

2
Ref: 1419

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

Facultad de Ciencias

COMUNIDADES FUNGICAS
DE SUELOS DERIVADOS
DE CENIZAS VOLCANICAS

T E S I S

Que para obtener el título de :

B I O L O G O

P r e s e n t a :

Claudia Rodríguez Fábregas

México, D.F.

1984



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

I N D I C E

INTRODUCCION	1
AREA DE ESTUDIO	7
MATERIALES Y METODO	11
RESULTADOS	15
I. Descripción y caracterización de las comunidades fúngicas	17
II. Distribución vertical de las comuni- dades fúngicas	21
III. Comportamiento estacional de las co- munidades fúngicas	24
DISCUSION	26
CONCLUSIONES	37
BIBLIOGRAFIA	38

INTRODUCCION

La integridad de un ecosistema se mantiene por la transferencia de materia y energía entre tres componentes fundamentales: el subsistema productor, el consumidor y el descomponedor. Este último lleva a cabo dos funciones primordiales, la mineralización (conversión de un elemento de una forma orgánica a una inorgánica) y la formación de la materia orgánica del suelo (a través de los residuos de la descomposición).

Para mantener la producción primaria, las plantas deben disponer continuamente de los elementos nutricionales en una forma accesible. Como generalmente las raíces no son permeables a las moléculas orgánicas, los elementos esenciales deben estar presentes en el suelo en una forma inorgánica. Los nutrientes son liberados en forma mineral por la intemperización de la roca madre, pero esta entrada generalmente es insignificante en relación a la demanda de éstos por parte de las plantas. La mayor parte del abastecimiento de nutrientes, se debe a la acción de los organismos descomponedores a través de la mineralización de los elementos.

Los residuos de la descomposición contribuyen a la formación de la materia orgánica del suelo. Esta tiene dos componentes: por un lado, la fracción celular, formada por restos de plantas parcialmente descompuestas, esqueletos de animales, heces,

microorganismos, y por otro, el humus, mezcla amorfa de polímeros complejos sintetizados durante el proceso de descomposición que a menudo se asocian físicamente con los minerales inorgánicos del suelo (Swift *et al.*, 1979).

Entre los principales organismos que constituyen este subsistema se encuentran los hongos.

Debido a la amplia distribución de numerosas especies de estos organismos, Baker y Meeker (1972, citado por States, 1981) sostienen que no existen barreras geográficas para ellos. Esto conduce a la idea de que la micoflora del suelo es única, constante y característica.

Sin embargo, los estudios que se han realizado en diversas localidades, demuestran lo contrario. Por un lado, se observa que diferentes tipos de ecosistemas van a presentar comunidades fúngicas con pocas características comunes, y por otro, que ecosistemas similares van a estar compuestos por comunidades fúngicas semejantes (Bissett y Parkinson, 1979 a y b; Christensen, 1981; Mueller-Dombois, 1981).

Gochenaour (1978, 1981) define como comunidades de descomponedores oportunistas a las especies fúngicas que co-ocurren en tiempo y espacio y muestran similitudes en sus estrategias nutricionales, reproductivas y de sobrevivencia. Estas especies se caracterizan por pasar gran parte de su ciclo de vida como propágulos quiescentes, iniciando su germinación y crecimiento cuando disponen de una fuente de energía adecuada.

Pugh (1980), en un intento de establecer categorías en las estrategias adaptativas de los hongos, agrupa a la mayoría de las especies aisladas del suelo en base a ciertas características comunes. Su rápida germinación de los propágulos cuando las condiciones son apropiadas y su alta velocidad de crecimiento les da una mayor capacidad para poder ser pioneras en la colonización de una gran variedad de recursos aunque en definitiva sean colonizadores efímeros de recursos efímeros. Se encuentran ampliamente distribuidas en el suelo, aunque pocas de ellas son capaces de crecer a través de éste. Estas especies, que son equivalentes a las de estrategia "r" de Mc Arthur *et al* (1967), ruderales de Grime (1983), o RN (recursos no específicos) de Swift (1976), pueden soportar altas perturbaciones del medio ambiente.

Por otra parte, existen otro tipo de especies que frecuentemente se les encuentra descomponiendo recursos relativamente resistentes y recalcitrantes, como la celulosa, lignina y ácidos húmicos, o de origen animal como la quitina o queratina. Debido a su eficiencia en utilizar al substrato y a su adaptabilidad para descomponer sustancias inasequibles a los miembros de otros grupos de hongos, estas especies son capaces de crecer en suelos con niveles pobres en nutrientes. Además poseen la capacidad de producir fundamentalmente esporas sexuales (aumentando su variabilidad genética), lo que les ha permitido colonizar un mayor rango de sustratos en condiciones ambientales muy variadas. La estrategia que poseen estos hongos sería equivalente a la estrategia "K" de Mc Arthur, "stress-tolerant" de Grime y RS (recursos específi-

cos) de Swift. (op. cit.).

Mueller-Dombois (1981) considera que a cada una de las especies que componen a las comunidades fúngicas del suelo, se les puede asignar un determinado rol ecológico. De esta forma se pueden encontrar importantes diferencias y similitudes ecológicas en la comunidad, independientemente de que éstas estén formadas por especies taxonómicamente diferentes. Cuando dos o varias especies cumplan el mismo rol ecológico, se puede generar sobreposición de nicho de modo que exista competencia; aquellas especies que presenten mayor habilidad saprofitica competitiva (debido a propiedades tales como un rápido crecimiento y germinación o la producción de enzimas específicas o antibióticos), tendrán más éxito en establecerse en un nuevo sustrato (Frankland, 1981).

Se ha señalado por varios autores que tanto el tipo de vegetación como las características físico-químicas del suelo son factores que influyen fuertemente en la composición de estas comunidades (Gochenaur y Whittingham, 1967; Widden, 1979; Widden y Parkinson, 1979; Christensen, 1981). Al respecto, Singh (1976) ha reportado que tanto el número de especies como su distribución varían entre suelos con diferentes porcentajes de humedad. Según este autor, los suelos húmedos bien drenados presentan un mayor número de especies que los suelos secos.

Por otra parte, se ha encontrado que la frecuencia de los aislamientos (Söderström, 1975), la distribución de algunas especies (Nelson, 1932) y la diversidad fúngica (Martínez y Ramírez, 1979) disminuyen con la profundidad en un mismo perfil de suelo.

También se han observado cambios estacionales en la composición de las comunidades fúngicas. En primer lugar cambios en el tipo de especies aisladas; así, Martínez y Ramírez (1979) señalan que son mayores los coeficientes de similitud entre diferentes horizontes de un mismo suelo en una misma estación del año, que entre un mismo horizonte durante varias estaciones. En segundo lugar, cambios cuantitativos. Clarke y Christensen (1981) encontraron que entre otoño y primavera existían grandes oscilaciones en las densidades relativas de las especies en un pastizal.

Las perturbaciones externas, que afectan a la comunidad vegetal, influyen en la cualidad y cantidad de los recursos disponibles por los descomponedores. Así, el cultivo, las inundaciones, la tala, las irradiaciones, el fuego, el pastoreo y otros, modifican la micoflora del suelo (Christensen, 1981; Gochenaur, 1981).

Varios autores han estudiado la micoflora de bosques templados (Gochenaur, 1978; Martínez y Ramírez, 1979; Widden, 1979) y en particular de bosques de coníferas (Söderström, 1975; Singh, 1976; Bissett y Parkinson, 1980), sin embargo el trabajo de Martínez y Ramírez (1979) es el único estudio detallado sobre la micoflora de un andosol.

En México es prácticamente desconocida la composición de las comunidades fúngicas de los suelos. Peña-Cabriales y Valdés (1974) en su estudio sobre las micorrizas de *Abies religiosa* en un andosol, reportan algunos géneros aislados en este tipo de suelos. Bettucci (1983) realizó una investigación sobre las espe-

cies colonizadoras de maderas de *Abies religiosa* en los tres sitios muestreados en este estudio y en el Desierto de Los Leones.

Así, el presente trabajo consiste en el estudio de las comunidades fúngicas de tres tipos de suelos derivados de cenizas volcánicas, distribuidos a lo largo de un gradiente altitudinal. Uno de ellos (sitio La Joya) ha sido clasificado por Flores (1974) como Ranker Alpino y presenta una vegetación compuesta de pastizales bajos asociados a *Pinus hartwegii*. Los otros dos suelos (sitios Nexpayantla y La Tijera) están clasificados como andosoles (Flores, *op. cit.*) y el tipo de vegetación que se encuentra es de bosque de coníferas.

El objetivo que se persigue es el de conocer las especies fúngicas que constituyen a estas tres comunidades y determinar aquéllas que puedan considerarse características. En segundo lugar, caracterizar la distribución que tienen las especies en los diferentes horizontes del suelo y, por último, comparar la composición de las comunidades en dos épocas diferentes del año: una época seca (marzo) y una época húmeda (julio).

AREA DE ESTUDIO

El área dentro de la que se seleccionaron los sitios de muestreo está ubicada al sur-este del Valle de México, en la pared occidental del Volcán Popocatepetl. Los suelos que allí se encuentran son derivados de cenizas volcánicas, los cuales presentan una serie de características que se pueden resumir brevemente: poseen un horizonte A ancho y esponjoso, con un contenido muy alto de materia orgánica y un horizonte estructural B a BC. En suelos jóvenes el horizonte B en general está ausente. Poseen una gran porosidad, densidad de masa baja y capacidad de retención de agua alta. Estas características explican en parte la gran susceptibilidad a la intemperización que presentan este tipo de suelos. El pH generalmente es ácido, lo que hace disminuir su capacidad de intercambio catiónico. Químicamente, la característica fundamental es la presencia de alofano, constituyente mineral principal de la fracción arcillosa. El alofano, material amorfo, está compuesto principalmente de sílice, aluminio y agua. Forma combinaciones estables con la materia orgánica, explicándose en cierta medida el alto contenido de ésta en sus horizontes (Yamada, sin fecha).

Las tres zonas de estudio presentan características propias que hacen que se diferencien perfectamente una de otra, por lo tanto su descripción se va a realizar por separado.

SITIO LA JOYA

- a) Ubicación: Situado en los 800 m de la ruta que conduce al Paso de Cortés, a 19°05'44" de latitud Norte y 98°39'05" de longitud Oeste.
- b) Altitud: 3660 m.
- c) Clima: templado frío con un verano corto y fresco; subhúmedo: índice de humedad superior a 55.3 (el más húmedo de los climas subhúmedos); régimen de lluvias de verano con una pequeña disminución en julio y agosto, y con lluvias de invierno inferiores al 5% de la precipitación anual (1187.5 mm).
La temperatura media anual es de 7.7°C y la oscilación de las temperaturas medias mensuales es menor a 5°C. El mes más frío es enero (temperatura media 6.4°C) y el más caliente es abril (temperatura media 9.2°C), antes del solsticio de verano. Su fórmula climática es: C (w''₂) (w) c i g (García, 1981). Estación climática más cercana: Campamento Hueyatenco.
- d) Suelo: clasificado como Ranker Alpino (Flores, 1974), en su perfil se pueden identificar cinco horizontes: A₀, A₁₁, A₁₂, C₁ y C₂. En el límite del horizonte C₂ se observa un paleosuelo.
- e) Vegetación: pastizales bajos compuestos esencialmente de *Muhlenbergia quadridentata*, *Arenaria* sp., *Festuca* sp., asociados a algunos *Pinus hartwegii*.

SITIO NEXPAYANTLA

- a) Ubicación: situado en el km 17 de la carretera a Tlamacas, a 19°05'27" de latitud Norte y 98°40'37" de longitud Oeste.
- b) Altitud: 3300 m.
- c) Clima: templado frío con un verano largo y fresco; índice de humedad superior a 55.3 (el más húmedo de los subhúmedos); régimen de lluvias de verano con una pequeña disminución en julio, y un invierno seco en donde las lluvias son inferiores al 5% de la precipitación anual (1169.3 mm).
La temperatura media anual es de 11.1°C y la variación de las temperaturas medias mensuales es inferior a 5°C. El mes más frío es diciembre (temperatura media 8.4°C) y el más caliente es abril (temperatura media 12.5°C). Su fórmula climática es: C (w''₂) (w) (b') i g (García, 1981). Estación climática más cercana: Río Frío.
- d) Suelo: clasificado como Andosol Húmico (Flores, 1974), en su perfil se pueden identificar cinco horizontes: A₀₀, A₀, A₁₁, A₁₂ y B/C. El horizonte A₀₀ no fue muestreado para este estudio.
- e) Vegetación: se distinguen tres estratos: herbáceo (*Salvia cardinalis*, *Alchemilla procumbens*, *Senecio prenanthoides*, entre otros), arbustivo (*Symphoricarpos microphyllus*, *Eupatorium glabratum*, entre otros) y arbóreo. Este está compuesto por una

asociación de *Abies religiosa* con *Pinus hartwegii* y *P. montezumae* (Madrigal, 1964).

SITIO LA TIJERA

- a) Ubicación: situado en el km 10 de la carretera a Tlamacas, a 19°04'03" de latitud Norte y 98°40'51" de longitud Oeste.
- b) Altitud: 2980 m.
- c) Clima: igual que el sitio anterior.
- d) Suelo: clasificado como Andosol Vítrico (Flores, comunicación personal), en su perfil se pueden identificar seis horizontes: A₀₀, A₀, A₁₁, A₁₂, B₁ y B₂. En el límite del horizonte B₂ se observa un paleosuelo. Al igual que en el caso anterior, el horizonte A₀₀ no se muestreó para su estudio.
- e) Vegetación: estrato arbóreo compuesto de *Pinus hartwegii* de 20 años y estrato herbáceo constituido por *Adiantum sp.*, *Oxalis alpina*, *Malva sp.*, *Muhlenbergia sp.* Se encuentran también plántulas de *Abies religiosa*.

Los climogramas de los sitios están dados en la Gráfica 1.

Las propiedades físicas y químicas de los suelos se indican en la Tabla 1.

TABLA 1

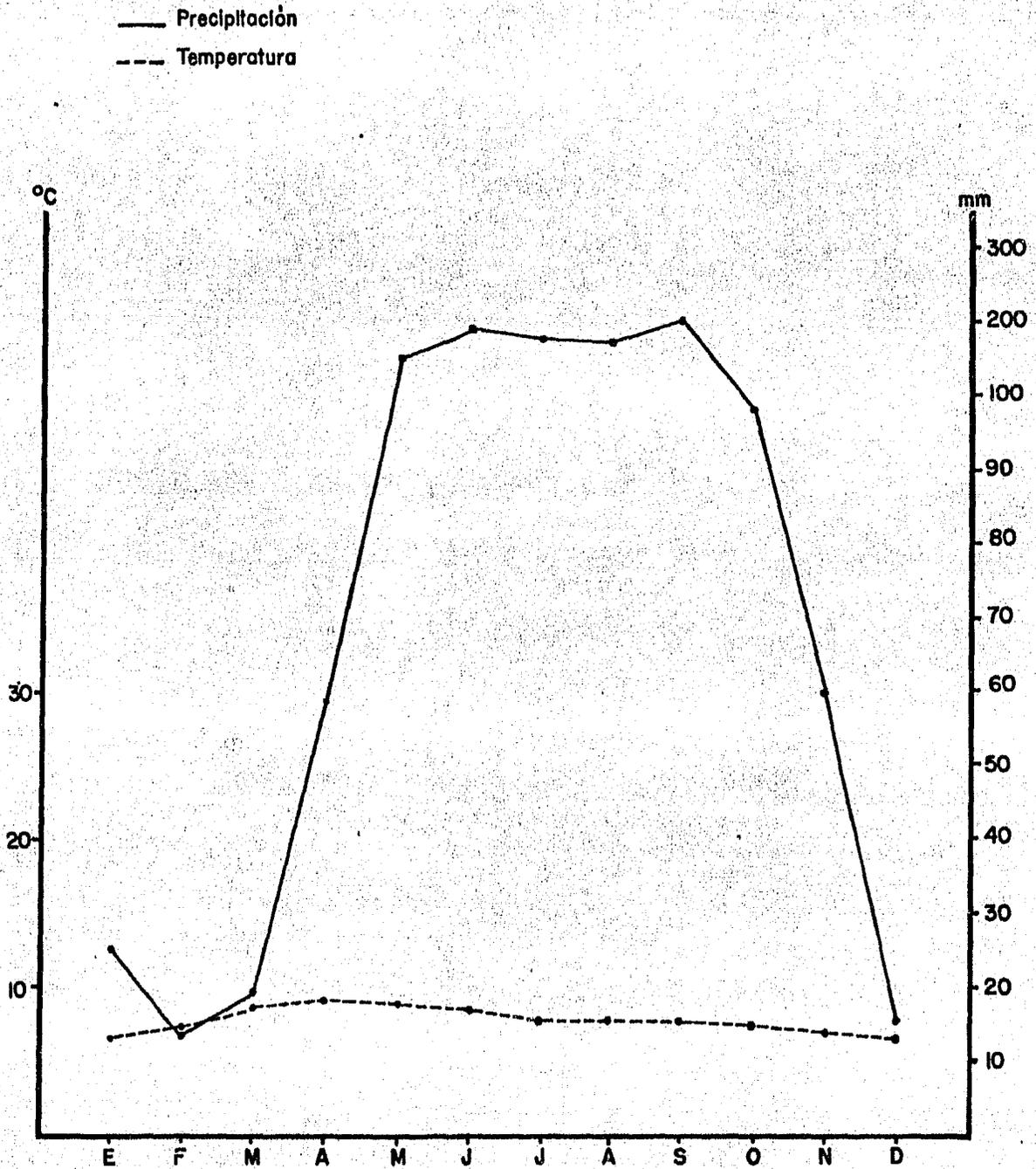
PROPIEDADES QUIMICAS Y FISICAS DE LOS SUELOS

HORIZONTES.	SITIO LA JOYA					SITIO NEXPAYANTLA				SITIO LA TIJERA				
	A ₀	A ₁₁	A ₁₂	C ₁	C ₂	A ₀	A ₁₁	A ₁₂	B/C	A ₀	A ₁₁	A ₁₂	B ₁	B ₂
Profundidad (cm)	0-5	5-30	30-65	65-73	73-76	5-10	10-38	38-70	70-100	3-6	6-39	39-81	81-121	121-
Arcilla	6	4	4	*	4	6	4	4	6	6	4	4	6	6
% Limo	18	22	20	*	48	36	22	20	28	24	20	18	20	16
Arena	76	74	76	*	48	58	74	76	66	70	76	78	74	78
Color en seco	10YR 3/1	10YR 3/1	10YR 3/1	*	10YR7/2.5	10YR 3/1	10YR 3/1	10YR 3/1	10YR 4/1	10YR 3/1	10YR 4/1	10YR 4/1	10YR 5/3	2.5Y 5/2
Color en húmedo	10YR 2/1	10YR 2/1	10YR 2/1	*	10YR4.5/3	10YR 2/1	10YR 2/1	10YR 2/1	10YR 2/1	10YR 2/1	2.5Y 2/0	2.5Y 2/0	10YR 3/3	2.5Y 3/2
Conductividad (mmhos/cm)	<2	<2	<2	*	<2	3.2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
pH	5.7	5.8	5.8	*	6.3	5.2	5.6	6.0	6.0	5.6	6.3	6.1	6.2	5.4
% de materia orgánica	4.7	3.9	3.2	*	2.1	19.5	4.6	3.7	5.1	5.0	1.8	1.1	1.2	0.8
C.I.C.T meq/100g	5.8	9.0	5.0	*	5.5	26.8	7.5	6.8	10.0	9.5	4.5	2.5	5.5	4.5
% de saturación de bases	79	48	84	*	30.9	70	87	100	78	73	100	100	100	100
Na meq/100 g	0.2	0.2	0.1	*	0.1	2.6	9.1	0.1	0.3	0.2	0.2	0.3	0.2	0.2
% de saturación de Na	<15	<15	<15	*	<15	<15	<15	<15	<15	<15	<15	<15	<15	<15
K meq/100 g	0.1	0.1	0.1	*	0.1	0.5	0.1	0.1	0.1	0.3	0.1	0.1	0.1	0.1
Ca meq/100 g	3.8	3.4	3.4	*	0.9	9.7	5.0	6.6	5.6	5.3	4.4	3.8	5.3	4.1
Mg meq/100 g	0.5	0.7	0.6	*	0.6	5.9	1.3	1.2	1.8	1.1	0.6	0.5	0.9	0.8
P p.p.m.	19.1	10.0	10.9	*	**	21.6	5.9	5.3	4.2	96.9	19.9	17.7	46.5	33.3

* Datos no cuantificados por tratarse de un horizonte formado de piroclastos poco alterados.

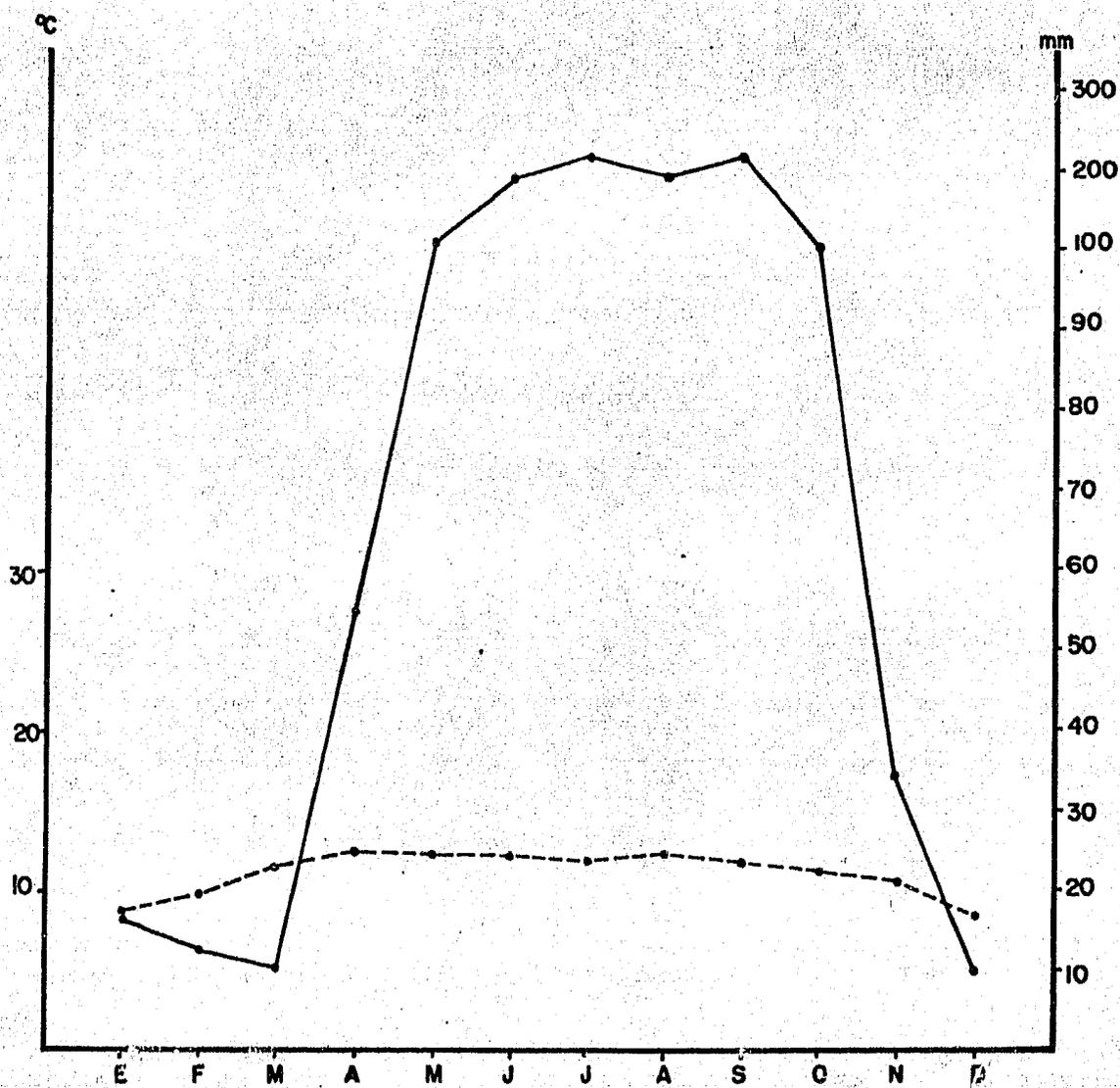
** Dato no cuantificado.

GRAFICA I : CLIMOGRAMA DE LA ESTACION CAMPAMENTO HUEYATLACO



GRAFICA 1 (CONTINUACION) : CLIMOGRAMA DE LA ESTACION RIO FRIO

— Precipitación
- - - Temperatura



MATERIALES Y METODO

Las muestras de suelo fueron colectadas el 16 de marzo de 1983 y el 14 de julio del mismo año.

En cada sitio de estudio (La Joya, Nexpayantla y La Tijera) se marcaron 4 puntos de muestreo distribuidos a lo largo de un transecto ubicado sobre brechas abiertas y separados un metro uno del otro. Se limpiaron los perfiles, y con una espátula previamente esterilizada con alcohol, se extrajo de cada horizonte una muestra de suelo de aproximadamente 1 kg. Estas fueron colocadas en bolsas de polietileno y se trasladaron al laboratorio para su procesamiento. Se dejaron a temperatura ambiente (20°C) hasta el día siguiente. Una parte de las muestras se reservó para las determinaciones físico-químicas, y el resto para el análisis micológico.

El aislamiento de los hongos se obtuvo a través de la técnica de dilución en placa (Parkinson *et al*, 1971). El equivalente a un gramo de suelo seco fue sometido a 4 diluciones sucesivas con agua destilada estéril, para dar una dilución final de 10^{-4} (P/V). De esta última dilución se inocularon 5 cajas de Petri (con medio Agar-Malta 2% acidificado con ácido láctico) con un mililitro cada una, extendiéndolo homogéneamente en toda la caja. Las cajas inoculadas se mantuvieron a temperatura ambiente hasta que aparecieron las colonias de hongos.

A medida que se desarrollaban las colonias, aquéllas que poseían diferentes características culturales (textura, color, velocidad de crecimiento, coloración del medio) eran contadas y marcadas con números correlativos al reverso de la caja. Así, cada colonia diferente fue trasladada a un tubo con medio de Agar-Malta 1.25% para su identificación mediante los métodos micológicos habituales. Los cultivos que no esporularon después de un mes se consideraron micelios estériles.

En cada zona de estudio se calculó la densidad relativa de las especies:

$$DR = \frac{\text{No. de aislamientos de 1 especie}}{\text{No. total de aislamientos}} \times 100$$

A fin de caracterizar las comunidades fúngicas de cada sitio, los datos obtenidos fueron analizados a partir de un conjunto de criterios.

El índice de Czekanowski (Legendre y Legendre, 1979) se utilizó para estimar las similitudes en la composición de las comunidades entre los diferentes sitios, horizontes y épocas del año.

$$\text{Similitud entre A y B} = 100 \frac{2c}{a + b}$$

en donde a es el número de especies en A, b el número de especies en B y c el número de especies comunes a A y B.

La diversidad de los sitios se calculó según la fórmula de Shannon-Weiner (Poole, 1974):

$$H' = - \sum_{i=1}^s (p_i) (\log p_i)$$

$$\text{var } H' = \frac{\sum_{i=1}^s p_i \log^2 p_i - \left(\sum_{i=1}^s p_i \log p_i \right)^2}{N}$$

$$H' \text{ máx.} = \log S$$

$$E = \frac{H'}{H' \text{ máx.}}$$

en donde:

H' = índice de diversidad de las especies

S = número de especies

p_i = $\frac{\text{aislamientos de la especie "i"}}{\text{no. total de aislamientos}}$

$\text{var } H'$ = varianza de la diversidad

N = no. total de aislamientos

$H' \text{ máx.}$ = máxima diversidad de especies

E = equitabilidad

Para establecer las posibles diferencias estadísticamente significativas entre las diversidades, se efectuó la prueba "t" de *student* (Podle, 1974):

$$t = \frac{H_1' - H_2'}{\left[\text{var} (H_1') + \text{var} (H_2') \right]^{1/2}}$$

$$\text{g.l.} = \frac{\left[\text{var} (H_1') + \text{var} (H_2') \right]^2}{\text{var} (H_1')^2/N_1 + \text{var} (H_2')^2/N_2}$$

en donde:

H_1' = diversidad en el sitio 1

H_2' = diversidad en el sitio 2

g.l. = grados de libertad

N_1 = no. de aislamientos del sitio 1

N_2 = no. de aislamientos del sitio 2

RESULTADOS

En el total de los muestreos del suelo analizados en los meses de marzo y julio, se efectuaron 5047 aislamientos, los cuales se distribuyen de la siguiente manera: 319 en el sitio La Joya, 774 en el sitio Nexpayantla y 3954 en el sitio La Tijera.

Estos aislamientos corresponden a 65 especies de las cuales 26 se aislaron en La Joya, 31 en Nexpayantla y 36 en La Tijera (Tabla 2).

TABLA 2

PORCENTAJE DE AISLAMIENTOS Y DE ESPECIES EN CADA SITIO

	Número de aislamientos	%	Número de especies	%
LA JOYA	319	6.32	26	40.0
NEXPAYANTLA	774	15.34	31	47.69
LA TIJERA	3954	78.34	36	55.38
T O T A L	5047	100.00	65*	

* El número total de especies no corresponde a la suma de los tres sitios ya que existen especies que son comunes entre ellos.

Estas especies corresponden cuantitativamente a los siguientes taxas:

-En el sitio La Joya un Basidiomycete, 2 Ascomycetes, un Zygomycete y 20 Deuteromycetes, de los cuales 16 pertenecen a la Familia Moniliaceae, 3 a la Dematiaceae y una a la Tuberculariaceae. Además se aisló un micelio oscuro estéril y un micelio hialino con esclerocios.

-En el sitio Nexpayantla los aislamientos corresponden a 4 Ascomycetes, 3 micelios estériles y 24 Deuteromycetes, de los cuales 18 pertenecen a la Familia Moniliaceae y 6 a la Dematiaceae.

-En el sitio La Tijera se aislaron un Ascomycete, 2 micelios estériles y 33 Deuteromycetes, 29 de los cuales pertenecen a la Familia Moniliaceae y 4 a la Dematiaceae (Tabla 3).

Los géneros que presentaron mayor número de especies fueron *Penicillium* (representado por 16 especies), *Oidiodendron* (4 especies), *Eupenicillium* (4 especies) y *Phialophora* (3 especies), que en conjunto constituyen el 93.58% del total de los aislamientos (*Penicillium* 25.74%, *Oidiodendron* 63.98%, *Eupenicillium* 2.63% y *Phialophora* 1.23%).

En la Tabla 4 se enlistan el total de las especies encontradas con sus respectivos valores absolutos de aislamiento por horizonte.

TABLA 3

PORCENTAJE DE AISLAMIENTOS PARA CADA GRUPO DE HONGOS

	L A J O Y A		NEXPAYANTLA		LA TIJERA		T O T A L	
	No. de aislamientos	%						
Moniliaceae	248	77.74	603	77.91	3 878	98.08	4 729	93.70
Dematiaceae	43	13.48	80	10.34	30	0.76	153	3.03
Tuberculariaceae	2	0.63	-	-	-	-	2	0.04
Zygomycetes	1	0.31	-	-	-	-	1	0.02
Ascomycetes	14	4.39	85	10.98	38	0.96	137	2.71
Basidiomycetes	9	2.82	-	-	-	-	9	0.18
Micelios hialinos estériles	-	-	5	0.65	7	0.18	12	0.24
Micelios oscuros estériles	1	0.31	1	0.13	1	0.02	3	0.06
Micelios hialinos con esclerocios	1	0.31	-	-	-	-	1	0.02
T O T A L	319	100.00	774	100.00	3 954	100.00	5 047	100.00

TABLA 4

DISTRIBUCION DE LOS AISLAMIENTOS POR HORIZONTE EN LOS TRES SITIOS

	S I T I O L A J O Y A									
	M A R Z O					J U L I O				
	A ₀	A ₁₁	A ₁₂	C ₁	C ₂	A ₀	A ₁₁	A ₁₂	C ₁	C ₂
<i>Acremonium tubakii</i> Gams										
<i>Aspergillus niger</i> van Tieghem										
<i>Cladosporium herbarum</i> (Pers.) Link ex Gray	1	2	2		1					
<i>Eladia saccula</i> (Dale) Smith										
<i>Epicoccum</i> sp.										
<i>Eupenicillium anatolicum</i> Stolk										2
<i>Eupenicillium lassenii</i> Padden	11	2								
<i>Eupenicillium pinetorum</i> Stolk										1
<i>Fusarium solani</i> (Mart) Sacc.										
<i>Fusarium</i> sp.										
<i>Gliomastix murorum</i> (Corda) Hughes										
<i>Haplographium</i> sp.										
<i>Humicola grisea</i> Traaen										
<i>Humicola</i> sp.										
<i>Micogone</i> sp.										
<i>Mucor</i> sp.		1	1							
<i>Oidiiodendron echinulatum</i> Barron										1
<i>Oidiiodendron periconioides</i> Morrall										
<i>Oidiiodendron</i> sp. 1	32			2						1
<i>Oidiiodendron</i> sp. 2	61	2								
<i>Oidiiodendron</i> sp. 3						1				
<i>Paecilomyces</i> sp. 1										
<i>Paecilomyces</i> sp. 2										
<i>Penicillium canescens</i> Sopp										1
<i>Penicillium claviforme</i> Bainier										
<i>Penicillium chrysogenum</i> Thom					1					
<i>Penicillium decumbens</i> Thom	3									
<i>Penicillium frequentans</i> Westling										1
<i>Penicillium griseum</i> (Sopp) Thom										1
<i>Penicillium janthinellum</i> Boiurge (cepa 133)										
<i>Penicillium janthinellum</i> Boiurge (cepa 139)										
<i>Penicillium nigricans</i> Bain.ex Thom (cepa 10)	18	20								
<i>Penicillium nigricans</i> Bain.ex Thom (cepa 17)	71	8	4	2						
<i>Penicillium oxalicum</i> Currie et Thom										
<i>Penicillium purpurogenum</i> Stoll										
<i>Penicillium restrictum</i> Gilman et Abbot										
<i>Penicillium shearii</i> Stolk et Scott		1								
<i>Penicillium simplicissimum</i> (Oudem.) Thom										
<i>Penicillium stolckiae</i> Scott										
<i>Penicillium terrestre</i> Jensen										
<i>Penicillium turbatum</i> Westling	5									
<i>Penicillium velutinum</i> (van Beyma) Thom						2		1		
<i>Penicillium</i> sp. 1										2
<i>Penicillium</i> sp. 2										
<i>Penicillium</i> sp. 3										
<i>Penicillium</i> sp. 4										
<i>Penicillium</i> sp. 5										
<i>Penicillium</i> sp. 6										
<i>Penicillium</i> sp. 7										
<i>Penicillium</i> sp. 8										
<i>Penicillium</i> sp. 9										1
<i>Phialophora fastigiata</i> (Lagerb. et Melin) Conant										
<i>Phialophora lagerbergii</i> (Melin et Nannf) Conant	9									3
<i>Phialophora mustea</i> Neergaard										
<i>Sporotrichum</i> sp.										
<i>Talaromyces flavus</i> (Klöcker) Stolk et Samson										
<i>Trichoderma viride</i> Pers. ex Gray										
Micelio hialino estéril ₁										
Micelio hialino estéril ₂										
Micelio hialino estéril ₃										
Micelio hialino con esclerocios										1
Micelio oscuro estéril ₁										
Micelio oscuro estéril ₂			1							
Micelio oscuro estéril ₃										
Basidiomycete										
						5		4		
T O T A L	211	36	8	6	1	33	15	8	0	1

I. DESCRIPCION Y CARACTERIZACION DE LAS COMUNIDADES FUNGICAS

En la Tabla 5 se indican para cada sitio los valores de densidad relativa (DR) de cada especie, en las dos épocas del año por separado, y en conjunto.

La Gráfica 2 muestra que son pocas las especies con DR alta y por el contrario son abundantes las especies con densidades bajas.

A efectos de facilitar la descripción de las comunidades, las especies se clasificaron en "muy abundantes", "abundantes" y "poco abundantes", dependiendo de su densidad relativa (Tabla 6).

TABLA 6

CLASIFICACION DE LAS DENSIDADES RELATIVAS DE AISLAMIENTO

	DR	LA JOYA	NEXPAYANTLA	LA TIJERA
Poco abundantes	< 1	15	20	28
Abundantes	1-10	7	9	7
Muy abundantes	> 10	4	2	1

TABLA 5

DENSIDAD RELATIVA DE LAS ESPECIES AISLADAS
SITIO LA JOYA

	M A R Z O		J U L I O		T O T A L	
	No. de aislamientos	D R	No. de aislamientos	D R	No. de aislamientos	D R
<i>Aspergillus niger</i>	1	0.38	--	--	1	0.31
<i>Cladosporium herbarum</i>	5	1.91	--	--	5	1.57
<i>Epicoccum sp.</i>	--	--	2	3.51	2	0.63
<i>Eupenicillium lasseni</i>	13	4.96	--	--	13	4.07
<i>Eupenicillium pinetorum</i>	--	--	1	1.75	1	0.31
<i>Nicogone sp.</i>	2	0.76	--	--	2	0.63
<i>Mucor sp.</i>	--	--	1	1.75	1	0.31
<i>Oidiodendron periconioides</i>	--	--	1	1.75	1	0.31
<i>Oidiodendron sp. 1</i>	34	12.98	1	1.75	35	10.97
<i>Oidiodendron sp. 2</i>	64	24.23	--	--	64	20.06
<i>Faecilomyces sp. 2</i>	--	--	1	1.75	1	0.31
<i>Penicillium claviforme</i>	1	0.38	1	1.75	2	0.63
<i>Penicillium chrysogenum</i>	3	1.14	2	3.51	5	1.57
<i>Penicillium decumbens</i>	--	--	1	1.75	1	0.31
<i>Penicillium frequentans</i>	--	--	1	1.75	1	0.31
<i>Penicillium nigricans cepa 10</i>	38	14.50	--	--	38	11.91
<i>Penicillium nigricans cepa 17</i>	85	32.44	--	--	85	26.65
<i>Penicillium shearii</i>	1	0.38	--	--	1	0.31
<i>Penicillium turbatum</i>	5	1.91	3	5.26	8	2.51
<i>Penicillium sp. 1</i>	--	--	2	3.51	2	0.63
<i>Penicillium sp. 9</i>	--	--	1	1.75	1	0.31
<i>Phialophora lagerbergii</i>	9	3.43	3	5.26	12	3.76
<i>Phialophora mustea</i>	--	--	26	45.61	26	8.15
Basidiomycete	--	--	9	15.79	9	2.82
Micelio hialino con esclerocios	--	--	1	1.75	1	0.31
Micelio oscuro estéril 1	1	0.38	--	--	1	0.31
T O T A L	262	100.00	57	100.00	319	100.00

TABLA 5 (CONT.)

SITIO NEXPAYANTLA

	M. A R Z O		J U L I O		T O T A L	
	No. de aislamientos	D. R	No. de aislamientos	D R	No. de aislamientos	D R
<i>Acremonium tubakii</i>	--	--	1	0.20	1	0.13
<i>Cladosporium herbarum</i>	2	0.72	--	--	2	0.26
<i>Eupenicillium anaticum</i>	1	0.36	--	--	1	0.13
<i>Eupenicillium lassenii</i>	61	22.02	--	--	61	7.88
<i>Eupenicillium pinetorum</i>	8	2.89	11	2.21	19	2.45
<i>Fusarium sp.</i>	1	0.36	--	--	1	0.13
<i>Gliomastix murorum</i>	2	0.72	--	--	2	0.26
<i>Humicola grisea</i>	--	--	53	10.66	53	6.85
<i>Oidiodendron echinulatum</i>	--	--	20	4.02	20	2.58
<i>Oidiodendron sp. 1</i>	--	--	5	1.01	5	0.65
<i>Paecilomyces sp. 2</i>	--	--	2	0.40	2	0.26
<i>Penicillium chrysogenum</i>	2	0.72	8	1.61	10	1.29
<i>Penicillium decumbens</i>	--	--	1	0.20	1	0.13
<i>Penicillium frequentans</i>	5	1.80	--	--	5	0.65
<i>Penicillium griseum</i>	109	39.35	22	4.43	131	16.92
<i>Penicillium janthinellum</i> cepa 133	8	2.89	--	--	8	1.03
<i>Penicillium nigricans</i> cepa 17.	28	10.11	347	69.82	375	48.45
<i>Penicillium oxalicum</i>	9	3.25	--	--	9	1.16
<i>Penicillium shearii</i>	4	1.44	--	--	4	0.52
<i>Penicillium simplicissimum</i>	1	0.36	--	--	1	0.13
<i>Penicillium stolkiaei</i>	3	1.08	--	--	3	0.39
<i>Penicillium turbatum</i>	2	0.72	1	0.20	3	0.39
<i>Penicillium sp. 8</i>	--	--	2	0.40	2	0.26
<i>Phialophora fastigiata</i>	1	0.36	--	--	1	0.13
<i>Phialophora lagerbergii</i>	18	6.50	2	0.40	20	2.58
<i>Phialophora mustea</i>	--	--	2	0.40	2	0.26
<i>Trichomyces flavus</i>	4	1.44	--	--	4	0.52
<i>Trichoderma viride</i>	3	1.08	19	3.82	22	2.84
celio hialino estéril 1	4	1.44	--	--	4	0.52
celio hialino estéril 3	--	--	1	0.20	1	0.13
celio oscuro estéril 2	1	0.36	--	--	1	0.13
O T A L	277	100.00	497	100.00	774	100.00

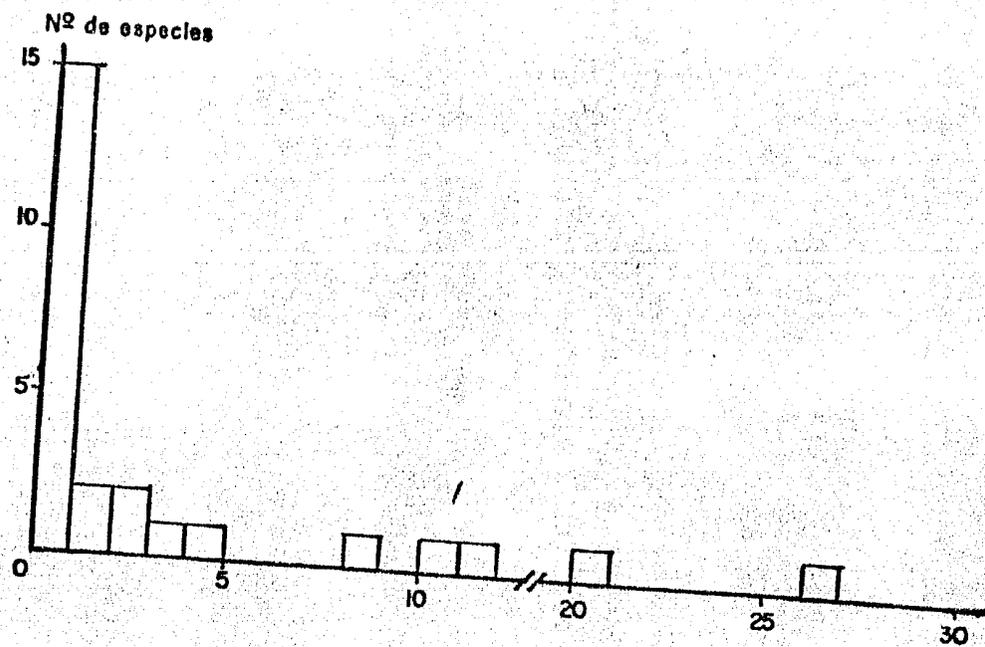
TABLA 5 (CONT.)

SITIO LA TIJERA

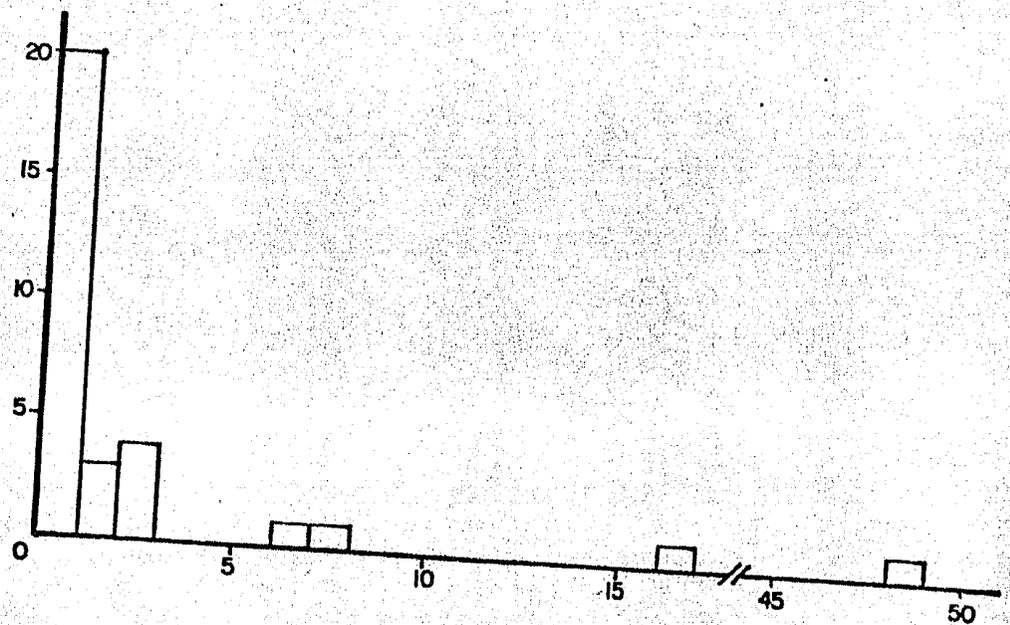
	M A R Z O		J U L I O		T O T A L	
	No. de aislamientos	D R	No. de aislamientos	D R	No. de aislamientos	D R
<i>Aspergillus niger</i>	1	0.15	--	--	4	0.025
<i>Cladosporium herbarum</i>	8	1.22	--	--	8	0.20
<i>Eladia saccula</i>	2	0.31	1	0.03	3	0.075
<i>Eupenicillium pinetorum</i>	7	1.07	31	0.94	38	0.96
<i>Fusarium solani</i>	1	0.15	--	--	1	0.025
<i>Haploglyphium sp.</i>	19	2.90	--	--	19	0.48
<i>Humicola sp.</i>	--	--	2	0.06	2	0.05
<i>Oidiodendron echinulatum</i>	--	--	2	0.06	2	0.05
<i>Oidiodendron sp. 1</i>	288	44.04	2 812	85.19	3 100	78.40
<i>Oidiodendron sp. 3</i>	--	--	2	0.06	2	0.05
<i>Paecilomyces sp. 1</i>	1	0.15	117	3.54	118	2.98
<i>Paecilomyces sp. 2</i>	20	3.06	--	--	20	0.50
<i>Penicillium canescens</i>	4	0.61	59	1.70	63	1.59
<i>Penicillium frequentans</i>	4	0.61	42	1.27	46	1.16
<i>Penicillium griseum</i>	18	2.75	--	--	18	0.45
<i>Penicillium janthinellum</i> cepa 133	51	7.80	62	1.88	113	2.86
<i>Penicillium janthinellum</i> cepa 139	21	3.21	4	0.12	25	0.63
<i>Penicillium nigricans</i> cepa 10	88	13.45	--	--	88	2.22
<i>Penicillium nigricans</i> cepa 17	42	6.42	84	2.54	126	3.19
<i>Penicillium purpurogenum</i>	37	5.66	39	1.18	76	1.92
<i>Penicillium restrictum</i>	7	1.07	4	0.12	11	0.28
<i>Penicillium terrestre</i>	8	1.22	--	--	8	0.20
<i>Penicillium velutinum</i>	1	0.15	--	--	1	0.025
<i>Penicillium sp. 1</i>	8	1.22	--	--	8	0.20
<i>Penicillium sp. 2</i>	1	0.15	--	--	1	0.025
<i>Penicillium sp. 3</i>	2	0.31	--	--	2	0.05
<i>Penicillium sp. 4</i>	--	--	1	0.03	1	0.025
<i>Penicillium sp. 5</i>	--	--	12	0.36	12	0.30
<i>Penicillium sp. 6</i>	--	--	1	0.03	1	0.025
<i>Penicillium sp. 7</i>	--	--	2	0.06	2	0.05
<i>Penicillium sp. 8</i>	--	--	1	0.03	1	0.025
<i>Phialophora lagerbergii</i>	1	0.15	--	--	1	0.025
<i>Sporotrichum sp.</i>	--	--	1	0.03	1	0.025
<i>Trichoderma viride</i>	7	1.07	20	0.61	27	0.68
Micelio hialino estéril 2	7	1.07	--	--	7	0.18
Micelio oscuro estéril 3	--	--	1	0.03	1	0.025
T O T A L	654	100.00	3 300	100.00	3 954	100.00

GRAFICA 2: NUMERO DE ESPECIES vs. DR

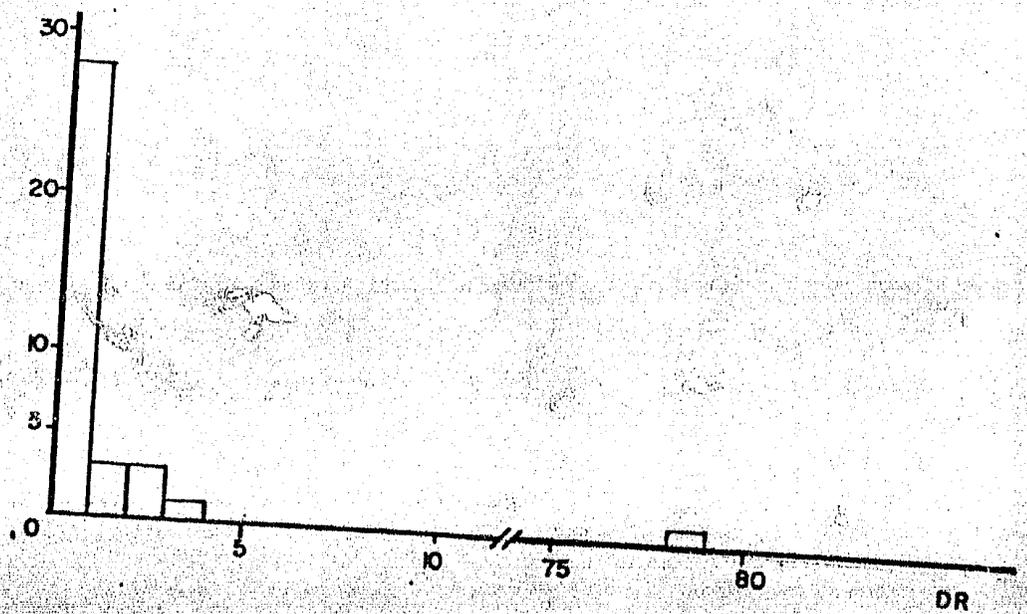
SITIO LA JOYA



SITIO NEXPAYANTLA



SITIO LA TIJERA



Por otra parte, con el fin de caracterizar a las comunidades, se establecieron ciertos criterios basados en la densidad de las especies y en su permanencia en las dos épocas del año.

Criterios para la caracterización de las comunidades

Se dirá que una especie caracteriza a un suelo si:

1) Se aisló en las dos épocas del año con $DR > 5\%$ al menos en una de ellas o si

2) se aisló en una sola época del año con $DR > 10\%$ para esa época.

Se dirá que una especie caracteriza un par de suelos si:

3) Se aisló en ambos suelos y se cumple para cada uno de ellos el criterio 1) o el 2).

Se dirá que una especie caracteriza a los tres suelos al mismo tiempo si:

4) Se aisló en los tres suelos y se cumple el criterio 1) o el 2) en cada uno de ellos.

a) COMUNIDAD FUNGICA DEL SITIO LA JOYA

*Oidiodendron sp.*₁, *Oidiodendron sp.*₂, *Penicillium nigricans* cepa 10 y *Penicillium nigricans* cepa 17 son las especies clasificadas como "muy abundantes". Las cepas 10 y 17 difieren en la textura de la colonia.

Las especies que conforman el grupo "abundantes" son: *Cladosporium herbarum*, *Eupenicillium lasseni*, *Penicillium chrysog-*

num, *P. turbatum*, *Phialophora lagerbergii*, *Ph. mustea* y un Basidiomycete sin identificar.

Las 15 especies restantes son especies "poco abundantes".

Las especies características de este suelo son *Penicillium turbatum* según el criterio 1 y *Oidiodendron sp. 2*, *Phialophora mustea* y el Basidiomycete según el criterio 2 (Tabla 7).

b) COMUNIDAD FUNGICA DEL SITIO NEXPAYANTLA

Penicillium griseum y *P. nigricans* cepa 17 son las especies que constituyen el grupo "muy abundantes".

Nueve especies representan al grupo "abundantes": *Eupenicillium anatolicum*, *E. pinetorum*, *Humicola grisea*, *Oidiodendron sp. 4*, *Penicillium chrysogenum*, *P. janthinellum* cepa 133, *P. oxalicum*, *Phialophora lagerbergii* y *Trichoderma viride*.

Las 20 especies restantes conforman el grupo "poco abundantes".

De todas estas especies, quienes caracterizan al sitio son: *Penicillium griseum* según el criterio 1, y *Eupenicillium lassenii* y *Humicola grisea* según el criterio 2. (Tabla 7).

c) COMUNIDAD FUNGICA DEL SITIO LA TIJERA

Oidiodendron sp. 1 es la única especie que pertenece al grupo "muy abundantes".

Paecilomyces sp. 1, *Penicillium canescens*, *P. frequentans*, *P. janthinellum* cepa 133; *P. nigricans* cepa 10, *P. nigricans* cepa

17 y *P. purpurogenum* constituyen el grupo "abundantes".

El resto de las especies (27) son especies "poco abundantes".

Caracterizan este suelo según el criterio 1: *Penicillium janthinellum* cepa 133 y *P. purpurogenum* (Tabla 7).

d) ESPECIES QUE CARACTERIZAN A LAS COMUNIDADES FUNGICAS DE UN PAR DE SUELOS

Phialophora lagerbergii es la única especie característica, común a los suelos de La Joya y Nexpayantla según el criterio 3.

En ambos sitios se aisló tanto en el mes de marzo como en el mes de julio. Sin embargo, en La Joya su DR aumentó en el mes de julio, mientras que en Nexpayantla sucedió a la inversa: la DR en marzo es mayor que en julio. La DR total de ambos sitios entra en la clasificación "abundantes".

Penicillium nigricans cepa 10 y *Oidiodendron* sp. 1 son las dos especies comunes que caracterizan a La Joya y La Tijera según el criterio 3.

P. nigricans cepa 10 se aisló en los dos sitios únicamente en el mes de marzo, pero mientras que en La Joya presenta DR "muy abundante", en La Tijera es "abundante".

Oidiodendron sp. 1 se aisló en el mes de marzo y en el mes de julio y su DR es "muy abundante" en ambos sitios. En este caso conviene resaltar que es la especie de la cual se obtuvieron mayor número de aislamientos en La Tijera, con una DR = 78.40 (Tabla 8).

e) ESPECIES QUE CARACTERIZAN A LAS COMUNIDADES FUNGICAS DE LOS TRES SUELOS

Penicillium nigricans cepa 17 es la única especie común que, según el criterio 4, caracteriza a los tres suelos.

En el sitio La Joya se aisló únicamente en el mes de marzo, pero su valor de DR es el más alto para este suelo y entra en la categoría "muy abundante" (DR = 26.65).

En Nexpayantla se aisló en marzo y en julio, aumentando significativamente su DR en este último mes. Sus aislamientos constituyen aproximadamente el 50% del total de los aislamientos para este suelo (DR = 48.45).

En La Tijera se aisló también en las dos épocas del año, aunque contrariamente a lo que sucede en Nexpayantla, y a pesar de haber aumentado en julio el número absoluto de aislamientos, la DR disminuyó en este mes. La DR total para este suelo es: "abundante" (DR = 3.19) (Tabla 9).

II. DISTRIBUCION VERTICAL DE LAS COMUNIDADES FUNGICAS

En la Tabla 10 se indican el número de especies y de aislamientos de cada sitio por horizonte.

A partir de estos datos se puede observar que la tendencia general es que tanto el número de especies como el número de aislamientos disminuya a medida que aumenta la profundidad.

TABLA 7

ESPECIES CARACTERISTICAS DE LOS SUELOS

A) ESPECIES AISLADAS EN LAS DOS EPOCAS DEL AÑO CON DR > 5%
AL MENOS EN UNA DE ELLAS

	M A R Z O	J U L I O
SITIO LA JOYA		
<i>Penicillium turbatum</i>	1.91	5.26
SITIO NEXPAYANTLA		
<i>Penicillium griseum</i>	39.35	4.43
SITIO LA TIJERA		
<i>Penicillium janthinellum</i> cepa 133	7.80	1.88
<i>Penicillium purpurogenum</i>	5.66	1.18

B) ESPECIES AISLADAS UNA SOLA EPOCA DEL AÑO CON DR > 10%

	M A R Z O	J U L I O
SITIO LA JOYA		
<i>Oidiodendron sp. 2</i>	24.43	-
Basidiomycete	-	15.79
SITIO NEXPAYANTLA		
<i>Penicillium lasseni</i>	22.02	-
<i>Humicola grisea</i>	-	10.66

TABLA 8

ESPECIES CARACTERISTICAS, COMUNES A UN PAR DE SUELOS

A) ESPECIES CARACTERISTICAS, COMUNES A LA JOYA Y NEXPAYANTLA

	L A J O Y A		NEXPAYANTLA	
	MARZO	JULIO	MARZO	JULIO
	<i>Phialophora lagerbergii</i>	3.43	5.26	6.50

B) ESPECIES CARACTERISTICAS, COMUNES A LA JOYA Y LA TIJERA

	L A J O Y A		L A T I J E R A	
	MARZO	JULIO	MARZO	JULIO
	<i>Penicillium nigricans cepa 10</i>	14.50	-	13.45
<i>Oidiodendron sp. 1</i>	12.98	1.75	44.04	85.19

TABLA 9

ESPECIES CARACTERISTICAS, COMUNES A LOS TRES SUELOS

	L A J O Y A		NEXPAYANTLA		L A T I J E R A	
	MARZO	JULIO	MARZO	JULIO	MARZO	JULIO
	<i>Penicillium nigricans cepa 17</i>	32.44	10.11	69.82	6.42	2.54

TABLA 10

NUMERO DE ESPECIES Y AISLAMIENTOS EN LOS HORIZONTES

		H O R I Z O N T E S				
		A ₀	A ₁₁	A ₁₂	C ₁	C ₂
LA JOYA	Número de especies	20	12	5	4	2
	Número de aislamientos	244	51	16	6	2
		A ₀	A ₁₁	A ₁₂	B/C	
NEXPAYANTLA	Número de especies	23	10	2	7	
	Número de aislamientos	733	21	3	17	
		A ₀	A ₁₁	A ₁₂	B ₁	B ₂
LA TIJERA	Número de especies	19	20	17	2	8
	Número de aislamientos	1250	2459	224	2	19

En el sitio La Joya, el 92.47% de los aislamientos y el 88.46% de las especies corresponden a los horizontes A₀ y A₁₁.

En Nexpayantla, el horizonte A₀ por sí solo constituye el 94.70% de los aislamientos y el 74.19% de las especies.

En La Tijera los horizontes A₀ y A₁₁ tomados en conjunto acumulan un 93.80% de los aislamientos y un 77.77% de las especies.

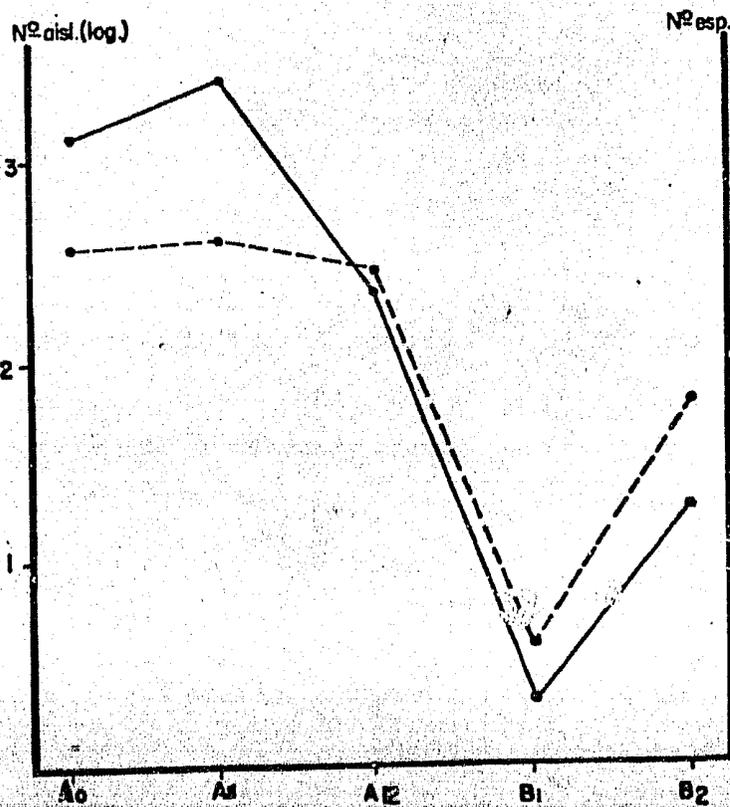
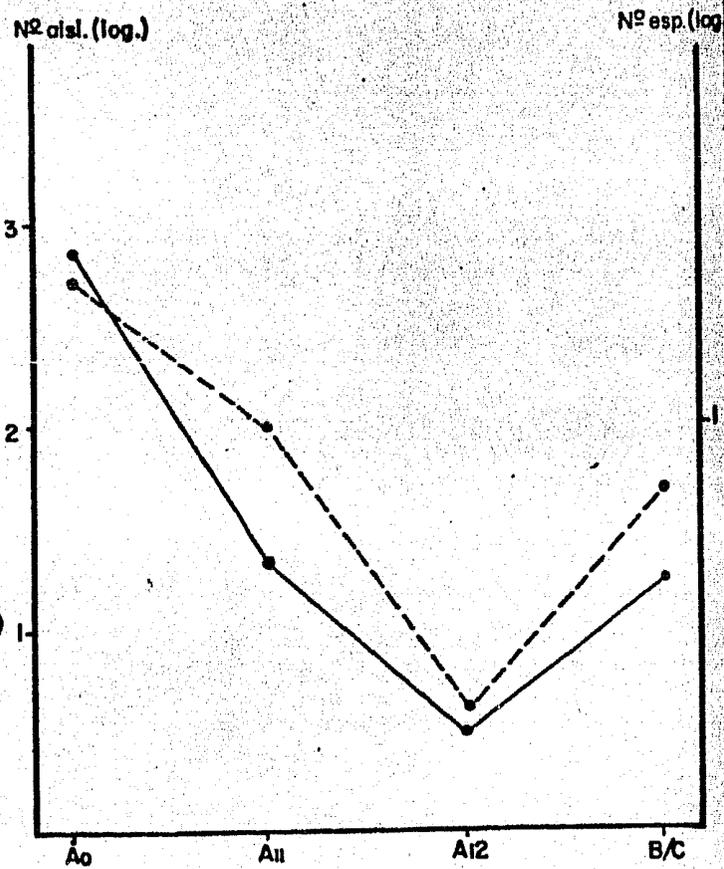
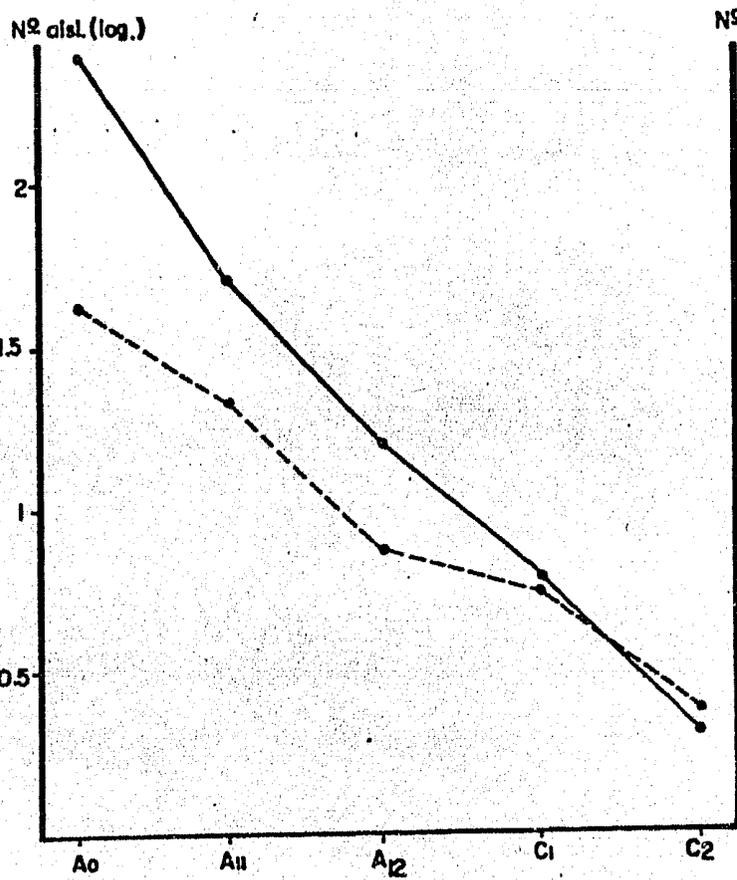
La distribución del número de aislamientos así como de especies provenientes de los muestreos de marzo y julio tomados en

conjunto, en función de la profundidad, tienen un comportamiento similar en cada suelo pero sin embargo difieren de un sitio a otro (Gráfica 3).

Por otra parte se compararon los horizontes superficiales (A_0 , A_{11} , A_{12}) mediante el coeficiente de similitud de Czekanowsky (Tabla 11). Estos datos muestran un mismo comportamiento en los tres tipos de suelo; los horizontes A_0 y A_{11} son los que presentan los valores de coeficientes de similitud más altos, le siguen los horizontes A_{11} y A_{12} y por último los horizontes A_0 y A_{12} son los que proporcionan los valores más bajos.

Por último hay que mencionar que si bien, como se dijo anteriormente, la mayoría de los aislamientos se obtuvieron de horizontes superficiales, existen ciertas especies que fueron aisladas en horizontes profundos. Por ejemplo, el caso de *Cladosporium herbarum* que en el sitio La Joya se aisló de horizontes superficiales pero en Nexpayantla y La Tijera de los horizontes B/C y B_2 respectivamente y el de las especies de *Fusarium*: *F. solani* se aisló del horizonte B_2 de La Tijera y *Fusarium sp.*, del horizonte B/C de Nexpayantla. De todas formas, es necesario señalar que las especies aisladas en horizontes profundos se presentan con densidades muy bajas.

GRAFICA 3: VARIACION DEL NUMERO DE ESPECIES Y AISLAMIENTOS
CON RESPECTO A LA PROFUNDIDAD



— Aislamientos
- - - Especies

TABLA 11

COEFICIENTES DE SIMILITUD ENTRE LOS HORIZONTES

	Horizonte	Número de especies	Especies comunes	Especies propias	Coefficientes de similitud
LA JOYA	A ₀	20	9	11	56.25
	A ₁₁	12		3	
	A ₁₁	12	4	8	47.06
	A ₁₂	5		1	
	A ₀	20	3	17	24.0
	A ₁₂	5		2	
NEXPAYANTLA	A ₀	23	7	10	42.42
	A ₁₁	10		3	
	A ₁₁	10	1	9	16.66
	A ₁₂	2		1	
	A ₀	23	0	23	0
	A ₁₂	2		2	
LA TIJERA	A ₀	19	11	8	56.41
	A ₁₁	20		9	
	A ₁₁	20	10	10	54.05
	A ₁₂	17		7	
	A ₀	19	9	10	50.0
	A ₁₂	17		8	

III. COMPORTAMIENTO ESTACIONAL DE LAS COMUNIDADES FUNGICAS

En la Tabla 12 se señalan el número de especies y de aislamientos en cada sitio para cada época del año. De marzo a julio en los sitios Nexpayantla y La Tijera aumenta notablemente el número de aislamientos mientras que disminuye el número de especies, y por el contrario en el sitio La Joya, disminuyen los aislamientos y aumentan las especies.

TABLA 12

ESPECIES Y AISLAMIENTOS EN CADA EPOCA DEL AÑO

	M A R Z O		J U L I O	
	Número de especies	Número de aislamientos	Número de especies	Número de aislamientos
LA JOYA	14	262	17	57
NEXPAYANTLA	22	277	16	497
LA TIJERA	26	654	22	3300
T O T A L	44	1193	40	3854

Por otra parte se observa (excepto en el caso de La Joya) que a medida que aumentan los aislamientos disminuye el número de especies con densidades altas. En la Tabla 13 se indican por suelo y para cada mes las especies cuya $DR > 10$. En la Gráfica 4 están representadas estas mismas especies, indicándose su densidad relativa en cada horizonte.

A efectos de comparar, por un lado, los diferentes sitios en la misma época del año y, por otro, el mismo sitio entre marzo y julio, se calcularon los coeficientes de similitud (Tabla 14).

Por último, en la Tabla 15 se indican los índices de diversidad, la diversidad máxima y la equitabilidad de cada sitio para cada época del año. En la Tabla 16 están dados los resultados de la prueba de "t", aplicada para comparar los índices de diversidad.

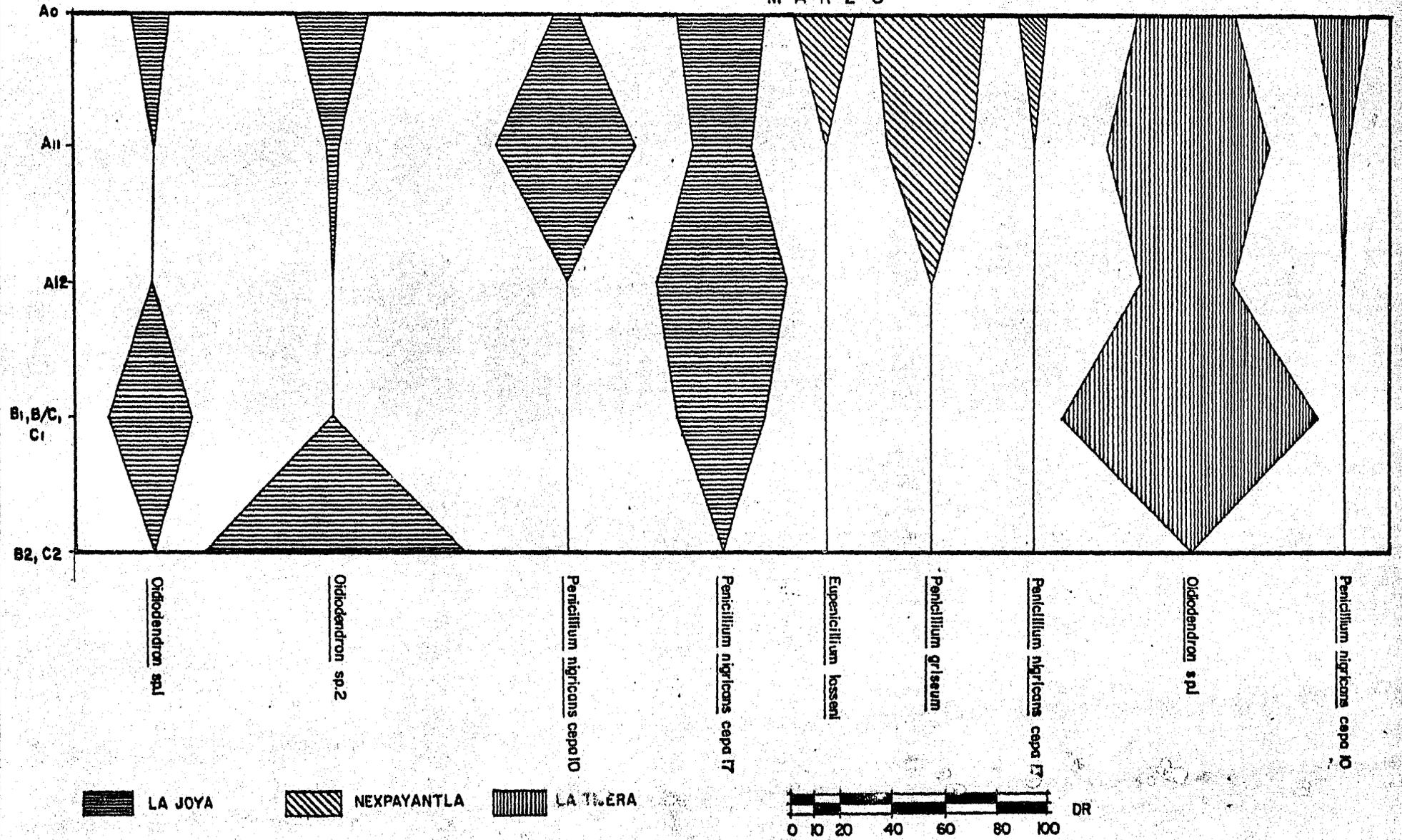
TABLA 13

ESPECIES CON DR > 10

M A R Z O			J U L I O		
No. de aislamientos	E S P E C I E	DR	No. de aislamientos	E S P E C I E	DR
L A J O Y A	<i>Oidiodendron</i> sp. 1	12.98	57	<i>Phialophora mustea</i>	45.61
	<i>Oidiodendron</i> sp. 2	24.43		Basidiomycete	15.79
	<i>Penicillium nigricans</i> cepa 10	14.50			
	<i>Penicillium nigricans</i> cepa 17	32.44			
NEXPAYANTLA	<i>Eupenicillium lasseni</i>	22.02	497	<i>Humicola grisea</i>	10.66
	<i>Penicillium griseum</i>	39.35		<i>Penicillium nigricans</i> cepa 17	69.82
	<i>Penicillium nigricans</i> cepa 17	10.11			
LA TIJERA	<i>Oidiodendron</i> sp. 1	44.04	3300	<i>Oidiodendron</i> sp. 1	85.19
	<i>Penicillium nigricans</i> cepa 10	13.45			

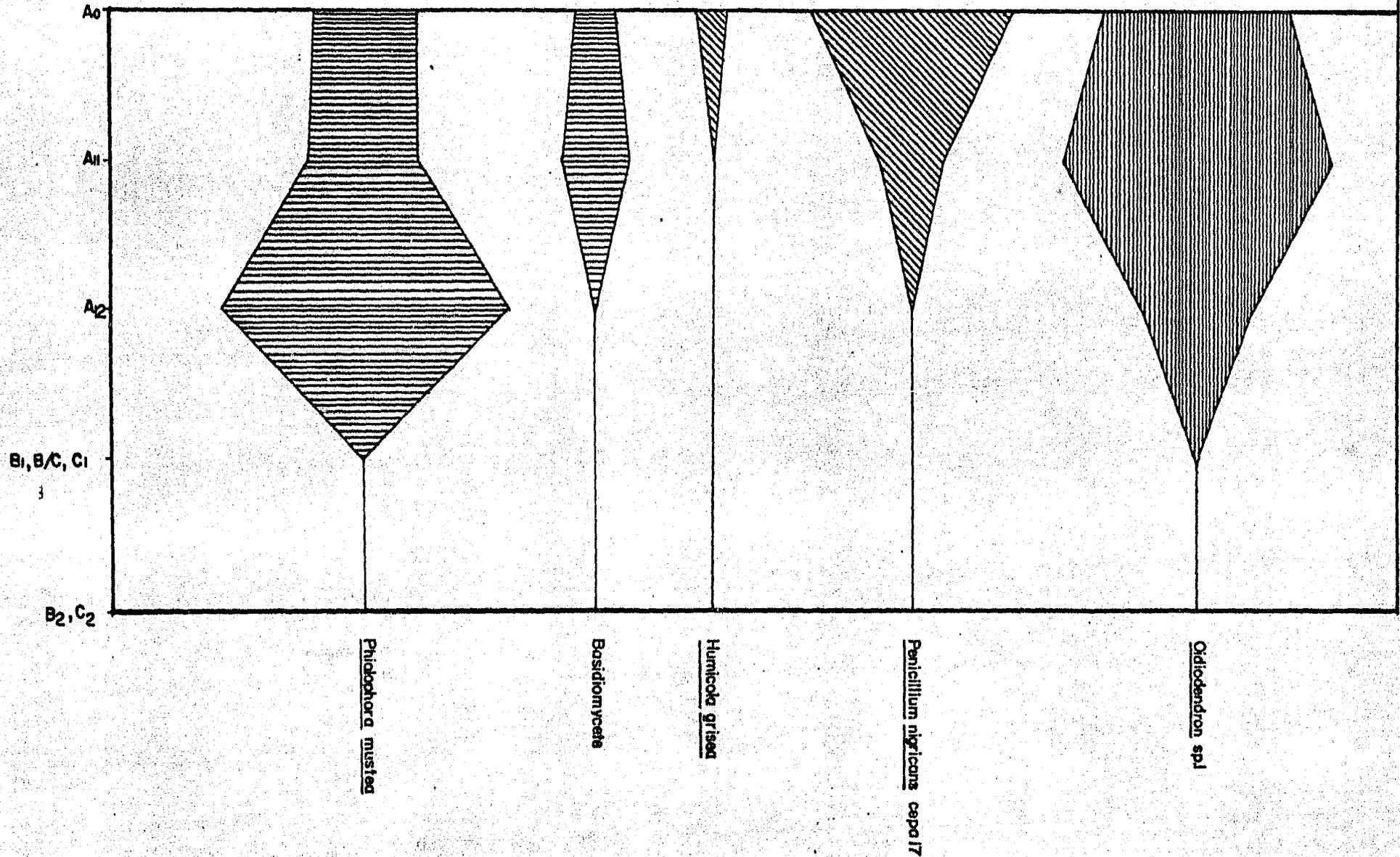
GRAFICA 4: DISTRIBUCION VERTICAL DE LAS PRINCIPALES ESPECIES AISLADAS

M A R Z O



GRAFICA 4: (CONTINUACION)

JULIO



LA JOYA

NEXPAYANTLA

LA TIJERA

0 10 20 40 60 80 100 DR

TABLA 14

COEFICIENTES DE SIMILITUD ENTRE LOS SITIOS

A) ENTRE DIFERENTES SITIOS, EN LA MISMA EPOCA DEL AÑO

	M	A	R	Z	O	J	U	L	I	O
	No. de especies	Especies comunes	Especies propias	Coeficiente de similitud	No. de especies	Especies comunes	Especies propias	Coeficiente de similitud		
LA JOYA	14	7	7	38.89	17	8	9	48.48		
NEXPAYANTLA	22		15		16		8			
NEXPAYANTLA	22	8	14	33.33	16	6	10	31.59		
LA TIJERA	26		18		22		16			
LA JOYA	14	6	8	30.0	17	3	14	15.38		
LA TIJERA	26		20		22		19			

B) ENTRE EL MISMO SITIO, EN DIFERENTES EPOCAS DEL AÑO

	MES	Número de especies	Especies comunes	Especies propias	Coefficientes de similitud
LA JOYA	MARZO	14		9	32.26
	JULIO	17	5	12	
NEXPAYANTLA	MARZO	22		15	36.84
	JULIO	16	7	9	
LA TIJERA	MARZO	26		14	50.0
	JULIO	22	12	10	

TABLA 15

DIVERSIDAD, DIVERSIDAD MAXIMA Y EQUITABILIDAD

	M A R Z O				J U L I O			
	H'	var	H'max	E	H'	var	H'max	E
LA JOYA	0.800	6.46×10^{-4}	1.146	0.70	0.877	5.62×10^{-3}	1.230	0.71
NEXPAYANTLA	0.878	1.13×10^{-3}	1.342	0.65	0.528	7.60×10^{-4}	1.204	0.44
LA TIJERA	0.911	5.36×10^{-4}	1.415	0.64	0.323	1.23×10^{-4}	1.342	0.24

TABLA 16

PRUEBA DE STUDENT APLICADA A LOS INDICES DE DIVERSIDAD

A) ENTRE DIFERENTES SITIOS, EN LA MISMA EPOCA DEL AÑO

	M A R Z O			J U L I O		
	t	g.l.	p	t	g.l.	p
LA JOYA-NEXPAYANTLA	1.847	508	0.1	4.363	73	0.001
NEXPAYANTLA-LA TIJERA	0.810	549	0.5	6.913	668	0.001
LA JOYA-LA TIJERA	3.228	687	0.01	7.310	59	0.001

B) ENTRE EL MISMO SITIO, EN DIFERENTES EPOCAS DEL AÑO

	t	g.l.	p
LA JOYA marzo - LA JOYA julio	9.690	70	0.2
NEXPAYANTLA marzo - NEXPAYANTLA julio	8.040	619	0.001
LA TIJERA marzo - LA TIJERA julio	22.90	979	0.001

DISCUSION

Si se compara este trabajo con el que realizó Bettucci (1983) de colonización de maderas de *Abies religiosa* incubadas *in vitro* en estos tres mismos suelos, se encuentran cierto número de especies que se aislaron en ambos estudios: 6 en La Joya (23% del total de especies aisladas en este sitio), 15 en Nexpayantla (48%) y 12 en La Tijera (33%). Al comparar las especies características se observan algunas diferencias. En Nexpayantla, de acuerdo a los dos trabajos, *Penicillium griseum* y *Eupenicillium lasseni* caracterizan a este sitio, mientras que en La Joya y La Tijera no se presentan coincidencias. Por otra parte, existen ciertas especies que se aislaron únicamente en uno de los estudios; tal es el caso de *Eupenicillium brefeldianum* que en el presente trabajo no se obtuvo ningún aislamiento y en el de Bettucci presenta una frecuencia muy alta o, por el contrario, *Oidiodendron sp. 1*, muy abundante en este estudio y ausente en el de Bettucci.

Los muestreos de suelo de este último trabajo se realizaron en el mes de marzo, por lo tanto el factor "época en que se realizó el muestreo" queda descartado para explicar estas diferencias. Es posible que éstas se deban principalmente a dos causas. Por un lado, las comunidades colonizadoras de maderas, ya sea enterradas *in situ* o en condiciones de laboratorio, no están compuestas obligatoriamente por las mismas especies que son aisladas

del suelo, ni tampoco están representadas necesariamente con la misma frecuencia. Sin embargo, es probable que al menos algunas de ellas formen las comunidades colonizadoras de las maderas (Bettucci, 1983). Por otro lado, es casi seguro que debido al escaso número de muestras tomadas de cada suelo, el presente estudio no contemple a la totalidad de las especies que constituyen a las comunidades fúngicas. Christensen (1981) señala que la riqueza de especies (número absoluto de especies) de las comunidades fúngicas del suelo es desconocida y probablemente indeterminable. En este tipo de comunidades es muy difícil precisar dónde se asintotizan las curvas de incremento de especies, comparables a las de área mínima utilizadas en las comunidades de plantas vasculares. Sin embargo, Gochenaur y Whittingham (1967), Gochenaur (1978), Clarke (1973, citado por Christensen, 1982) y Clarke y Christensen (1981) encontraron que a partir de la décima muestra sus curvas de incremento de especies se hacían asintóticas, por lo tanto es muy probable que las 4 muestras de suelo analizadas en este estudio no hayan sido suficientes.

A su vez, Martínez y Ramírez (1979) en su estudio de las comunidades fúngicas de un andosol en Galicia, reportan 11 especies (de un total de 96) que también se aislaron en Nexpayantla y La Tijera. Entre ellas se encuentran *Penicillium nigricans*, característica de ambos sitios y *P. purpurogenum*, característica de La Tijera.

Singh (1976), en su estudio de este tipo de comunidades en seis localidades de bosques de coníferas (*Abies* y *Picea* princi-

palmente) reportó 5 especies que coinciden con las que se aislaron en este trabajo. Tres de ellas (*Cladosporium herbarum*, *Eupeenicillium pinetorum* y *Penicillium frequentans*) se encontraron en los tres sitios, aunque presentan densidades bajas y no caracterizan a ninguno de ellos.

En el estudio de Gochenaur (1978) de la comunidad fúngica oportunista de un bosque dominado por *Betula* y *Quercus*, únicamente 5 especies de un total de 67 son las mismas que se aislaron en este trabajo. Entre ellas, coincidiendo también con el estudio de Martínez y Ramírez (1979), se encuentran *Penicillium nigricans* y *P. purpurogenum*.

Entre éste y los trabajos antes mencionados existe una convergencia en lo que se refiere a los principales grupos de hongos encontrados. Los Deuteromycetes son quienes reúnen el mayor número de aislamientos y, entre ellos el género *Penicillium* es el que presenta mayor número de especies.

Gochenaur (1981) menciona que una de las características comunes a las comunidades fúngicas de suelos forestales, es la dominancia de las especies de Mucorales y/o Moniliaceae. Sin embargo también afirma que los primeros son más comunes en los bosques boreales o los dominados por coníferas, mientras que los segundos son característicos de los bosques latifoliados de regiones templadas. Esta generalización no coincide con este estudio, ya que únicamente se obtuvo un aislamiento de *Mucor* sp., mientras que la Familia Moniliaceae reúne el 93.70% del total de los aislamientos. Dentro de ella Gochenaur también señala que *Penicillium cons*

tituye uno de los géneros principales en este tipo de comunidades.

En cada uno de los sitios de muestreo, la dominancia de ciertas especies probablemente se deba a algunas de sus propiedades bioquímicas expresadas en las condiciones ambientales y de disponibilidad de recursos en los períodos de muestreo, o de relaciones particulares que tienen lugar con el resto de la biota del suelo.

En el sitio La Joya en el muestreo realizado en el mes de marzo y en Nexpayantla en el mes de julio, la especie con mayor densidad relativa fue *Penicillium nigricans*, la cual posee una amplia distribución en suelos de zonas templadas y fue reportada como productora del antibiótico griseofulvina, con fuerte acción antagonista contra bacterias y varias especies de hongos (Domsch *et al.*, 1980).

En el sitio La Tijera, tanto en el mes de marzo como en el mes de julio, *Oidiodendron sp.*, fue la especie más abundante. Este género es uno de los más frecuentemente aislados en suelos forestales (Christensen, 1981; Gochenaur, 1981). Mangenot y Reisinger (1976) encontraron que los conidios de *Oidiodendron* son dispersados por ácaros. Es probable que la abundancia de este tipo de microartrópodos en este sitio, esté asociada con la abundancia de *Oidiodendron* en el período más húmedo del año ya que se ha observado que el número de individuos de ácaros aumenta al incrementarse la tasa de humedad en el suelo (Vannier, 1971).

En La Joya en el mes de julio y en Nexpayantla en el mes de marzo, *Phialophora mustea* y *Penicillium griseum* respectivamen-

te, fueron las especies más abundantes, aunque la bibliografía consultada no reporta características particulares de estas especies que expliquen esta dominancia.

Por otro lado, es sorprendente la baja densidad de *Trichoderma* en La Tijera y Nexpayantla, y su ausencia en La Joya, ya que éste es uno de los géneros más característicos en la micoflora de suelos de bosques templados (Widden y Parkinson, 1979; Widden y Abitbol, 1980).

Incluso en el estudio de Bettucci (1983) dos especies de *Trichoderma* (*T. viride* y *T. pseudokoningii*) caracterizan al sitio La Tijera, aunque no se obtuvieron aislamientos de este género en La Joya y Nexpayantla. Una posible explicación a este fenómeno podría ser la que da Nelson (1982) en su trabajo sobre *Trichoderma* en un bosque de coníferas de Oregón. En este estudio se utilizan dos métodos para su aislamiento. Por un lado, el de dilución en placa y por otro, el de tubos de inmersión, que se entierran directamente en el suelo durante cuatro días. De esta forma, a través del primer método se obtuvo únicamente un aislamiento de *Trichoderma*, mientras que a través del segundo se encontró con una frecuencia del 10%. A pesar de que *Trichoderma* no es un género abundante en este bosque, posee sin embargo una capacidad saprofitica competitiva muy alta. Para explicar ésta, dos factores que sin duda se deben tomar en cuenta son su rápido crecimiento micelial (Domsch *et al*, 1980) así como su conocida habilidad para producir antibióticos (Webster y Lomas, 1964; Widden y Abitbol, 1980), en particular *T. viride* produce una fuerte sustancia fun-

gistática (Dwivedi y Garrett, 1968). Por lo tanto no es contradictorio el hecho de que en el trabajo de Bettucci (1983), se haya aislado a *Trichoderma* spp. en muy altas frecuencias mientras que en éste, mediante la técnica de dilución en placa, su densidad haya sido muy baja. Incluso Nelson (1982), cita un caso en donde se da un fenómeno semejante: *Trichoderma* spp. desplazó de maderas colonizadas a *Phellinus weirii*, aun cuando la técnica de dilución en placa había indicado que en este suelo existían bajos niveles de propágulos del primer género. De todas formas, la baja densidad de *Trichoderma* spp. en los tres sitios aquí muestreados es un hecho que se desvía de la generalidad de los estudios de las comunidades fúngicas de suelos forestales.

El hecho de que existan pocas especies abundantes, y que la mayoría de ellas sean raras, no es un fenómeno inusual en la naturaleza y no se restringe únicamente a los hongos (Whittaker, 1965; Hairston, 1959; Krebs, 1978). Gochenaur (1978) sostiene que este tipo de distribución de las especies fúngicas del suelo se debe a una mayor especialización en una variada gama de recursos de las especies más abundantes, forzando al resto a ocupar una posición periférica.

También es de esperar el hecho de que tanto el número de especies como el número de aislamientos disminuya a medida que aumenta la profundidad. Al ser los hongos organismos heterótrofos, es lógico suponer que uno de los factores que se constituye como limitante en la distribución vertical de los mismos, sea el contenido de materia orgánica del suelo. Esta es superior en los hori-

zontes superficiales que en los profundos, como indica la Tabla 1. Por esta razón es que en la mayoría de las investigaciones sobre las comunidades fúngicas, únicamente se trabaja con los horizontes superficiales. Sin embargo, como vemos en este estudio, ciertas especies también se desarrollan en horizontes profundos, aunque el número de aislamientos es muy bajo. En este sentido, es conveniente señalar que la disminución del número de especies y de aislamientos al aumentar la profundidad no fue general en todos los sitios. Así, en los horizontes B/C de Nexpayantla, y A_{11} y B_2 de La Tijera, se observó un incremento de alguno de estos parámetros con respecto al horizonte inmediatamente superior (Gráfica 3).

En el caso de Nexpayantla una posible explicación es el hecho de que el porcentaje de materia orgánica del horizonte B/C es superior al del horizonte A_{12} (5.1% y 3.7% respectivamente). Sin embargo, en el caso de La Tijera no se encontró ningún dato que pudiera explicar este fenómeno, ya que, ni en las propiedades físico-químicas de este suelo se presentan particularidades, ni las especies que provocan este incremento (*Oidiodendron* spp., *Cladosporium herbarum*, algunas especies de *Penicillium*) han sido reportadas en la bibliografía como especies frecuentemente aisladas en horizontes profundos. Al respecto, Eicker (1973, citado por Swift, 1976) y Roquebert (comunicación personal con Bettucci) encontraron la misma desviación en relación al patrón general, o sea, observaron un incremento en el número de especies en los horizontes minerales.

Con respecto al comportamiento estacional de las comunidades, se encontraron dos patrones opuestos. Así, por un lado, en los sitios Nexpayantla y La Tijera, aumenta en julio el número de aislamientos, disminuye el número de especies y aumenta la predominancia de las especies más abundantes (*Penicillium nigricans* cepa 17 en el caso de Nexpayantla y *Oidiodendron sp.*, en el caso de La Tijera).

En el sitio La Joya sucede exactamente a la inversa: disminuye en julio el número de aislamientos y aumenta el número de especies. Las más abundantes en marzo no se aislaron en julio, en donde otras especies diferentes se hacen dominantes.

El incremento del número de aislamientos observado en Nexpayantla y La Tijera está relacionado aparentemente, en forma directa e indirecta, con el aumento de las precipitaciones en los períodos precedentes al muestreo, hecho que conlleva un aumento en la humedad del suelo. Efectos semejantes han sido observados por Singer y da Silva Araujo (1979), en donde el número de carpóforos de hongos lignícolas y terrícolas, aumenta a causa de las lluvias que preceden al período de muestreo. Hayes (1982) encontró una gran correlación entre el volumen de la comunidad microbiana (hongos y bacterias) del filoplano de *Rosa sp.* y las precipitaciones en el período anterior al muestreo. Por último, Bettucci (1983) en el Desierto de Los Leones, observó esta misma correlación con respecto a la distribución de las frecuencias de aislamientos de los hongos colonizadores de maderas de *Abies religiosa* enterradas *in situ*.

A su vez la disminución del número de especies también parece estar relacionada con este fenómeno. Griffin (1972) considera que el aumento de la humedad del suelo, favorece la fungistasis sobre ciertas especies así como la disminución de la concentración de O_2 -en particular en los suelos derivados de cenizas volcánicas (Egawa, sin fecha)- lo que aparejaría un efecto selectivo sobre algunas de las especies.

En el caso de La Joya, se puede suponer que el efecto crioscópico supera al efecto de la humedad. En este año, y como ocurre casi todos los años en este sitio, tienen lugar nevadas intensas, que aunque breves, generan un congelamiento del agua del suelo como se observó en el momento del muestreo de marzo. Las cinco especies más abundantes aisladas en este mes, dado que no se aislaron en julio, reflejan un alto grado de adaptación como señalan Widden y Parkinson (1979) y Pugh (1980) con respecto a las especies de zonas con condiciones ambientales más extremas. Por ello se observa en esta época un aumento en el número de aislamientos de relativamente menos especies en relación con el mes de julio.

En este último mes, la fuerte disminución de aislamientos, entre un mayor número de especies que en marzo, podría estar relacionada con: a) la no adaptación de las especies dominantes en marzo a las nuevas condiciones y b) una ampliación de nicho y por lo tanto una acentuación del efecto de competencia entre las especies aisladas.

Cabe mencionar que en un muestreo realizado en el mes de noviembre (Rettucci *et al*, datos no publicados), se aislaron al-

gunas de las especies que fueron muy abundantes en marzo (*Oidiodendron* sp., *Penicillium nigricans* cepa 17) y otras que lo fueron en julio (*Phialophora mustea*, Basidiomycete). Esto permitiría suponer, dadas las características de "transición" de este período, una dependencia de la composición de la comunidad fúngica a las condiciones climáticas particulares de este sitio de estudio.

Por otra parte, se observa que entre los diferentes sitios, aun en la misma época del año, son muy bajos los índices de similitud. Esto muestra que en primer lugar las variaciones en la composición de las comunidades fúngicas se deben a las diferencias entre los sitios. Cada uno de éstos presenta características diferentes tanto en el tipo de vegetación como en el tipo de suelo, lo que provoca una débil correlación de especies entre ellos. Pero tampoco son altos los coeficientes de similitud entre un sitio en marzo y el mismo sitio en julio. En el estudio de Clarke y Christensen (1981) se encontró entre las muestras de otoño y primavera un coeficiente de similitud muy cercano a los valores de este trabajo. Esto refleja que las especies que componen las comunidades fúngicas presentan cambios estacionales en su densidad, ocurriendo incluso que varias de ellas reduzcan a niveles mínimos su abundancia en determinadas épocas del año, y haciendo por consiguiente muy difícil su aislamiento por métodos indirectos. En el estudio de Gochenaur (1978) en el cual hizo muestreos mensuales durante 15 meses, y cada tres meses en los 2 años siguientes, encontró diferentes tipos de comportamientos entre las especies. Mientras que algunas de ellas eran aisladas durante todo el año

con densidades constantes, otras mostraban incrementos significativos en ciertas épocas. En el resto de las especies se observaron patrones intermitentes (aisladas sólo en algunos meses del año), cíclicos o irregulares.

Con respecto a la diversidad, ésta se mantuvo constante en La Joya pero disminuyó en julio en los sitios Nexpayantla y La Tijera. Estos resultados son de esperar, si se toma en cuenta que la diversidad va a depender del número de especies y de la uniformidad de la distribución de los individuos entre las mismas.

En Nexpayantla y La Tijera la disminución en julio del número de especies y el aumento casi al doble del rango que existe entre la densidad mínima y la máxima (debido al aumento de la predominancia de las especies más abundantes), provocan que la diversidad disminuya en este mes. En cambio en La Joya, a pesar de que aumenta en julio el número de especies, varía muy poco el rango de densidades. Esto trae como consecuencia que no existan diferencias significativas entre las diversidades de marzo y de julio para este sitio.

Por último, se debe mencionar que en el mes de marzo sólo existen diferencias significativas entre las diversidades de La Tijera y La Joya, siendo mayor la del primer sitio (0.911 y 0.80 respectivamente), mientras que en el mes de julio, la diversidad en La Joya es mayor que en Nexpayantla, y ésta a su vez supera a la de La Tijera. (0.71, 0.44 y 0.24 respectivamente).

CONCLUSIONES

- 1) Las diferencias entre los sitios son la causa principal de las variaciones en la composición de las comunidades fúngicas de los suelos.
- 2) Varios géneros y especies son comunes a más de un suelo. Sin embargo en cada sitio se presentan distintas interacciones y en consecuencia las mismas especies componen diferentes comunidades fúngicas.
- 3) En todos los sitios las especies muestran una distribución de tipo Raunkiaer; pocas taxa son abundantes mientras que la mayoría son raras.
- 4) La mayoría de los aislamientos corresponden a la Familia Moniliaceae. Las especies más abundantes pertenecen a los géneros *Penicillium* y *Oidiodendron*.
- 5) *Penicillium nigrkans* cepa 17 y *Phialophora mustea* son características del sitio La Joya, *P. nigrkans* cepa 17 del sitio Nexpayantla y *Oidiodendron sp.* del sitio La Tijera.
- 6) Salvo pocas excepciones, el número de especies y de aislamientos disminuyen a medida que aumenta la profundidad del suelo.
- 7) La composición de la comunidad de descomponedores oportunistas varía en las épocas del año estudiadas. El comportamiento estacional de las comunidades de Nexpayantla y La Tijera es radicalmente diferente al comportamiento de la comunidad de La Joya.

BIBLIOGRAFIA

AINSWORTH, G. C. et al 1973

The Fungi

Academic Press, N.Y., vol. IV, xviii + 621 pp.

ARX, J. A. Von 1974

The genera of fungi sporulating in pure culture

J. Cramer, Vaduz (Suiza), 315 pp.

BARNETT, H. L. y B.B. HUNTER 1972

Illustrated Genera of Imperfect Fungi

Burgess Publ. Co., Minneapolis, 241 pp.

BARRON, G. L. 1968

The genera Hyphomycetes from soil

Robert E. Kriger Publ. Co., Huntington (N. Y.), xii + 364 pp.

BETTUCCI, L. 1983

Colonisation de bois d'Abies religiosa

Tesis de Doctorado de Estado en Ciencias, Universidad de Nancy I, 182 pp.

BISSET, J. y D. PARKINSON 1979 a

The distribution of fungi in some alpine soils

Canadian Journal of Botany 57: 1609 - 1629

BISSET, J. y D. PARKINSON 1979 b

Fungal community structure in some alpine soils

Canadian Journal of Botany 57: 1630 - 1641

BISSET, J. y D. PARKINSON 1980

Long-term effects of fire on the composition and activity of the soil micoflora of a subalpine,

coniferous forest

Canadian Journal of Botany 58: 1704 - 1721

CHRISTENSEN, M. 1981

Species diversity and dominance in fungal communities

En: The Fungal Community, D. T. Wicklow y G. C. Carroll

(Eds.), Marcel Dekker, N.Y., pp. 201 - 232

CLARKE, D.C. y M. CHRISTENSEN 1981

The soil microfungal community of a South Dakota
grassland

Canadian Journal of Botany 59: 1950 - 1960

DOMSCH, K.H. et al 1980

Compendium of Soil Fungi

Academic Press, Londres, 2 vol: 859 pp., 405 pp.

DWIVEDI, R.S. y S.D. GARRETT. 1968

Fungal competition in agar plate colonization from soil
inocula

Trans. Br. mycol. Soc. 51: 95 - 101

EGAWA, T. (sin fecha)

Properties of soils derived from volcanic ash

En: Soils Derived from Volcanic Ash in Japan, Y. Yshizuka
y C.A. Blak (Eds.), pp. 10 - 63 (fotocopias cedidas por
I. Ford, DETENAL, México)

FLORES, A. 1974

Los suelos de la República Mexicana

En: El escenario geográfico; recursos naturales,

Secretaría de Educación Pública, México, pp. 7 - 108

FRANKLAND, J.C. 1981

Mechanisms in fungal successions

En: The Fungal Community, D.T. Wicklow y G.C. Carroll
(Eds.), Marcel Dekker, N.Y., pp. 403 - 426

GARCIA, E. 1981

Modificaciones al sistema de clasificación climática
de Köppen

Instituto de Geografía (UNAM), México, 246 pp.

GILMAN, J.C. 1957

A manual of Soil Fungi

The Iowa State Univ. Press, Ames (Iowa), xi + 450 pp.

GOCHENAUR, S.E. 1978

Fungi of a Long Island oak-birch forest. I. Community organization and seasonal occurrence of the opportunistic decomposers of the A horizon.

Mycologia 70: 975 - 994

GOCHENAUR, S.E. 1981

Response of soil fungal communities to disturbance

En: The Fungal Community, D.T. Wicklow y G.C. Carroll
(Eds.), Marcel Dekker, N.Y., pp. 459 - 479

GOCHENAUR, S.E. y W.F. WHITTINGHAM 1967

Mycoecology of willow and cottonwood lowland communities in southern Wisconsin. I. Soil microfungi in the willow-cottonwood forests

Mycopathol. Mycol. Appl. 33: 125 - 139

GRIFFIN, D.M. 1973

Ecology of Soil Fungi

Chapman and Hall, Londres, 193 pp.

GRIME, J.P. 1983

Plant Strategies and Vegetation Processes

John Wiley and Sons, Chichester (Gran Bretaña), xi + 222 pp.

HAIRSTONE, N.G. 1959

Species abundance and community organization

Ecology 40: 404 - 416

HAYES, A.J. 1982

Phylloplane micro-organisms of Rosa cv. Picadilly

following infection by Diplocarpon rosae

Transactions of the British Myc. Soc. 79: 311 - 319

KREBS, C.J. 1978

Ecology. The Experimental Analysis of Distribution and Abundance

Harper and Row, N.Y., xxv + 678 pp.

LEGENDRE, L. y P. LEGENDRE 1979

Ecologie numérique

Masson-Les Presses de L'Université de Québec, Paris,

2 vol.: xiv + 197 pp., vi + 254 pp.

MAC ARTHUR, R.H. y E.D. WILSON 1967

The Theory of Island Biogeography

Princeton Univ. Press.

MADRIGAL, X. 1964

Contribución al conocimiento de la ecología de los bosques de Oyamel (Abies religiosa (H.B.K.) Schl et Cham) en el Valle de México.

Tesis Profesional, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas (IPN), México, 110 pp.

MANGENOT, F. y O. REISINGER 1976

Form and function of conidia as related to their development

En: The Fungal Spore: Form and Function, D.J. Weber y W.M. Hess (Eds.), N.Y., pp. 789 - 847

MARTINEZ, A.T. y C. RAMIREZ 1979

Study of the microfungal community of an andosol
Journal of Ecology 67: 305 - 319

MUELLER-DOMBOIS, D. 1981

Ecological measurements and microbial populations

En: The Fungal Community, D.T. Wicklow y G.C. Carroll (Eds.), Marcel Dekker, N.Y., pp. 173 - 184

NELSON, E.E. 1982

Occurrence of Trichoderma in a Douglas-fir soil
Mycologia 74: 280 - 284

PARKINSON, D. et al 1971

Methods for studying the Ecology of Soil Micro-organisms
Blackwell Sci. Publ., Oxford, x + 116 pp.

PEÑA-CABRIALES, J.J. y M. VALDES 1975

Rhizosphère du sapin (Abies religiosa) I. Microbiologie et activité microbienne.

Revista Latinoamericana de Microbiología 17: 25 - 31

POOLE, R.W. 1974

An Introduction to Quantitative Ecology
Mc Graw Hill, N.Y., xii + 532 pp.

PUGH, G.J.F. 1980

Strategies in fungal ecology

Trans. Br. Mycol. Soc. 75: 1 - 14

RAPER, K.B. y C.H. THOM 1949

A manual of the *Penicillium*

Hafner, N.Y., 875 pp:

RIFAI, M.A. 1969

A revision of the genus *Trichoderma*

Mycological Papers 116: 56 pp.

SCHOL-SCHWARZ, B. 1970

Revision of the genus *Phialophora* (Moniliales)

Persoonia 6: 59 - 94

SCOTT, D.B. 1968

Studies on the genus *Eupenicillium* Ludwig. IV New species from soil

Mycopathologia et Mycologia Applicata 36: 1 - 27

SCOTT, D.B. y A.C. STOLK 1967

Studies on the genus *Eupenicillium* Ludwig. II Perfect states of some *Penicillia*

Antonie van Leeuwenhoek 33: 297 - 314

SINGH, P. 1976

Some fungi in the forest soils of Newfoundland

Mycologia 68: 881 - 890

SINGER, R. y DA SILVA ARAUJO I. 1979

Litter descomposition and ectomycorrhiza in Amazonian forests

Acta Amazonica 9: 25 - 41

SÖDERSTRÖM, B.E. 1975

Vertical distribution of microfungi in a spruce forest soil in the south of Sweden

Trans. Br. Mycol. Soc. 65: 419 - 425

STATES, J.S. 1981

Useful criteria in the description of fungal communities
En: The Fungal Community, D.T. Wicklow y G.C. Carroll
(Eds.), Marcel Dekker, N.Y., pp. 185 - 199

STOLK, A.C. 1968

Studies on the genus Eupenicillium Ludwig. III Four
new species of Eupenicillium
Antonie van Leeuwenhoek 34: 37 - 53

STOLK, A.C. y D.B. SCOTT 1967

Studies on the genus Eupenicillium I. Taxonomy and
Nomenclature of Penicillium in relation to their sclerotiod
ascocarpic states
Persoonia 4: 391 - 405

STOLK, A.C. y J.W. VEENBAAS-RIJKS 1974

Eupenicillium osmophilum sp. nov.
Antonie van Leeuwenhoek 40: 1 - 5

SWIFT, M.J. 1976

Species diversity and the structure of microbial communities
in terrestrial habitats
En: The role of terrestrial and aquatic organisms in
decomposition processes, J.M. Anderson y A. Macfadyen
(Eds.), Londres, pp. 185 - 222

SWIFT, M.J. et al 1979

Decomposition in terrestrial ecosystems
Blackwell Scientific Publications, Oxford, xii + 372 pp.

VANNIER, G. 1971

Exemple d'une étude écologique: les Microarthropodes et
l'état hydrique du sol
En: La vie dans les sols, P. Pesson (Ed.), Paris,
pp. 111 - 146

WEBSTER, J. y LOMAS, N. 1964

Does Trichoderma viride produce gphotoxin and viridin?
Trans. Br. My. Soc. 47: 535 - 540

WHITTAKER, R.H. 1965

Dominance and diversity in land plant communities
Science 147: 250 - 260

WIDDEN, P. 1979

Fungal populations from forest soils in southern Québec
Canadian Journal of Botany 57: 1324 - 1331

WIDDEN, P. y D. PARKINSON 1979

Populations of fungi in a high arctic ecosystem
Canadian Journal of Botany 57: 2408 - 2417

WIDDEN, P. y J.J. ABITBOL 1980

Seasonality of Trichoderma species in a spruce-forest
soil
Mycologia 72: 775 - 784

YAMADA, S. (sin fecha)

Distribution and morphology of soils derived from
volcanic ash in Japan
En: Soils derived from Volcanic Ash in Japan, Y. Yshizuka
y C.A. Black (Eds.), pp. 1 - 9 (fotocopias cedidas por
I. Ford, DETENAL, México)