75500000	0.18875000	6.04	0.0857
Error	3	0.09375000	0.03125000		
Corrected Total		7	0.84875000		
R-Square		C.V.	Root MSE	PH Mean	
0.889543		2.485437	0.176777	7.11250000	

Dependent Variable: PH

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
S	3	0.75375000	0.25125000	8.04	0.0603
P	1	0.00125000	0.00125000	0.04	0.8543
Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
S	3	0.75375000	0.25125000	8.04	0.0603
P	1	0.00125000	0.00125000	0.04	0.8543

Dependent Variable: CE

Source	DF	Squares	Sum of Square	Mean F Value	Pr > F
Model	4	2966.000000	741.500000	2.40	0.2486
Error	3	925.500000	308.500000		
Corrected Total		7	3891.500000		
R-Square		C.V.	Root MSE	CE Mean	
0.762174		13.13209	17.56417	133.750000	

Dependent Variable: CE

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
S	3	1561.500000	520.500000	1.69	0.3390
P	1	1404.500000	1404.500000	4.55	0.1226
Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
S	3	1561.500000	520.500000	1.69	0.3390
P	1	1404.500000	1404.500000	4.55	0.1226

Dependent Variable: MO

Source	DF	Squares	Sum of Square	Mean F Value	Pr > F
--------	----	---------	------------------	-----------------	--------

Model	4	25.29460000	6.32365000	14.55	0.0263
Error	3	1.30375000	0.43458333		
Corrected Total	7	26.59835000			
R-Square		C.V.	Root MSE	MO Mean	
0.950984		11.88336	0.659229	5.54750000	

Dependent Variable: MO

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
S	3	22.19455000	7.39818333	17.02	0.0218
P	1	3.10005000	3.10005000	7.13	0.0756

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
S	3	22.19455000	7.39818333	17.02	0.0218
P	1	3.10005000	3.10005000	7.13	0.0756

Dependent Variable: N

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	4	0.19815750	0.04953937	15.65	0.0238
Error	3	0.00949850	0.00316617		
Corrected Total	7	0.20765600			
R-Square		C.V.	Root MSE	N Mean	
0.954258		14.10243	0.056269	0.39900000	

Dependent Variable: N

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
S	3	0.17147700	0.05715900	18.05	0.0201
P	1	0.02668050	0.02668050	8.43	0.0624

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
S	3	0.17147700	0.05715900	18.05	0.0201
P	1	0.02668050	0.02668050	8.43	0.0624

Dependent Variable: F

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	4	30.44977750	7.61244438	12.63	0.0321
Error	3	1.80825538	0.60275179		

Corrected Total 7 32.25803288

R-Square C.V. Root MSE F Mean
0.943944 19.51110 0.776371 3.97912500

Dependent Variable: F

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
S	3	28.01104138	9.33701379	15.49	0.0249
P	1	2.43873613	2.43873613	4.05	0.1378

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
S	3	28.01104138	9.33701379	15.49	0.0249
P	1	2.43873613	2.43873613	4.05	0.1378

Dependent Variable: K

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	4	599650.3850	149912.5963	66.22	0.0029
Error	3	6791.5038	2263.8346		

Corrected Total 7 606441.8888

R-Square C.V. Root MSE K Mean
0.988801 12.26876 47.57977 387.812500

Dependent Variable: K

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
S	3	583888.3838	194629.4613	85.97	0.0021
P	1	15762.0013	15762.0013	6.96	0.0777

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
S	3	583888.3837	194629.4612	85.97	0.0021
P	1	15762.0013	15762.0013	6.96	0.0777

Dependent Variable: CA

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	4	29503781.50	7375945.38	174.20	0.0007
Error	3	127024.50	42341.50		

Corrected Total 7 29630806.00

R-Square	C.V.	Root MSE	CA Mean
0.995713	2.193365	205.7705	9381.50000

Dependent Variable: CA

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
S	3	29361737.00	9787245.67	231.15	0.0005
P	1	142044.50	142044.50	3.35	0.1644

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
S	3	29361737.00	9787245.67	231.15	0.0005
P	1	142044.50	142044.50	3.35	0.1644

Dependent Variable: MG

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	4	33401.98500	8350.49625	4.54	0.1220
Error	3	5512.85000	1837.61667		

Corrected Total 7 38914.83500

R-Square	C.V.	Root MSE	MG Mean
0.858336	15.21606	42.86743	281.725000

Dependent Variable: MG

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
S	3	20601.98500	6867.32833	3.74	0.1538
P	1	12800.00000	12800.00000	6.97	0.0777

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
S	3	20601.98500	6867.32833	3.74	0.1538
P	1	12800.00000	12800.00000	6.97	0.0777

Dependent Variable: FE

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	4	2789.724700	697.431175	10.26	0.0426
Error	3	203.832500	67.944167		

Corrected Total 7 2993.557200

R-Square	C.V.	Root MSE	FE Mean
0.931910	49.83570	8.242825	16.5400000

Dependent Variable: FE

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
S	3	2720.104700	906.701567	13.34	0.0306
P	1	69.620000	69.620000	1.02	0.3860

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
S	3	2720.104700	906.701567	13.34	0.0306
P	1	69.620000	69.620000	1.02	0.3860

Dependent Variable: MN

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	4	252.9980500	63.2495125	1.70	0.3452
Error	3	111.4601375	37.1533792		

Corrected Total 7 364.4581875

R-Square	C.V.	Root MSE	MN Mean
0.694176	23.37513	6.095357	26.0762500

Dependent Variable: MN

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
S	3	239.4520375	79.8173458	2.15	0.2731
P	1	13.5460125	13.5460125	0.36	0.5886

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
S	3	239.4520375	79.8173458	2.15	0.2731
P	1	13.5460125	13.5460125	0.36	0.5886

Dependent Variable: CU

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	4	0.19877050	0.04969262	14.85	0.0256
Error	3	0.01004038	0.00334679		

Corrected Total 7 0.20881088

R-Square	C.V.	Root MSE	CU Mean
0.951916	8.055904	0.057851	0.71812500

Dependent Variable: CU

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
--------	----	-----------	-------------	---------	--------

S	3	0.19782437	0.06594146	19.70	0.0178
P	1	0.00094613	0.00094613	0.28	0.6318
Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
S	3	0.19782437	0.06594146	19.70	0.0178
P	1	0.00094613	0.00094613	0.28	0.6318

Dependent Variable: ZN

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	4	36.98756850	9.24689212	10.24	0.0428
Error	3	2.71002037	0.90334012		

Corrected Total 7 39.69758887

R-Square	C.V.	Root MSE	ZN Mean
0.931733	34.55054	0.950442	2.75087500

Dependent Variable: ZN

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
S	3	33.61666237	11.20555412	12.40	0.0338
P	1	3.37090612	3.37090612	3.73	0.1489
Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
S	3	33.61666237	11.20555412	12.40	0.0338
P	1	3.37090612	3.37090612	3.73	0.148

Least Squares Means

S	PH	Std Err	Pr > T	LSMEAN
LSMEAN	LSMEAN	H0:LSMEAN=0	Number	
1	7.35000000	0.12500000	0.0001	1
2	6.60000000	0.12500000	0.0001	2
3	7.15000000	0.12500000	0.0001	3
4	7.35000000	0.12500000	0.0001	4

Pr > |T| H0: LSMEAN(i)=LSMEAN(j)

i\j	1	2	3	4
1	.	0.0240	0.3402	1.0000
2	0.0240	.	0.0528	0.0240
3	0.3402	0.0528	.	0.3402
4	1.0000	0.0240	0.3402	.

S	CE	Std Err	Pr > T	LSMEAN
LSMEAN	LSMEAN	H0:LSMEAN=0	Number	

1	120.000000	12.419742	0.0024	1
2	144.000000	12.419742	0.0014	2
3	120.000000	12.419742	0.0024	3
4	151.000000	12.419742	0.0012	4

Pr > |T| H0: LSMEAN(i)=LSMEAN(j)

ij	1	2	3	4
1	.	0.2652	1.0000	0.1758
2	0.2652	.	0.2652	0.7169
3	1.0000	0.2652	.	0.1758
4	0.1758	0.7169	0.1758	.

S	MO	Std Err	Pr > T	LSMEAN
LSMEAN	LSMEAN	LSMEAN	H0:LSMEAN=0	Number

1	4.88500000	0.46614554	0.0019	1
2	8.40500000	0.46614554	0.0004	2
3	4.65500000	0.46614554	0.0021	3
4	4.24500000	0.46614554	0.0028	4

Pr > |T| H0: LSMEAN(i)=LSMEAN(j)

ij	1	2	3	4
1	.	0.0128	0.7502	0.4032
2	0.0128	.	0.0108	0.0080
3	0.7502	0.0108	.	0.5780
4	0.4032	0.0080	0.5780	.

S	N	Std Err	Pr > T	LSMEAN
LSMEAN	LSMEAN	LSMEAN	H0:LSMEAN=0	Number

1	0.37450000	0.03978798	0.0025	1
2	0.64500000	0.03978798	0.0005	2
3	0.29500000	0.03978798	0.0051	3
4	0.28150000	0.03978798	0.0058	4

Pr > |T| H0: LSMEAN(i)=LSMEAN(j)

ij	1	2	3	4
1	.	0.0171	0.2526	0.1969
2	0.0171	.	0.0084	0.0075
3	0.2526	0.0084	.	0.8259
4	0.1969	0.0075	0.8259	.

S	F	Std Err	Pr > T	LSMEAN
LSMEAN	LSMEAN	LSMEAN	H0:LSMEAN=0	Number

1	3.96850000	0.54897714	0.0055	1
2	6.99050000	0.54897714	0.0010	2
3	2.01250000	0.54897714	0.0351	3
4	2.94500000	0.54897714	0.0127	4

Pr > |T| H0: LSMEAN(i)=LSMEAN(j)

\bar{y}_j	1	2	3	4
1	.	0.0301	0.0862	0.2790
2	0.0301	.	0.0077	0.0137
3	0.0862	0.0077	.	0.3159
4	0.2790	0.0137	0.3159	.

S	K	Std Err	Pr > T	LSMEAN
LSMEAN	LSMEAN	LSMEAN	H0:LSMEAN=0	Number
1	125.800000	33.643979	0.0334	1
2	182.900000	33.643979	0.0122	2
3	431.150000	33.643979	0.0010	3
4	811.400000	33.643979	0.0002	4

Pr > |T| H0: LSMEAN(i)=LSMEAN(j)

\bar{y}_j	1	2	3	4
1	.	0.3162	0.0077	0.0007
2	0.3162	.	0.0137	0.0009
3	0.0077	0.0137	.	0.0041
4	0.0007	0.0009	0.0041	.

S	CA	Std Err	Pr > T	LSMEAN
LSMEAN	LSMEAN	LSMEAN	H0:LSMEAN=0	Number
1	8065.5000	145.5017	0.0001	1
2	7308.0000	145.5017	0.0001	2
3	12281.5000	145.5017	0.0001	3
4	9871.0000	145.5017	0.0001	4

Pr > |T| H0: LSMEAN(i)=LSMEAN(j)

\bar{y}_j	1	2	3	4
1	.	0.0347	0.0003	0.0031
2	0.0347	.	0.0002	0.0011
3	0.0003	0.0002	.	0.0013
4	0.0031	0.0011	0.0013	.

S	MG	Std Err	Pr > T	LSMEAN
LSMEAN	LSMEAN	LSMEAN	H0:LSMEAN=0	Number
1	196.800000	30.311851	0.0074	1
2	293.650000	30.311851	0.0023	2
3	330.100000	30.311851	0.0017	3
4	306.350000	30.311851	0.0021	4

Pr > |T| H0: LSMEAN(i)=LSMEAN(j)

\bar{y}_j	1	2	3	4
1	.	0.1090	0.0529	0.0835
2	0.1090	.	0.4576	0.7864
3	0.0529	0.4576	.	0.6182

4 0.0835 0.7864 0.6182 .

S	FE	Std Err	Pr > T	LSMEAN
LSMEAN	LSMEAN	H0:LSMEAN=0	Number	

1	8.4800000	5.8285576	0.2417	1
2	48.3300000	5.8285576	0.0037	2
3	5.8850000	5.8285576	0.3870	3
4	3.4650000	5.8285576	0.5940	4

Pr > |T| H0: LSMEAN(i)=LSMEAN(j)

ij	1	2	3	4
1 .	0.0169	0.7735	0.5859	
2 0.0169 .		0.0142	0.0122	
3 0.7735 0.0142 .			0.7882	
4 0.5859 0.0122 0.7882 .				

S	MN	Std Err	Pr > T	LSMEAN
LSMEAN	LSMEAN	H0:LSMEAN=0	Number	

1	24.4200000	4.3100684	0.0109	1
2	35.3750000	4.3100684	0.0038	2
3	23.0650000	4.3100684	0.0128	3
4	21.4450000	4.3100684	0.0156	4

Pr > |T| H0: LSMEAN(i)=LSMEAN(j)

ij	1	2	3	4
1 .	0.1701	0.8384	0.6589	
2 0.1701 .		0.1367	0.1064	
3 0.8384 0.1367 .			0.8076	
4 0.6589 0.1064 0.8076 .				

S	CU	Std Err	Pr > T	LSMEAN
LSMEAN	LSMEAN	H0:LSMEAN=0	Number	

1	0.53650000	0.04090716	0.0010	1
2	0.96300000	0.04090716	0.0002	2
3	0.64200000	0.04090716	0.0006	3
4	0.73100000	0.04090716	0.0004	4

Pr > |T| H0: LSMEAN(i)=LSMEAN(j)

ij	1	2	3	4
1 .	0.0052	0.1657	0.0437	
2 0.0052 .		0.0115	0.0278	
3 0.1657 0.0115 .			0.2216	
4 0.0437 0.0278 0.2216 .				

S	Zn	Std Err	Pr > T	LSMEAN
LSMEAN	LSMEAN	H0:LSMEAN=0	Number	

1	2.37350000	0.67206403	0.0386	1
2	6.19900000	0.67206403	0.0027	2
3	1.04000000	0.67206403	0.2195	3
4	1.39100000	0.67206403	0.1303	4

Pr > |T| H0: LSMEAN(i)=LSMEAN(j)

i/j	1	2	3	4
1	.	0.0276	0.2552	0.3773
2	0.0276	.	0.0123	0.0149
3	0.2552	0.0123	.	0.7364
4	0.3773	0.0149	0.7364	.

NOTE: To ensure overall protection level, only probabilities associated with pre-planned comparisons should be used.

P	PH	Std Err	Pr > T	Pr > T H0:
LSMEAN	LSMEAN		H0:LSMEAN=0	LSMEAN1=LSMEAN2

1	7.10000000	0.08838835	0.0001	0.8543
2	7.12500000	0.08838835	0.0001	

P	CE	Std Err	Pr > T	Pr > T H0:
LSMEAN	LSMEAN		H0:LSMEAN=0	LSMEAN1=LSMEAN2

1	147.000000	8.782084	0.0005	0.1226
2	120.500000	8.782084	0.0008	

P	MO	Std Err	Pr > T	Pr > T H0:
LSMEAN	LSMEAN		H0:LSMEAN=0	LSMEAN1=LSMEAN2

1	6.17000000	0.32961467	0.0003	0.0756
2	4.92500000	0.32961467	0.0007	

P	N	Std Err	Pr > T	Pr > T H0:
LSMEAN	LSMEAN		H0:LSMEAN=0	LSMEAN1=LSMEAN2

1	0.45675000	0.02813435	0.0005	0.0624
2	0.34125000	0.02813435	0.0012	

P	F	Std Err	Pr > T	Pr > T H0:
LSMEAN	LSMEAN		H0:LSMEAN=0	LSMEAN1=LSMEAN2

1	4.53125000	0.38818546	0.0014	0.1378
2	3.42700000	0.38818546	0.0031	

P	K	Std Err	Pr > T	Pr > T H0:
LSMEAN	LSMEAN		H0:LSMEAN=0	LSMEAN1=LSMEAN2

1	432.200000	23.789885	0.0004	0.0777
2	343.425000	23.789885	0.0007	

P	CA	Std Err	Pr > T	Pr > T H0:
LSMEAN	LSMEAN	H0:LSMEAN=0	LSMEAN1=LSMEAN2	

1	9248.25000	102.88525	0.0001	0.1644
2	9514.75000	102.88525	0.0001	

P	MG	Std Err	Pr > T	Pr > T H0:
LSMEAN	LSMEAN	H0:LSMEAN=0	LSMEAN1=LSMEAN2	

1	321.725000	21.433716	0.0006	0.0777
2	241.725000	21.433716	0.0015	

P	FE	Std Err	Pr > T	Pr > T H0:
LSMEAN	LSMEAN	H0:LSMEAN=0	LSMEAN1=LSMEAN2	

1	19.4900000	4.1214126	0.0179	0.3860
2	13.5900000	4.1214126	0.0458	

P	MN	Std Err	Pr > T	Pr > T H0:
LSMEAN	LSMEAN	H0:LSMEAN=0	LSMEAN1=LSMEAN2	

1	27.3775000	3.0476786	0.0029	0.5886
2	24.7750000	3.0476786	0.0039	

P	CU	Std Err	Pr > T	Pr > T H0:
LSMEAN	LSMEAN	H0:LSMEAN=0	LSMEAN1=LSMEAN2	

1	0.72900000	0.02892573	0.0001	0.6318
2	0.70725000	0.02892573	0.0001	

P	ZN	Std Err	Pr > T	Pr > T H0:
LSMEAN	LSMEAN	H0:LSMEAN=0	LSMEAN1=LSMEAN2	

1	3.40000000	0.47522103	0.0056	0.1489
2	2.10175000	0.47522103	0.0215	

