

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN**

**FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES**



**HONGOS MICORRIZICOS VESÍCULO ARBUSCULARES (VA)  
EN FRAGMENTOS DE MATORRAL *SENSU LATO* DE  
LOS MUNICIPIOS DE LINARES Y HUALAHUISES,  
NUEVO LEÓN**

**POR**

**BIOL. GUSTAVO ALONSO LÓPEZ ZEPEDA**

**COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE  
MAESTRÍA EN CIENCIAS FORESTALES**

**LINARES, N.L.**

**ABRIL, 1998**

TM

Z5991

FCF

1998

L6



1020122920

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN**

**FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES**



**HONGOS MICORRIZICOS VESÍCULO ARBUSCULARES (VA)  
EN FRAGMENTOS DE MATORRAL *SENSU LATO* DE  
LOS MUNICIPIOS DE LINARES Y HUALAHUISES,  
NUEVO LEÓN**

**POR**

**BIOL. GUSTAVO ALONSO LÓPEZ ZEPEDA**

**COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE  
MAESTRÍA EN CIENCIAS FORESTALES**

**LINARES, N.L.**

**ABRIL, 1998**

M

7399

FCF

1998

LL

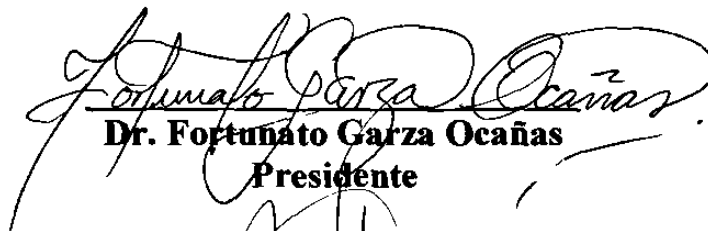
0119-95460




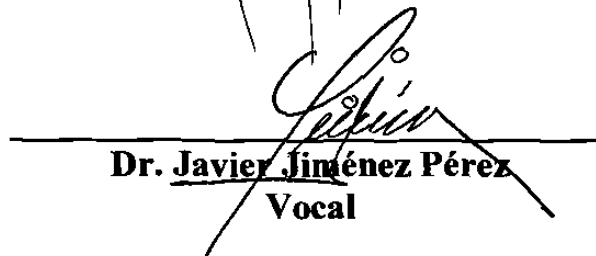
FONDO  
TESIS

**HONGOS MICORRICICOS VESÍCULO ARBUSCULARES (VA)  
EN FRAGMENTOS DE MATORRAL *SENSU LATO* DE  
LOS MUNICIPIOS DE LINARES Y HUALAHUISES,  
NUEVO LEÓN**

**Aprobación de Tesis:**

  
**Dr. Fortunato Garza Ocañas**  
Presidente

  
**Dr. Ricardo López Aguillón**  
Secretario

  
**Dr. Javier Jiménez Pérez**  
Vocal

## DEDICATORIA

A mi esposa Maria Cruz,  
mis hijas Sara y Marycruz  
y a mi hijo(a) que viene en camino...

Porque les amo.

A mis hermanos, Nefthalí, Albaro, Hernando,  
Olivia, Alma, Rosa y Olga por el gran cariño  
y apoyo que siempre me brindaron.

A la memoria de mis padres,  
Nefthalí López Páez y Olivia Zepeda Vázquez.

## AGRADECIMIENTOS

A la Facultad de Ciencias Forestales de la UANL por aceptarme como alumno, y por el apoyo material y equipo que siempre se me proporcionó.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por la beca otorgada, mediante la que fue posible la realización de mis estudios de postgrado.

Con especial agradecimiento al Dr. Fortunato Garza Ocañas por su excelente dirección, por la confianza que tuvo en mi, su constante disponibilidad de tiempo, y su apoyo económico, razones por las que pude concluir el presente estudio.

A mis asesores académicos Dr. Ricardo López Aguillón y Dr. Javier Jiménez Pérez, por su revisión al escrito, por formar parte de la comisión de tesis, además de su apoyo con material y equipo de campo.

Al Dr. José de Jesús Nívar Cháidez, por su apoyo en la realización del análisis estadístico.

Al M.C. Luis Rocha, los Sres. Alejandro Chávez y Félix Cervantes por su valiosa ayuda durante la realización de los transectos en los matorrales y toma de datos botánicos.

A mi amiga, Martha Guadalupe Valencia por su apoyo con vehículo, material fotográfico y de laboratorio.

Al Dr. Miguel A. Ruíz, Yadira y Maria del Refugio Bravo del laboratorio de suelos de Facultad de Ciencias Forestales, UANL, por el análisis de fósforo disponible en las muestras.

Al Dr. Eduardo Treviño y al Sr. Carlos Cabazos por su apoyo en la ubicación y estimación de las áreas estudiadas.

A mis compañeros de la tercera generación de Maestría, de quienes siempre aprendí, y por todos los buenos momentos compartidos.



## TABLA DE CONTENIDO

	Página
TABLA DE CONTENIDO . . . . .	I
INDICE DE TABLAS. . . . .	III
INDICE DE FIGURAS . . . . .	IV
RESUMEN . . . . .	VIII
SUMMARY. . . . .	IX
 <b>CAPÍTULO 1</b>	
<b>INTRODUCCIÓN . . . . .</b>	<b>1</b>
1.1 Justificación . . . . .	8
1.2 Objetivos . . . . .	8
1.3 Hipótesis . . . . .	9
 <b>CAPITULO 2</b>	
<b>MATERIALES Y MÉTODOS . . . . .</b>	<b>10</b>
2.1 Organigrama de actividades . . . . .	10
2.2 Ubicación del área de estudio . . . . .	11
2.3 Preparación de transectos. . . . .	11
2.4 Colecta de datos botánicos. . . . .	11
2.4.1 Análisis de datos . . . . .	12
2.5 Colecta de muestras de suelo. . . . .	12
2.5.1 Análisis de fósforo disponible. . . . .	12
2.5.1.1 Análisis estadístico. . . . .	14
2.5.2 Procesamiento de muestras de suelo. . . . .	14

	Página
2.5.3 Centrifugado de las muestras de suelo. . . . .	15
2.5.4 Separación de esporas. . . . .	15
2.5.5 Identificación de géneros. . . . .	15
2.5.6 Fotografía. . . . .	16
2.5.7 Cuantificación de esporas. . . . .	16
2.5.8 Análisis estadístico. . . . .	16
<b>CAPÍTULO 3</b>	
<b>RESULTADOS.</b> . . . .	17
3.1. Clave para la identificación taxonómica de los géneros de hongos (VA) estudiados. . . . .	17
3.2 Descripción de los géneros y probables especies estudiadas. . . . .	18
3.2 Cuantificación de esporas. . . . .	47
3.3 Datos climatológicos. . . . .	65
3.4 Análisis de fósforo disponible. . . . .	70
3.5 Datos botánicos de las tres localidades. . . . .	74
<b>CAPÍTULO 4</b>	
<b>DISCUSIÓN GENERAL.</b> . . . .	82
<b>CAPÍTULO 5</b>	
<b>CONCLUSIONES.</b> . . . .	87

## Página

<b>BIBLIOGRAFÍA.</b> . . . . .	88
<b>APÉNDICE.</b> . . . . .	94

**ÍNDICE DE TABLAS**

## Tablas

1.1 Clasificación de los hongos micorrícicos vesículo arbusculares. . . . .	3
2.1 Ubicación del área de estudio. . . . .	11
3.1 Número de especies de plantas encontradas en los transectos de las tres localidades muestreadas en las cuatro estaciones. . . . .	71

## INDICE DE FIGURAS

Figura	Página
2.1 Procedimiento para la obtención de esporas a partir de las muestras de suelo del matorral. . . . .	13
3.1 Espora de <i>Acaulospora aff. denticulata</i> . . . . .	20
3.2 Espora de <i>Acaulospora aff. bireticulata</i> . . . . .	21
3.3 Espora de <i>Acaulospora aff. undulata</i> . . . . .	22
3.4 Espora de <i>Acaulospora aff. spinosa</i> . . . . .	23
3.5 Espora de <i>Acaulospora aff. mellea</i> . . . . .	24
3.6 Espora de <i>Acaulospora aff. foveata</i> . . . . .	25
3.7 Espora de <i>Acaulospora sp</i> (1). . . . .	26
3.8 Espora de <i>Acaulospora sp</i> (2). . . . .	27
3.9 Espora de <i>Acaulospora sp</i> (3). . . . .	28
3.10 Espora de <i>Acaulospora sp</i> (4). . . . .	29
3.11 Espora de <i>Acaulospora sp</i> (5). . . . .	30
3.12 Espora de <i>Acaulospora sp</i> (6). . . . .	31
3.13 Espora de <i>Glomus aff. fasciculatum</i> . . . . .	34
3.14 Espora de <i>Glomus aff. nanolumen</i> . . . . .	35
3.15 Esporocarpo y esporas de <i>Glomus aff. flavisporum</i> . . . . .	36
3.16 Espora de <i>Glomus sp.</i> (1). . . . .	37
3.17 Espora de <i>Glomus sp.</i> (2). . . . .	38
3.18 Espora de <i>Glomus sp.</i> (3). . . . .	39
3.19 Espora de <i>Glomus sp.</i> (4). . . . .	40
3.20 Espora de <i>Glomus sp.</i> (5). . . . .	41

## Figura

3.21 Esporocarpio y esporas de <i>Sclerocystis sp.</i> (1).	43
3.22 Esporocarpio y esporas de <i>Sclerocystis sp.</i> (2)	44
3.23 Valores de las pruebas de agrupamiento Duncan, Tukey y Schieffe para las estaciones en todas las localidades.	47
3.24 Número de esporas (promedio) de las localidades por estación.	48
3.25 Promedio de esporas durante las cuatro estaciones en la localidad "E. Zapata"	49
3.26 Promedio de esporas durante las cuatro estaciones en la localidad "EL Barral"	50
3.27 Promedio de esporas durante las cuatro estaciones en la localidad "El Cinco"	51
3.28 Valores de las pruebas de agrupamiento Duncan, Tukey y Schieffe para las tres localidades.	52
3.29 Valores de las pruebas de agrupamiento Duncan, Tukey y Schieffe para las tres profundidades.	53
3.30 Promedio de esporas encontrado en las tres profundidades en la localidad "E. Zapata" durante las cuatro estaciones.	54
3.31. Promedio de esporas encontrado en las tres profundidades en la localidad "El. Barral" durante las cuatro estaciones.	55
3.32 Promedio de esporas encontrado en las tres profundidades en la localidad "El. Cinco" durante las cuatro estaciones anuales..	56
3.33 Valores de las pruebas de agrupamiento Duncan, Tukey y Schieffe para los puntos de muestreo.	57
3.34 Valores de las pruebas de agrupamiento Duncan, Tukey y Schieffe para los tres tamices.	58

	Página
Figura	
3.35 Promedio de esporas retenidas en los tres tamices durante las cuatro estaciones. . . . .	59
3.36 Promedio de esporas retenidas en los tres tamices durante las cuatro estaciones. . . . .	60
3.37 Promedio de esporas retenidas en los tres tamices durante las cuatro estaciones. . . . .	61
3.38 Relación entre el promedio de esporas por localidad y tamiz. . . . .	62
3.39 Promedio anual de esporas en las tres localidades. . . . .	63
3.40 Temperaturas correspondientes a las tres localidades. . . . .	65
3.41 Precipitación de las tres localidades durante las cuatro estaciones. . . . .	66
3.42 Evaporación de las tres localidades durante 1995. . . . .	67
3.43 Cantidad de fósforo disponible durante las cuatro estaciones en las tres profundidades. . . . .	70
3.44 Cantidad de fósforo disponible durante las cuatro estaciones en las tres profundidades. . . . .	71
3.45 Cantidad de fósforo disponible durante las cuatro estaciones en las tres profundidades. . . . .	72
3.46 Valores de los datos botánicos de los transectos durante las cuatro estaciones. . . . .	75

3.47. Datos botánicos obtenidos durante las cuatro estaciones.	.	.	.	76
3.48 Datos botánicos obtenidos durante las cuatro estaciones.	.	.	.	78
3.49 Datos botánicos obtenidos durante las cuatro estaciones.	.	.	.	80

## RESUMEN

En el presente estudio se realizaron muestreos del suelo en tres fragmentos de matorral *sensu lato* del municipio de Linares, N.L. En estos muestreos se llevó a cabo la identificación de los géneros de hongos micorrícicos vesículo arbusculares (VA), por medio de sus esporas. A este respecto los resultados mostraron la presencia de los géneros *Acaulospora*, *Glomus*, y *Sclerocystis* en los tres fragmentos de matorral estudiados. Se realizaron descripciones de estos géneros así como de varias posibles especies de cada uno de ellos. Asimismo, se cuantificaron las esporas de estos hongos presentes en los diferentes fragmentos estudiados durante cuatro estaciones de un año, considerando las condiciones climáticas que ocurrieron durante los muestreos. Las muestras de suelo fueron tomadas a tres niveles de profundidad y las esporas se capturaron en tamices de 44, 100, y 200  $\mu\text{m}$  respectivamente. Esto se realizó con la finalidad de separar los diferentes tamaños de esporas los cuales corresponden a diferentes géneros ó estados de madurez de los mismos

Los resultados mostraron que la temperatura, las lluvias, humedad, profundidad del suelo y el tamaño de las esporas son variables que están relacionadas entre sí.

La producción más altas de esporas ocurrió durante los meses que siguieron a las lluvias, entre la primavera y el otoño a temperaturas de entre los 19 y 25°C.

Se pudo comprobar que a mayor profundidad, existía una menor cantidad de esporas, pero que entre los 20 y 30 cm. de profundidad, durante el invierno, la temperatura es más estable y favorable para la producción de esporas, que en los niveles superiores ya que en estos la producción disminuye

En cuanto al tamaño de las esporas, predominaron las esporas retenidas en el tamiz de 100  $\mu\text{m}$ , seguidas por el de 44 y 200  $\mu\text{m}$ , respectivamente. Las esporas de mayor tamaño tienen paredes más gruesas y por consiguiente se propone que son más resistentes a la deshidratación. Se pudo observar que en el tamiz de 200  $\mu\text{m}$  predominó el género *Sclerocystis* el cual presenta fructificaciones que son portadores de cientos de esporas que pueden flotar en el agua y ser acarreadas durante las lluvias.

También se investigó si existía alguna relación entre el número de esporas y el grado de conservación de los fragmentos de matorral, encontrándose que de las 30 especies de plantas reportadas para las 3 localidades, fueron 27 especies en la localidad "E. Zapata", 26 especies en la localidad "EL Cinco" y 20 especies en la localidad de "El Barral". Al comparar estos resultados con la producción de esporas, se encontró que los valores obtenidos del promedio anual de las muestras tiene una relación de 41 % para la localidad "E. Zapata", seguida por "El Cinco" con 32, % y "El Barral" con 27 %.

Dichos resultados sugieren que los hongos micorrícicos (VA) podrían ser utilizados como indicadores del grado de disturbio de la vegetación.

Finalmente se estudió la posible relación existente entre los niveles de fósforo disponible del suelo de los fragmentos de matorral estudiados y el tamaño de las poblaciones de hongos vesículo-arbusculares encontrados. Los resultados mostraron que los niveles de fósforo disponible para las plantas es muy bajo, mientras que el número total de esporas calculado fue de 2,296,394.146295 en un fragmento de 1m<sup>2</sup> por 30cm de profundidad.

Dado la gran cantidad de esporas en este tipo de vegetación, se presupone una gran actividad de intercambio de nutrientes entre las plantas y sus hospederos, los hongos micorrícicos (VA).



## SUMMARY

In this study soil sampling was carried out in three fragments of thornscrubs from the municipalities of Linares and Hualahuises, Nuevo León in order to determine the genera and species of vesicular arbuscular mycorrhizal (VAM) fungi associated. Results showed that *Acaulospora*, *Glomus* and *Sclerocystis* occurred with 12, 8 and 2 possible species respectively. Spores of these fungi were quantified from the three fragments studied during one year and the associated vegetation from the transects as well as climatic conditions were recorded.

Soil sampling was made from three different depths (i.e. 10, 20, and 30 cm) and samples taken to the laboratory for analysis using a series of sieves (i.e. 1000, 650, 200, 100, 44  $\mu$ m) and spores collected from the last three. This procedure allowed separation of spores by their size and morphology and this is required to determine their correct identity. Results showed that temperature, rainfall, soil depth and spore size interact strongly with each other.

The greatest spore production occurred after the main rainfalls in spring and autumn when temperature reached 19-25°C. Results also showed that most spores are found in the first 10 cm of soil and their numbers decreased as soil depth increased. During the winter spore numbers increased at 20 and 30 cm depth and this perhaps is the result of the lower temperatures found in the soil surface.

Regarding spore size and sieve where the spores were captured results showed that most spores were captured in the 100  $\mu$ m sieve followed by the 44  $\mu$ m and 200  $\mu$ m respectively. *Sclerocystis* fruiting bodies were found mainly in the 200  $\mu$ m sieve. Also, results showed that spore numbers of the vesicular arbuscular mycorrhizal fungi can be used as indicators of disturbance in the fragments of thornscrubs studied as their spore numbers and hosts decreased in severely disturbed thornscrubs as those found in the locality 'El Barral' whilst fragments with lesser disturbance signs as in the locality 'E. Zapata' showed increased numbers of spores and hosts. A total of 30 hosts were found in all localities studied and 27 of them occurred in E. Zapata followed by El Cinco with 26 and El Barral with 20.

Regarding availability of phosphorus at different soils depths from the fragments studied results showed that phosphorus is generally found in very low concentrations and it decreased as soil depth increased. These results suggest that spore numbers are greater where available phosphorus levels are lower.

---

## CAPITULO 1

### INTRODUCCION

Las micorrizas son asociaciones simbióticas mutualistas entre hongos del suelo y las raíces de la mayoría de las plantas terrestres. Los hongos representantes de dichas asociaciones corresponden a las Clases Basidiomicotina, Ascomicotina y Zygomycotina, (Harley & Smith, 1983; Kendrik, 1992; Brundrett, 1991). En las micorrizas la planta asociada recibe los nutrientes minerales proporcionados por él ó los hongos asociados mientras que estos reciben de la planta los compuestos de carbono derivados de la fotosíntesis (Harley, 1989). Actualmente se reconocen varios tipos de micorrizas y estos pueden variar de acuerdo a los criterios de los autores basandose principalmente en las características anatomo-morfológicas así como por los grupos taxonómicos de plantas y hongos involucrados en las asociaciones. (Harley & Smith 1983).

Los hongos micorrícicos (VA) son los que tienen el rango más amplio de distribución ya que se encuentran prácticamente en todas las asociaciones vegetales terrestres encontrandose tanto en zonas áridas y tropicales húmedas así como en zonas frías y templadas del mundo (Sieverdin, 1991). Entre algunas de las familias de plantas de mayor importancia económica que tienen micorrizas (VA) figuran las Poaceae, Rosaceae y Fabaceae además de todos los árboles frutales de clima templado y arbustos así como cítricos, café, té, caucho y caña de azúcar entre otras y las micorrizas (VA) se presentan también en musgos y helechos.

Algunas de las familias de plantas en las que no se ha encontrado colonización por hongos micorrícicos (VA) están las Brassicaceae, Chaenopodiaceae, Proteaceae y muchas especies del Género *Carex* dentro de las Cyperaceae. También las especies acuáticas cuyas raíces carecen de pelos absorventes así como las que crecen en terrenos inundables, (Mosse *et al.*, 1981). Por el hecho de que los hongos micorrícicos (VA) pueden colonizar gran número de diferentes plantas hospederas se piensa que no existen los mecanismos de especificidad cerrada del hongo para reconocer alguna taxa.

Los hongos micorrícicos (VA) reciben este nombre por presentar estructuras microscópicas globosas llamadas vesículas las cuales sirven como almacén de lípidos y de otros nutrientes, también presentan arbusculos que son haustorios ramificados en forma de árbol e intervienen en el intercambio de nutrientes entre la planta y el hongo. Ambas estructuras se producen en el interior de las células de la corteza en la raíz de la planta (Smith, 1995; Walker, 1995). Las micorrizas (VA) están formadas por hifas hipógeas, esporas y cuerpos auxiliares producidos en el suelo. Las micorrizas (VA) están directamente relacionadas con la absorción y translocación del fósforo y otros nutrientes del suelo que de otra forma no están disponibles en un sistema radicular no micorrizado y esto se debe al tipo de nutrición absorptiva de los hongos.

Los hongos (VA) son incapaces de reproducirse fuera de la planta y esta limitante parece estar compensada por su capacidad para tener un amplio rango de plantas con las cuales se pueden asociar, así como por su facilidad para utilizar hifas, esporas ó fragmentos de raíces micorrizadas como propágulos fúngicos para formar un nuevo individuo lo cual le confiere una considerable versatilidad a su ciclo de vida (Brundrett *et al.*, 1996; Harley & Smith, 1983).

En los hongos micorrícicos (VA) no se ha encontrado reproducción sexual y no se ha detectado fusión de micelio, por lo que la formación de azigosporas es un hecho común en ellos. La germinación de la espora y su formación está determinada, entre otros, por algunos factores físicos del suelo (e.g. temperatura, textura, O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, pH, contenido de agua y nutrientes del suelo (Bowen, 1987).

En lo referente a la clasificación de los hongos (VA) Morton & Benny, (1990) estudiaron la problemática que existía y reclasificaron a los hongos micorrícicos (VA) de la siguiente manera:

**Tabla 1.1** Clasificación de los hongos micorrícicos vesículo arbusculares

Reino	Mycota
División	Eumicota
Subdivisión	Zygomycotina
Clase	Zygomycetes
Orden	Glomales
Suborden	Glominae
Familia	Glomaceae
Género	<i>Glomus</i> **
	<i>Sclerocystis</i> **
Familia	Acaulosporaceae
Género	<i>Acaulospora</i> *
	<i>Entrophospora</i> *
Suborden	Gigasporinae
Familia	Gigasporaceae
Género	<i>Gigaspora</i> *
	<i>Scutellospora</i> *

\*Las esporas de *Acaulospora*, *Entrophospora*, *Gigaspora* y *Scutellospora* han sido denominadas azigosporas (i.e. zigosporas partenogénicas), por ser parecidas a las de *Endogone spp.*, pero no son de origen sexual.

\*\*Las esporas de *Glomus* y *Sclerocystis*, son llamadas clamidosporas (i.e. células especializadas) de origen asexual y con pared gruesa de resistencia, (Trappe, 1982).

En una recopilación de literatura disponible sobre arbustos de zonas áridas y semiáridas de diferentes partes del mundo reveló que la mayoría de las especies de plantas están asociadas con hongos micorrícicos (VA) (Lindsey, 1984). Así, entre un 81-89% de las especies de 30 familias formaban micorrizas (VA) y los hongos asociados con esas plantas son especies pertenecientes a los géneros *Acaulospora*, *Gigaspora* y *Glomus*. No obstante que más de una especie ha sido observada en el mismo hospedante, varias especies parecen estar restringidas a un solo hospedante y que algunas nuevas evidencias del autor y colaboradores indican que la combinación específica planta-hongo es de especial relevancia para obtener un aumento en el desarrollo de algunos arbustos (Lindsey, 1984).

El número de esporas de hongos (VA) libres en el suelo puede variar considerablemente siendo generalmente de 0 a 10,000 por cada 100 gr. de suelo pero usualmente oscila entre rangos de 1 a 2000, dependiendo del tipo de vegetación y del medio ambiente local. El porcentaje de raíces micorrizadas alcanza rangos de 0 a 83%, siendo la media entre 20 a 50%.

En zonas semiáridas del sudeste de Australia han sido encontradas esporas de hongos micorrícicos (VA) cuyas especies pertenecen a los géneros *Entrophospora*, *Sclerocystis* y *Scutelospora* además de los ya mencionados (Lindsey, 1984).

Un método llamado NMP (i.e el número más probable) usado para estimar poblaciones de hongos micorrícicos (VA) en el suelo, reveló bajas densidades de porpágulos en las zonas semiáridas del sudeste de Australia. Las únicas esporas que germinaron dentro de un período de 7 días, fueron aquellas muestreadas de 0 a 10 cm. de profundidad. La proporción de esporas germinadas de *Scutelospora calospora* fue más grande que la

densidad de propagulos, lo que sugirió que el método NMP subestimó el número de propágulos. Las esporas resultaron poco importantes para iniciar la micorrización en el sitio, por lo que desde entonces se han utilizado plantas “trampa” (i.e. inoculadas ) para micorrizar en un período de 6 días. Las esporas muestreadas a los 30 cm. de profundidad no pudieron soportar los cambios de tiempo de lluvias y sequías. Los resultados sugieren que las diversas especies de hongos micorrícicos VA poseen diferentes estrategias para sobrevivir en lugares en donde las lluvias y la sequía son muy marcadas (Mc. Gee, 1989).

En el sudeste de Cape, Sudáfrica, fueron estudiados los niveles de colonización de hongos micorrícicos VA en raíces para evaluar la actividad micorrícica en ecosistemas naturales. El grado de colonización resultó con diferencias muy marcadas en relación con los niveles de fósforo presentes en el suelo, (Mc. Gee, 1989).

Los niveles más bajos de colonización fueron relacionados con suelos que presentaron un alto nivel de fósforo, la colonización fue intermedia con bajos niveles de fósforo y muy alta, con suelos donde la cantidad de fósforo era tan baja que las plantas no podrían tomarlo por si mismas.

Asimismo se observó que otros factores tales como áreas quemadas y plantas anuales mostraron niveles bajos de colonización. Familias como las Scrophulariaceae y algunas especies de Fabaceae mostraron bajos niveles de colonización (Allsopp & Stock, 1994).

Se ha demostrado que bajo condiciones de invernadero las micorrizas (VA) aumentan la absorción de fósforo y otros nutrientes de las plantas e interactúan favorablemente en la fijación de nitrógeno por parte de *Rhizobium*, como control biológico y le proporcionan a la planta resistencia contra la sequía (Powell and Bagyaraj, 1984).

En plantas tropicales bajo condiciones de vivero se ha mostrado beneficio en su crecimiento, al estar inoculadas por estos hongos, especialmente cuando se presentan suelos

---

pobres en fósforo. También se ha encontrado que hacen más eficiente el uso de fertilizantes fosforados solubles ó poco solubles, Mikhail, (1976).

En lo que respecta al estado de Nuevo León no existen todavía reportes de estudios acerca de los hongos micorrícicos vesiculo-arbusculares que seguramente se asocian a los diferentes tipos de vegetación. La superficie forestal del estado de Nuevo León es de 5,410,850 hectáreas y en ella se incluyen los diferentes tipos de vegetación propuestos con diferentes criterios por varios autores incluyendo entre otros a los matorrales *sensu lato*, mezquiales, chaparrales de encino, bosques templados de encinos y coníferas así como a la vegetación riparia (Carrillo, 1991; Alanis, 1996).

Actualmente es evidente que la vegetación del estado está recibiendo fuertes impactos que la afectan considerablemente y estos son el resultado de la presión demográfica sobre este recurso natural. El resultado de dicho impacto es la desmedida fragmentación de la vegetación con cambios de uso de suelo por medio de los desmontes que se realizan a fin de aumentar el área destinada a las actividades agrícolas, ganaderas y de fruticultura (PRODERLEON, 1988).

El matorral *sensu lato* no se ha escapado a este tipo de presiones intensas y desmedidas lo cual lo ha transformado considerablemente y estas actividades repercuten interrumpiendo numerosos procesos biológicos y ecológicos. Los desmontes alteran el hábitat disminuyendo su riqueza biológica, cambian los ciclos de captura de agua en el suelo y en las plantas y desligando de esta forma los enlaces biológicos funcionales. Como resultado de lo anterior se presenta una degradación del medio ambiente donde los cambios de uso de suelo no pueden sostener por mucho tiempo las nuevas actividades de producción intensiva a las que fueron destinadas debido principalmente a las características climáticas, edáficas y topográficas propias de estas latitudes.

---

La pérdida de la riqueza biológica en los matorrales implica cambios drásticos y en la mayoría de los casos ya no se presentan las condiciones necesarias para el restablecimiento de las especies y/o del hábitat. Así, el mal manejo y aprovechamiento desmedido de los matorrales propicia su desaparición y con él desaparecen también los múltiples productos alimenticios vegetales y animales propios de este tipo de vegetación. La fragmentación desmedida es sinónimo de discontinuidad y frecuentemente impide la retroalimentación biológica de los mismos aislando a las especies y eventualmente disminuyendo su distribución. Este proceso no es intrínseco de los matorrales ya que ocurre de igual forma en diferentes tipos de vegetación del estado y del país.

La diversidad biológica o biodiversidad es un término de uso reciente que involucra la riqueza y abundancia de especies así como su variabilidad genética y distribución geográfica. La diversidad biológica existente en los diferentes tipos de vegetación del estado es poco conocida aún en los niveles básicos de clasificación taxonómica. Asimismo, muchos de los organismos microscópicos quizá por sus pequeñas dimensiones son olvidados al hablar de biodiversidad. Tal es el caso de muchos hongos microscópicos entre los que se encuentran los micorrícicos vesículo-arbusculares (VA) que forman simbiosis mutualísticas con las raíces de la mayoría de las especies de plantas de los matorrales. Los hongos micorrícicos (VA) constituyen el enlace biológico entre el suelo y la planta a través del cual fluyen los elementos minerales nutriendo a cada planta del matorral contribuyendo de forma activa y constante al reciclaje de nutrientes de este tipo de vegetación. La magnitud de estos acontecimientos es grandemente desconocida y muy poco estudiada. Esto contrasta enormemente con la gran distribución que tienen los matorrales en el noreste de México en los estados de Nuevo León, Coahuila y Tamaulipas donde cubren aproximadamente 18



---

millones de hectáreas en la provincia de la Planicie Costera del Golfo de México y el extremo sur de Texas (Heiseke & Foroughbakhch, 1985; Reid *et al.*, 1987).

**Justificación:**

Considerando la relevancia de lo anteriormente descrito en el presente estudio se pretende dar a conocer por vez primera a los géneros de hongos micorrícicos (VA) que se asocian al matorral *sensu lato* del municipio de Linares, N.L, así como la dinámica de crecimiento de las poblaciones de los mismos en relación a las condiciones de suelo y clima que prevalecen en las áreas de estudio. Se espera que este trabajo pueda servir de apoyo a los futuros planes de recuperación de estas áreas y de sus plantas.

**Objetivos:**

- a) Identificar los géneros de hongos micorrícicos vesículo arbusculares (VA) presentes en fragmentos de matorral *sensu lato*.
- b) Determinar las especies de plantas de los sitios de muestreo de las localidades estudiadas.
- c) Determinar si existe relación entre los niveles de fósforo del suelo y las poblaciones de hongos micorrícicos (VA).
- d) Determinar la temperatura, precipitación y evaporación anual en los sitios de muestreo y comparar estos datos con la dinámica de crecimiento de las poblaciones de hongos (VA).

---

**Hipótesis:**

Existen hongos micorrícicos (VA) asociados a los matorrales *sensu lato* del municipios de Linares y Hualahuises N.L.

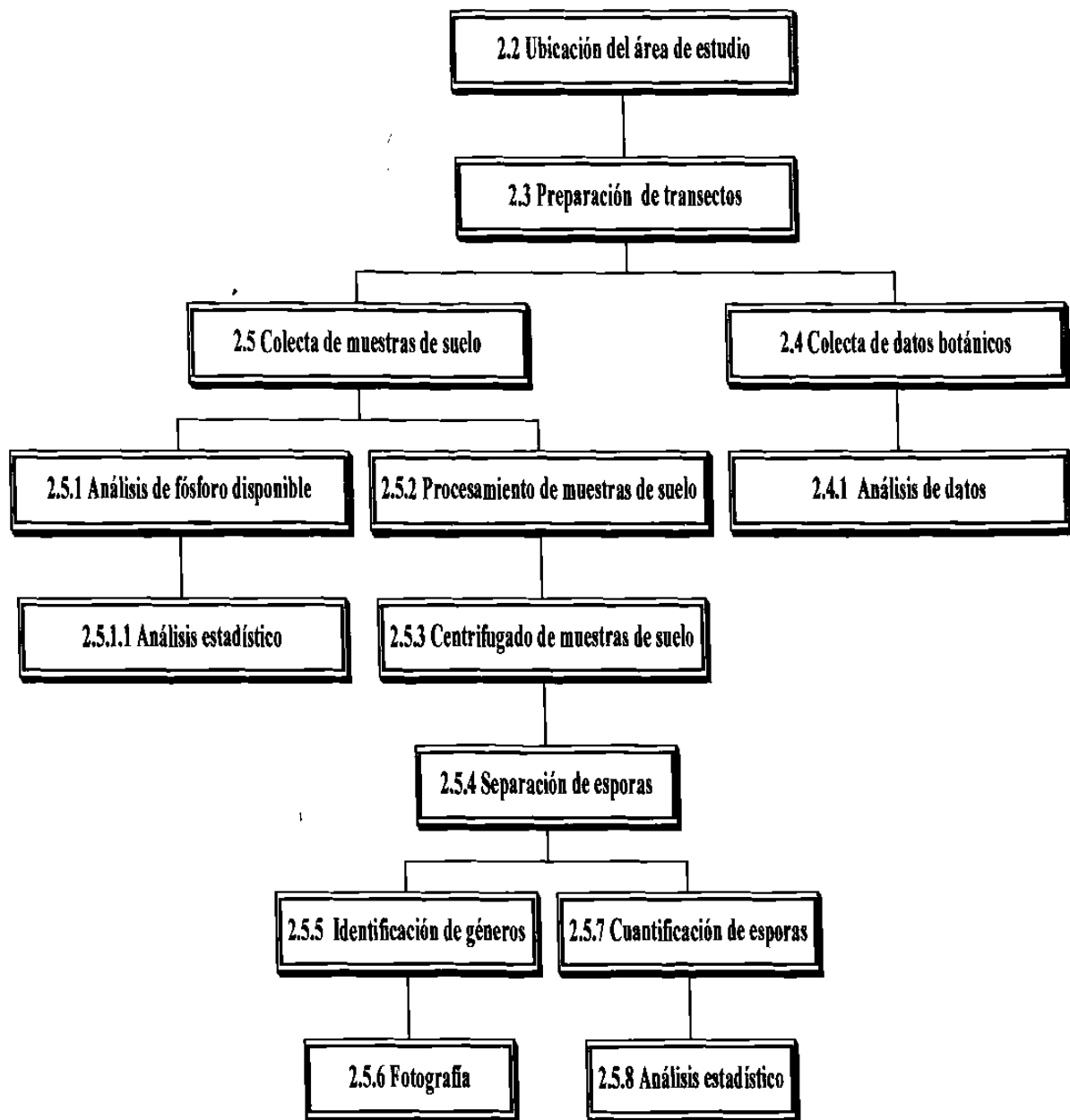
El grado de disturbio de la vegetación de los fragmentos de matorral tiene un efecto directo en las poblaciones de hongos micorrícicos (VA).

Los hongos micorrícicos (VA) pueden ser indicadores de disturbio en los fragmentos de matorral estudiados.

CAPÍTULO 2

MATERIALES Y MÉTODOS:

2.1. Organigrama de actividades.



## 2.2 Ubicación del área de estudio

Se eligieron tres localidades de muestreo con el geoposicionador y se estimó la superficie de éstas mediante fotografías aéreas a escala 1:20,000 tomadas en junio de 1994.

**Tabla 2.1** Ubicación del área de estudio

LOCALIDAD	COORDENADAS UTM	SUPERFICIE (hectáreas)
Ejido Emiliano Zapata	438027 E y 2757993 N	1087.90.
Ejido El Cinco	451197 E y 2749912 N	126.67.
Ejido El Barral	429371 E y 2753610 N	27.10.

Los ejidos El Cinco y E. Zapata pertenecen al municipio de Linares, N. L. El ejido El Barral pertenece al municipio de Hualahuises, N.L.

## 2.3 Preparación de transectos

Se realizaron 12 transectos con una longitud de 300 m. cada uno y estos se orientaron aleatoriamente dentro de las tres áreas de estudio mencionadas a lo largo de un año y en forma estacional.

## 2.4 Colecta de datos botánicos

Se recolectaron muestras botánicas de los sitios donde se ubicaron hoyos en los transectos. Para su determinación se solicitó la ayuda del personal encargado del Herbario de la Facultad y

---

se revisaron especímenes de herbario para su corroboración comparativa de lo cual se obtuvo una lista de 30 especies distribuidas en las tres localidades. (ver tabla 1, del apéndice E).

### 2.4.1 Análisis de datos

Los datos obtenidos en los 12 transectos fueron recopilados en tablas para formar gráficas de frecuencia y abundancia de las especies en cada localidad.

## 2.5 Colecta de muestras de suelo

Se hicieron hoyos para tomar muestras de 1 Kg. de suelo a 10, 20 y 30 cm. de profundidad a cada 50 m. de distancia a lo largo de cada transecto, (siete hoyos a lo largo de cada uno de estos). Se tomaron 252 muestras de suelo en total, las cuales se etiquetaron considerando la localidad, fecha, número de hoyo y profundidad.(ver figura 2.1).

### 2.5.1 Análisis de fósforo disponible

Las muestras de suelo fueron llevadas al laboratorio para ser desecadas y homogenizadas. De estas muestras se formaron 36 submuestras de 50 gr. y se colocaron en sus estratos correspondientes, (10, 20 y 30 cm. de profundidad).

Dichas submuestras fueron procesadas en el laboratorio de suelos de la Facultad de Ciencias Forestales UANL, mediante la técnica citada por Menon *et al.*, (1989) para determinar fósforo disponible en los sitios de muestreo.

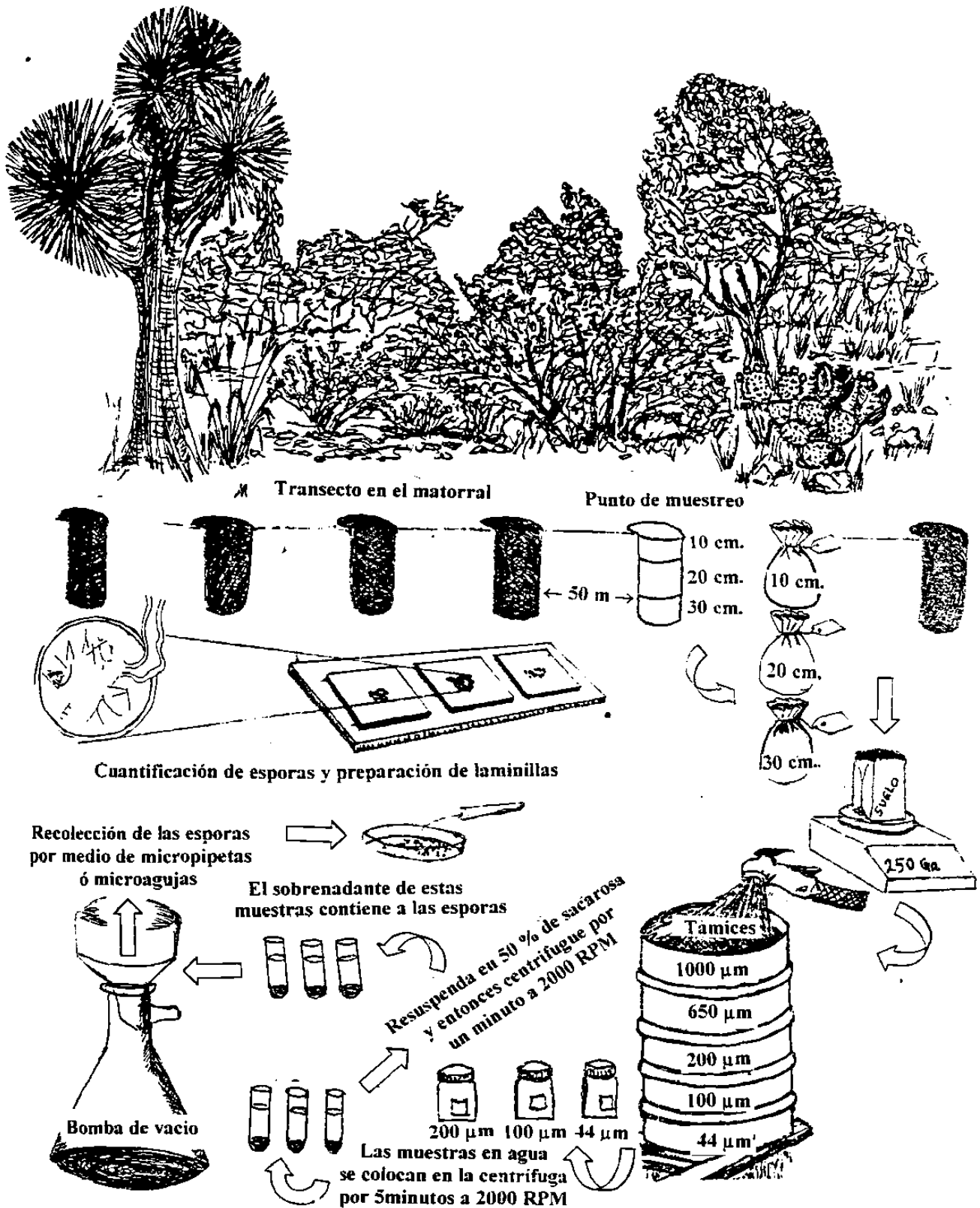


Figura 2.1 Procedimiento para la obtención de esporas a partir de las muestras de suelo del matorral.

### 2.5.1.1 Análisis estadístico

Con los resultados de fósforo disponible obtenidos de las muestras procesadas, se formó una tabla con los valores expresados en partes por millon de acuerdo a una clasificación agronómica propuesta por Olsen (1984)(ver tabla 2 B de apéndice) y se promediaron los valores de cada estrato por localidad para formar las gráficas y relacionarlos con los valores obtenidos de los conteos de esporas.

### 2.5.2 Procesamiento de muestras de suelo

La separación de las esporas de los hongos vesículo-arbusculares se realizó en el laboratorio de Protección Forestal de la Facultad de Ciencias Forestales, UANL. De cada muestra de suelo se pesaron 250 gr. y fueron prehumedecidas (por 30 minutos) y tamizados con diferentes grados de maya (1000, 630, 200, 100 y 44  $\mu$  m.) bajo agua a presión de acuerdo con la técnica citada por Daniels & Skipper (1982), y Tommerup,(1992). Los esporocarpos y esporas quedaron contenidas en los tamices de 200, 100 y 44  $\mu$ m.(ver fig.2.1)

Las 3 muestras con las esporas fueron colocadas en frascos con 100 ml. de agua, etiquetadas y almacenadas en el refrigerador a 5°C, hasta su posterior cuantificación, (se obtuvieron 1260 frascos con esporas en total).

### 2.5.3 Centrifugado de las muestras de suelo

Cada muestra de esporas obtenida del tamizado se homogenizó agitandola y se le extrajeron 10 ml. para su conteo por el método de placa para estudios de población (Smith & Skipper, 1979). Dicha cantidad de muestra, fue resuspendida en 50% de sacarosa (w/v) centrifugada a 2000 RPM por cinco minutos siguiendo la técnica propuesta por Daniels & Skipper, (1982) y Tommerup (1992).

### 2.5.4 Separación de esporas

Previo a la cuantificación e identificación, se colocaron muestras de esporas en un vidrio de reloj con ayuda de micropipetas, estas fueron observadas al microscopio estereoscópico y se formaron grupos de esporas en base a su arreglo, forma, desarrollo, tamaño, número y grosor de las paredes, color textura ú ornamentación, así como las características de la hifa suspensora de acuerdo a los métodos de observación propuestas por Trappe & Schenck, (1984). Morton & Benny (1990), Bundrett *et al.*, (1996). De las esporas de los hongos (VA) obtenidas se hicieron descripciones y dibujos a escala, así como preparaciones permanentes en laminillas y se tomaron diapositivas de dicho material (Ammirati,1979).

### 2.5.5 Identificación de géneros

Para la identificación de géneros y algunas de sus probables especies se consultaron las obras de Schenk & Pérez (1990); Powell & Bajyaraj, (1984); Morton,(1988); Ames & Schneider, (1979); Trappe,(1982) y Walker & Trappe, (1981).



---

### 2.5.6 Fotografía

Se realizó una selección del material que fue montado, y etiquetado en laminillas, para ser fotografiado en el microscopio compuesto con los objetivos de 40 y 100 X.

### 2.5.7 Cuantificación de esporas

Para la cuantificación se tomaron 10 ml. de las muestras con las esporas y fueron hechos por la técnica de placa para estudios de población, (Smith & Skipper 1974, y Daniels & Skipper, 1984).

### 2.5.8 Analisis estadístico

Con todos los valores obtenidos de la cuantificación de esporas se hicieron análisis estadísticos con los paquetes de SAS (System Analisis Statistics) y Harvard Graphics, con los siguientes propósitos:

- a.- Conocer la correlación que existe entre el número de esporas, localidad, sitio, profundidad, época del año y tamaño de las esporas.
- b.- Conocer la relación que existe entre el número de esporas y el fósforo disponible.
- c.- Dada la gran cantidad de muestras obtenidas y lo prolongado de la cuantificación se hizo un submuestreo al azar (ver tabla 2 B en Apéndice).

**CAPÍTULO 3**

**RESULTADOS**

**3.1 Clave para la identificación taxonómica de los géneros de hongos (VA) estudiados**

- 1) Esporas solitarias, o si están en grupos, se encuentran formando racimos ó en pequeños agrupamientos no dispuestos en forma simétrica radial .....3
- 2) Esporas en fructificaciones esféricas a veces con pared esclerosada; esporas al seccionarlas presentando un arreglo simétrico radial y un cetro de hifas muy apretadas.....*Sclerocystis spp.*
- 3) Esporas portando una porción de la hifa suspensora (aunque a veces inconspicua).....7
- 4) Esporas sin una porción de hifa suspensora.....5 ó 6
- 5) Con un pequeño poro o cicatriz con un canal inconspicuo de donde se desprende de la hifa a la cual estaba unida; o si esta unida a una hifa, se encuentra en forma sésil y lateralmente en la base de una hifa terminal dilatada denominada saco esporífero; presentan también paredes múltiples en diversos arreglos, generalmente con ornamentaciones tales como papilas, espinas, puntos ó reticulaciones.( ver estas características al romperse la pared de la espora).....*Acaulospora spp.*
- 6) Con dos cicatrices, una más pequeña que la otra, (la hifa suspensora estaba unida a ese lado). La cicatriz mayor corresponde a la unión con el saco esporífero, el cual es la parte terminal; o si esta unida a una hifa se encuentra justo debajo de una protuberancia (i.e. saco esporífero); las paredes pueden estar como la anterior.....*Entrophospora spp.\**

- 
- 7) Esporas con varias paredes de arreglo simple.....8
  - 8) Con la porción de la hifa suspensora dilatada .....9 ó 10
  - 9) Con pequeñas protuberancias en la pared germinal más interna  
.....*Gigaspora spp.\**
  - 10) Con un escudo en su pared germinal más interna el cual se observa al romper la pared coriácea  
de la espora; suelen tener paredes más numerosas que en la anterior, las cuales pueden  
presentar o no diversas ornamentaciones tales como reticulaciones, papilas, puntos ú  
espinas.....*Scutellospora spp.\**
  - 11) Con la porción de la hifa no dilatada en la unión con la espora.....*Glomus spp.*

\* Estos géneros no fueron encontrados en el presente estudio, pero se incluyen en esta clave dada su relevancia taxonómica.

### 3.2 Descripción de los géneros y probables especies estudiadas

A continuación se describen las características observadas de las esporas de los géneros de hongos (VA) con sus probables especies, los cuales fueron obtenidos y cuantificados en el laboratorio a partir de 324 muestras.

***Acaulospora.***- (Del Griego “sin cauda”) Las azigosporas se forman lateralmente en una hifa suspensora (llamada “cuello del saco”) de un saco esporógeno que es una hifa terminal dilatada, dos veces más grande que la espora y con una pared relativamente delgada. Cuando madura la espora, el saco esporógeno se colapsa, (ya que le transfiere su contenido) quedando como una reminencia amorfa que con el tiempo se desprende de ésta dejando sólo un pequeño poro ó cicatriz con un canal inconspicuo. Las esporas se encuentran solitarias en el suelo o algunas veces junto con las raíces, ó en esporocarpos que pueden alcanzar hasta varios

---

centímetros de longitud; las esporas globosas a subglobosas, elipsoidales, o ampliamente fusiformes, conteniendo gotas de aceite (Gerdemann & Trappe, 1974; S.M. Berch, 1985).

Las esporas están compuestas esencialmente por dos distintos grupos de paredes separables; la externa es continua con la pared de la columna suspensora, puede estar pigmentada, laminada y con diversas ornamentaciones; la interna puede estar compuesta por una ó más capas membranosas, hialinas, puede ser laminada, ornamentada con poros, espinas, papilas o retículos que usualmente se tiñen de color rosado, rojo o púrpura al ser tratadas con el reactivo de Melzer (Powell & Bagyaraj, 1984).

Los puntos de entrada a la raíz muestran patrones de entrada de ramificación de las hifas que son característicos. Intracelularmente forman vesículas de aceite de forma inicialmente cilíndricas pero a veces irregularmente lobadas. Estas vesículas tienen paredes delgadas y no persistentes en la raíz. Algunas especies pueden también producir pequeñas vesículas auxiliares también llamadas células o cuerpos auxiliares en el suelo (Brundrett *et al.*, 1996).

Los resultados sobre la identificación de los géneros de hongos (VA) encontrados nos muestran la presencia de 13 posibles especies de *Acaulospora* las cuales se determinaron siguiendo las claves taxonómicas de Schenk & Pérez (1990); y Morton (1988). Tomando en cuenta que en este estudio solo se pretendía identificar a los géneros y no a las especies, estas últimas se tratan aquí como especies afines. Lo anterior considerando que los nuevos criterios taxonómicos para la identificación de las especies de hongos vesículo arbusculares involucran cultivos en maceta en forma axénica (Morton & Benny, 1990).

*Acaulospora* aff. *denticulata* Sieverding & Toro (1987)

Esporas globosas a subglobosas, 138.45 X 148.20  $\mu\text{m}$ , al principio hialinas amarillentas a café claro al madurar; con numerosos poros en la pared externa que son circulares a exagonales con angulos en forma de "Y", cada poro mide 1.6  $\mu\text{m}$  de diámetro (hay 3.14 celdas promedio por 8  $\mu\text{m}$  cuadradas; presenta mas de dos paredes la externa, punteada, subhialina a amarillo claro verdoso, de 3 - 6  $\mu\text{m}$  de espesor. Los detalles de la paredes son similares a los sitados por Sieverding & Toro (1987). Estas esporas se localizaron en el tamiz de 100  $\mu\text{m}$

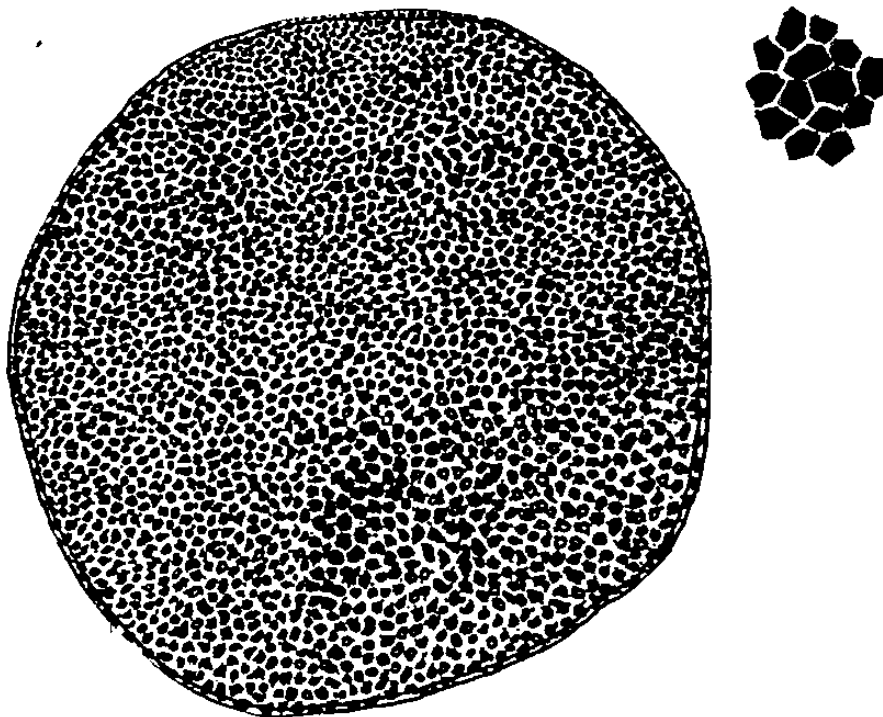
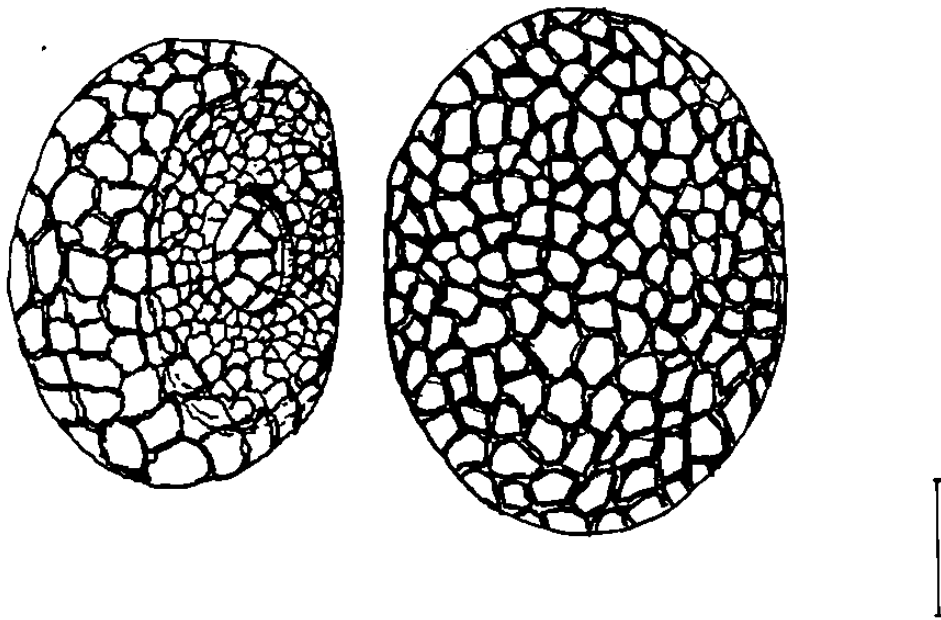


Figura 3.1 Espora de *Acaulospora* aff. *denticulata* escala 2 cm = 29.64  $\mu\text{m}$

***Acaulospora aff. bireticulata* Rothwell & Trappe (1979)**

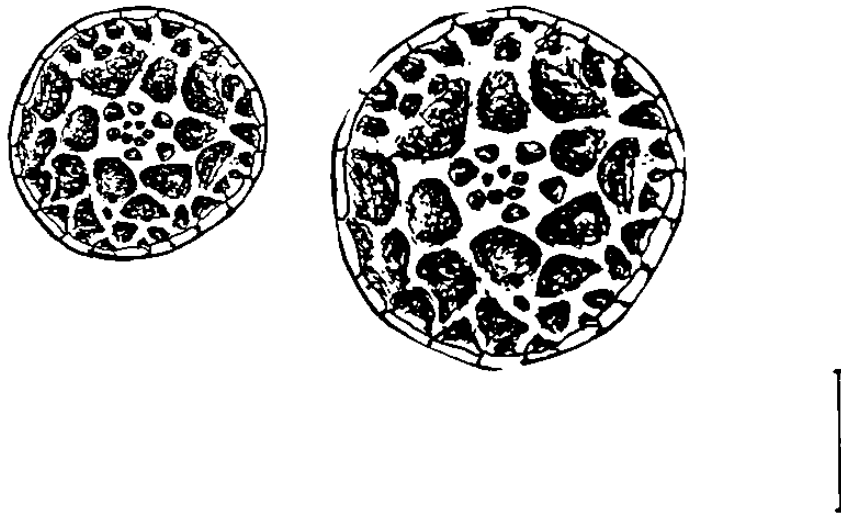
Esporas esféricas, color amarillo ambarino; con la pared externa reticulada pentahexagonales, de 4  $\mu\text{m}$  de espesor; forma esférico-globoso, presenta varias paredes en su interior; tamaño desde 57.6 -(68.25 -73.0)- 85.8  $\mu\text{m}$ . Estas esporas se localizaron en el tamiz de 44  $\mu\text{m}$ .



**Figura 3.2** Espora de *Acaulospora aff. bireticulata* escala 2 cm = 24.169  $\mu\text{m}$

***Acaulospora aff. undulata* Sieverding (1988)**

Esporas esféricas de 55-(63.35)-85  $\mu\text{m}$  de diámetro; formada por dos grupos de paredes; la más externa mide .5  $\mu\text{m}$  color amarillento hialino con tonalidades gris plomiso; la pared interna mide 2.5  $\mu\text{m}$  hialina con depresiones circulares con aspecto de cráteres que confieren un aspecto reticulado a la espora; las depresiones miden 3.7  $\mu\text{m}$  de diámetro en promedio. Estas esporas se localizaron en el tamiz de 44  $\mu\text{m}$ .



**Figura 3.3** Espora de *Acaulospora aff. undulata* escala 2 cm = 34.  $\mu\text{m}$

***Acaulospora aff.spinosa* Walker & Trappe (1981)**

Esporas esféricas hialinas pálido-anaranjadas a amarillento verdoso pálido; 183.30  $\mu\text{m}$  a 312.0  $\mu\text{m}$  de diámetro, pared externa sin ornamentaciones hialino-amarillento; 17.6  $\mu\text{m}$  de espesor; la superficie de la pared interna de color naranja-rojizo de 12.0  $\mu\text{m}$  de espesor, con ornamentaciones a manera de espinas en la superficie externa. Estas esporas se localizaron en el tamiz de 200  $\mu\text{m}$ .

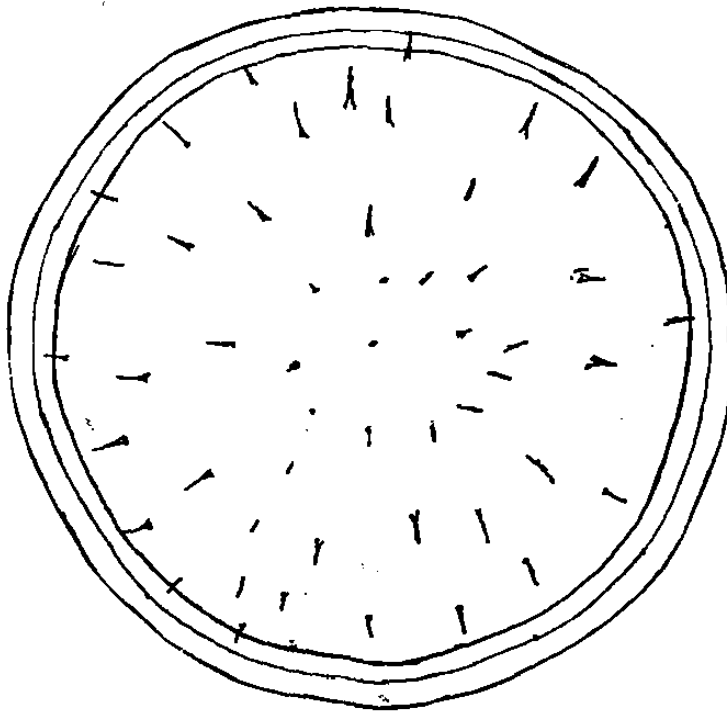
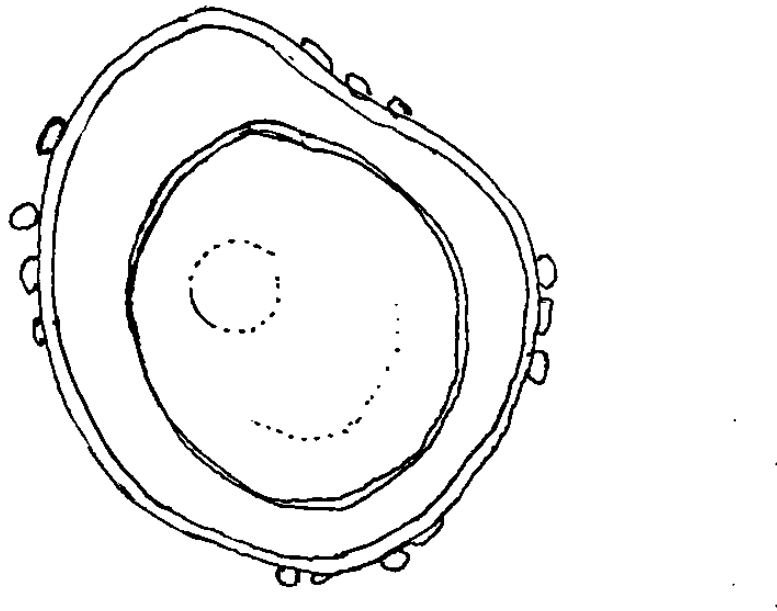


Figura 3.4 Espora de *Acaulospora aff.spinosa* escala 2 cm = 65.  $\mu\text{m}$



***Acaulospora aff. mellea* (Schenck & Spain 1984)**

Esporas globosas a subglobosas a irregulares color miel café-rojizo (72-) 95-105 (-126)  $\mu\text{m}$  de diametro; pared externa lisa sin ornamentaciones de 1.95-3.90  $\mu\text{m}$  de espesor; la pared más interna separada de la externa por 15 a 19  $\mu\text{m}$  y de .5  $\mu\text{m}$  de espesor, fragmentandose en algunas porciones. Estas esporas se localizaron en el tamiz de 100  $\mu\text{m}$ .



**Figura 3.5** Espora de *Acaulospora aff. mellea* escala 2 cm = 23.75  $\mu\text{m}$

*Acaulospora aff. foveata* Janos & Trappe (1982)

Esporas esféricas color amarillo ambarino, 169  $\mu\text{m}$  de diámetro; con depresiones en la superficie de su pared de 4-12  $\mu\text{m}$  de diámetro; se observa una abertura de 64.36  $\mu\text{m}$ . Estas esporas se localizaron en el tamiz de 100  $\mu\text{m}$ .

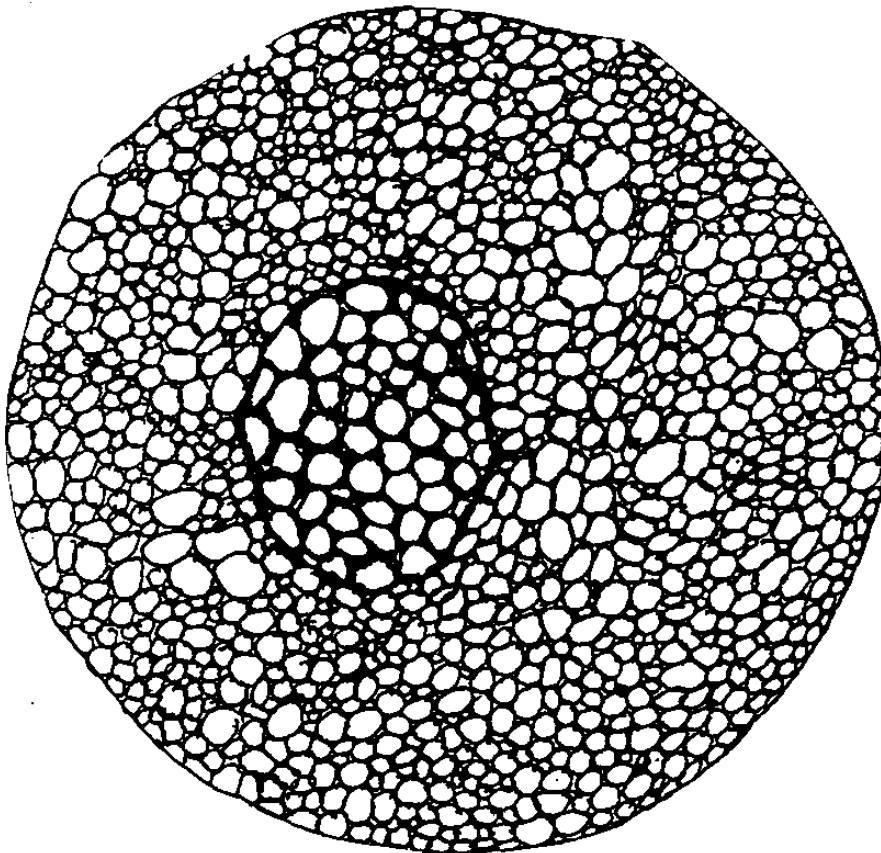
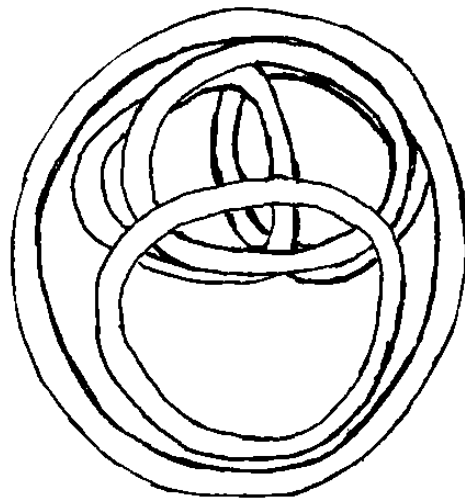


Figura 3.6 Espora de *Acaulospora aff. foveata* escala 2 cm = 28.88  $\mu\text{m}$

*Acaulospora sp* (1)

Espora esférica-globoso hialino amarillento pálido; de 97.5 X 89.7  $\mu\text{m}$  de diámetro; Se observan en su interior claramente 4 paredes separadas de 3.9-5.85  $\mu\text{m}$  de grosor, de color café rojizo, sin ornamentaciones. Estas esporas se localizaron en el tamiz de 100  $\mu\text{m}$ .

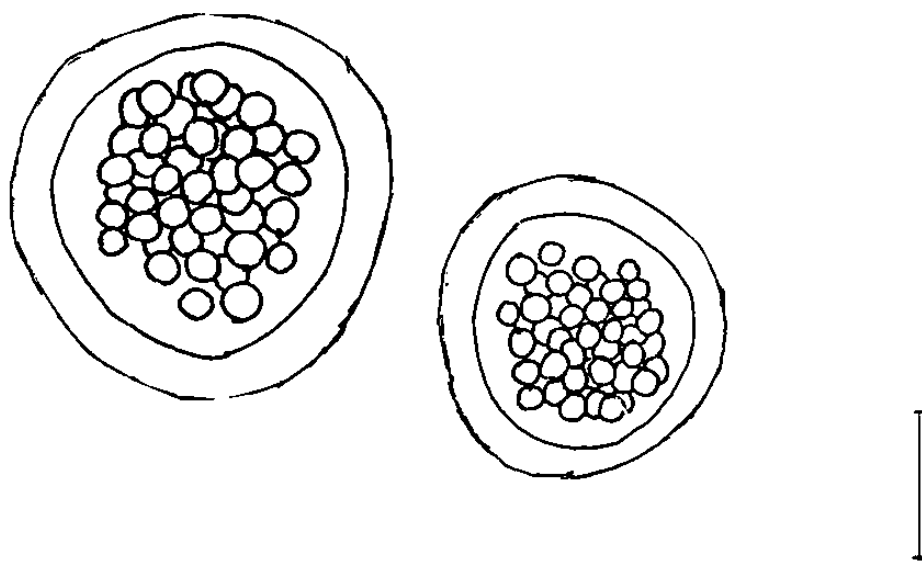


**Figura 3.7** Espora de *Acaulospora sp* (1) escala 2 cm = 28.676  $\mu\text{m}$

*Acaulospora sp (2)*

Esporas esféricas 56.55-68.28  $\mu\text{m}$  de diámetro; pared hialina de 3.8  $\mu\text{m}$  de grosor y varias láminas, sin ornamentación; con el contenido protoplasmático naranja pálido y múltiples vacuolas esféricas de 6.0  $\mu\text{m}$  de diámetro de color naranja - rojizo fuertemente pigmentadas.

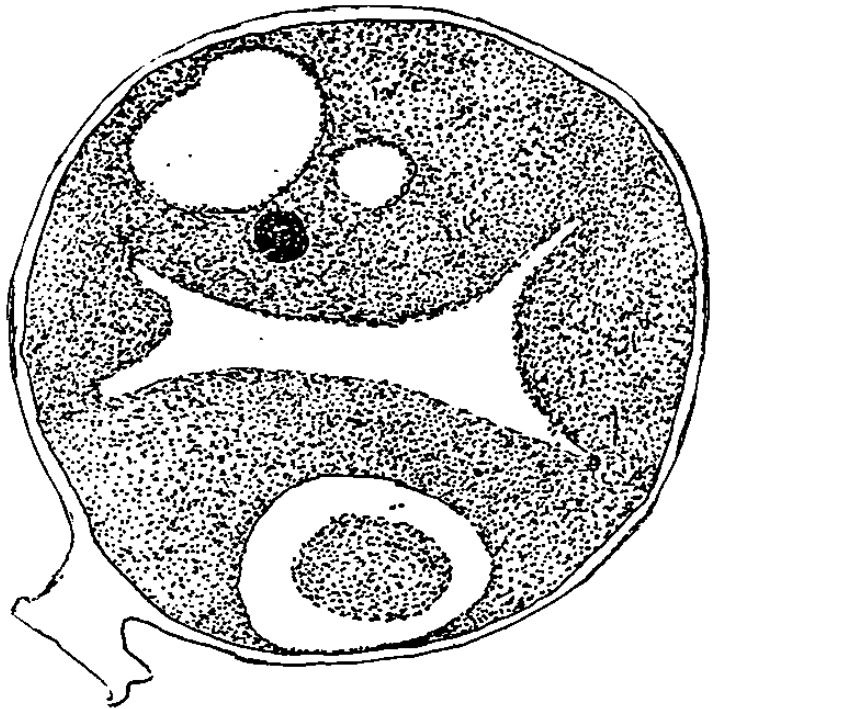
Estas esporas se localizaron en el tamiz de 44  $\mu\text{m}$ .



**Figura 3.8** Espora de *Acaulospora sp (2)* escala 2 cm = 26.261  $\mu\text{m}$

*Acaulospora* sp.(3).

Eporas de 175X200  $\mu\text{m}$  de diámetro; vistas en el microscopio estereoscópico se observan en color ocre; en el microscopio compuesto se observan hialinas amarillento pálido, con una sola pared sin ornamentación; con reminiscencias de la hifa suspensora; pared de 1.95-3.4  $\mu\text{m}$  de grosor en el interior se observa un área hialina en el centro y otro a un lado presenta algunas grandes vacuolas en el interior, y un área periférica del protoplasma más definida. Estas esporas se localizaron en el tamiz de 200  $\mu\text{m}$ .



**Figura 3.9** Espora de *Acaulospora* sp (3) escala 2 cm = 42.105  $\mu\text{m}$

*Acaulospora* sp (4)

Esporas esféricas de 181.35-207  $\mu\text{m}$  de diámetro; hialinas café claro a amarillento; con las paredes internas de color anaranjado rojizo; presentan 4 paredes de 3.9 - 5.85  $\mu\text{m}$  de grosor con laminas continuas; la más externas presentan algunas fracturas o septos; las paredes más internas están separadas por cámaras Entre la pared más externa y la más interna formando cavidades o separaciones; presentan una débil ornamentación a manera de telaraña en la superficie externa de al menos dos de sus paredes internas; pared externa sin ornamentaciones. Estas esporas se localizaron en el tamiz de 200  $\mu\text{m}$ .

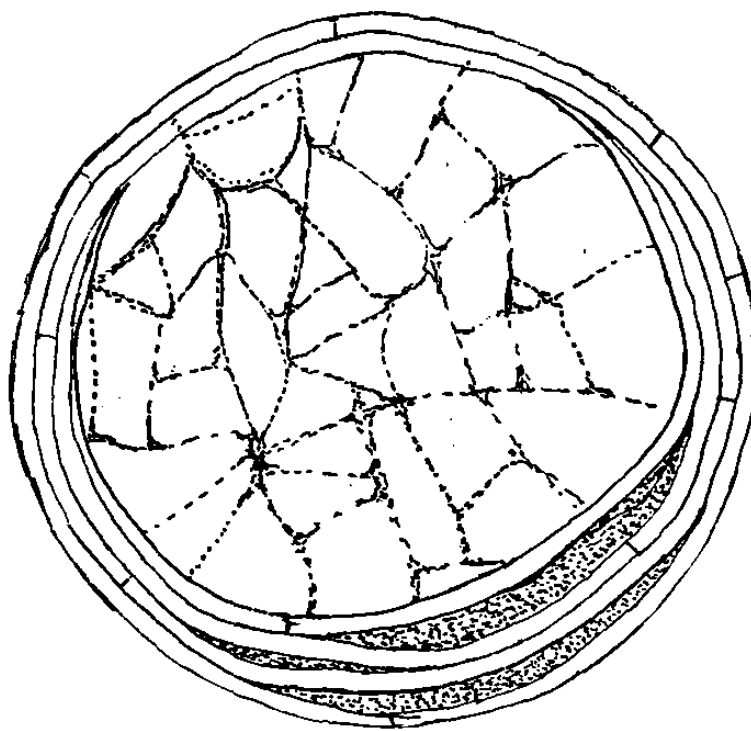


Figura 3.10 Espora de *Acaulospora* sp (4) escala 2 cm = 41.4  $\mu\text{m}$

*Acaulospora sp (5)*

Esporas esféricas, 183.3  $\mu\text{m}$  de diámetro, pared externa 7.8  $\mu\text{m}$  hialina sin ornamentación; con la superficie externa de la pared interna café -rojiza con numerosos alveolos que conforman una red de hexagonos que miden de 9.7 a 15.6  $\mu\text{m}$  de diámetro, los bordes de los alveolos, angulosos con .8  $\mu\text{m}$  de ancho. Estas esporas se localizaron en el tamiz de 100  $\mu\text{m}$ .

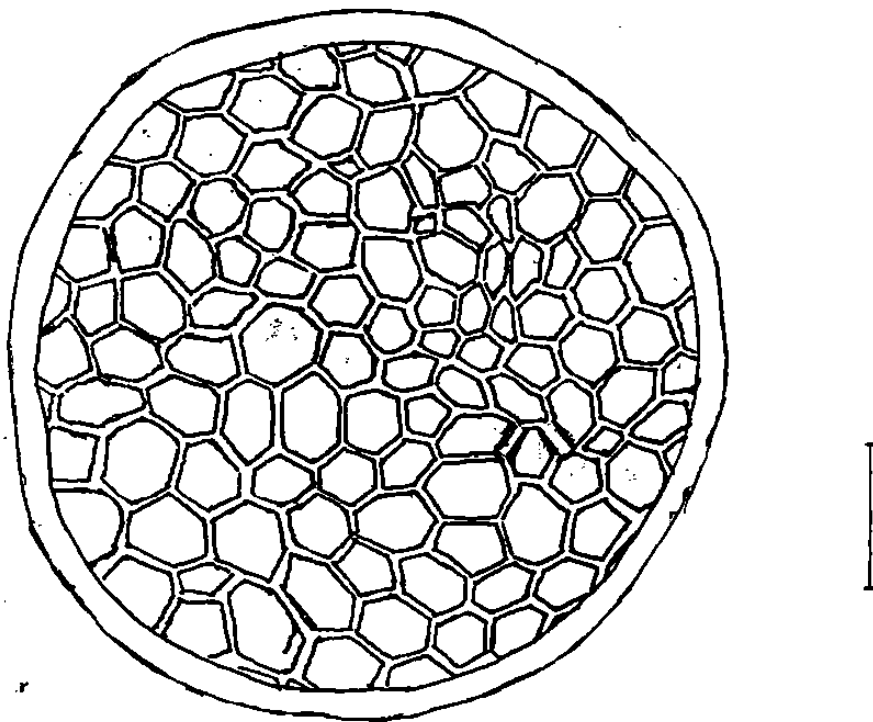


Figura 3.11 Espora de *Acaulospora sp (5)* escala 2 cm = 38.526  $\mu\text{m}$

*Acaulospora* sp (6)

Esporas esféricas, 258  $\mu\text{m}$  de diámetro, poseen tres paredes, la más externa tiene 12.9  $\mu\text{m}$  y son de color amarillo pálido con pequeñas granulaciones; la segunda mide 18.06  $\mu\text{m}$ , color café-anaranjado pálido, sin ornamentación; la tercera pared color rojizo; es bien nítida y delgada de 2.58  $\mu\text{m}$  y está irregularmente alveolada. Estas esporas se localizaron en el tamiz de 100  $\mu\text{m}$ .

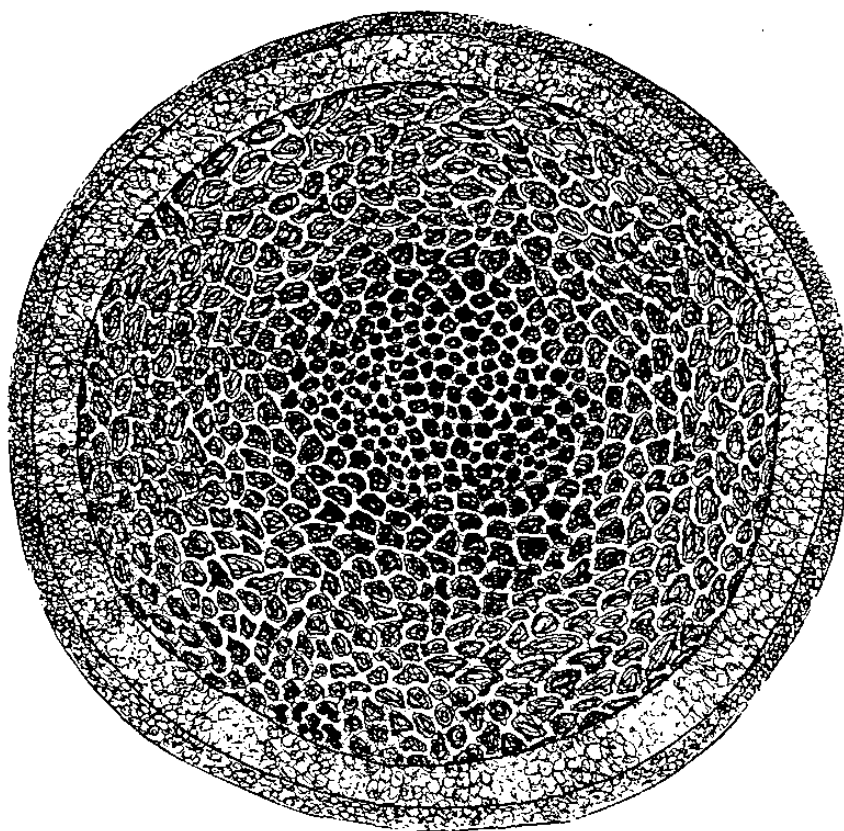


Figura 3.12 Espora de *Acaulospora* sp (6) escala 2 cm = 45.263  $\mu\text{m}$



---

***Entrophospora***.- (Del Griego “espora sésil”) Las azigosporas se forman justo debajo del saco esporógeno. A medida de que estas crecen, se forma una segunda dilatación por debajo de la hifa terminal dilatada. El resultado final es una estructura en forma de cacahuete o pesas, lo cual es la unión de la espora con el saco esporífero. Mientras tanto las paredes de la espora se endurecen fuertemente. Finalmente el saco esporífero se colapsa y desprende, dejando a la espora encerrada por la pared de resistencia. Las esporas se encuentran solitarias en el suelo, (Ames & Sneider, 1979). Las paredes interiores tienen una superficie exterior fuertemente ornamentada y la pared mas interna es delgada y membranosa. En muchas esporas la pared externa presenta restos del saco esporífero, aparentando una pared gruesa y pálida. Solo en una especie de Australia *E. infrequens* Ames & Schneider ha sido descrito que presenta proyecciones como polígonos en la superficie de la pared externa. Las especies descritas son: *E. colombiana* Spain & Schenck; *E. infrequens* (Hall) Ames & Schneider; *E. schenckii* Sieverding & Toro.(Schenck & Pérez, 1990).

En el presente estudio no se encontró ni el género ni especies del mismo pero se decidió incluir las características propias del mismo considerando que es probable que se encuentre en otras áreas de matorrales y esta información puede ser útil para posteriores estudios.

*Glomus*.-(Del Latín “bola de hilo”) Las clamidosporas se forman por la expansión de una hifa terminal, usualmente una sola en cada extremo, pero en *G. fuegianum* varias esporas emergen de una hifa terminal dilatada. Cuando maduran las esporas se separan de la hifa por medio de un septo, o por oclusión de depósitos de material de la pared. Una porción de la hifa suspensora permanece unida a la espora en casi todas las especies. Dos o más hifas pueden estar unidas a la pared de la espora en algunas especies. Se debe tener cuidado de no confundir con *Gigaspora* la cual presenta también una hifa suspensora pero con una protuberancia bulbosa en la base de la espora.

Las capas más externas de las esporas son mucilaginosas y con la edad adquieren un aspecto costroso, las cuales se tiñen de rojo con el reactivo de Melzer. La hifa suspensora produce las mismas capas que se encuentran en la pared de la espora. En algunas especies la hifa suspensora es tan delgada que se dificulta su observación o es difícil de separarla de la superficie de la espora. Para poder discriminarlas de las esporas de Acaulosporaceae que son sésiles, hay que romper las esporas con el cubreobjetos cuando están montadas en el portaobjetos y observar si existe la presencia de láminas flexibles internas que aparecen separadas (i.e. característica presente en Acaulosporaceae, ausente en *Glomus*). Generalmente aparecen solitarias en el suelo, pero pueden estar unidas también a la corteza de la raíz, o en esporocarpos y cubiertas o no por un peridio. Este género presenta el mayor número de especies de todos los géneros de hongos (VA) debido a que varía mucho en la composición de la capas en la pared de la espora. (Walker,. 1983). En el presente estudio se encontraron 8 posibles especies del género *Glomus*.

*Glomus aff. fasciculatum* Walker & Koske (1987)

Esporas en racimos esféricas a globosas de 29.95-37.25  $\mu\text{m}$  de diámetro, amarillento hialinas, con pared de 1.9  $\mu\text{m}$  de espesor lisas; hifas suspensoras rectas a recurvadas de 2.4  $\mu\text{m}$  de diámetro. Estas esporas se localizaron en el tamiz de 100  $\mu\text{m}$ .

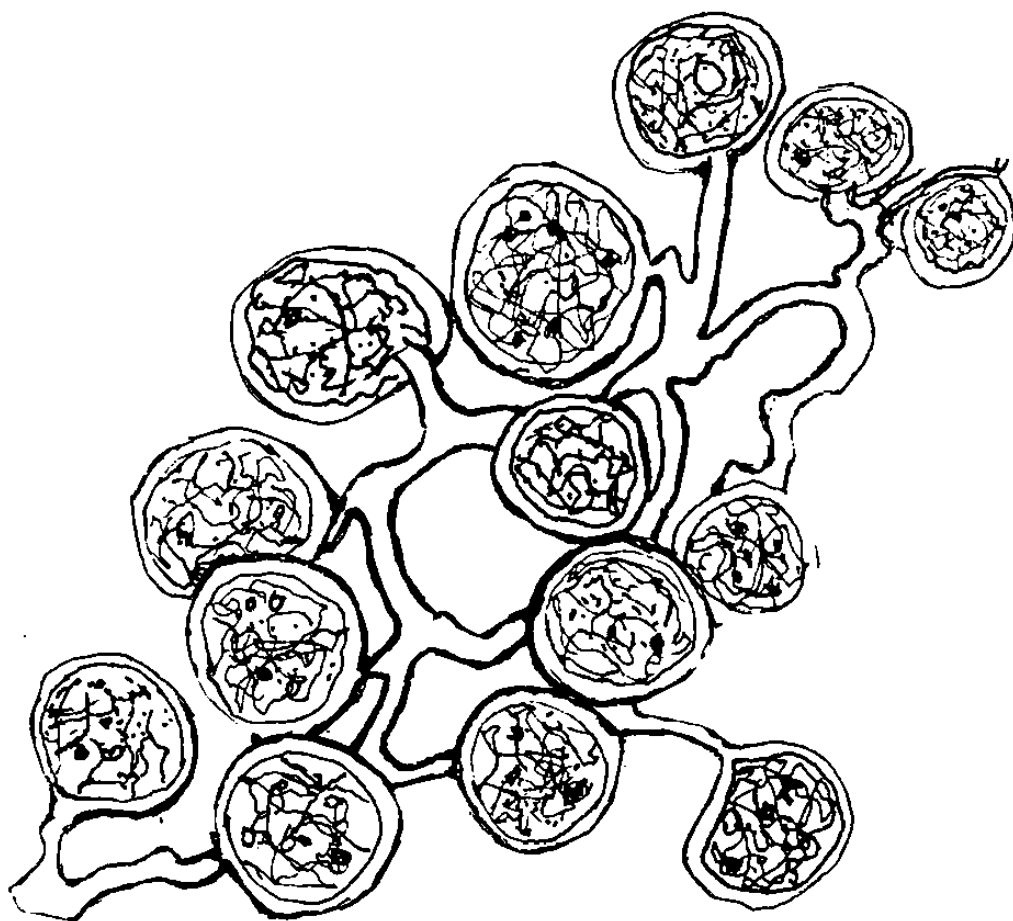


Figura 3.13 Espora de *Glomus aff. fasciculatum* escala 2 cm = 24.83  $\mu\text{m}$

*Glomus aff. nanolumen* Koske & Gemma (1989).

Esporocarpos irregulares, asimétricos con protuberancias de 98.77  $\mu\text{m}$  de diámetro de paredes gruesas color café amarillento a oscuro. Esporas café oscuro globosas y asimétricas 17.6-20  $\mu\text{m}$  de diámetro con paredes de 0.5-1.0  $\mu\text{m}$  de espesor, lisas distribuidas irregularmente en el interior de numerosas cavidades que conforman el esporocarpo. Estas esporas se localizaron en el tamiz de 100  $\mu\text{m}$ .

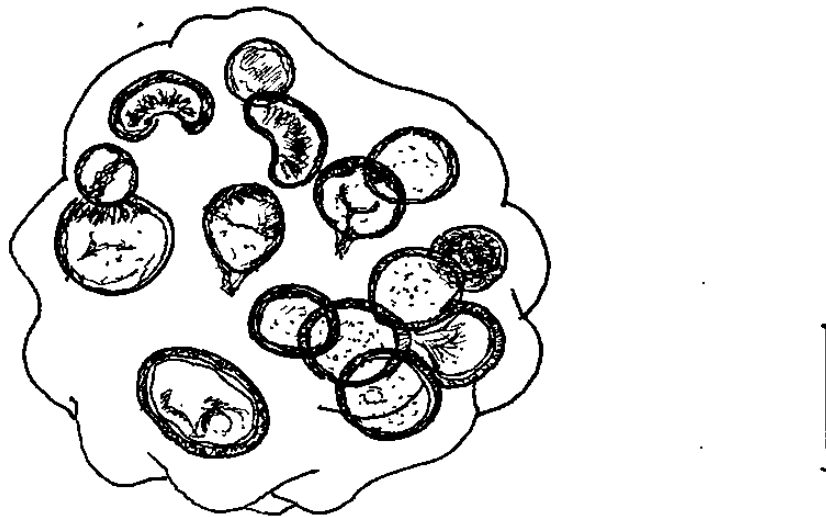


Figura 3.14 Espora de *Glomus aff. nanolumen* escala 2 cm = 28.22  $\mu\text{m}$

*Glomus aff flavisporum* (M.Large & Lund) Trappe & Gerdemann

Esporocarpos esféricos de 302.5-363  $\mu\text{m}$  hasta 665.5  $\mu\text{m}$  de diámetro negros, al separarlo se observan cientos de cámaras de 12.0-20.64  $\mu\text{m}$  de diámetro; paredes de 2.58  $\mu\text{m}$  angulosas; presentan un peridio áspero de 5.16  $\mu\text{m}$ , negro. Las esporas son globosas de 7.74-10.62  $\mu\text{m}$ , café amarillento pálido hialinas de paredes lisas de 1.18  $\mu\text{m}$  de espesor. También se encuentran en su interior, hifas negras de 0.5  $\mu\text{m}$  de espesor. Algunos esclerocios presentan un peridio hialino amarillento naranja, reticulado y de aspecto musilaginoso. Estas esporas se localizaron en el tamiz de 200  $\mu\text{m}$ .

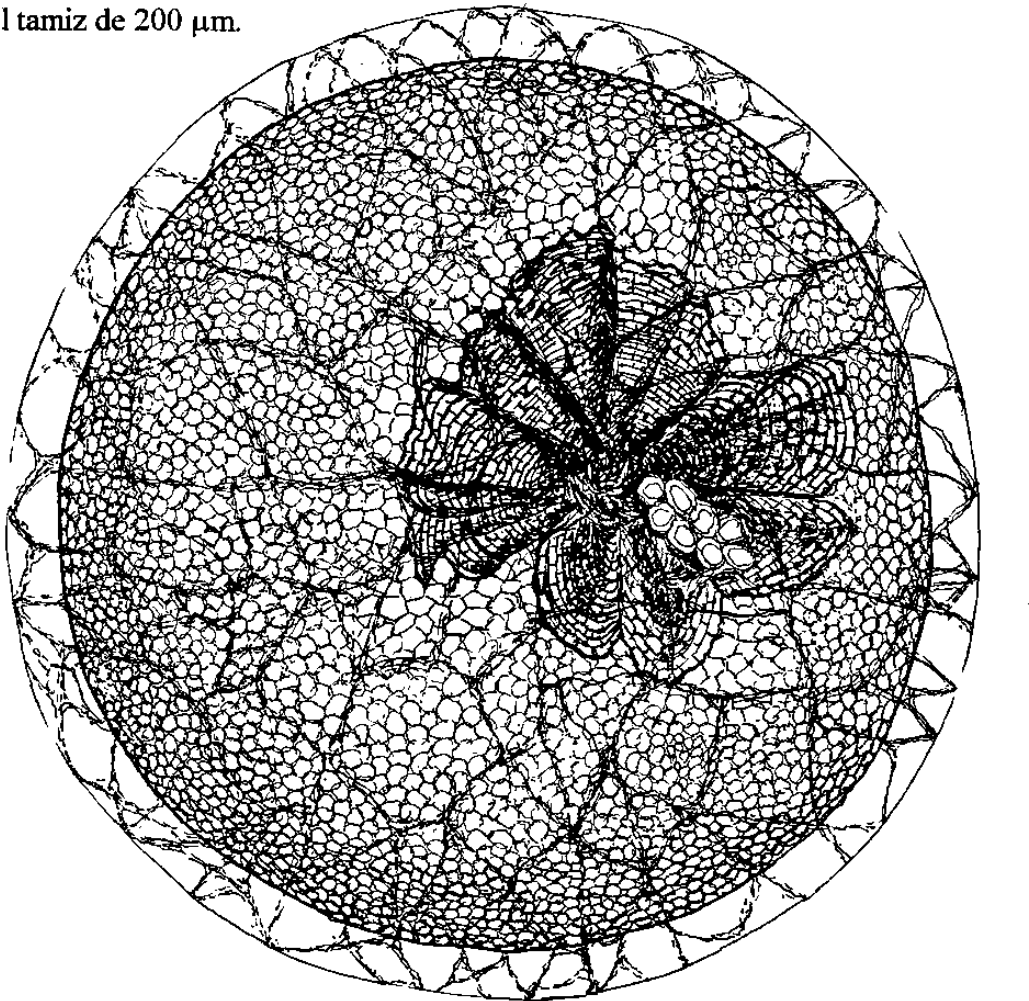


Figura 3.15 Esporocarpo y esporas de *Glomus aff flavisporum* escala 2 cm = 100.83  $\mu\text{m}$

*Glomus sp.* (1)

Esporas globosas, de 64-(66.7-76.4)-91.65  $\mu\text{m}$  de diámetro, color verde claro con paredes amarillo medio, con ornamentaciones reticuladas formandose algunos cráteres. Grosor de la pared de 2.4  $\mu\text{m}$ . La hifa suspensora recurvada de 6.4-8.8  $\mu\text{m}$  de diámetro, presentando una constricción en el punto de unión con la espora. Estas esporas se localizaron en el tamiz de 44  $\mu\text{m}$ .

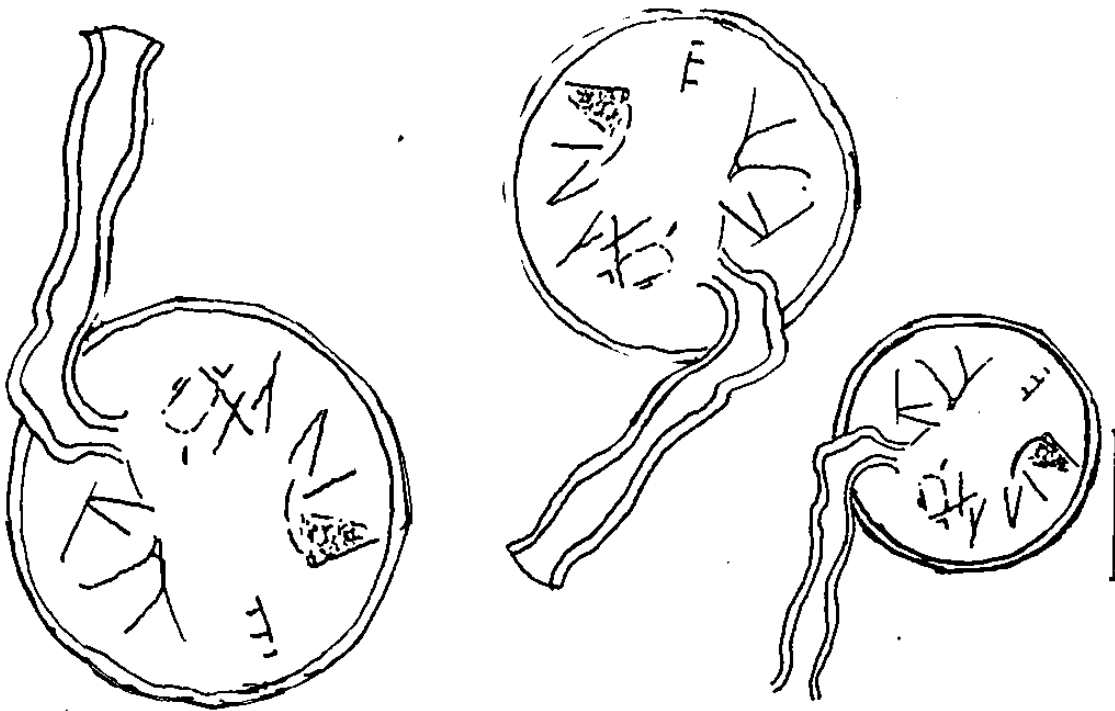
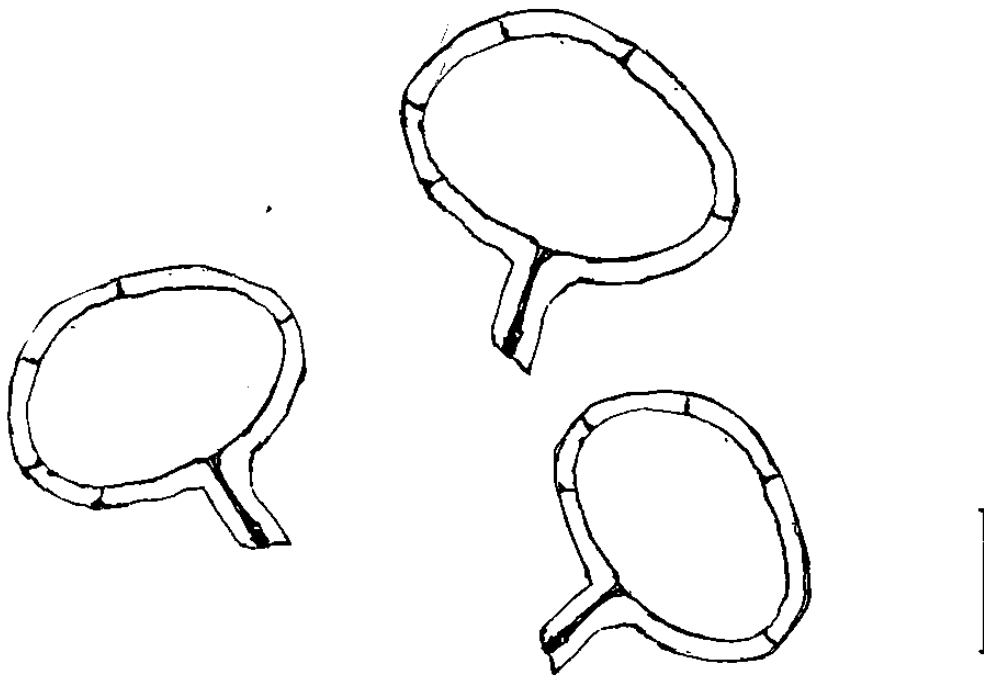


Figura 3.16 Espora de *Glomus sp.* (1) escala 2 cm = 33.327 $\mu\text{m}$

*Glomus sp.* (2)

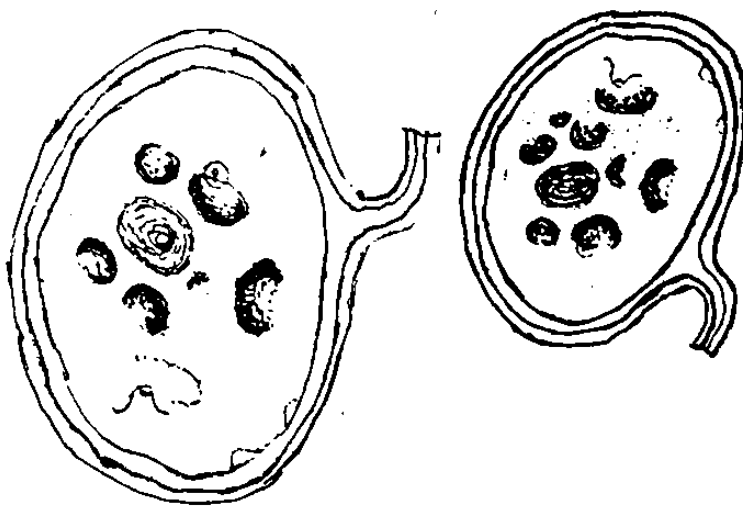
Esporas globosas, de 55.0-57.2  $\mu\text{m}$  de diámetro. hialino amarillentas, con pared laminada, 2.4-4.0  $\mu\text{m}$  amarillo quemado con segmentos que cruzan las laminas de la pared. La hifa suspensora recta de 4.8  $\mu\text{m}$  de diámetro. Estas esporas se localizaron en el tamiz de 44  $\mu\text{m}$ .



**Figura 3.17** Espora de *Glomus sp.* (2) escala 2 cm = 24.340  $\mu\text{m}$

*Glomus sp.* (3)

Esporas globosas a elípticas de 74.0-83.8  $\mu\text{m}$  de diámetro color hialino-amarillento, con 2 paredes de 1.6  $\mu\text{m}$  de grosor cada una. Hifa suspensora recurvada, de 5.8-7.8  $\mu\text{m}$  de diámetro. Estas esporas se localizaron en el tamiz de 44  $\mu\text{m}$ .



**Figura 3.18** Espora de *Glomus sp.* (3) escala 2 cm = 26.187  $\mu\text{m}$



*Glomus sp.* (4)

Esporas globosas, 117.0  $\mu\text{m}$  de diámetro, hialinas amarillentas, con pared externa de 1.6 $\mu\text{m}$  de espesor, lisa con una pared interna separada del mismo grosor. Con la hifa suspensora recta, de 24.0  $\mu\text{m}$  de diámetro; el punto de unión con la espora tiene forma de embudo. Estas esporas se localizaron en el tamiz de 100  $\mu\text{m}$ .

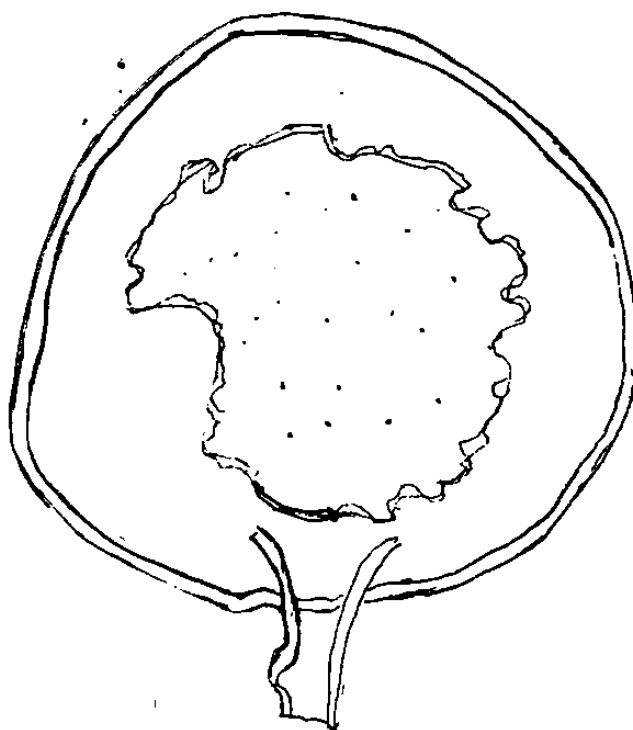


Figura 3.19 Espora de *Glomus sp.* (4) escala 2 cm = 26.896  $\mu\text{m}$

*Glomus sp.* (5)

Esporas globosas de 79.95-93.60  $\mu\text{m}$  de diámetro, café-verdoso, pero con las pared café-rojizo de 1.6  $\mu\text{m}$  de espesor, lisa; en el interior se observan algunas vacuolas inmersas en una masa reticulada; hifa suspensora recta, con 9.7  $\mu\text{m}$  de diámetro. Estas esporas se localizaron en el tamiz de 44  $\mu\text{m}$ .

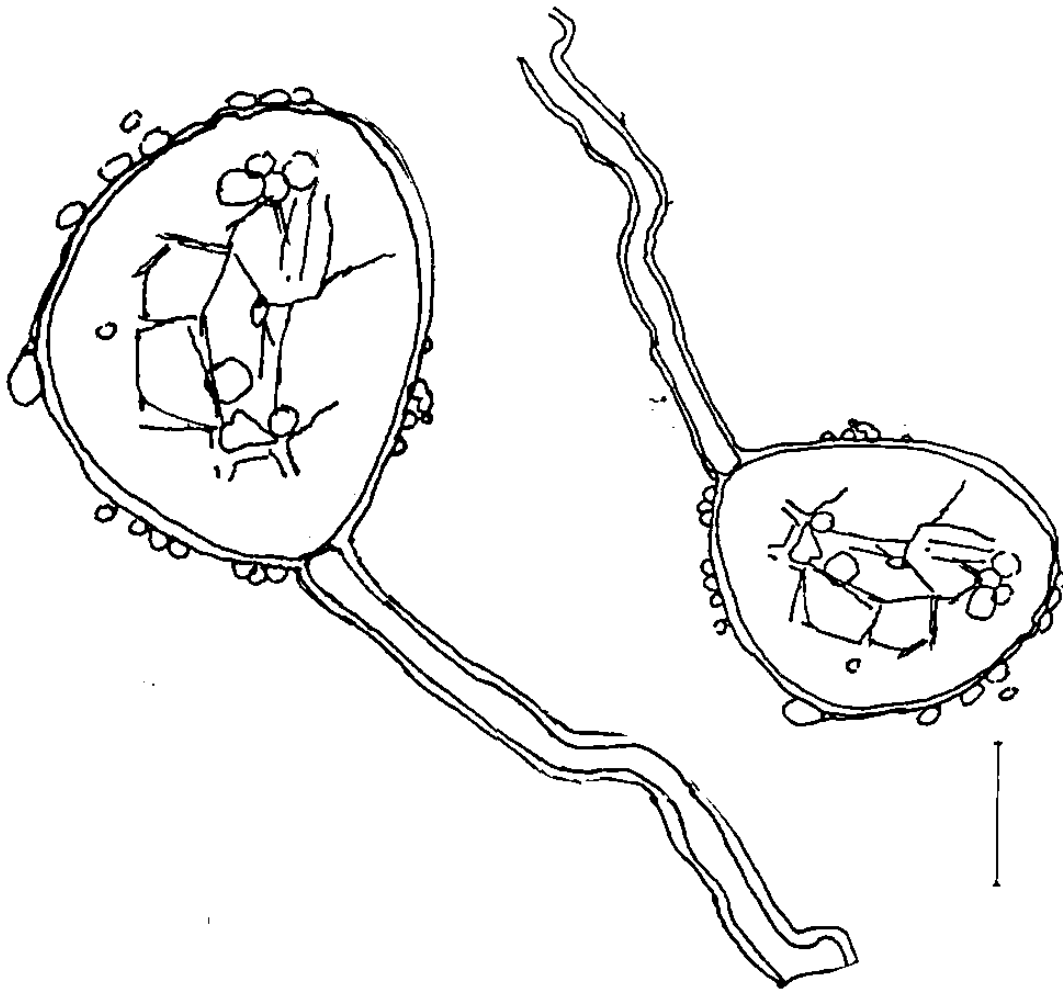


Figura 3.20 Espora de *Glomus sp.* (5) escala 2 cm = 29.25  $\mu\text{m}$

---

*Sclerocystis*.- (Del Griego “vesícula dura”) Las clamidosporas de los esporocarpos (i.e, fructificaciones de paredes gruesas y endurecidas) se encuentran apilándose en capas de esporas erectas que se desarrollan a partir de una masa central de hifas flexuosas a densamente apretadas que se originan de una hifa columnar basal. Los esporocarpos pueden encontrarse solitarios en el suelo o reunidos en costras de material orgánico, o en musgo en la superficie del suelo, este último caso ocurre solo en los trópicos húmedos o en condiciones húmedas de invernadero, (Trappe, & Schenck, 1984).

*Sclerocystis* sp. (1)

Esporocarpos esféricos de 489-605  $\mu\text{m}$ , café claro a ocre; peridio de 12.9  $\mu\text{m}$ , de grosor; esporas piriformes globosas y alargadas de 116.1X77.4  $\mu\text{m}$ , amarillo rojizas; paredes lisas de 2.48-5.16  $\mu\text{m}$  de grosor. Estas esporas se localizaron en el tamiz de 200  $\mu\text{m}$ .

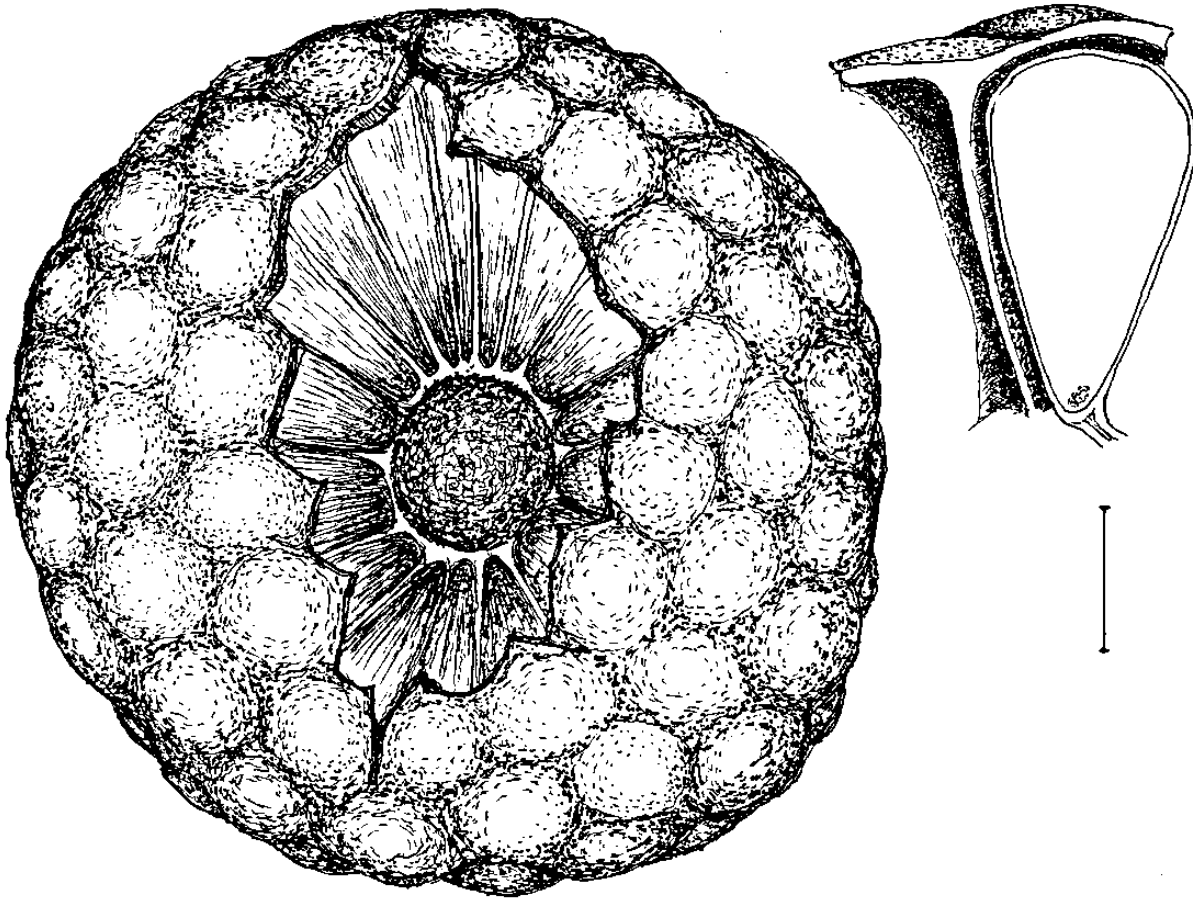


Figura 3.21 Esporocarpo y esporas de *Sclerocystis* sp. (1) escala 2 cm = 100.83 $\mu\text{m}$

*Sclerocystis sp.*(2)

Esclerocios negros esféricos de 568.7  $\mu\text{m}$  de diámetro, las esporas se presentan en diferentes estadios de desarrollo, de 18.6-38.7  $\mu\text{m}$  esféricas al principio y luego elípticas, también se observan esporas enquistadas negras no translucidas, sin ornamentación, pared externa de 1.9 a 3.9  $\mu\text{m}$ ; esféricas ó algo elípticas ceñidas en la parte media de 77.4-87.4 X 30.96  $\mu\text{m}$ . El peridio esta formado por un tejido compacto con algunas hifas que salen de 2.58  $\mu\text{m}$  de diámetro. Estas esporas se localizaron en el tamiz de 200  $\mu\text{m}$ .

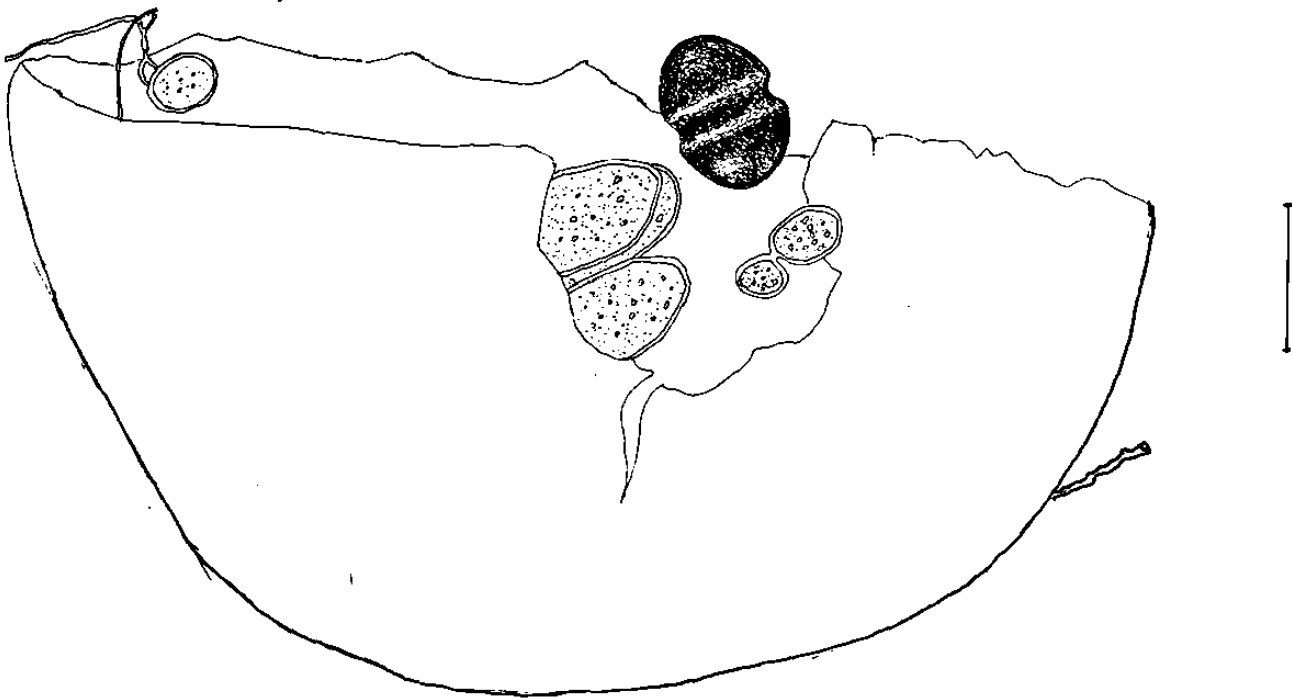


Figura 3.22 Esporocarpio y esporas de *Sclerocystis sp.* (2) escala 2 cm = 75.826  $\mu\text{m}$

**Gigaspora.-** (Del Griego “espora gigante”) Las azigosporas no presentan ornamentaciones en sus paredes. Se encuentran solitarias en el suelo, ó algunas veces dentro de las raíces, (Gerdemann & Trappe, 1974). Se forman a partir de una hifa bulbosa terminal, parecida a la de *Glomus* pero con una pequeña dilatación bulbosa en la base que frecuentemente permanece unida a la espora que se convierte en una “célula esporógena” (nunca se forma dentro de una fructificación). Después que la célula esporógena crece (usualmente entre 25–50µm en la mayoría de las especies), las esporas comienzan a crecer en la parte apical de la célula esporógena. Conforme la espora se desarrolla, produce una o varias hifas delgadas creciendo lateralmente en la célula esporógena. La organización subcelular de las esporas consiste solamente de una pared de la espora constituida por dos capas. La capa externa y la capa laminada se desarrollan simultaneamente y difícilmente se pueden apreciar en esporas juveniles sin la ayuda del reactivo de Melzer. La germinación puede ser de dos maneras: La de las especies como *G. aurigloba*, Hall con un compartimento o compartimentos que se desarrollan en las dos capas internas de la pared, de la superficie interna de la capa laminada, emergen tubos germinativos a partir de una papila pequeña (verugosa), que atraviezan las capa externa de la espora. (Betivenga & Morton, 1995). La otra forma la ejemplifica *G. margarita* (Becker & Hall, 1976) en las cuales no se forman cavidades entre las paredes internas , y los tubos germinativos se desarrollan inmersos en un material verrugoso depositado en la superficie interior de la pared de la espora. Forman endomicorrizas con arbusculos pero no producen vesículas. En cambio, producen estructuras de paredes delgadas de superficie equinulada a manera de vesículas solitarias o en racimos o en hifas enrolladas que se desarrollan fuera de la raíz llamadas células auxiliares. La forma y la ornamentación puede algunas veces servir para identificar las especies que las producen (Powell & Bagyaraj,

1984). Se ha reportado esporas sexuales en una de sus especies *Gigaspora decipiens* (Tommerup, 1988; Tommerup & Silvasithamparam, 1990), pero esto no ha sido confirmado.

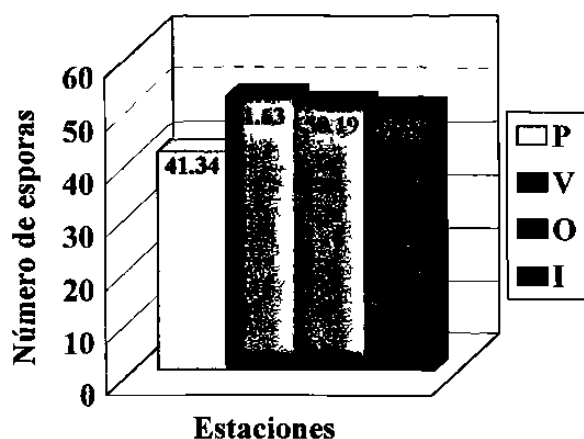
(En el presente estudio no se encontró ni el género ni especies del mismo).

***Scutellospora.***- (Del Latín “escudo”), Esporas con ó sin ornamentación. La organización subcelular de la espora consiste de una pared de la espora con dos capas y de una a tres paredes internas flexibles. La espora se desarrolla en la base de un extremo de una hifa, la cual se dilata y se convierte en la llamada “célula esporógena”. Después que la célula esporógena alcanza su máximo desarrollo (25 – 50µm), la espora comienza su desarrollo en el extremo. La pared más externa comienza su desarrollo simultáneamente, y no es distinguible en su etapa juvenil de la espora sin la ayuda del reactivo de Melzer. La lámina entonces aumenta su grosor y comienza el desarrollo de sus ornamentaciones (en caso de que la especie las forme). Las diversas especies presentan el mismo patrón de pared interna (una, dos ó tres paredes internas flexibles con capas que difieren en grosor, grado de plasticidad y grado de reacción con el reactivo de Melzer). Los tubos geminativos emergen de un escudo persistente que siempre se encuentra en la capa más interna cuando la espora ha concluido su desarrollo. Se producen células auxiliares de pared delgada y superficie lisa ó con pequeñas protuberancias que son producidas en hifas en el suelo cerca de la superficie de la raíz (Walker & Sanders, 1986). No se han reportado esporas sexuales. En el presente estudio no se encontró ni el género ni especies del mismo.

### 3.2 Cuantificación de esporas

La cuantificación de las esporas se llevó a cabo como se menciona en 2.5.7. Mediante un procedimiento de modelo lineal general.(ver tabla 2 en el apéndice C), las variables localidad, profundidad y tamiz, (debido a el tamaño de las esporas) presentaron los valores  $P > F$  más alejados de la unidad. También se encontraron diferencias estadísticas significativas en cuanto a localidad por estación, localidad por tamiz y estación por tamiz.

Se buscó formar grupos mediante las pruebas de Rango Múltiple de Duncan, Tukey Schieffe para poder definir que localidad y en que estación, en que localidad y tamiz y en que estación por tamiz se presentaron diferencias más significativas, en las variables ya definidas, de lo que derivaron las siguientes gráficas:



**Figura 3.23** Valores de las pruebas de agrupamiento Duncan, Tukey y Schieffe para las estaciones en todas las localidades

El valor más separado fué el de la primavera, mientras que los otros valores se encuentran muy cercanos entre sí. El valor más alto fue durante el verano descendiendo ligeramente durante las otras dos estaciones. Según las tres pruebas de rango múltiple para agrupamiento (Duncan, Tukey y Schieffe) no se encontraron diferencias estadísticas



significativas ya que el valor de  $Pr > F$  fue de 0.2007, durante las 4 estaciones. Sin embargo, estos son valores de agrupamiento de las tres localidades durante las cuatro estaciones y como tal, no representan el número de esporas por individual para cada localidad durante las estaciones.

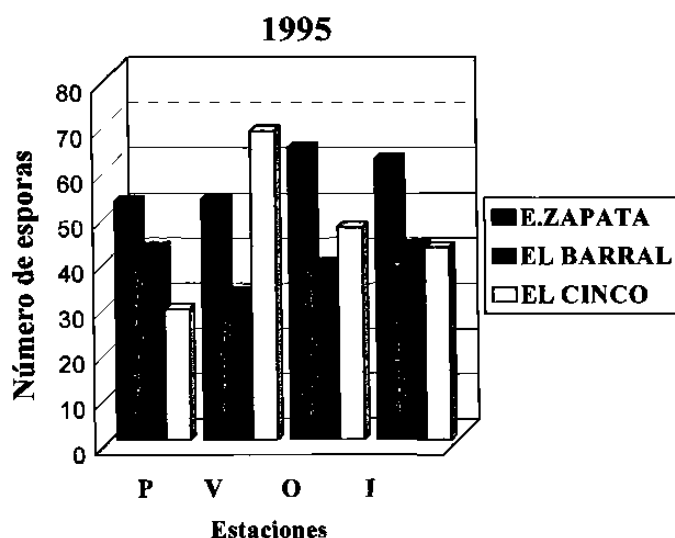


Figura3.24 Número de esporas (promedio) de las localidades por estación

En la figura anterior se comparan los valores (promedio) en las tres localidades durante las cuatro estaciones del año mostrando diferencias estadísticas altamente significativas con un valor de  $Pr > F$  de 0.0046 en la localidad por estación (ver tabla 2 del apéndice C). En general los valores mas altos se alcanzaron entre el verano y otoño pero en diferente localidad. El valor más alto de las tres localidades se presentó durante el verano en la localidad “El Cinco”, considerando también que en las otras estaciones los valores más altos los presentó la localidad “E. Zapata”. Los valores más bajos se presentaron en primavera y verano en los ejidos “El Cinco” y “El Barral” respectivamente. Los valores más bajos por localidad para todas las estaciones se presentaron en “El Barral”.

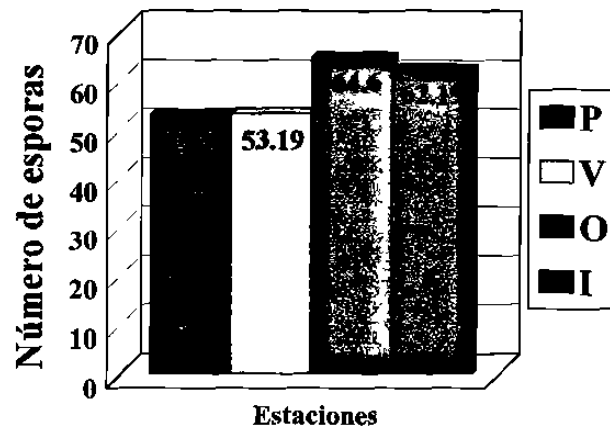


Figura 3.25 Promedio de esporas durante las cuatro estaciones en la localidad “E.Zapata”

En esta localidad los valores de número de esporas, durante la primavera y el verano fueron los más bajos, presentandose un incremento durante el otoño y disminuyendo ligeramente en invierno.

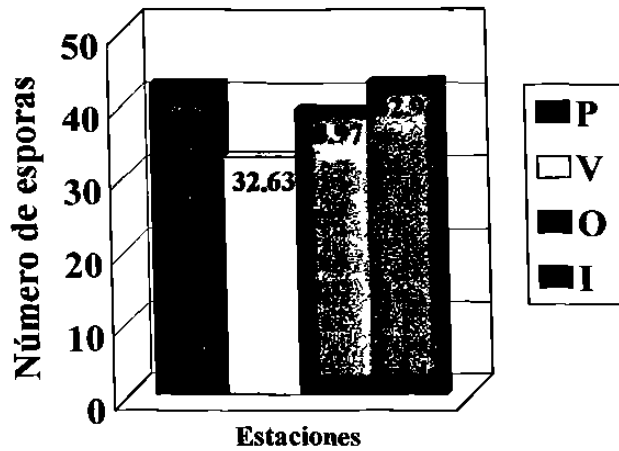


Figura 3.26 Promedio de esporas durante las cuatro estaciones en la localidad “El Barral”

Durante la primavera se presentó un valor casi tan alto como en invierno. La menor producción de esporas ocurrió durante el verano, ascendiendo gradualmente durante el otoño é invierno, presentandose en esta última el valor más alto. Se puede observar que todos los valores de la figura anterior (i.e. localidad “E. Zapata”) son superiores a los de la presente figura.

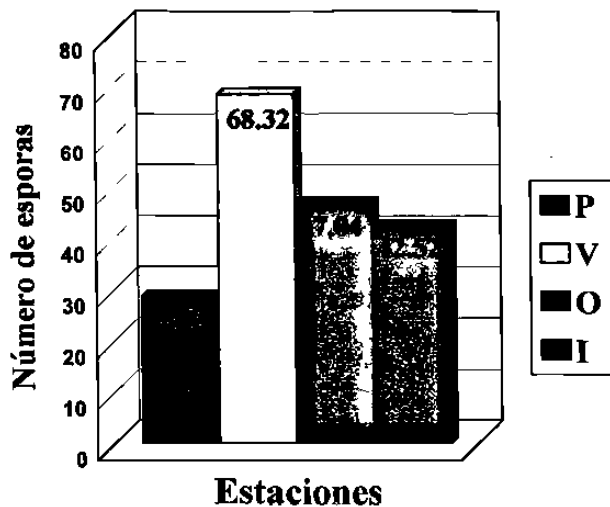
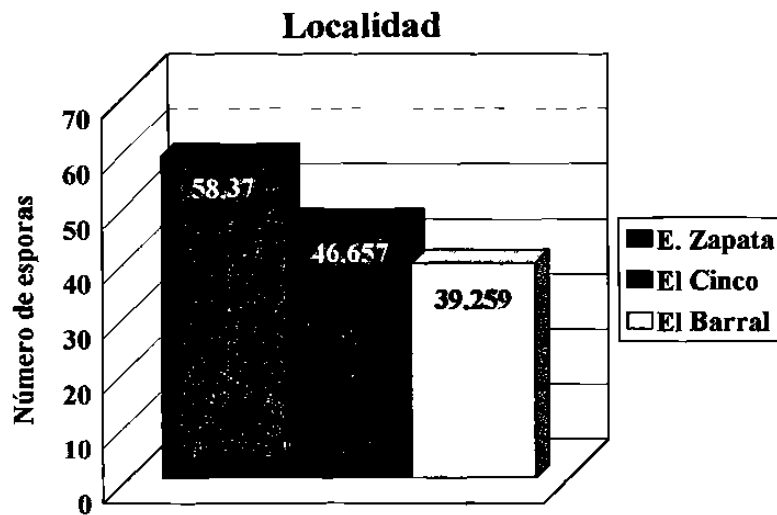


Figura 3.27 Promedio de esporas durante las cuatro estaciones en la localidad “El Cinco”

Para la localidad “El Cinco” durante la primavera se obtuvo la producción más baja de esporas de las tres localidades pero cambio notablemente durante el verano que fue la estación más productiva superando a las otras estaciones, y descendiendo gradualmente durante el otoño é invierno.



**Figura 3.28** Valores de las pruebas de agrupamiento Duncan, Tukey y Schieffe para las tres localidades

Por medio de las tres pruebas estadísticas antes mencionadas las cuales presentaron los mismos resultados, se encontró que la localidad “E. Zapata” formó un grupo diferente de las otras dos localidades. En dichas pruebas estadísticas (ver tablas 1,2,y 3 del apéndice D) no se encontró que las localidades “El Barral” y “El Cinco” fueran diferentes, por tener valores cercanos. En la tabla de análisis de varianza (tabla 2 del apéndice C), que la localidad tiene un valor de  $Pr > F$  de 0.0002 que es estadísticamente altamente significativo.

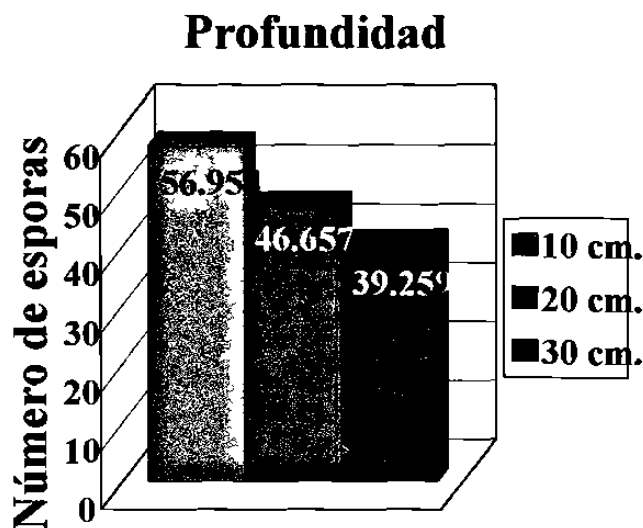
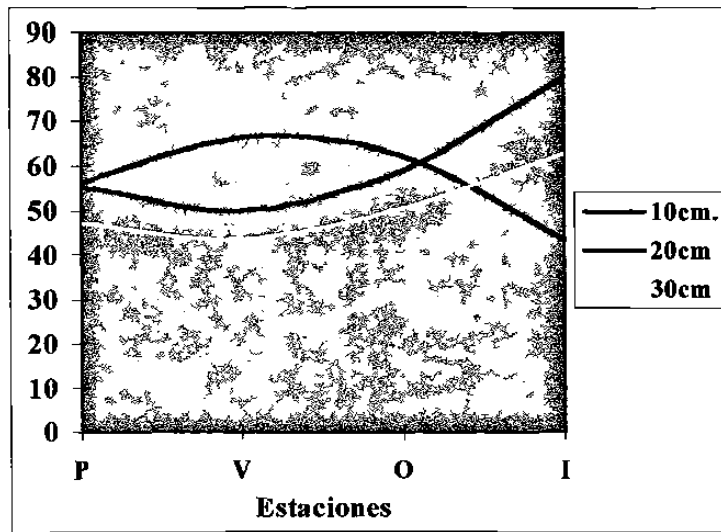


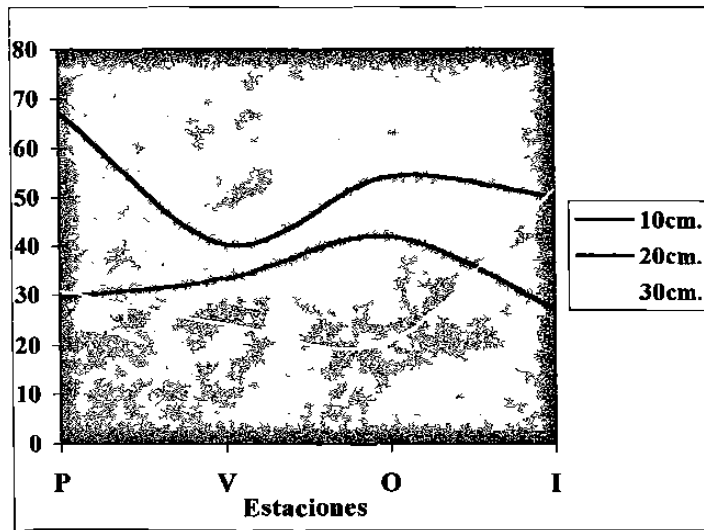
Figura 3.29 Valores de las pruebas de agrupamiento Duncan, Tukey y Schieffe para las tres profundidades

De las tres pruebas realizadas, la de Tukey y la de Schiefe indican que hay diferencias significativas en cuanto a las tres profundidades.(ver tablas 10,11 y 12 del apéndice D). La prueba de Duncan solo detectó a la profundidad de 10 cm. como un grupo significativamente diferente. Estas pruebas indican que la cantidad de esporas decrece considerablemente de una profundidad a otra. El análisis de varianza indica una diferencia altamente significativa de 0.001 para esta variable (ver tabla del apéndice).



**Figura 3.30** Promedio de esporas encontrado en las tres profundidades en la localidad “E. Zapata” durante las cuatro estaciones

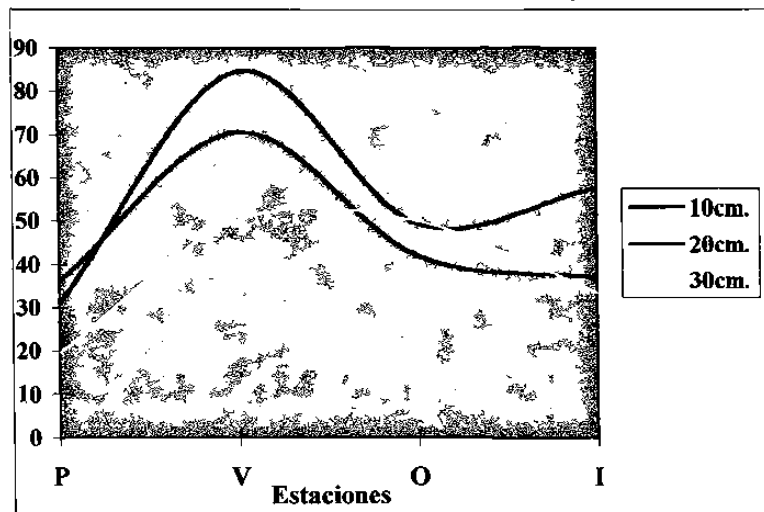
La presente gráfica muestra el comportamiento de la formación de las esporas durante un año. Se observa que durante la primavera y verano, en estrato superior a los 10cm. el número de esporas se mantuvo en la producción más alta. Durante esas estaciones, las esporas tienden a disminuir a mayor profundidad, pero a partir de otoño, en el estrato superior, la esporulación comienza a decrecer, y en cambio la producción de esporas encontradas en los estratos de 20 y 30 cm. aumentan durante otoño é invierno.



**Figura 3.31** Promedio de esporas encontrado en las tres profundidades en la localidad “El Barral” durante las cuatro estaciones

El estrato superior mostró su valor más alto durante la primavera, descendiendo rápidamente durante el verano y aumentando nuevamente en otoño para disminuir un poco durante el invierno. El estrato correspondiente a los 20 cm., mostró un ligero ascenso desde la primavera hasta alcanzar su valor más alto de producción durante el otoño para llegar a su menor producción durante el invierno. En cambio la producción de esporas correspondiente a el estrato de 30cm. mostró un comportamiento inverso al de los 20cm. No obstante que los tres estratos observados mostraron diferente comportamiento, se aprecia que en general, el número de esporas decrece a mayor profundidad.





**Figura 3.32** Promedio de esporas encontrado en las tres profundidades en la localidad “El Cinco” durante las cuatro estaciones anuales

A partir de la primavera, la profundidad de 10 cm, mostró un incremento muy acelerado para alcanzar su mayor valor durante el verano y descender con la misma rapidez durante el otoño, sin llegar a un valor tan bajo como la primavera y aumentar un poco durante el invierno. Aunque en menor grado se observa que el estrato de 20 cm. tiene el mismo comportamiento que el de 10cm, pero en vez de aumentar en el invierno, mostró un ligero descenso. En el estrato de 30 cm. los valores más altos fueron durante el verano y el otoño, presentando una menor producción de esporas principalmente durante la primavera, siendo un poco más productiva durante el invierno.

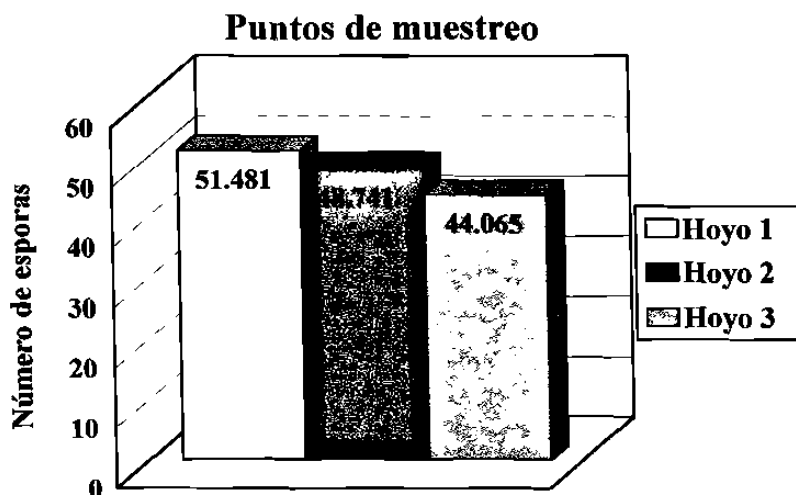
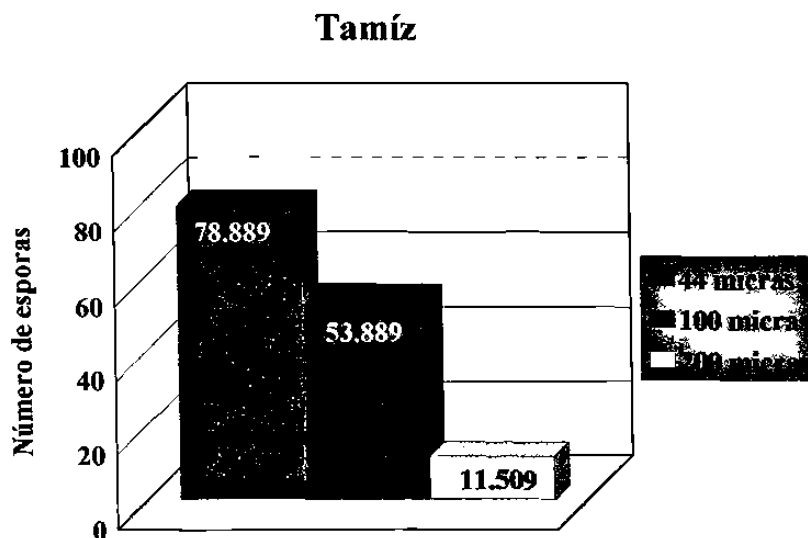


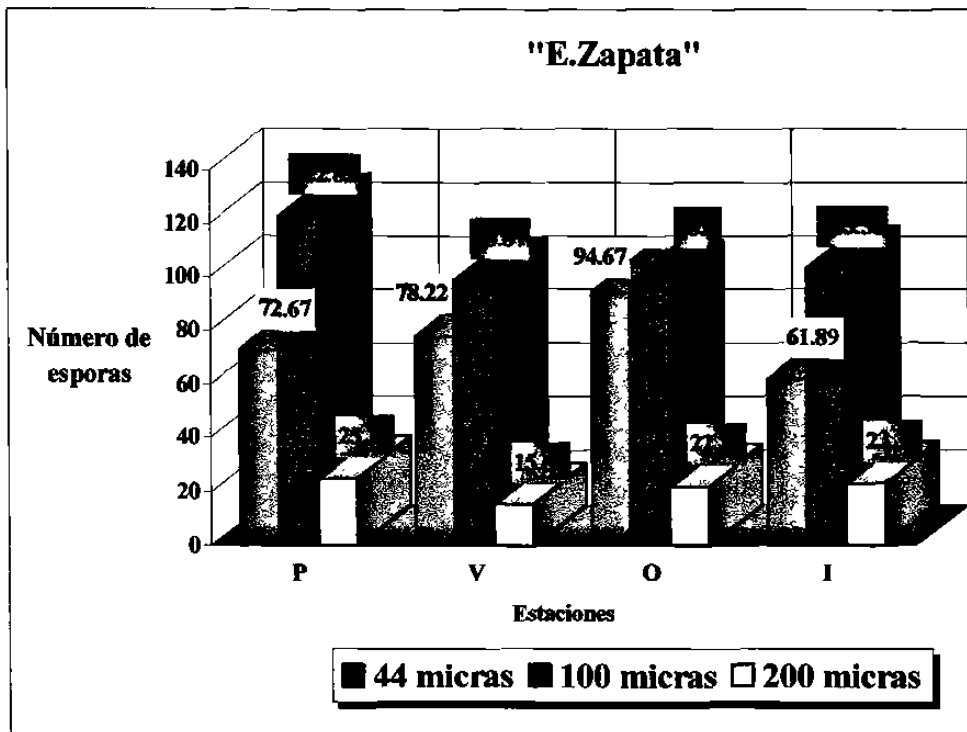
Figura 3.33 Valores de las pruebas de agrupamiento Duncan, Tukey y Schieffe para los puntos de muestreo

Las tres pruebas estadísticas reportan que no existen diferencias en ninguno de los diferentes puntos de muestreo(ver tablas 7,8 y 9 del apéndice D). Se aprecia que los valores entre los tres grupos fueron similares respecto a cada hoyo de donde fueron tomadas las muestras, además en el análisis de varianza se observa un valor de  $Pr > F$  0.2552 el cual no es estadísticamente significativo.



**Figura 3.34** Valores de las pruebas de agrupamiento Duncan, Tukey y Schieffe para los tres tamices

Las tres pruebas estadísticas mostraron que existen diferencias significativas en cuanto al número de esporas en los tres tamices, siendo mayor la diferencia que separa a el tamiz 100  $\mu\text{m}$ ., con respecto al de 200  $\mu\text{m}$ ., que la distancia que separa a el tamiz de 100  $\mu\text{m}$ . con respecto a el de 44  $\mu\text{m}$ . El análisis de varianza demuestra que existen diferencias altamente significativas con un valor de 0.0001.(ver tabla 2 del apéndice C).



**Figura 3.35** Promedio de esporas retenidas en los tres tamices durante las cuatro estaciones

Las esporas retenidas en el tamiz de 44µm. tuvieron su producción más alta durante verano y otoño, que corresponde a los meses de lluvias y disminuyeron durante las estaciones de primavera é invierno, que corresponden a los meses más secos del año.

Las esporas retenidas en el tamiz de 100µm. tuvieron su producción más alta durante las estaciones de primavera é invierno que corresponden a los meses de sequía. En cambio la producción disminuyó durante las estaciones de verano y otoño, que corresponden a los meses de lluvias.

Las esporas retenidas en el tamiz de 200µm. se mantuvieron muy abajo de las retenidas en los otros tamices, y variaron muy poco durante todo el año.

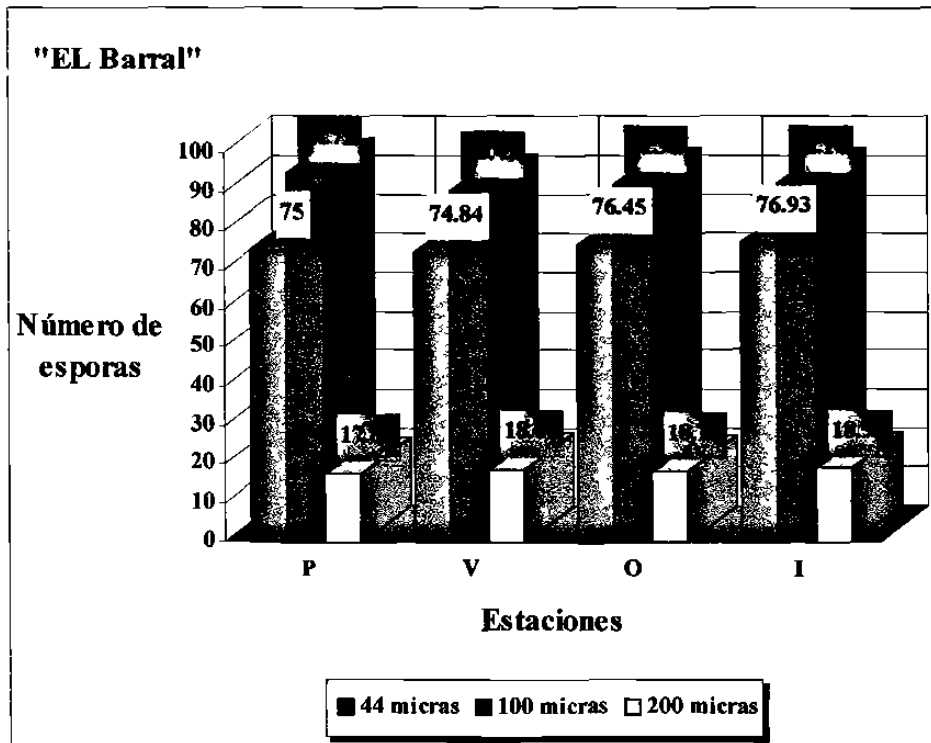


Figura 3.36 Promedio de esporas retenidas en los tres tamices durante las cuatro estaciones

Las esporas retenidas en el tamiz de 44µm. se mantuvieron muy similares durante todo el año, con un ligero ascenso desde la primavera hasta el invierno.

Fue mayor la cantidad de esporas retenidas en el tamiz de 100µm. que las retenidas en el tamiz de 44µm., presentandose en forma similar a las producidas en la localidad “E. Zapata”, es decir, con su mayor producción en los meses más secos de primavera e invierno, aunque en menor cantidad y con cambios menos evidentes.

Las esporas retenidas en el tamiz de 200µm. al igual que la localidad de “E. Zapata” se produjeron en una proporción muy inferior a las retenidas en los otros tamices, además de presentar poca variación durante todo el año en cuanto a su cantidad producida.

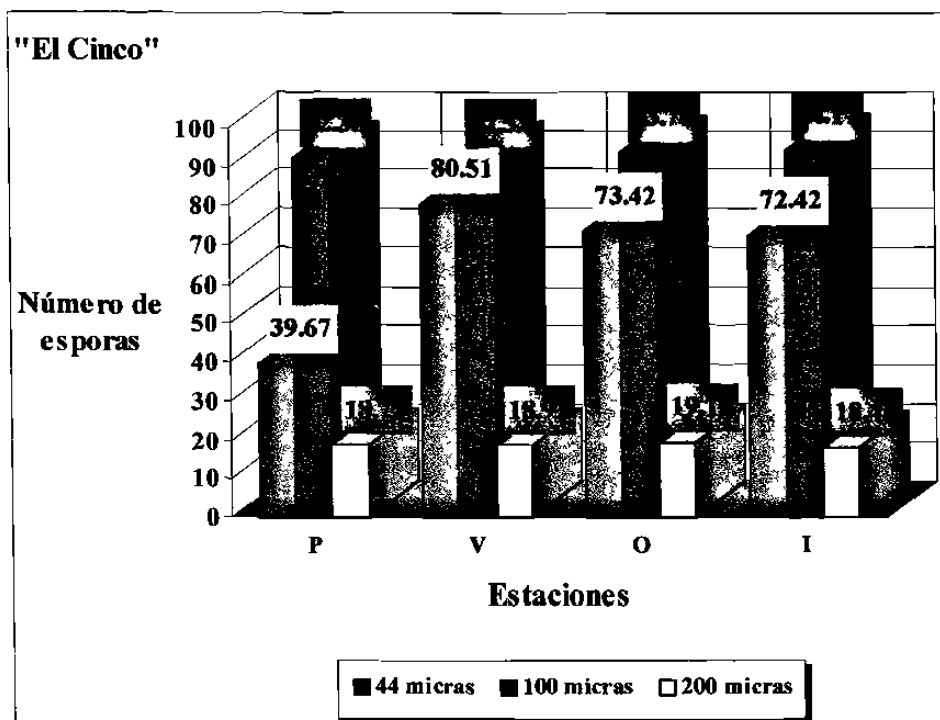


Figura 3.37 Promedio de esporas retenidas en los tres tamices durante las cuatro estaciones

La cantidad de esporas retenidas en el tamiz de 44µm. mostró un comportamiento diferente al de las otras dos localidades ya que la producción de esporas fue muy baja durante la primavera y se incrementó mucho durante el verano para luego descender gradualmente durante el otoño é invierno.

La cantidad de esporas retenidas en el tamiz de 100µm. presentó al igual que las otras dos localidades, una producción considerablemente mayor que la de 44µm. y casi sin cambios durante las cuatro estaciones.

La cantidad de esporas retenidas en el tamiz de 200µm. presentó al igual que las otras dos localidades, una producción de esporas considerablemente menor que la retenida por los otros dos tamices y con poca variación durante todo el año.

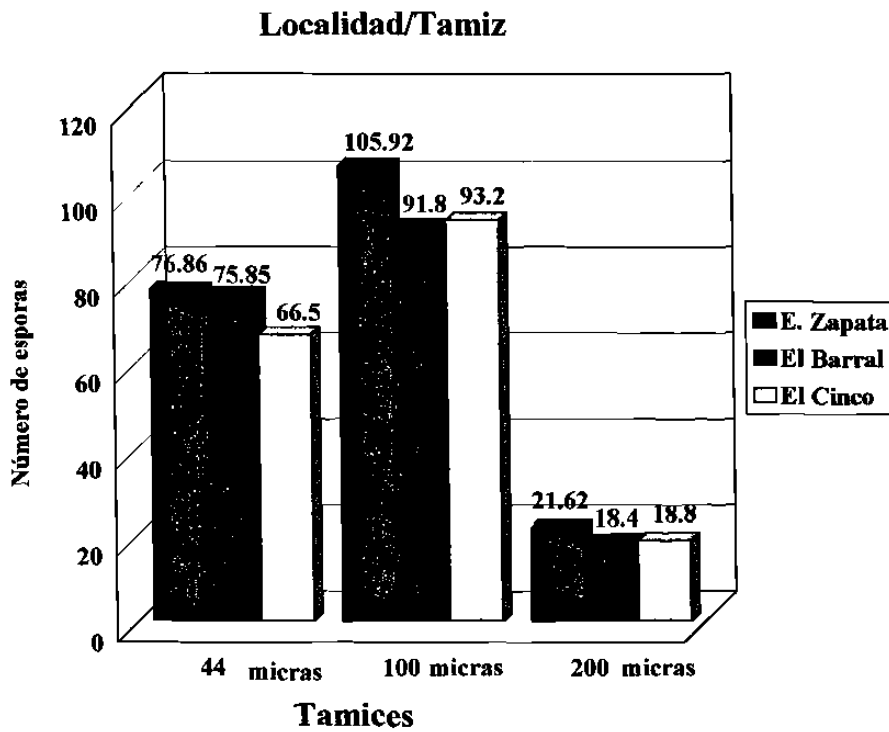


Figura 3.38 Relación entre el promedio de esporas por localidad y tamiz

Esta gráfica representa, los promedios de esporas cuantificadas relacionando las tres localidades y los tres tamices por separado. Se observa que es el tamiz de 100µm, (y no el de 44) donde se quedan retenidas la mayor cantidad de esporas para las tres localidades, y que es la localidad de “E. Zapata” la que produce mayor número de esporas, en los tres tamices; la

localidad de “El Barral” fué mayor que la de “EL Cinco” en el tamiz de 44µm., siendo en la localidad de “El Cinco” ligeramente mayor que la de “El Barral” en los otros dos tamices.

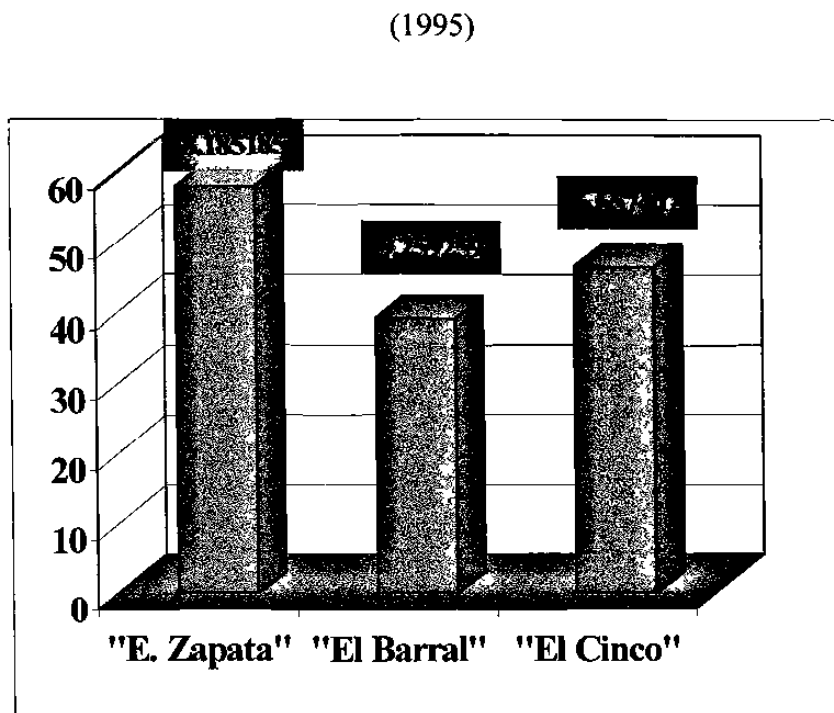


Figura 3.39 Promedio anual de esporas en las tres localidades

De las tres localidades el ejido “Emiliano Zapata”, fue el que presentó un mayor promedio de muestras de esporas en el transcurso del año. Dicho valor representa el 41 % de las tres localidades. El promedio anual de las muestras de esporas de las localidades “El Barral” y “El Cinco” fue muy aproximado, con un 32 % y un 27% respectivamente.

Para estimar la cantidad promedio de esporas por volumen de suelo se tomo la cantidad promedio de una muestra de suelo de las tres localidades o sea 48.0956790, De acuerdo con la



metodología para los conteos de esporas, las muestras inicialmente obtenidas procedían de frascos de 100ml., de los cuales se extrajeron 10 ml. y finalmente de estos se extrajo 1ml. para efectuar los conteos. Por lo que el número promedio de las muestras de esporas se multiplicó por 1000, para tener 48095.6790, multiplicado por 3 ya que fueron tres muestras que se extrajeron de un hoyo, o sea 144287.037.

Se consideró también que el volumen total de suelo extraído de un hoyo correspondía al de un cilindro de 20cm. de diámetro por 30cm. de profundidad. La fórmula para obtener el volumen de un cilindro es:  $2 \times 3.1416 \times r^2 \times h$ .

$$2 \times 3.1416 \times (10)^2 \times 30 = 18849.6 \text{ cm}^3$$

En un fragmento de suelo de 100cm. cuadrados por 30cm. de profundidad tenemos 300,000cm<sup>3</sup>. por lo tanto:

Volumen	Número de esporas
18849.6cm <sup>3</sup>	144287.037
300,000cm <sup>3</sup>	X

El número total de esporas es de 2,296,394.146295 en un fragmento de 1m<sup>2</sup> por 30cm de profundidad.

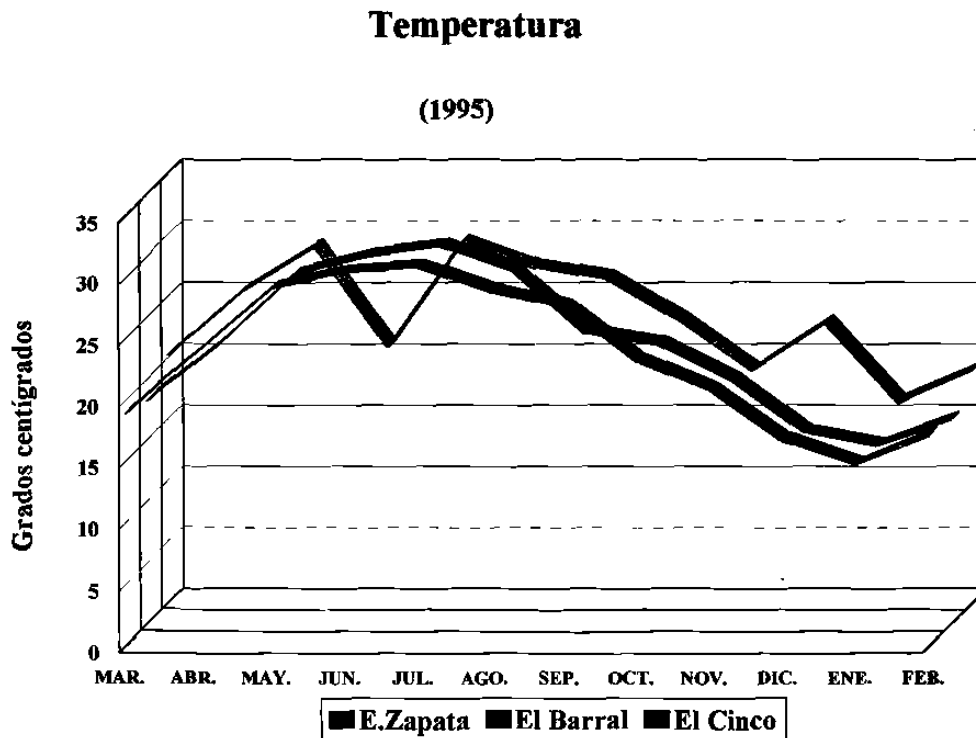
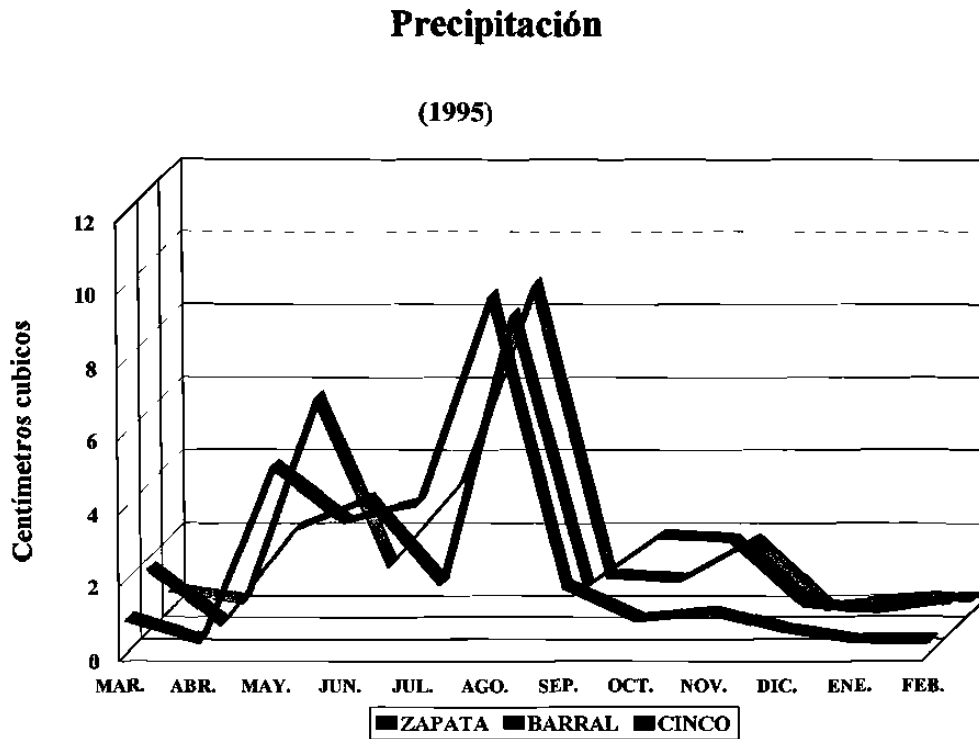


Figura 3.40 Temperaturas correspondientes a las tres localidades

Los valores de temperatura para las estaciones correspondientes a los ejidos “E. Zapata”(estación climatológica “Camacho”) y “El Barral”(estación climatológica “La Laja”), resultaron muy similares, debido a sus cercanías. Las temperaturas más elevadas se observan desde mayo a julio, correspondientes a el verano y las temperaturas más bajas fueron de 10°C y se presentaron en enero que corresponde al invierno.

En cambio los valores registrados en “El Cinco” (estación climatológica “El Popote”) fueron diferentes presentando sus temperaturas más elevadas que en las otras dos localidades durante los meses de mayo y agosto y con un descenso muy favorable entre los meses de junio y julio que forman parte del verano, mostrando temperaturas entre 20 y 25 °C . Las temperaturas más bajas fueron de 15°C durante el mes de enero.



**Figura3.41** Precipitación de las tres localidades durante las cuatro estaciones

La precipitación se presentó con poca intensidad en las tres localidades. Aunque de manera algo distinta, en general se presentó en dos periodos para las tres localidades. El primer periodo fue entre mayo y junio, siendo más favorable para la localidad “El Cinco” El segundo periodo fue el más pronunciado para las tres localidades, abarcando desde julio hasta principios de octubre y casi con la misma intensidad para las tres localidades. Los meses en los que no se presentaron lluvias fueron durante las estaciones de primavera e invierno también para las tres localidades.

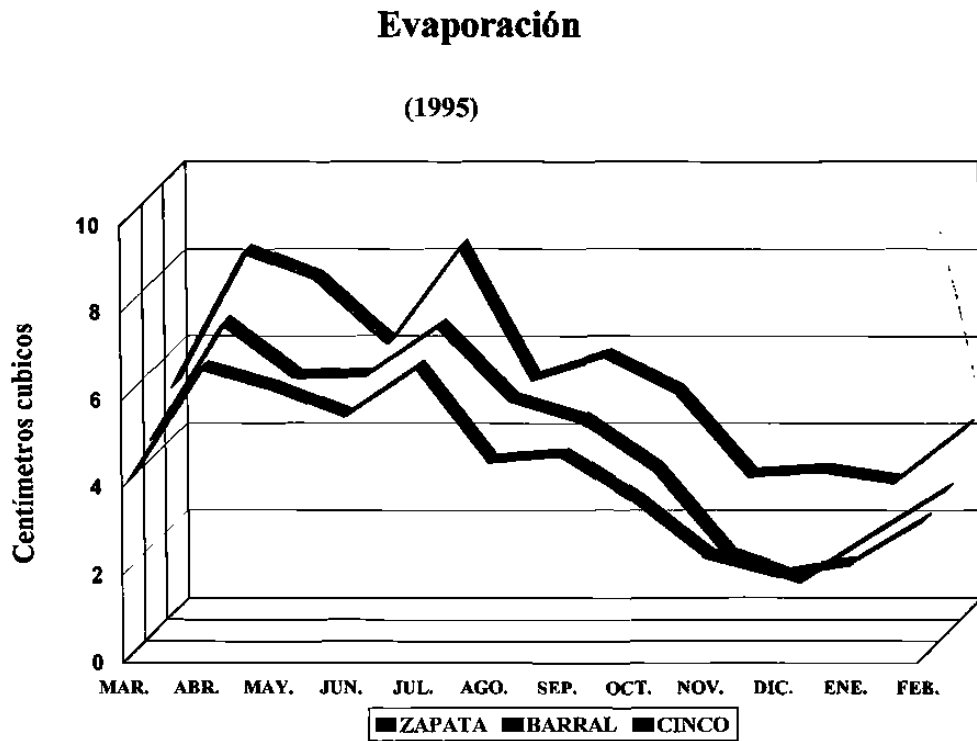


Figura 3.42 Evaporación de las tres localidades durante 1995

Los períodos de evaporación más marcados fueron entre los meses de abril y mayo y entre julio y agosto para las tres localidades, pero con mayor intensidad para “El Cinco” que en “El Barral” y este mayor que en el Ejido “E. Zapata”.

De acuerdo a las gráficas se pudo ver que bajas temperaturas y evaporación condicionan a los mayores valores de producción de esporas, no siendo así cuando aumentan las lluvias. En relación a la localidad "E. Zaparta" las temperaturas más altas fueron en verano, sus lluvias fueron en mayo y agosto (primavera y verano), y la precipitación fue mayor en abril y julio (primavera y verano) y su esporulación más alta fue en otoño e invierno.

En la localidad "El Barral" al igual que la localidad anterior, la temperatura más alta así como la precipitación ocurrieron durante el verano. Los valores de evaporación más altos se presentaron a finales de primavera y durante todo el verano. Los valores más altos de esporulación durante la primavera, el otoño y e invierno principalmente.

En la localidad "El Cinco", los resultados fueron distintos porque el clima también lo fue. Aquí las temperaturas mas altas se presentaron durante la primavera pero bajaron en julio; la precipitación ocurrió en mayo, junio y descendió en julio, la evaporación descendió entre junio y julio Estos tres factores climáticos favorecieron la esporulación.

El clima también influye en los cambios en el proceso de esporulación. En la profundidad de 10cm, de la localidad "E. Zapata" la producción aumentó durante el verano y otoño que fueron los meses más importantes de calor y lluvias y se mantuvo en sus niveles bajos durante la primavera e invierno, que son los meses de sequía. En las profundidades de 20 y 30cm fueron los meses secos los que favorecieron la producción.

En la localidad "El Barral" los resultados demuestran que en la primavera que fue la temporada seca, la producción de esporas a los 10cm de profundidad fue la más alta de todas, bajando en verano durante las lluvias, subiendo en otoño para descender en invierno por el frío probablemente. En la profundidad de 20cm la mayor producción fue durante el otoño. Pero en la profundidad de 30 cm. la producción de esporas aumento en los meses de sequía durante la primavera e invierno. Probablemente el frío no alcanzó esa profundidad.

---

En la localidad “El Cinco” los tres niveles de profundidad mantuvieron sus valores más altos durante la estación de verano que fue cuando la temperatura se mantenía en los 25° , sin lluvias pero con la mínima evaporación.

En relación a los tamices (i.e. tamaño de las esporas), en las tres localidades siempre fue mayor la cantidad de esporas retenidas en el tamiz de 100 $\mu$ m. que las retenidas en los tamices de 44 y 200 $\mu$ m respectivamente, casi invariablemente se mantuvieron con ligeros cambios, en la misma proporción. Pero en los casos particulares de la localidad “E. Zapata” y “El Cinco” si hubieron variantes en las esporas retenidas en el tamiz de 44 $\mu$ m durante el verano. Eso hace pensar que las condiciones climáticas si influyen en la producción de esporas de tamaños menores a 100 $\mu$ m.

3.4 Análisis de fósforo disponible

**Fósforo disponible / E. Zapata**

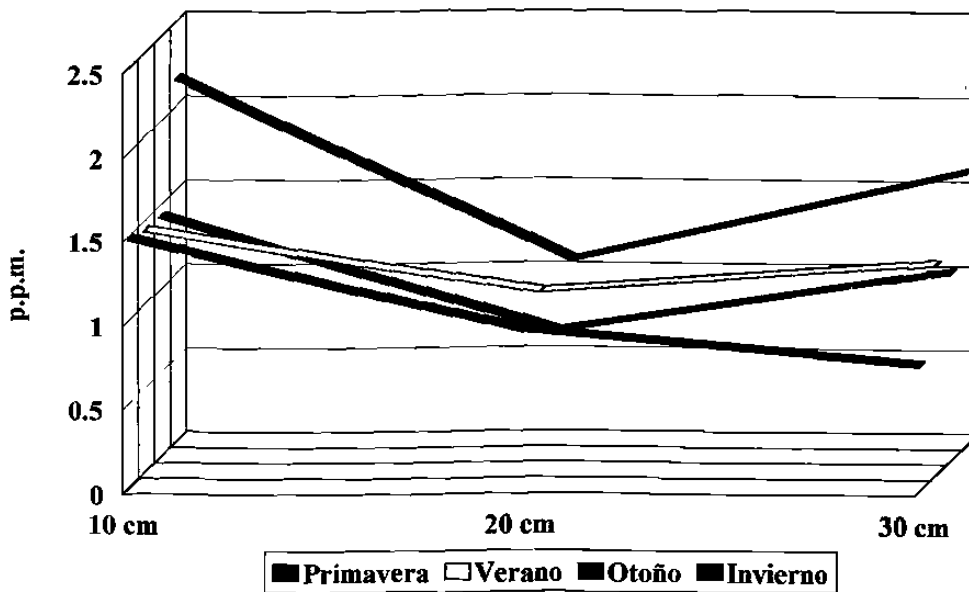


Figura3.43 Cantidad de fósforo disponible durante las cuatro estaciones en las tres profundidades

La presente gráfica muestra la cantidad de fósforo disponible en el ejido E. Zapata durante las cuatro estaciones del año, expresando valores deficientes y bajos según la clasificación de Olsen, (1973). Durante la primavera los valores fueron inferiores en la profundidad de 20 cm. y se puede observar una tendencia a la disminución del fósforo

disponible conforme aumenta la profundidad. En todos los casos se observan valores promedio correspondientes a los tres hoyos para cada estrato (ver tabla 1 F en Apendice).

### Fósforo disponible / El Barral

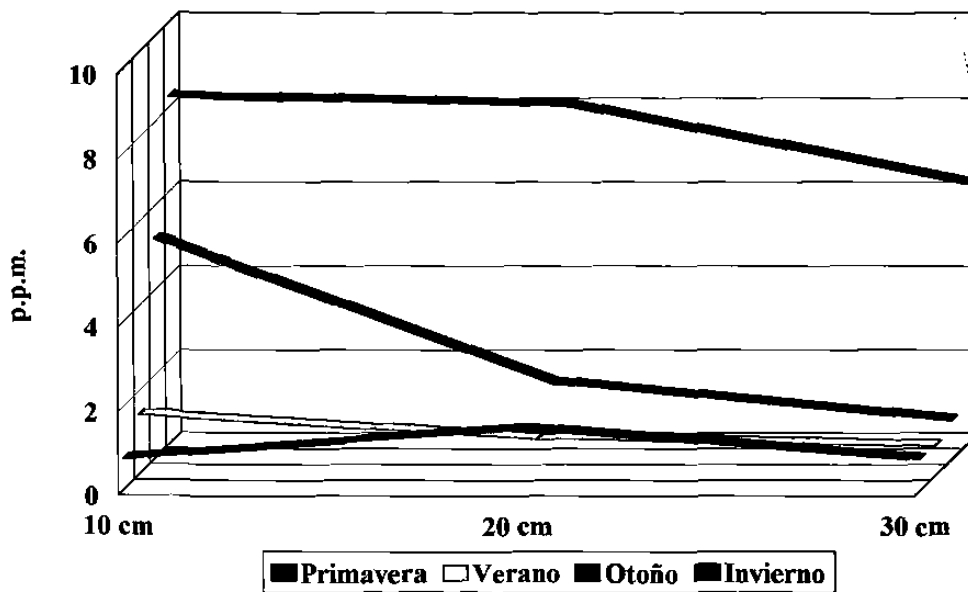
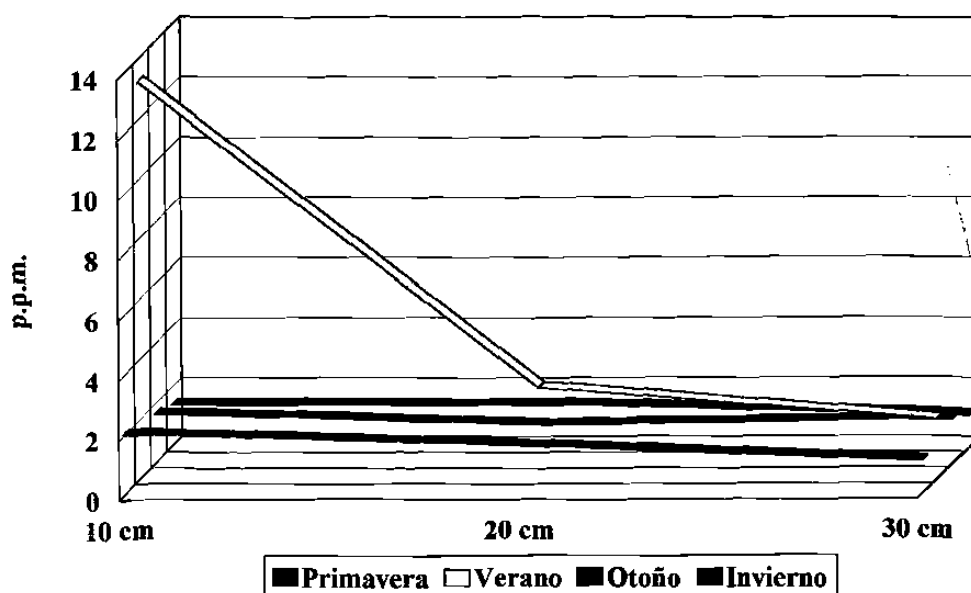


Figura3.44 Cantidad de fósforo disponible durante las cuatro estaciones en las tres Profundidades

Los valores de fósforo disponible para “El Barral” se mostraron deficientes durante la primavera y el verano, y se observaron adecuados,(5-10 ppm), durante el otoño é invierno. Así mismo, se observa una tendencia a la disminución del fósforo disponible al aumentar la profundidad (ver valores en la tabla 1 F).



### Fósforo disponible / El Cinco



**Figura 3.45** Cantidad de fósforo disponible durante las cuatro estaciones en las tres Profundidades

Al igual que en las otras dos localidades, los valores de fósforo disponible fueron deficientes, en la primavera, otoño é invierno (i.e. según Olsen se refiere a los valores inferiores a 2ppm) observándose solamente un valor alto en el estrato de 10 cm. durante el verano. La relación entre las tres localidades es que en la mayoría de los casos los valores de fósforo disponible fueron inferiores a las 2ppm. considerandose como deficientes, y que existe la tendencia a que los valores disminuyan a mayor profundidad. También en general la primavera presentó los valores más inferiores (ver tabla 1 F en Apendice).

De acuerdo con los resultados obtenidos del análisis de las muestras de suelo, la mayor parte de ellas presentaron valores deficientes de fósforo disponible (i.e. según Olsen, 1984, se refiere a los valores inferiores a 2 ppm), con excepción de algunos casos donde los valores se mostraron adecuados (i.e. 5 – 10 ppm). Es probable que en estas muestras el transecto se halla tendido parcialmente sobre un área fertilizada. También es importante considerar el aporte de fósforo que tiene el suelo por parte de la vegetación durante el otoño é invierno y parte de las actividades agropecuarias en los matorrales. Dichos resultados hacen presuponer que la actividad de estos hongos es decisiva para la existencia de la vegetación con esos niveles de fósforo tan bajos.

También hay cierta tendencia a que los niveles de fósforo sean menores a mayor profundidad del suelo, de igual forma la cantidad de esporas disminuye a mayor profundidad (a 30 cm.). Es notable que en la localidad del Cinco durante el verano que fue la muestra de fósforo que marcó un valor alto (de 13.23 ppm.) en la profundidad de 10 cm. mostró también valores altos de número de esporas, particularmente a las inferiores a 44  $\mu\text{m}$ ., no siendo lo mismo con las de 100  $\mu\text{m}$  y 200  $\mu\text{m}$  de las mismas muestras de suelo. Lo mismo ocurrió con las muestras que mostraron valores adecuados de fósforo, (5 - 10 ppm) a profundidad de 20 cm. de la misma localidad, pero en la localidad del Barral durante el invierno los valores adecuados de fósforo no estuvieron asociados a una gran producción de esporas, es probable que las bajas temperaturas reduzcan la solubilidad del fósforo, o que el frío afectara directamente la formación de esporas.

## 3.5 Datos botánicos de las tres localidades

Tabla 3.1 Número de especies de plantas encontradas en los transectos de las tres localidades muestreadas en las cuatro estaciones

Nombre científico	Nombre común
1. <i>Acacia berlandieri</i> Benth.	“Guajillo”
2. <i>A. farnesciana</i> (L)Willd.	“Huizache”
3. <i>A. rigidula</i> Benth.	“Gabia”
4. <i>A. wrightii</i> Benth.	“Uña de gato”
5. <i>Amyris madrensis</i> Buckl.	“Barretilla”
6. <i>Bernardia myricaefolia</i> (Scheele) Walts.	“Oreja de ratón”
7. <i>Bumelia celastrina</i> H. B. K.	“Coma”
8. <i>Caesalpinia mexicana</i> Gray.	“Hierva del potro”
9. <i>Celtis laevigata</i> Torr.	“Palo blanco”
10. <i>C. pallida</i> Torr.	“Granjeno”
11. <i>Condalia hookerii</i> M.C.Johnst.	“Brasil”
12. <i>Cordia boisierii</i> D. C.	“Anacahuita”
13. <i>Croton cortescianus</i> H.B.K.	“Croto verde”
14. <i>Diospyros texana</i> I. V. Jhonson Scheele	“Chapote prieto”
15. <i>Ebenopsis ebano</i> (Berl.) Barneby & Grims	“Ebano”
16. <i>Ehretia anacua</i> (Teran & Berl) I.M. Johnst	“Anacua”
17. <i>Eysenhardtia polystachya</i> (Ortega) Sarg.	“Vara dulce”
18. <i>Forestiera angustifolia</i> Torrey	“Panalero”
19. <i>Gochnatia hypoleuca</i> D.C.	“Ocotillo”
20. <i>Helietta parvifolia</i> (Gray) Benth.	“Barreta”
21. <i>Karwinskia humboldtiana</i> Zucc.	“Coyotillo”
22. <i>Leucophyllum frutescens</i> (Berlan) I. M. Johnst	“Cenizo”
23. <i>Opuntia</i> sp. L	“Nopal”
24. <i>O. leptocaulis</i> D.C.	“Tasajillo”
25. <i>Parkinsonia aculeata</i> L.	“Retama”
26. <i>Havardia pallens</i> (Benth.) Britt. & Rose	“Tenaza”
27. <i>Porlieria angustifolia</i> ( Englem.) Gray.	“Guayacán”
28. <i>Prosopis laevigata</i> (Willd) M.C. Johnst.	“Mezquite”
29. <i>Yucca filifera</i> Chabauld.	“Yuca”
30. <i>Zanthoxylum fagara</i> (L.) Sarg.	“Colima”

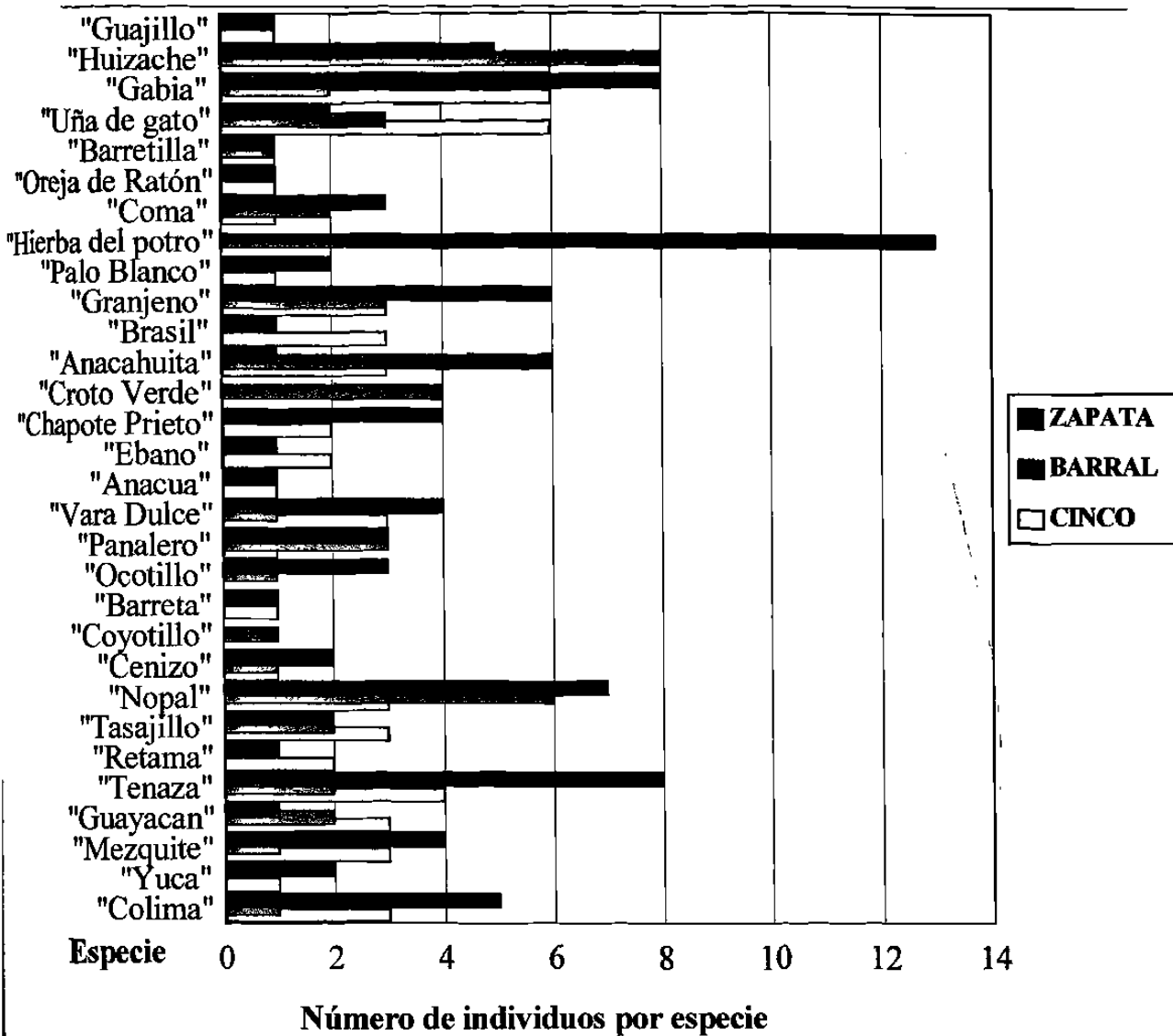


Figura 3.46 Valores de los datos botánicos de los transectos durante las cuatro estaciones

En la presente gráfica aparecen las 30 especies de plantas registradas en las tres localidades, mostrando además el número de individuos por especie. Se observa que del total de especies registradas 26 estuvieron presentes en "E. Zapata", 22 en "El Barral" y 24 en "El Cinco". Algunas especies no se encontraron en alguna de las localidades.

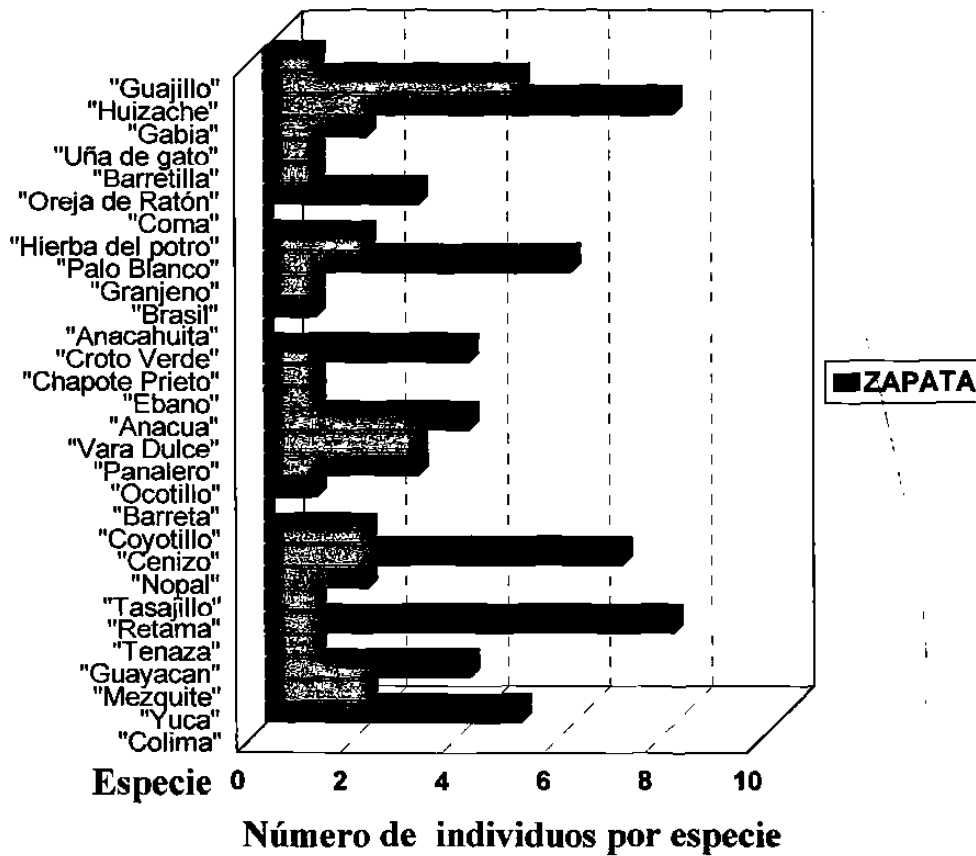


Figura 3.47 Datos botánicos obtenidos durante la cuatro estaciones

Las especies que estuvieron presentes en el ejido "E. Zapata" con 8 individuos: *Havardia pallens* ("Tenaza") y *Acacia rigidula* ("Gabia"); con 7 individuos: *Opuntia sp.*("Nopal"); con 6 individuos: *Celtis pallida* ("Granjeno"); con 5 individuos: *Acacia farneciana* ("Huizache"), y *Zanthoxylum fagara* ("Colima"); con 4 individuos: *Dyospyros texana* ("Chapote Prieto"), *Eysenhardtia polystachya* ("Vara Dulce), y *Prosopis laevigata* ("Mezquite"); con 3 individuos: *Forestiera angustifolia* ("Panalero"), *Bumelia celastrina* ("Coma"), y *Gochnstia*

---

*hypoleuca* ("Ocotillo"); con 2 individuos: *Acacia wrightii* ("Uña de Gato"), *Celtis laevigata* ("Palo Blanco"), *Leucophyllum frutescens*, ("Cenizo") *Opuntia leptocaulis* ("Tasajillo"), y *Yucca filifera* ("Yuca"); con un individuo: *Acacia berlandieri* ("Guajillo), *Amyris madrensis* ("Barretilla"), *Bernardia myricaefolia* ("Oreja de Ratón"), *Condalia hookerii* ("Brasil"), *Cordia boisierii* ("Anacahuita"), *Ebenopsis ebano* ("Ebano"), *Ehretia anacua* ("Anacua"), *Helietta parvifolia* ("Barreta"), *Parkinsonia aculeata* ("Retama"), *Porlieria angustifolia* ("Guayacán"); las especies no encontradas en los transectos fueron: *Caesalpinia mexicana* ("Hierva del potro") *Croton cortescianus* ("Croto verde") y *Karwinskia humboldtiana* ("Coyotillo"), (ver tabla 2 del apéndice E).

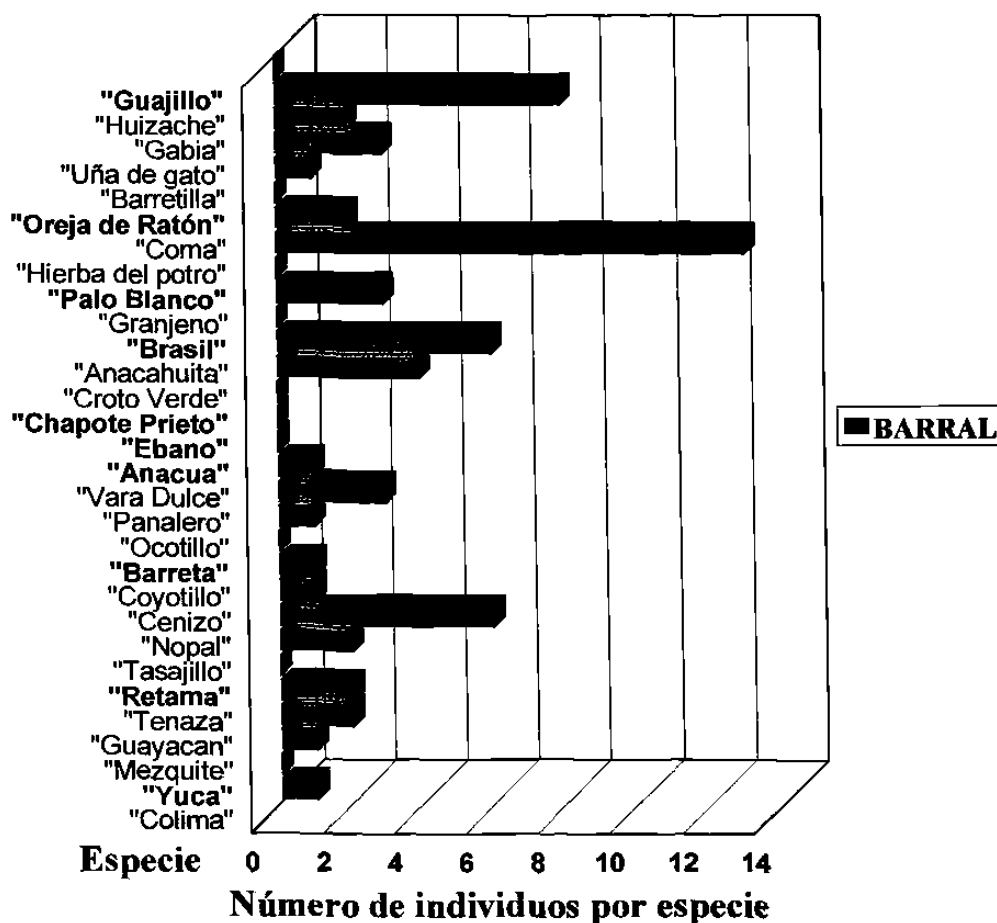


Figura 3.48 Datos botánicos obtenidos durante la cuatro estaciones

Las especies que estuvieron presentes en el ejido “El Barral”: con 13 individuos son: *Caesalpinia mexicana* (“Hierba del potro”); con 8 individuos *Acacia farnesiana* (“Huizache”); con 6 individuos: *Cordia boisierii* (“Anacahuita”), y *Opuntia sp.* (“Nopal”); con 4 individuos: *Croton cortescianus* (“Croto verde”); con 3 individuos: *Acacia wrightii* (“Uña de Gato”), *Celtis pallida* (“Granjeno”), y *Forestiera angustifolia* (“Panalero”); con 2 individuos: *Acacia rigidula* (“Gabia”), *Bumelia celastrina* (“Coma”), *O. leptocaulis* (“Tazajillo”),

---

*Pitecellobium pallens* (“Tenaza”) y *Portieria angustifolia* (“Guayacán”); con 1 individuo: *Amyris madreensis* (“Barretilla”), *Eysenhardtia polystachya* (“Vara Dulce”), *Gochnatia hypoleuca* (“Ocotillo”), *Karwinskia humboldtiana* (“Coyotillo”), *Leucophyllum frutescens* (“Cenizo”), *Prosopis laevigata* (“Mezquite”) y *Zanthoxylum fagara* (“Colima”); las especies no encontradas en los transectos: *Acacia berlandieri* (“Guajillo”), *Bernardia myricaefolia* (“Oreja de Ratón”), *Celtis laevigata* (“Palo Blanco”), *Condalia hookerii* (“Brasil”), *Dyospyros texana* (“Chapote Prieto”), *Ebenopsis ebano* (“Ebano”), *Ehretia anacua* (“Anacua”), *Helietta parvifolia* (“Barreta”), *Parkinsonia aculeata* (“Retama”), y *Yucca filifera* (“Yuca”), (ver tabla 3 del apéndice 3).



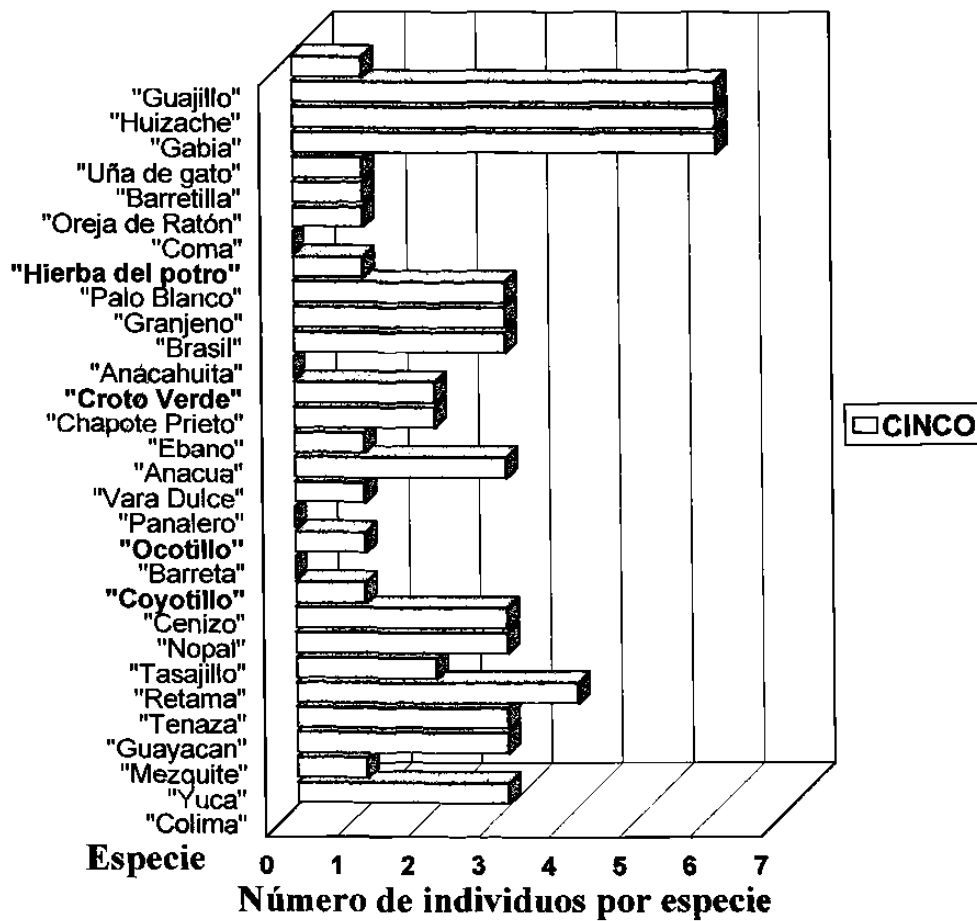


Figura 3.49 Datos botánicos obtenidos durante la cuatro estaciones.

Las especies que estuvieron presentes en el ejido "El Cinco" con más de 6 individuos fueron: *Acacia farneciana* ("Huizache"), *A. rigidula* ("Gabia"), y *A. wrightii* ("Uña de Gato"); con 4 individuos: *Harvardia pallens* ("Tenaza"); con 3 individuos: *Celtis pallida* ("Granjeno"), *Condalia hookeri* ("Brasil"), *Cordia boisieri* ("Anacahuita"), *Eysenhardtia polystachya* ("Vara

---

Dulce”), *Opuntia* sp. (“Nopal”), *O. leptocaulis* (“Tazajillo”), *Portieria angustifolia* (“Guayacán”), *Prosopis laevigata* (“Mezquite”) y *Zanthoxylum fagara* (“Colima”); con 2 individuos: *Diospyros texana* (“Chapote Prieto”), *Ebenopsis ebano* (“Ebano”) y *Havardia pallens* (“Tenaza”); con 1 individuo: *Acacia berlandieri* (“Guajillo”), *Amyris madrensis* (“Barretilla”), *Bumelia celastrina* (“Coma”), *Celtis laevigata* (“Palo Blanco”), *Ehreti anacua* (“Anacua”), *Forestiera angustifolia* (“Panalero”) y *Yucca filifera* (“Yuca”). Las especies no encontradas en los transectos fueron: *Caesalpinia mexicana* (“Hierba del Potro”), *Croton cortescianus* (“Crotón verde”), *Gochnartia hypoleuca* (“Ocotillo”) y *Karwinskia humboldtiana* (“Coyotillo”), (ver tabla 4 del apéndice E).

---

## CAPÍTULO 4

### DISCUSIÓN GENERAL

Al estudiar las muestras de suelo del matorral *sensu lato* de las localidades estudiadas del municipio de Linares, se pudo comprobar la presencia de los géneros de hongos vesículo arbusculares (VA) *Acaulospora*, *Glomus* y *Sclerocystis* con 12, 8, y 2 especies respectivamente. Aunque existen estudios al respecto en zonas áridas y semiáridas en diversas partes del mundo, (Lindsey, 1984) actualmente no se han reportado estudios sobre los hongos vesículo arbusculares de las zonas áridas de México, las cuales comprenden una extensión territorial de 652,733.66 Km<sup>2</sup>.

Por tratarse de organismos simbiotes, su estudio a nivel de especie implica en la observación de su desarrollo asociado con una planta hospedera bajo un diseño experimental en condiciones asépticas (Morton & Benny, 1990). En el presente estudio se hicieron mediciones de esporas y se utilizaron claves para su identificación, es por eso que se incluyen las especies descritas como especies afines y aquellas que no correspondieron con las especies encontradas en las claves se incluyeron numericamente dada su abundancia y es probable que algunas de ellas sean nuevas para la ciencia. Actualmente se conocen 6 géneros y alrededor de 148 especies de hongos micorrícicos (VA) y los primeros estudios datan de 1950 (Schenck, *et. al.*, 1984). En el presente estudio se encontraron un total de 3 géneros y 22 especies afines.

Durante el desarrollo del presente estudio se relacionó el número de esporas con las variables localidad, estación anual, profundidad, y tamiz, se pudo determinar que la diferencia que existe en la producción de esporas en las tres localidades esta dada por la combinación de las variables estudiadas.

De los resultados obtenidos en el análisis de varianza, se encontraron diferencias significativas en las variables localidad profundidad y tamiz. También se encontraron diferencias en cuanto a la localidad por estación, localidad por tamiz, y estación por tamiz.

Con respecto a la localidad al hacer las tres pruebas de agrupamiento (Duncan, Tukey y Schieffe), se encontró que la localidad de “Emiliano Zapata” formó un grupo significativamente diferente al de las otras dos, ya que estas presentaron una producción similar de esporas. Se estimó que la producción promedio anual de “E. Zapata” fue de 58.1851853, seguida por “El Cinco” con 46.6574075, y “El Barral” con 39.2592593.

De las pruebas de rango múltiple para agrupamiento, Duncan Tukey y Schieffe se encontró que no hay diferencias estadísticamente significativas al formar grupos con las estaciones, pero al revisar la localidad se encontró que a temperaturas moderadas entre los 19 y 25°C, con lluvias escasas y baja humedad condicionan a los mayores valores de producción de esporas.

La relación que se tiene entre el número de esporas y la profundidad es de que en general, con todo y los cambios que presenta la producción en cada estrato, casi es invariable que a mayor profundidad existe un menor número de esporas. El clima también influye en los cambios en el proceso de esporulación. En las profundidades entre 20 y 30cm fueron los meses secos los que favorecieron la producción, particularmente durante el invierno. Esto es debido a que las bajas temperaturas y una alta humedad del suelo a los 10 cm tiende a reducirse la producción de esporas.

En relación al tamiz, se determinó que la mayor cantidad de esporas queda retenida en el tamiz de 100  $\mu\text{m}$ , seguida por las esporas retenidas en el tamiz de 44  $\mu\text{m}$  y con valores inferiores se presentaron las esporas y esporocarpos que quedaban retenidos en el tamiz de

200  $\mu\text{m}$ . Al revisar la relación entre la estación por tamiz, se encontró que en la localidad de "E. Zapata" las esporas de menor tamaño (i.e. las retenidas en el tamiz de 44  $\mu\text{m}$ ) proliferaron más durante las lluvias, mientras que las retenidas en el tamiz de 100  $\mu\text{m}$  que tienen paredes más gruesas, proliferaron más en las estaciones sin lluvias. Al revisar la localidad por tamiz se encontró que en el tamiz de 100  $\mu\text{m}$ , se quedan retenidas la mayor cantidad de esporas para las tres localidades, y que es la localidad de "E. Zapata" la que produce mayor número de esporas, en los tres tamices; la localidad de "El Barral" fue mayor que la de "EL Cinco" en el tamiz de 44  $\mu\text{m}$ ., siendo en la localidad de "El Cinco" ligeramente mayor que la de "El Barral" en los otros dos tamices.

También se hizo el cálculo para estimar la cantidad real de esporas por volumen de tierra. Primero se estimó la cantidad de esporas que podría haber en un hoyo de 20 x 30cm como del que se extrajo cada una de las tres muestras de suelo y se llegó a la conclusión de que un cilindro de tales magnitudes tendría un volumen de 18849.6  $\text{cm}^3$ , y una cantidad probable de 144287.037. El número total de esporas calculado fue de 2,296,394.146295 en un fragmento de 1m<sup>2</sup> por 30cm de profundidad.

Del análisis de las muestras de suelo, la mayor parte de ellas presentaron valores deficientes de fósforo disponible (i.e. según Olsen se refiere a los valores inferiores a 2 ppm). Con algunas excepciones los valores de fósforo tienden a disminuir con la profundidad, para las tres localidades.

Dada la gran abundancia de los hongos micorrizicos Vesículo Arbusculares en este tipo de vegetación según los resultados obtenidos se propone que la actividad de estos hongos es decisiva para la existencia de especies de plantas en este tipo de vegetación tomando en cuenta los bajos niveles de fósforo registrados en los sitios estudiados.

También hay cierta tendencia a que los niveles de fósforo sean menores a mayor profundidad del suelo. También hay que considerar que la cantidad de esporas también disminuye con la profundidad, pero esto puede ser la combinación de diversos factores.

De la toma de datos botánicos se registran 30 especies de plantas como resultado de los transectos realizados en las tres localidades y durante las cuatro estaciones se reporta además el número de individuos por especie. Se observa que del total de especies registradas 26 estuvieron presentes en “E. Zapata”, 22 en “El Barral” y 24 en “El Cinco”. Algunas de las especies de plantas faltaron en alguna de las localidades.

La producción de esporas de hongos vesículo arbusculares, resulta afectada directamente por el grado de disturbio a la vegetación, siendo la localidad de “El Barral” la menos productiva y la que mayor grado de disturbio presentó, seguida por la localidad “El Cinco”, y la más productiva fue “Emiliano Zapata”, aunque también presenta cierto grado de disturbio. Así pues la cantidad de esporas presentes en vegetación se puede proponer como un índice del estado de conservación de los matorrales.

La cantidad de esporas no demostró diferencias estadísticas significativas para la variable de puntos de muestreo por lo que si el número de hoyos evaluados fuera mayor, los resultados obtenidos no hubieran sido muy diferentes, no obstante la distancia de 50 m. entre cada uno de estos.

Si consideramos la localidad en relación a los géneros encontrados, se puede deducir que la distribución puede depender de su morfología y tamaño. Se observó que las esporas pequeñas y de paredes delgadas son más susceptibles a ser deshidratadas y su presencia en la superficie dependía del grado de humedad existen en la superficie ya sea por las lluvias ó por la cantidad de materia orgánica presente como resultado de una vegetación densa, y que esporas de mayor tamaño presentaban paredes más resistentes y como consecuencia ser más tolerantes

a la falta de humedad. Las formas esclerosadas (e.g. *Sclerocystis sp.*) tienden a ser más abundantes y diversas en los lugares más áridos además de que sus esporas tienden a enquistarse y flotar en el agua o ser arrastradas por el viento, para su diseminación.

Las localidades estudiadas presentaron diferente grado de disturbio que se reflejó en la cantidad de especies de plantas en cada localidad, la abundancia de estas, y la presencia predominante de algunas especies indicadoras de disturbio, como “El Huizache”, “La Anacahuita” y la “Hierba del Potro”. En lo que a esto respecta, la localidad de “E. Zapata” presentó una mayor cantidad y abundancia de especies, lo que le confiere mayor protección al suelo contra la erosión, mayor cantidad de posibles plantas hospederas para los hongos (VA) y mayor cantidad de materia orgánica y nutrientes. La producción de esporas de hongos vesículo arbusculares, resulta afectada directamente por el grado de disturbio a la vegetación, siendo la localidad de “El Barral” la menos productiva y la que mayor grado de disturbio presentó, seguida por la localidad “El Cinco”, y la más productiva fue “Emiliano Zapata”, aunque también presentó disturbio.

Al relacionar el número de esporas con las estaciones del año se pudo aclarar que la producción máxima ó mínima para las tres localidades ocurre en diferente estación.

La relación que se tiene entre el número de esporas y la profundidad nos indica que a mayor profundidad existe un menor número de esporas.

---

## CAPITULO 5

### CONCLUSIONES

Los resultados de este estudio muestran que los hongos micorrícicos vesículo arbusculares se encuentran bien representados por los géneros *Acaulospora*, con 12 posibles especies, *Glomus* con 8 y *Sclerocystis* con 2 en los fragmentos de matorral de los municipios de Linares y Hualahuises., N.L. La mayoría de las esporas de hongos (VA) se capturan en el tamiz 100  $\mu\text{m}$ ., sin embargo las esporas de *Acaulospora* se capturan en los tamices de 44, 100 y 200  $\mu\text{m}$ ., mientras que las de *Glomus* en los tamices de 44 y 100 y las de *Sclerocystis* sólo en el de 200.  $\mu\text{m}$ . y estos hongos se encuentran en mayor proporción en los primeros 10 cm del suelo del matorral. Los hongos micorrícicos (VA) son muy abundantes en el suelo del matorral y nos pueden servir como indicadores del disturbio. Así, se encontró que los matorrales con menos disturbio y más hospederos presentan más hongos (VA) Así, en el ejido "E. Zapata" presentó un menor disturbio y un mayor número de esporas de hongos (VA), mientras que "El Barral" fue la que tubo mayor disturbio y fue la menos productiva. El número de esporas VA aumenta después de las lluvias y la actividad de los hongos en el transporte de nutrientes en el matorral es decisiva para la sobrevivencia de las especies de hospederos con las que se asocian. El fósforo disponible de los fragmentos del matorral estudiados tienen niveles muy bajos o deficientes y su concentración disminuye con la profundidad.



---

**BIBLIOGRAFIA**

- Alanis F.G., G. Cano y Cano, M. Rovalo Merino 1996. Vegetación y flora de Nuevo León. Una guía botánica. Patrocinio de edición y publicación :CEMEX. 451 pp.
- Allsopp N. and W.D. Stock, 1994. VA mycorrhizal infection in relation to edaphic characteristics and disturbance regime in three low land plant communities in South Western Cape, South Africa.*in Journal of ecology* **82**: 271- 279.
- Ames, R. N. and Schneider, R.W. 1979. *Entrophospora*, a new genus in the Endogonaceae. *Mycotaxon* **8**: 347-352.
- Ammirati, J. 1979. Chemical study of mushrooms: the need for voucher collections. *Mycologia* **71**: 437-441.
- Becker, W.N. and I.R. Hall, 1976 *Gigaspor margarita*, a new species in Endogonaceae. *Mycotaxon* **4**:155-160.
- Berch, S.M. 1985. *Acaulospora sporocarpia* a new sporocarpic species, and emendation of the genus *Acaulospora* (Endogonaceae, Zygomycotina) *Mycotaxon* **23**: 409 – 418.
- Betivenga, S.P., J. B. Morton, 1995. A monograph of the genus *Gigaspora*, incorporating developmental patterns of morphological characters *Mycologia* **87**: 720 – 732.
- Bowen, G.D., 1987. The biology and physiology of infection and its development. In: Safir, G.R. (ed.) *Ecophysiology of VA micorrhizal Plants* 27 – 57. CRC Press, Boca Ratón. 367 pp.

- 
- Brundrett, M.C., 1991. Mycorrhizas in natural ecosystems. In: Macfayden A, Begon M. & Fitter A.H. (ed.), *Advances in Ecological Research*, Vol. 21. Academic Press, London, 171 – 313.
- Brundrett, M.C., N. Bougher, B. Dell, T. Grove & N. Malajczuk, 1996. Working with mycorrhizas in forestry and agriculture. **Australian Centre for International Agricultural Research/Pirie printers, Canberra, Australia. 374 pp.**
- Carling, D.E. and Brown, M.F. 1982. Anatomy and physiology of vesicular-arbuscular and nonmycorrhizal roots. *Phytopathology* 72: (in press).
- Carrillo P.A. (1991). Efecto de algunos tratamientos silvícolas y de factores abióticos sobre la regeneración y manejo de matorral. **Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias Forestales. U.A.N.L.**
- Daniels B A and H. D. Skipper, 1982. Methods for the recovery and quantitative estimation of propagules from soil. in: *Methods and principles of mycorrhizal research*. The American Phytopathology Society, St. Paul. Minnesota p.37.
- Gerdermann, J: W. and J.M. Trappe, 1974. The Endogonaceae in the Pacific Northwest. **Mycol. Memoir 5: 1 – 76.**
- Harley, J.L., & S.E. Smith, 1983. Mycorrhizal symbiosis. **Academic Press, London.**
- Harley, J.L., 1989. The significance of mycorrhiza. *Mycological Research* 92: 129 – 139.
- Heiseke D., & Foroughbakhch R. (1985). El matorral como recurso forestal. **reporte científico No. 1, Facultad de Ciencias Forestales. U.A.N.L. 31 pp.**
- Janos, D.P. and J.M. Trappe. 1982. Two new *Acaulospora* species from tropical America. **Mycotaxon 15:515-522.**
- Kendrick, B., 1992. The fifth kingdom. Mycologue Publication Ltd, Waterloo.

- 
- Koske, R.E. and J.N. Gemma. 1989. *Glomus nanolumen* (Endogonaceae), a new species from Hawaii **Mycologia** **81**: 935-938.
- Lange, M. and E.M. Lund, 1955. The genus *Endogone* in Denmark. **Friesia** **5**: 90-95.
- Lindsey, D. L. 1984. The role of vesicular- arbuscular mycorrhizae in shrub establishment. in: VA mycorrhizae and reclamation of arid and semiarid lands. University of Wyoming, Agriculture Experiment Station. In: **Ver mycorrhizae and reclamation of arid and semiarid lands** p.53.
- Mc. Gee, P.A., 1989. Variation of porpagule numbers of vesicular arbuscular mycorrhizal fungi in semi-arid soil.
- Mikhail, N.B., 1976. Der Einfluß symbiontischer Mikroorganismen auf Wachstum und Nährstoffaufnahme von *Eupatorium odoratum* L. Bei Angebltt verschiedener Phosphatformen. **Diss., Göttingen**.
- Menon, R. G, L.L. Hammond & H. A. Sissingh 1989. Determination of plant - available phosphorus by the iron hydroxid - impregnated filter paper (Pi) **Soil test. Soil Sci. Soc. Am. J.** **53**: 110 – 115
- Morton, J.B., 1988. Taxonomy of mycorrhizal fungi: classification, nomenclature and identification. **Mycotaxon** **32**: 267-324.
- Morton, J.B., and G.L. Benny, 1990. Revised classification of arbuscular mycorrhizal fungi (Zygomycetes): A new order, Glomales, two new suborders, Glomineae Gigasporineae and two new families Acaulosporaceae and Gigasporaceae, with an emendation of Glomaceae. **Mycotaxon** **37**: 471 – 491.
- Mosse, B., D.P. Stribley & F. Le Tacon, 1981. Ecology of mycorrhizae and micorrhizal fungi. **Advances in Microbial Ecology**, **5**:137 – 210.

- 
- Olsen, S.R. 1973. Nutrient supply and availability in calcareous soils. **FAO Soils Bulletin 21:** 41-52.
- Powell, C.L. and D.J. Bagyaraj (eds), 1984. VA Micorrhiza. **CRC Press, Boca Ratón.**
- PRODERLEON (1988), Reporte del programa de desmontes efectuados desde el 1º de agosto de 1985 a diciembre 31 de 1988.
- Rhodes, L.H. & J.W. Gerdemann, 1975. Phosphate uptake zones of mycorrhizal and non-mycorrhizal onions. **New Phytology, 75:**555-61.
- Rothwell, F.M. and J.M. Trappe, 1979. *Acaulospora bireticulata* sp. nov. **Mycotaxon 8:**471-475.
- Schenck, N. C., J.L. Spain, E. Sieverding, and R. H. Howeler. 1984. Several new and unreported vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi (Endogonaceae) from Colombia. **Mycologia 76:** 685-699.
- Schenck, N. C., and Pérez Y, 1990. Manual for the identification of micorrhizal fungi. **Synergistic Publications, Gainesville.**
- Schenck, N. C. 1991. Vesicular – Arbuscular mycorrhiza management in tropical agrosystems / **Tecnical Cooperation, Federal Republic of Germany.**
- Schenck, N. C. and T. Toro, 1987. *Acaulospora denticulata* sp. Nov. and *Acaulospora rehmii* sp. Nov. (Endogonaceae) with ornamented spore walls. **Angewandte Botanik 61:**217-223.
- Sieverding, E. And S. Toro T. 1987. *Acaulospora denticulata* sp. Nov. and *Acaulospora rehmii* sp. Nov. (Endogonaceae) with ornamented spore walls. **Angewandte Botanik 61:** 217-223.

- Sieverding, E. 1988. Two new species of vesicular arbuscular mycorrhizal fungi in Endogonaceae from tropical highlands of Africa. **Angewandte Botanik** 62: 373-380.
- Sieverding E. 1991. Vesicular arbuscular mycorrhizal management in tropical ecosystems. **Technical Cooperation, Federal Republic of Germany, Eschborn.**
- Smith, G.W. and Skipper, H.D. 1979. Comparison of methods to extract spores of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi. **Soil Sci. Soc. Am. J.**43:722-725.
- Smith, S.E., 1995. Discoveries, discussions and directions in mycorrhizal research. In: **Verma A & Hock B (ed.), Mycorrhiza. Springer – Verlag Berlin, 3 – 24.**
- Tommerup, I. C., 1988. The vesicular – arbuscular mycorrhizas. **Adv. Plant Pathol.** 6:81 – 91
- Tommerup, I. C., and Sivasithamparan, K. , 1990. Zygosporangia and asexual spores of *Gigaspora decipiens*, an arbuscular mycorrhizal fungus. **Mycol. Res.** 94: 897 – 900.
- Tommerup, I. C., 1992. Methods for the study of the population biology of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi. In: **Norris JR, Read DJ & Varma AK(ed.) Methods in microbiology vol.24. Techniques for the Study of Mycorrhiza. Academic Press, London, 23-51.**
- Trappe, J. M., 1977 Three New Endogonaceae: *Glomus constrictus*, *Sclerocystis clavispora* and *Acaulospora scrubiculata* Trappe **Micotaxon Vol. VI, No.2, pp. 359 - 366**
- Trappe, J. M., 1982. Synoptic keys to the genera and species of zygomycetous (vesicular - arbuscular) mycorrhizal fungi. **Phytopathology** 72: 245-312.
- Trappe, J. M., and N.C. Schenck, 1984. Taxonomy of fungi forming endomycorrhizae VA. in: **The American Phytopathological Society USA 244pp.**

- 
- Walker, C. and J.M. Trappe.1981. *Acaulospora spinosa* *sp.nov.*with a key to the species of *Acaulospora*. **Mycotaxon 12**: 515-521.
- Walker, C., 1983. Taxonomic concepts in the Endogonaceae: spore wall characteristics in species descriptions. **Mycotaxon 18**: 443 – 455.
- Walker, C., and F.E. Sanders, 1986. Taxonomic concepts in the Endogonaceae: III. The separation of *Scutellospora* gen nov. From *Gigaspora* Gerd.& Trappe. **Mycotaxon 27**: 169 –182.
- Walker, C. and R.E. Koske, 1987. Taxonomic concepts in the Endogonaceae: IV *Glomus fasciculatum* redescribed. **Mycotaxon 30** :253-262.
- Walker, C., 1995. AM or VAM: what's in a word? In Verma A. & Hock B.(ed.), *Mycorrhiza*. Springer – Verlag Berlin, 25 –26.

## APÉNDICES

**Tabla 1** Submuestreo aleatorio de las tres localidades.

A.- Primavera:

LOCALIDAD	MUESTRA	ESTRATO	TAMÍZ
1 E. Zapata	1, 2, 5	A, B, C	44,100, 200
2 El Barral	3, 5, 7	A, B, C	44,100, 200
3 El Cinco	5, 6, 7	A, B, C	44,100, 200

B.- Verano:

LOCALIDAD	MUESTRA	ESTRATO	TAMÍZ
1 E. Zapata	4, 5, 6	A, B, C	44,100, 200
2 El Barral	1, 2, 6	A, B, C	44,100, 200
3 El Cinco	2, 3, 7	A, B, C	44,100, 200

C.- Otoño:

LOCALIDAD	MUESTRA	ESTRATO	TAMÍZ
1 E. Zapata	1, 2, 3	A, B, C	44,100, 200
2 El Barral	1, 4, 6	A, B, C	44,100, 200
3 El Cinco	3, 4, 7	A, B, C	44,100, 200

D.- Invierno:

LOCALIDAD	MUESTRA	ESTRATO	TAMÍZ
1 E. Zapata	3, 5, 7	A, B, C	44,100, 200
2 El Barral	1, 4, 7	A, B, C	44,100, 200
3 El Cinco	4, 6, 7	A, B, C	44,100, 200



**Tabla 1** Cuantificación de esporas obtenidas de las submuestras de suelo ya procesadas

Primer transecto

OBSERV.	LOCALIDAD	ESTACIÓN	SITIO	PROFUND.	TAMÍZ	# ESPORAS
1	E. Zapata	Primavera	1	10 cm.	44 $\mu$ m	63
2	E. Zapata	Primavera	1	10 cm.	100 $\mu$ m	38
3	E. Zapata	Primavera	1	10 cm.	200 $\mu$ m	16
4	E. Zapata	Primavera	1	20 cm.	44 $\mu$ m	67
5	E. Zapata	Primavera	1	20 cm.	100 $\mu$ m	81
6	E. Zapata	Primavera	1	20 cm.	200 $\mu$ m	32
7	E. Zapata	Primavera	1	30 cm.	44 $\mu$ m	56
8	E. Zapata	Primavera	1	30 cm.	100 $\mu$ m	45
9	E. Zapata	Primavera	1	30 cm.	200 $\mu$ m	29
10	E. Zapata	Primavera	2	10 cm.	44 $\mu$ m	46
11	E. Zapata	Primavera	2	10 cm.	100 $\mu$ m	92
12	E. Zapata	Primavera	2	10 cm.	200 $\mu$ m	19
13	E. Zapata	Primavera	2	20 cm.	44 $\mu$ m	36
14	E. Zapata	Primavera	2	20 cm.	100 $\mu$ m	80
15	E. Zapata	Primavera	2	20 cm.	200 $\mu$ m	12
16	E. Zapata	Primavera	2	30 cm.	44 $\mu$ m	68
17	E. Zapata	Primavera	2	30 cm.	100 $\mu$ m	76
18	E. Zapata	Primavera	2	30 cm.	200 $\mu$ m	5
19	E. Zapata	Primavera	5	10 cm.	44 $\mu$ m	185
20	E. Zapata	Primavera	5	10 cm.	100 $\mu$ m	43
21	E. Zapata	Primavera	5	10 cm.	200 $\mu$ m	3
22	E. Zapata	Primavera	5	20 cm.	44 $\mu$ m	72
23	E. Zapata	Primavera	5	20 cm.	100 $\mu$ m	109
24	E. Zapata	Primavera	5	20 cm.	200 $\mu$ m	8
25	E. Zapata	Primavera	5	30 cm.	44 $\mu$ m	61
26	E. Zapata	Primavera	5	30 cm.	100 $\mu$ m	76
27	E. Zapata	Primavera	5	30 cm.	200 $\mu$ m	7

**Tabla 2** Cuantificación de esporas obtenidas de las submuestras de suelo ya procesadas

Segundo Transecto

OBSERV.	LOCAL.	ESTACIÓN	SITIO	PROFUND.	TAMÍZ	# ESPORAS
28	E. Zapata	Verano	4	10 cm.	44 $\mu$ m	184
29	E. Zapata	Verano	4	10 cm.	100 $\mu$ m	84
30	E. Zapata	Verano	4	10 cm.	200 $\mu$ m	6
31	E. Zapata	Verano	4	20 cm.	44 $\mu$ m	143
32	E. Zapata	Verano	4	20 cm.	100 $\mu$ m	100
33	E. Zapata	Verano	4	20 cm.	200 $\mu$ m	4
34	E. Zapata	Verano	4	30 cm.	44 $\mu$ m	68
35	E. Zapata	Verano	4	30 cm.	100 $\mu$ m	117
36	E. Zapata	Verano	4	30 cm.	200 $\mu$ m	2
37	E. Zapata	Verano	5	10 cm.	44 $\mu$ m	90
38	E. Zapata	Verano	5	10 cm.	100 $\mu$ m	92
39	E. Zapata	Verano	5	10 cm.	200 $\mu$ m	27
40	E. Zapata	Verano	5	20 cm.	44 $\mu$ m	32
41	E. Zapata	Verano	5	20 cm.	100 $\mu$ m	74
42	E. Zapata	Verano	5	20 cm.	200 $\mu$ m	4
43	E. Zapata	Verano	5	30 cm.	44 $\mu$ m	34
44	E. Zapata	Verano	5	30 cm.	100 $\mu$ m	63
45	E. Zapata	Verano	5	30 cm.	200 $\mu$ m	0
46	E. Zapata	Verano	6	10 cm.	44 $\mu$ m	52
47	E. Zapata	Verano	6	10 cm.	100 $\mu$ m	58
48	E. Zapata	Verano	6	10 cm.	200 $\mu$ m	2
49	E. Zapata	Verano	6	20 cm.	44 $\mu$ m	51
50	E. Zapata	Verano	6	20 cm.	100 $\mu$ m	30
51	E. Zapata	Verano	6	20 cm.	200 $\mu$ m	11
52	E. Zapata	Verano	6	30 cm.	44 $\mu$ m	50
53	E. Zapata	Verano	6	30 cm.	100 $\mu$ m	58
54	E. Zapata	Verano	6	30 cm.	200 $\mu$ m	0

**Tabla 3** Cuantificación de esporas obtenidas de las submuestras de suelo ya procesadas

Tercer transecto

OBSERV.	LOCAL.	ESTACIÓN	SITIO	PROFUND.	TAMÍZ	# ESPORAS
55	E. Zapata	Otoño	1	10 cm.	44 $\mu$ m	103
56	E. Zapata	Otoño	1	10 cm.	100 $\mu$ m	92
57	E. Zapata	Otoño	1	10 cm.	200 $\mu$ m	15
58	E. Zapata	Otoño	1	20 cm.	44 $\mu$ m	109
59	E. Zapata	Otoño	1	20 cm.	100 $\mu$ m	61
60	E. Zapata	Otoño	1	20 cm.	200 $\mu$ m	25
61	E. Zapata	Otoño	1	30 cm.	44 $\mu$ m	72
62	E. Zapata	Otoño	1	30 cm.	100 $\mu$ m	89
63	E. Zapata	Otoño	1	30 cm.	200 $\mu$ m	18
64	E. Zapata	Otoño	2	10 cm.	44 $\mu$ m	291
65	E. Zapata	Otoño	2	10 cm.	100 $\mu$ m	116
66	E. Zapata	Otoño	2	10 cm.	200 $\mu$ m	17
67	E. Zapata	Otoño	2	20 cm.	44 $\mu$ m	46
68	E. Zapata	Otoño	2	20 cm.	100 $\mu$ m	95
69	E. Zapata	Otoño	2	20 cm.	200 $\mu$ m	38
70	E. Zapata	Otoño	2	30 cm.	44 $\mu$ m	37
71	E. Zapata	Otoño	2	30 cm.	100 $\mu$ m	61
72	E. Zapata	Otoño	2	30 cm.	200 $\mu$ m	22
73	E. Zapata	Otoño	3	10 cm.	44 $\mu$ m	63
74	E. Zapata	Otoño	3	10 cm.	100 $\mu$ m	51
75	E. Zapata	Otoño	3	10 cm.	200 $\mu$ m	11
76	E. Zapata	Otoño	3	20 cm.	44 $\mu$ m	58
77	E. Zapata	Otoño	3	20 cm.	100 $\mu$ m	57
78	E. Zapata	Otoño	3	20 cm.	200 $\mu$ m	42
79	E. Zapata	Otoño	3	30 cm.	44 $\mu$ m	73
80	E. Zapata	Otoño	3	30 cm.	100 $\mu$ m	36
81	E. Zapata	Otoño	3	30 cm.	200 $\mu$ m	46

**Tabla 4** Cuantificación de esporas obtenidas de las submuestras de suelo ya procesadas

Cuarto transecto

OBSERV.	LOCAL.	ESTACIÓN	SITIO	PROFUND.	TAMÍZ	# ESPORAS
82	E. Zapata	Invierno	3	10 cm.	44 $\mu$ m	29
83	E. Zapata	Invierno	3	10 cm.	100 $\mu$ m	50
84	E. Zapata	Invierno	3	10 cm.	200 $\mu$ m	20
85	E. Zapata	Invierno	3	20 cm.	44 $\mu$ m	38
86	E. Zapata	Invierno	3	20 cm.	100 $\mu$ m	52
87	E. Zapata	Invierno	3	20 cm.	200 $\mu$ m	62
88	E. Zapata	Invierno	3	30 cm.	44 $\mu$ m	52
89	E. Zapata	Invierno	3	30 cm.	100 $\mu$ m	115
90	E. Zapata	Invierno	3	30 cm.	200 $\mu$ m	3
91	E. Zapata	Invierno	5	10 cm.	44 $\mu$ m	26
92	E. Zapata	Invierno	5	10 cm.	100 $\mu$ m	70
93	E. Zapata	Invierno	5	10 cm.	200 $\mu$ m	12
94	E. Zapata	Invierno	5	20 cm.	44 $\mu$ m	82
95	E. Zapata	Invierno	5	20 cm.	100 $\mu$ m	170
96	E. Zapata	Invierno	5	20 cm.	200 $\mu$ m	1
97	E. Zapata	Invierno	5	30 cm.	44 $\mu$ m	36
98	E. Zapata	Invierno	5	30 cm.	100 $\mu$ m	92
99	E. Zapata	Invierno	5	30 cm.	200 $\mu$ m	11
100	E. Zapata	Invierno	7	10 cm.	44 $\mu$ m	102
101	E. Zapata	Invierno	7	10 cm.	100 $\mu$ m	78
102	E. Zapata	Invierno	7	10 cm.	200 $\mu$ m	4
103	E. Zapata	Invierno	7	20 cm.	44 $\mu$ m	84
104	E. Zapata	Invierno	7	20 cm.	100 $\mu$ m	79
105	E. Zapata	Invierno	7	20 cm.	200 $\mu$ m	153
106	E. Zapata	Invierno	7	30 cm.	44 $\mu$ m	108
107	E. Zapata	Invierno	7	30 cm.	100 $\mu$ m	142
108	E. Zapata	Invierno	7	30 cm.	200 $\mu$ m	8

**Tabla 5** Cuantificación de esporas obtenidas de las submuestras de suelo ya procesadas

Primer transecto

OBSERV.	LOCAL.	ESTACIÓN	SITIO	PROFUND.	TAMÍZ	# ESPORAS
109	El Barral	Primavera	3	10 cm.	44 $\mu$ m	129
110	El Barral	Primavera	3	10 cm.	100 $\mu$ m	70
111	El Barral	Primavera	3	10 cm.	200 $\mu$ m	3
112	El Barral	Primavera	3	20 cm.	44 $\mu$ m	76
113	El Barral	Primavera	3	20 cm.	100 $\mu$ m	31
114	El Barral	Primavera	3	20 cm.	200 $\mu$ m	1
115	El Barral	Primavera	3	30 cm.	44 $\mu$ m	108
116	El Barral	Primavera	3	30 cm.	100 $\mu$ m	60
117	El Barral	Primavera	3	30 cm.	200 $\mu$ m	5
118	El Barral	Primavera	5	10 cm.	44 $\mu$ m	172
119	El Barral	Primavera	5	10 cm.	100 $\mu$ m	202
120	El Barral	Primavera	5	10 cm.	200 $\mu$ m	2
121	El Barral	Primavera	5	20 cm.	44 $\mu$ m	81
122	El Barral	Primavera	5	20 cm.	100 $\mu$ m	37
123	El Barral	Primavera	5	20 cm.	200 $\mu$ m	9
124	El Barral	Primavera	5	30 cm.	44 $\mu$ m	74
125	El Barral	Primavera	5	30 cm.	100 $\mu$ m	14
126	El Barral	Primavera	5	30 cm.	200 $\mu$ m	3
127	El Barral	Primavera	7	10 cm.	44 $\mu$ m	20
128	El Barral	Primavera	7	10 cm.	100 $\mu$ m	5
129	El Barral	Primavera	7	10 cm.	200 $\mu$ m	1
130	El Barral	Primavera	7	20 cm.	44 $\mu$ m	8
131	El Barral	Primavera	7	20 cm.	100 $\mu$ m	22
132	El Barral	Primavera	7	20 cm.	200 $\mu$ m	0
133	El Barral	Primavera	7	30 cm.	44 $\mu$ m	7
134	El Barral	Primavera	7	30 cm.	100 $\mu$ m	8
135	El Barral	Primavera	7	30 cm.	200 $\mu$ m	0

**Tabla 6** Cuantificación de esporas obtenidas de las submuestras de suelo ya procesadas

Segundo transecto

OBSERV.	LOCAL.	ESTACIÓN	SITIO	PROFUND.	TAMÍZ	# ESPORAS
136	E l Barral	Verano	1	10 cm.	44 $\mu$ m	86
137	El Barral	Verano	1	10 cm.	100 $\mu$ m	50
138	El Barral	Verano	1	10 cm.	200 $\mu$ m	19
139	El Barral	Verano	1	20 cm.	44 $\mu$ m	65
140	E l Barral	Verano	1	20 cm.	100 $\mu$ m	12
141	El Barral	Verano	1	20 cm.	200 $\mu$ m	17
142	El Barral	Verano	1	30 cm.	44 $\mu$ m	16
143	El Barral	Verano	1	30 cm.	100 $\mu$ m	37
144	E l Barral	Verano	1	30 cm.	200 $\mu$ m	1
145	El Barral	Verano	2	10 cm.	44 $\mu$ m	58
146	El Barral	Verano	2	10 cm.	100 $\mu$ m	36
147	El Barral	Verano	2	10 cm.	200 $\mu$ m	5
148	E l Barral	Verano	2	20 cm.	44 $\mu$ m	92
149	El Barral	Verano	2	20 cm.	100 $\mu$ m	17
150	El Barral	Verano	2	20 cm.	200 $\mu$ m	2
151	El Barral	Verano	2	30 cm.	44 $\mu$ m	48
152	E l Barral	Verano	2	30 cm.	100 $\mu$ m	16
153	El Barral	Verano	2	30 cm.	200 $\mu$ m	7
154	El Barral	Verano	6	10 cm.	44 $\mu$ m	88
155	El Barral	Verano	6	10 cm.	100 $\mu$ m	14
156	E l Barral	Verano	6	10 cm.	200 $\mu$ m	7
157	El Barral	Verano	6	20 cm.	44 $\mu$ m	68
158	El Barral	Verano	6	20 cm.	100 $\mu$ m	23
159	El Barral	Verano	6	20 cm.	200 $\mu$ m	3
160	E l Barral	Verano	6	30 cm.	44 $\mu$ m	77
161	El Barral	Verano	6	30 cm.	100 $\mu$ m	12
162	El Barral	Verano	6	30 cm.	200 $\mu$ m	5

**Tabla 7** Cuantificación de esporas obtenidas de las submuestras de suelo ya procesadas

Tercer transecto

OBSERV.	LOCAL.	ESTACIÓN	SITIO	PROFUND.	TAMÍZ	# ESPORAS
163	E l Barral	Otoño	1	10 cm.	44 μ m	68
164	El Barral	Otoño	1	10 cm.	100 μ m	32
165	El Barral	Otoño	1	10 cm.	200 μ m	2
166	El Barral	Otoño	1	20 cm.	44 μ m	111
167	E l Barral	Otoño	1	20 cm.	100 μ m	8
168	El Barral	Otoño	1	20 cm.	200 μ m	0
169	El Barral	Otoño	1	30 cm.	44 μ m	40
170	El Barral	Otoño	1	30 cm.	100 μ m	11
171	E l Barral	Otoño	1	30 cm.	200 μ m	1
172	El Barral	Otoño	4	10 cm.	44 μ m	157
173	El Barral	Otoño	4	10 cm.	100 μ m	83
174	El Barral	Otoño	4	10 cm.	200 μ m	5
175	E l Barral	Otoño	4	20 cm.	44 μ m	88
175	El Barral	Otoño	4	20 cm.	100 μ m	53
177	El Barral	Otoño	4	20 cm.	200 μ m	7
178	El Barral	Otoño	4	30 cm.	44 μ m	57
179	E l Barral	Otoño	4	30 cm.	100 μ m	31
180	El Barral	Otoño	4	30 cm.	200 μ m	1
181	El Barral	Otoño	6	10 cm.	44 μ m	90
182	El Barral	Otoño	6	10 cm.	100 μ m	40
183	E l Barral	Otoño	6	10 cm.	200 μ m	9
184	El Barral	Otoño	6	20 cm.	44 μ m	70
185	El Barral	Otoño	6	20 cm.	100 μ m	34
186	El Barral	Otoño	6	20 cm.	200 μ m	6
187	E l Barral	Otoño	6	30 cm.	44 μ m	20
188	El Barral	Otoño	6	30 cm.	100 μ m	20
189	El Barral	Otoño	6	30 cm.	200 μ m	8

**Tabla 8** Cuantificación de esporas obtenidas de las submuestras de suelo ya procesadas

Cuarto transecto

OBSERV.	LOCAL.	ESTACIÓN	SITIO	PROFUND.	TAMÍZ	# ESPORAS
190	E l Barral	Invierno	1	10 cm.	44 $\mu$ m	183
191	El Barral	Invierno	1	10 cm.	100 $\mu$ m	85
192	El Barral	Invierno	1	10 cm.	200 $\mu$ m	7
193	El Barral	Invierno	1	20 cm.	44 $\mu$ m	77
194	E l Barral	Invierno	1	20 cm.	100 $\mu$ m	19
195	El Barral	Invierno	1	20 cm.	200 $\mu$ m	4
196	El Barral	Invierno	1	30 cm.	44 $\mu$ m	147
197	El Barral	Invierno	1	30 cm.	100 $\mu$ m	48
198	E l Barral	Invierno	1	30 cm.	200 $\mu$ m	62
199	El Barral	Invierno	4	10 cm.	44 $\mu$ m	36
200	El Barral	Invierno	4	10 cm.	100 $\mu$ m	29
201	El Barral	Invierno	4	10 cm.	200 $\mu$ m	4
202	E l Barral	Invierno	4	20 cm.	44 $\mu$ m	18
203	El Barral	Invierno	4	20 cm.	100 $\mu$ m	24
204	El Barral	Invierno	4	20 cm.	200 $\mu$ m	5
205	El Barral	Invierno	4	30 cm.	44 $\mu$ m	33
206	E l Barral	Invierno	4	30 cm.	100 $\mu$ m	27
207	El Barral	Invierno	4	30 cm.	200 $\mu$ m	4
208	El Barral	Invierno	7	10 cm.	44 $\mu$ m	77
209	El Barral	Invierno	7	10 cm.	100 $\mu$ m	24
210	E l Barral	Invierno	7	10 cm.	200 $\mu$ m	4
211	El Barral	Invierno	7	20 cm.	44 $\mu$ m	66
212	El Barral	Invierno	7	20 cm.	100 $\mu$ m	32
213	El Barral	Invierno	7	20 cm.	200 $\mu$ m	2
214	E l Barral	Invierno	7	30 cm.	44 $\mu$ m	98
215	El Barral	Invierno	7	30 cm.	100 $\mu$ m	39
216	El Barral	Invierno	7	30 cm.	200 $\mu$ m	5



**Tabla 9** Cuantificación de esporas obtenidas de las submuestras de suelo ya procesadas

Primer transecto

OBSERV.	LOCAL.	ESTACIÓN	SITIO	PROFUND.	TAMÍZ	# ESPORAS
217	El Cinco	Primavera	5	10 cm.	44 μ m	55
218	El Cinco	Primavera	5	10 cm.	100 μ m	59
219	El Cinco	Primavera	5	10 cm.	200 μ m	2
220	El Cinco	Primavera	5	20 cm.	44 μ m	28
221	El Cinco	Primavera	5	20 cm.	100 μ m	19
222	El Cinco	Primavera	5	20 cm.	200 μ m	0
223	El Cinco	Primavera	5	30 cm.	44 μ m	19
224	El Cinco	Primavera	5	30 cm.	100 μ m	5
225	El Cinco	Primavera	5	30 cm.	200 μ m	3
226	El Cinco	Primavera	6	10 cm.	44 μ m	24
227	El Cinco	Primavera	6	10 cm.	100 μ m	33
228	El Cinco	Primavera	6	10 cm.	200 μ m	3
229	El Cinco	Primavera	6	20 cm.	44 μ m	48
230	El Cinco	Primavera	6	20 cm.	100 μ m	41
231	El Cinco	Primavera	6	20 cm.	200 μ m	37
232	El Cinco	Primavera	6	30 cm.	44 μ m	42
233	El Cinco	Primavera	6	30 cm.	100 μ m	26
234	El Cinco	Primavera	6	30 cm.	200 μ m	13
235	El Cinco	Primavera	7	10 cm.	44 μ m	69
236	El Cinco	Primavera	7	10 cm.	100 μ m	27
237	El Cinco	Primavera	7	10 cm.	200 μ m	5
238	El Cinco	Primavera	7	20 cm.	44 μ m	42
239	El Cinco	Primavera	7	20 cm.	100 μ m	102
240	El Cinco	Primavera	7	20 cm.	200 μ m	6
241	El Cinco	Primavera	7	30 cm.	44 μ m	30
242	El Cinco	Primavera	7	30 cm.	100 μ m	32
243	El Cinco	Primavera	7	30 cm.	200 μ m	6

**Tabla 10** Cuantificación de esporas obtenidas de las submuestras de suelo ya procesadas

Segundo transecto

OBSERV.	LOCAL.	ESTACIÓN	SITIO	PROFUND.	TAMÍZ	# ESPORAS
244	El Cinco	Verano	2	10 cm.	44 $\mu$ m	188
245	El Cinco	Verano	2	10 cm.	100 $\mu$ m	78
246	El Cinco	Verano	2	10 cm.	200 $\mu$ m	6
247	El Cinco	Verano	2	20 cm.	44 $\mu$ m	244
248	El Cinco	Verano	2	20 cm.	100 $\mu$ m	54
249	El Cinco	Verano	2	20 cm.	200 $\mu$ m	4
250	El Cinco	Verano	2	30 cm.	44 $\mu$ m	78
251	El Cinco	Verano	2	30 cm.	100 $\mu$ m	23
252	El Cinco	Verano	2	30 cm.	200 $\mu$ m	17
253	El Cinco	Verano	3	10 cm.	44 $\mu$ m	223
254	El Cinco	Verano	3	10 cm.	100 $\mu$ m	35
255	El Cinco	Verano	3	10 cm.	200 $\mu$ m	8
256	El Cinco	Verano	3	20 cm.	44 $\mu$ m	131
257	El Cinco	Verano	3	20 cm.	100 $\mu$ m	25
258	El Cinco	Verano	3	20 cm.	200 $\mu$ m	1
259	El Cinco	Verano	3	30 cm.	44 $\mu$ m	107
260	El Cinco	Verano	3	30 cm.	100 $\mu$ m	30
261	El Cinco	Verano	3	30 cm.	200 $\mu$ m	16
262	El Cinco	Verano	7	10 cm.	44 $\mu$ m	155
263	El Cinco	Verano	7	10 cm.	100 $\mu$ m	42
264	El Cinco	Verano	7	10 cm.	200 $\mu$ m	25
265	El Cinco	Verano	7	20 cm.	44 $\mu$ m	133
266	El Cinco	Verano	7	20 cm.	100 $\mu$ m	39
267	El Cinco	Verano	7	20 cm.	200 $\mu$ m	2
268	El Cinco	Verano	7	30 cm.	44 $\mu$ m	134
269	El Cinco	Verano	7	30 cm.	100 $\mu$ m	33
270	El Cinco	Verano	7	30 cm.	200 $\mu$ m	14

**Tabla 11** Cuantificación de esporas obtenidas de las submuestras de suelo ya procesadas

Tercer transecto

OBSERV.	LOCAL.	ESTACIÓN	SITIO	PROFUND.	TAMÍZ	# ESPORAS
271	El Cinco	Otoño	3	10 cm.	44 $\mu$ m	56
272	El Cinco	Otoño	3	10 cm.	100 $\mu$ m	60
273	El Cinco	Otoño	3	10 cm.	200 $\mu$ m	30
274	El Cinco	Otoño	3	20 cm.	44 $\mu$ m	58
275	El Cinco	Otoño	3	20 cm.	100 $\mu$ m	37
276	El Cinco	Otoño	3	20 cm.	200 $\mu$ m	7
277	El Cinco	Otoño	3	30 cm.	44 $\mu$ m	101
278	El Cinco	Otoño	3	30 cm.	100 $\mu$ m	50
279	El Cinco	Otoño	3	30 cm.	200 $\mu$ m	6
280	El Cinco	Otoño	4	10 cm.	44 $\mu$ m	41
281	El Cinco	Otoño	4	10 cm.	100 $\mu$ m	51
282	El Cinco	Otoño	4	10 cm.	200 $\mu$ m	8
283	El Cinco	Otoño	4	20 cm.	44 $\mu$ m	81
284	El Cinco	Otoño	4	20 cm.	100 $\mu$ m	40
285	El Cinco	Otoño	4	20 cm.	200 $\mu$ m	12
286	El Cinco	Otoño	4	30 cm.	44 $\mu$ m	89
287	El Cinco	Otoño	4	30 cm.	100 $\mu$ m	48
288	El Cinco	Otoño	4	30 cm.	200 $\mu$ m	10
289	El Cinco	Otoño	7	10 cm.	44 $\mu$ m	123
290	El Cinco	Otoño	7	10 cm.	100 $\mu$ m	51
291	El Cinco	Otoño	7	10 cm.	200 $\mu$ m	24
292	El Cinco	Otoño	7	20 cm.	44 $\mu$ m	59
293	El Cinco	Otoño	7	20 cm.	100 $\mu$ m	73
294	El Cinco	Otoño	7	20 cm.	200 $\mu$ m	10
295	El Cinco	Otoño	7	30 cm.	44 $\mu$ m	83
296	El Cinco	Otoño	7	30 cm.	100 $\mu$ m	53
297	El Cinco	Otoño	7	30 cm.	200 $\mu$ m	9

**Tabla 12** Cuantificación de esporas obtenidas de las submuestras de suelo ya procesadas

Cuarto transecto

OBSERV.	LOCAL.	ESTACIÓN	SITIO	PROFUND.	TAMÍZ	# ESPORAS
298	El Cinco	Invierno	4	10 cm.	44 $\mu$ m	125
299	El Cinco	Invierno	4	10 cm.	100 $\mu$ m	102
300	El Cinco	Invierno	4	10 cm.	200 $\mu$ m	8
301	El Cinco	Invierno	4	20 cm.	44 $\mu$ m	54
302	El Cinco	Invierno	4	20 cm.	100 $\mu$ m	45
303	El Cinco	Invierno	4	20 cm.	200 $\mu$ m	1
304	El Cinco	Invierno	4	30 cm.	44 $\mu$ m	64
305	El Cinco	Invierno	4	30 cm.	100 $\mu$ m	41
306	El Cinco	Invierno	4	30 cm.	200 $\mu$ m	2
307	El Cinco	Invierno	6	10 cm.	44 $\mu$ m	97
308	El Cinco	Invierno	6	10 cm.	100 $\mu$ m	97
309	El Cinco	Invierno	6	10 cm.	200 $\mu$ m	12
310	El Cinco	Invierno	6	20 cm.	44 $\mu$ m	50
311	El Cinco	Invierno	6	20 cm.	100 $\mu$ m	37
312	El Cinco	Invierno	6	20 cm.	200 $\mu$ m	4
313	El Cinco	Invierno	6	30 cm.	44 $\mu$ m	86
314	El Cinco	Invierno	6	30 cm.	100 $\mu$ m	25
315	El Cinco	Invierno	6	30 cm.	200 $\mu$ m	3
316	El Cinco	Invierno	7	10 cm.	44 $\mu$ m	25
317	El Cinco	Invierno	7	10 cm.	100 $\mu$ m	48
318	El Cinco	Invierno	7	10 cm.	200 $\mu$ m	4
319	El Cinco	Invierno	7	20 cm.	44 $\mu$ m	43
320	El Cinco	Invierno	7	20 cm.	100 $\mu$ m	95
321	El Cinco	Invierno	7	20 cm.	200 $\mu$ m	1
322	El Cinco	Invierno	7	30 cm.	44 $\mu$ m	39
323	El Cinco	Invierno	7	30 cm.	100 $\mu$ m	37
324	El Cinco	Invierno	7	30 cm.	200 $\mu$ m	3

**Tabla 1** Variables independientes que fueron relacionadas con el número de esporas las cuales fueron organizadas en clases niveles y valores

CLASE	NIVELES	VALORES
Localidad	3	1, 2, 3
Estación	4	1, 2, 3, 4
P. de muest.	3	1, 2, 3
Profundidad	3	1, 2, 3
Tamíz	3	1, 2, 3

Número de observaciones en la serie de datos = 324

Procedimiento de modelo lineal general

**Tabla 2** Análisis de varianza

Variable dependiente:(Número de esporas) Esp

Fuente	D F	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor de F	Pr>F
Modelo	47	380333.1451	8092.1946	7.31	<b>0.0001</b>
Error	276	305420.8889	1106.5974		
Total corregido	323	685754.0340			

R-CUADRADA	C. V.	RAÍZ MSE	NÚMERO PROMEDIO DE ESPORAS DE UNA MUESTRA
0.554620	69.16538	33.26556	48.0956790

FUENTE	DF	TIPO I SS	CUADR. MED.	F VALUADA	PR>F
Localidad	2	20057.7840	10028.8920	9.06	<b>0.0002</b>
Estación	3	5160.5525	1720.1842	1.55	0.2007
P. de muest.	2	3037.7840	1518.8920	1.37	0.2552
Profundidad	2	15018.8395	7509.4198	6.79	<b>0.0013</b>
Tamíz	2	250597.7099	125298.8549	113.23	<b>0.0001</b>
Loc.x Est.	6	21313.8457	3552.3076	3.21	<b>0.0046</b>
Loc. x Sit.	4	4197.7160	1049.4290	0.95	0.4364
Loc. x Prof.	4	3283.6049	820.9012	0.74	0.5642
Loc. x Tam.	4	19352.0123	4838.0031	4.37	<b>0.0019</b>
Est. x Sit.	6	10916.7346	1819.4558	1.64	0.1350
Est. x Prof.	6	4704.0494	784.0082	0.71	0.6430
Est.x Tam.	6	22692.5123	3782.0854	3.42	<b>0.0029</b>

Los valores marcados con negrita son altamente significativos.

Procedimiento de modelo general lineal

**Tabla 1** Prueba de Rango Múltiple de Duncan para la variable: Localidad  
Variable dependiente: ESP (número de esporas)

AGRUP. DUNCAN	MEDIA	N	LOCALIDAD
A	58.370	108	(1) E.Zapata
B	46.657	108	(2) El Barral
B	39.259	108	(3) El Cinco
Número de medias 2 3		Rango Crítico 8.993 9.456	
Las medias con la misma letra no son significativamente diferentes.			
Alfa= 0.05		DF = 276	MSE = 1106.597

**Tabla 2** Prueba de Rango Studentizado de Tukey (HSD) para la variable: Localidad  
Variable dependiente: ESP (número de esporas)

AGRUP. TUKEY	MEDIA	N	LOCALIDAD
A	58.370	108	(1) E.Zapata
B	46.657	108	(2) El Barral
B	39.259	108	(3) El Cinco
Alfa = 0.05		DF = 276	MSE = 1106.597
Valor Crítico de Rango Studentizado = 3.333			
Diferencia Mínima Significativa = 10.667			
Las medias con la misma letra no son significativamente diferentes.			

**Tabla 3** Prueba de Scheffe para la variable: Localidad  
Variable dependiente: ESP (número de esporas)

AGRUP. SCHEFFE	MEDIA	N	LOCALIDAD
A	58.370	108	(1) E.Zapata
B	46.657	108	(2) El Barral
B	39.259	108	(3) El Cinco
Alfa = 0.05		Valor Crítico de F = 3.02848	
DF = 276		Diferencia Mínima Significativa = 11.141	
MSE = 1106.597			

**Tabla 4** Prueba de Duncan de Rango Múltiple para la variable.: Estación  
Variable dependiente: ESP (número de esporas)

AGRUP. DUNCAN	MEDIA	N	ESTACIÓN
A	51.630	81	(2) Verano
A	50.198	81	(3) Otoño
A	49.210	81	(4) Invierno
A	41.346	81	(1) Primavera
Alfa = 0.05		DF = 276	MSE = 1106.597
Número de medias 2 3 4			Rango Crítico 10.38 10.92 11.26
Las medias con la misma letra no son significativamente diferentes.			

**Tabla 5** Prueba de Rango Studentizado de Tukey (HSD) para la variable.: Estación  
Variable dependiente: ESP (número de esporas)

AGRUP. TUKEY	MEDIA	N	ESTACIÓN
A	51.630	81	(2) Verano
A	50.198	81	(3) Otoño
A *	49.210	81	(4) Invierno
A	41.346	81	(1) Primavera
Alfa = 0.05		DF = 276	MSE = 1106.597
Valor Crítico de Rango Studentizado=3.655			
Diferencia Mínima Significativa=13.511			
Las medias con la misma letra no son significativamente diferentes.			

**Tabla 6** Prueba de Scheffe para la variable.: Estación  
Variable dependiente: ESP (número de esporas)

AGRUP. SCHEFFE	MEDIA	N	ESTACIÓN
A	51.630	81	(2) Verano
A	50.198	81	(3) Otoño
A	49.210	81	(4) Invierno
A	41.346	81	(1) Primavera
Alfa = 0.05		DF = 276	MSE = 1106.597
Valor Crítico de F=2.63731		Diferencia Mínima Significativa=14.703	

**Tabla 7** Prueba de Duncan de Rango Múltiple para la variable.: Puntos de muestreo  
Variable dependiente: ESP (número de esporas)

AGRUP. DUNCAN	MEDIA	N	PUNTOS DE MUESTREO
A	51.481	108	1
A	48.741	108	2
A	44.065	108	3
Alfa = 0.05		DF = 276	MSE = 1106.597
Número de medias 2 3		Rango Crítico 8.993 9.456	

Las medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

**Tabla 8** Prueba de Rango Studentizado de Tukey (HSD) para la variable.: Puntos de muestreo/  
Variable dependiente: ESP (número de esporas)

AGRUP. TUKEY	MEDIA	N	PUNTOS DE MUESTREO
A	51.481	108	1
A	48.741	108	2
A	44.065	108	3
Alfa = 0.05		DF = 276	MSE = 1106.597
Valor Crítico de Rango Studentizado = 3.333		Diferencia Mínima Significativa = 10.667	

Las medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

**Tabla 9** Prueba de Scheffe para la variable: Puntos de muestreo  
Variable dependiente: ESP (número de esporas)

AGRUP. SCHEFFE	MEDIA	N	PUNTOS DE MUESTREO
A	51.481	108	1
A	48.741	108	2
A	44.065	108	3
Alfa = 0.05		DF = 276	MSE = 1106.597
Valor Crítico de F = 3.02848		Diferencia Mínima Significativa = 11.141	



**Tabla 10** Prueba de Duncan de Rango Múltiple para la variable.: Profundidad  
Variable dependiente: ESP (número de esporas)

AGRUP. DUNCAN	MEDIA	N	PROFUNDIDAD
A	56.954	108	1
B	46.935	108	2
B	40.398	108	3
Alfa = 0.05		DF = 276	MSE = 1106.597
Número de medias 2 3		Rango Crítico 8.993 9.456	

Las medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

**Tabla 11** Prueba de Rango Studentizado de Tukey (HSD) para la variable:  
Profundidad Variable dependiente: ESP (número de esporas)

AGRUP. TUKEY	MEDIA	N	PROFUNDIDAD
A	56.954	108	1
A B	46.935	108	2
B	40.398	108	3
Alfa = 0.05		DF = 276	MSE = 1106.597
Valor Crítico de Rango Studentizado = 3.333		Diferencia Mínima Significativa = 10.667	

Las medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

**Tabla 12** Prueba de Scheffe para la variable Profundidad  
Variable dependiente: ESP (número de esporas)

AGRUP. SCHEFFE	MEDIA	N	PROFUNDIDAD
A	56.954	108	1
A B	46.935	108	2
B	40.398	108	3
Alfa = 0.05		DF = 276	MSE = 1106.597
Valor Crítico de F = 3.02848		Diferencia Mínima Significativa = 11.141	

Las medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

**Tabla 13** Prueba de Duncan de Rango Múltiple para la variable. Tamiz  
Variable dependiente: ESP (número de esporas)

AGRUP. DUNCAN	MEDIA	N	TAMÍZ
A	78.889	108	1 (44 µm)
B	53.889	108	2 (100 µm)
C	11.509	108	3 (200 µm)
Alfa = 0.05		DF = 276	MSE = 1106.597
Número de medias 2 3		Rango Crítico 8.993 9.456	

Las medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

**Tabla 14** Prueba de Rango Studentizado de Tukey (HSD) para la variable: Tamiz  
Variable dependiente: ESP (número de esporas)

AGRUP. TUKEY	MEDIA	N	TAMÍZ
A	78.889	108	1 (44 µm)
B	53.889	108	2 (100 µm)
C	11.509	108	3 (200 µm)
Alfa = 0.05		DF = 276	MSE = 1106.597
Valor Crítico de Rango Studentizado = 3.333		Diferencia Mínima Significativa = 10.667	

Las medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

**Tabla 15** Prueba de Scheffe para la variable: Tamiz  
Variable dependiente: ESP (número de esporas)

AGRUP. SCHEFFE	MEDIA	N	TAMÍZ
A	78.889	108	1 (44 µm)
B	53.889	108	2 (100 µm)
C	11.509	108	3 (200 µm)
Alfa = 0.05		DF = 276	MSE = 1106.597
Valor Crítico de F = 3.02848		Diferencia Mínima Significativa = 11.141	

Las medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

**Tabla 1** Composición Botánica de las especies encontradas en los transectos de los tres sitios de muestreo durante primavera verano otoño e invierno:.

1.- <i>Acacia berlandieri</i>	1.- "Guajillo"
2.- <i>A. farneciana</i> (L) Willd	2.- "Huizache"
3.- <i>A. rigidula</i> Benth	3.- "Gabia"
4.- <i>A. wrightii</i> Benth	4.- "Uña de gato"
5.- <i>Amyris madrensis</i> Buckl.	5.- "Barretilla"
6.- <i>Bernardia miristicifolia</i>	6.- "Oreja de ratón"
7.- <i>Bumelia celastrina</i> H. B. K.	7.- "Coma"
8.- <i>Caesalpinia mexicana</i> Gray	8.- "Hierva del potro"
9.- <i>Celtis laevigata</i>	9.- "Palo blanco"
10.- <i>C. pallida</i> Torrey	10.- "Granjeno"
11.- <i>Condalia hookeri</i>	11.- "Brasil"
12.- <i>Cordia boisierii</i> A. D. C.	12.- "Anacahuita"
13.- <i>Croton cortescianus</i>	13.- "Croto verde"
14.- <i>Dyospyros texana</i> I. V. Jhonson Scheele	14.- "Chapote prieto"
15.- <i>Pithecellobium ebano</i> (Berl.) Barneby & Grims	15.- "Ebano"
16.- <i>Heretia anacua</i>	16.- "Anacua"
17.- <i>Eysenhardtia polystachya</i> (Ortega) Sarg.	17.- "Vara dulce"
18.- <i>Forestiera angustifolia</i> Torrey	18.- "Panalero"
19.- <i>Gochmatia hypoleuca</i> D.C.	19.- "Ocotillo"
20.- <i>Helietta parvifolia</i> (Gray) Benth	20.- "Barreta"
21.- <i>Karwinskia humboldtana</i> Zucc	21.- "Collotillo"
22.- <i>Leucophyllum frutescens</i> (Berlan) I. M. Johnst	22.- "Cenizo"
23.- <i>Opuntia</i> sp. L	23.- "Nopal"
24.- <i>O. leptocaulis</i> D.C.	24.- "Tasajillo"
25.- <i>Parkinsonia acauleta</i> L.	25.- "Retama"
26.- <i>Pithecellobium pallens</i>	26.- "Tenaza"
27.- <i>Portieria angustifolia</i> -	27.- "Guayacán"
28.- <i>Prosopis laevigata</i>	28.- "Mezquite"
29.- <i>Yucca</i> sp.	29.- "Yuca"
30.- <i>Zanthoxylum fagara</i> (L.) Sarg.	30.- "Colima"

**Tabla 1** Composición Botánica de las especies encontradas en los transectos de los tres sitios de muestreo durante primavera verano otoño e invierno:.

1.- <i>Acacia berlandieri</i>	1.- "Guajillo"
2.- <i>A. farneciana</i> (L) Willd	2.- "Huizache"
3.- <i>A. rigidula</i> Benth	3.- "Gabia"
4.- <i>A. wrightii</i> Benth	4.- "Uña de gato"
5.- <i>Amyris madrensis</i> Buckl.	5.- "Barretilla"
6.- <i>Bernardia miristicifolia</i>	6.- "Oreja de ratón"
7.- <i>Bumelia celastrina</i> H. B. K.	7.- "Coma"
8.- <i>Caesalpinia mexicana</i> Gray	8.- "Hierva del potro"
9.- <i>Celtis laevigata</i>	9.- "Palo blanco"
10.- <i>C. pallida</i> Torrey	10.- "Granjeno"
11.- <i>Condalia hookeri</i>	11.- "Brasil"
12.- <i>Cordia boisierii</i> A. D. C.	12.- "Anacahuita"
13.- <i>Croton cortescianus</i>	13.- "Croto verde"
14.- <i>Dyospyros texana</i> I. V. Jhonson Scheele	14.- "Chapote prieto"
15.- <i>Pithecellobium ebano</i> (Berl.) Barneby & Grims	15.- "Ebano"
16.- <i>Heretia anacua</i>	16.- "Anacua"
17.- <i>Eysenhardtia polystachya</i> (Ortega) Sarg.	17.- "Vara dulce"
18.- <i>Forestiera angustifolia</i> Torrey	18.- "Panalero"
19.- <i>Gochnatia hypoleuca</i> D.C.	19.- "Ocotillo"
20.- <i>Helietta parvifolia</i> (Gray) Benth	20.- "Barreta"
21.- <i>Karwinskia humboldtana</i> Zucc	21.- "Collotillo"
22.- <i>Leucophyllum frutescens</i> (Berlan) I. M. Johnst	22.- "Cenizo"
23.- <i>Opuntia</i> sp. L	23.- "Nopal"
24.- <i>O. leptocaulis</i> D.C.	24.- "Tasajillo"
25.- <i>Parkinsonia acauleta</i> L.	25.- "Retama"
26.- <i>Pithecellobium pallens</i>	26.- "Tenaza"
27.- <i>Portieria angustifolia</i> -	27.- "Guayacán"
28.- <i>Prosopis laevigata</i>	28.- "Mezquite"
29.- <i>Yucca</i> sp.	29.- "Yuca"
30.- <i>Zanthoxylum fagara</i> (L.) Sarg.	30.- "Colima"

Tabla 2 Relación de especies y número de individuos encontrados en los transectos de la localidad "EMILIANO ZAPATA"

ESPECIE	PRIMAVERA	VERANO	OTOÑO	INVIERNO	ABUNDANCIA
1.- Guajillo	0	1	0	0	1
2.- Huizache	5	0	0	0	5
3.-Gabia	3	3	1	1	8
4.- Uña de gato	0	0	2	0	2
5.- Barretilla	0	0	1	0	1
6.- Oreja de ratón	0	0	1	0	1
7.- Coma	0	0	0	3	3
8.- Hierba del potro	0	0	0	0	0
9.- Palo blanco	0	0	1	1	2
10.- Granjeno	3	2	1	0	6
11.- Brasil	0	0	0	1	1
12.- Anacahuita	0	1	0	0	1
13.- Croto verde	0	0	0	0	0
14.- Chapote prieto	1	1	0	2	4
15.- Ebano	0	0	1	0	1
16.- Anacua	0	0	0	1	1
17.- Vara dulce	2	2	0	0	4
18.- Panalero	0	0	2	1	3
19.- Ocotillo	3	0	0	0	3
20.- Barreta	0	0	0	1	1
21.- Coyotillo	0	0	0	0	0
22.- Cenizo	1	0	0	1	2
23.- Nopal	1	1	2	3	7
24.- Tasajillo	0	0	2	0	2
25.- Retama	0	1	0	0	1
26.- Tenaza	3	2	2	1	8
27.- Guayacán	0	0	0	1	1
28.- Mezquite	1	1	1	1	4
29.- Yuca	0	0	1	1	2
30.- Colima	1	2	1	1	5
FRECUENCIA					27/80

**Tabla 3** Relación de especies y número de individuos encontrados en los transectos de la localidad "EL BARRAL"

ESPECIE	PRIMAVERA	VERANO	OTOÑO	INVIERNO	ABUNDANCIA
1.- Guajillo	0	0	0	0	0
2.- Huizache	5	1	2	0	8
3.-Gabia	1	0	0	1	2
4.- Uña de gato	0	1	0	2	3
5.- Barretilla	1	0	0	0	1
6.- Oreja de ratón	0	0	0	0	0
7.- Coma	1	0	1	0	2
8.- Hierba del potro	4	4	2	3	13
9.- Palo blanco	0	0	0	0	0
10.- Granjeno	0	2	1	0	3
11.- Brasil	0	0	0	0	0
12.- Anacahuita	2	2	1	1	6
13.- Croto verde	0	3	0	1	4
14.- Chapote prieto	0	0	0	0	0
15.- Ebano	0	0	0	0	0
16.- Anacua	0	0	0	0	0
17.- Vara dulce	1	0	0	0	1
18.- Panalero	0	0	0	3	3
19.- Ocotillo	0	0	1	0	1
20.- Barreta	0	0	0	0	0
21.- Coyotillo	0	0	0	1	1
22.- Cenizo	0	1	0	0	1
23.- Nopal	1	2	2	1	6
24.- Tasajillo	0	1	0	1	2
25.- Retama	0	0	0	0	0
26.- Tenaza	0	0	1	1	2
27.- Guayacán	0	0	0	2	2
28.- Mezquite	0	0	1	0	1
29.- Yuca	0	0	0	0	0
30.- Colima	0	0	1	0	1
FRECUENCIA					20/63

**Tabla 4** Relación de especies y número de individuos encontrados en los transectos de la localidad "EL CINCO"

ESPECIE	PRIMAVERA	VERANO	OTOÑO	INVIERNO	ABUNDANCIA
1.- Guajillo	0	0	0	1	1
2.- Huizache	4	0	2	0	6
3.-Gabia	1	3	0	2	6
4.- Uña de gato	2	2	2	0	6
5.- Barretilla	0	0	1	0	1
6.- Oreja de ratón	0	1	0	0	1
7.- Coma	0	0	1	0	1
8.- Hierba del potro	0	0	0	0	0
9.- Palo blanco	0	1	0	0	1
10.- Granjeno	1	2	0	0	3
11.- Brasil	0	3	0	0	3
12.- Anacahuita	0	3	0	0	3
13.- Croto verde	0	0	0	0	0
14.- Chapote prieto	0	1	0	1	2
15.- Ebano	1	0	1	0	2
16.- Anacua	0	1	0	0	1
17.- Vara dulce	1	1	1	0	3
18.- Panalero	1	0	0	0	1
19.- Ocotillo	0	0	0	0	0
20.- Barreta	1	0	0	0	1
21.- Coyotillo	0	0	0	0	0
22.- Cenizo	0	0	1	0	1
23.- Nopal	1	1	1	0	3
24.- Tasajillo	2	0	1	0	3
25.- Retama	2	0	0	0	2
26.- Tenaza	1	2	0	1	4
27.- Guayacán	0	0	2	1	3
28.- Mezquite	1	2	0	0	3
29.- Yuca	0	1	0	0	1
30.- Colima	1	1	1	0	3
FRECUENCIA					26/65

**Tabla 1** Resultados del análisis de fósforo disponible

LOCALIDAD	ESTACION	ESTRATO Y SITIO	PPM.
Emiliano Zapata	Primavera	A-1,2,5	1.48
Emiliano Zapata	Primavera	B-1,2,5	0.93
Emiliano Zapata	Primavera	C-1,2,5	0.74
El Cinco	Primavera	A-1,4,5	2.03
El Cinco	Primavera	B-3,4,5	1.66
El Cinco	Primavera	C-3,4,5	1.11
El Barral	Primavera	A-3,5,7	0.74
El Barral	Primavera	B-3,5,7	1.48
El Barral	Primavera	C-3,5,7	0.74
Emiliano Zapata	Verano	A-4,5,6	1.44
Emiliano Zapata	Verano	B-4,5,6	1.07
Emiliano Zapata	Verano	C-4,5,6	1.25
El Cinco	Verano	A-2,3,7	13.23
El Cinco	Verano	B-2,3,7	3.08
El Cinco	Verano	C-2,3,7	1.98
El Barral	Verano	A-1,2,6	1.43
El Barral	Verano	B-1,2,6	0.89
El Barral	Verano	C-1,2,6	0.71
Emiliano Zapata	Otoño	A-1,3,7	1.43
Emiliano Zapata	Otoño	B-1,3,7	0.74
Emiliano Zapata	Otoño	C-1,3,7	1.11
El Cinco	Otoño	A-3,4,7	1.66
El Cinco	Otoño	B-3,4,7	1.29
El Cinco	Otoño	C-3,4,7	1.48
El Barral	Otoño	A-1,4,6	5.25
El Barral	Otoño	B-1,4,6	1.84
El Barral	Otoño	C-1,4,6	0.93
Emiliano Zapata	Invierno	A-3,5,7	2.16
Emiliano Zapata	Invierno	B-3,5,7	1.07
Emiliano Zapata	Invierno	C-3,5,7	1.61
El Cinco	Invierno	A-4,6,7	1.43
El Cinco	Invierno	B-4,6,7	1.43
El Cinco	Invierno	C-4,6,7	1.07
El Barral	Invierno	A-1,4,7	8.27
El Barral	Invierno	B-1,4,7	8.07
El Barral	Invierno	C-1,4,7	6.31

**Clasificación agronómica para fósforo disponible según Olsen.**

**< 2 ppm deficiente**

**2 - 5 ppm bajo**

**5 -10 ppm adecuado**

**> 10 ppm alto**



