

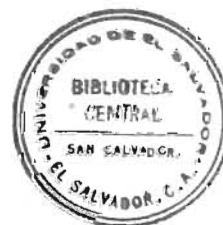
85-3480

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS Y HUMANIDADES
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA

ANALISIS CUALITATIVO Y CUANTITATIVO, DE LAS
DISTRIBUCIONES MENSUALES DE LA MICOFLORA DEL
SUELO Y AIRE EN UNA COMUNIDAD DEL CERRO VERDE.

SARA DEL CARMEN ARIAS BONILLA

TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE
LICENCIADO EN BIOLOGIA

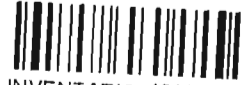


SAN SALVADOR, EL SALVADOR, C. A.
MAYO, 1982.

T
589-24
A696a

Ej: 1

UES BIBLIOTECA CENTRAL



INVENTARIO: 10116474

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

FACULTAD DE CIENCIAS Y HUMANIDADES

DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA

Decano

Ernesto de Jesús Vela

Director del Departamento

Ernesto López Zepeda

Asesor

Gustavo Adolfo Escobar

Jurado Examinador:

Presidente

José Dionisio Velasco

1er. Vocal

Judith Dolores Toledo

2do. Vocal

Margarita Montoya

CONTENIDO

	Página
1. INTRODUCCION	1
2. REVISION DE LITERATURA	3
3. MATERIALES Y METODOS	21
3.1 DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO	21
3.2 METODOS DE CAMPO Y LABORATORIO	23
3.2.1 HONGOS DEL SUELO	24
3.2.1.1 TRABAJO DE CAMPO.....	24
3.2.1.2 TRABAJO DE LABORATORIO ..	24
3.2.2 HONGOS DEL AIRE	25
3.2.2.1 TRABAJO DE CAMPO	25
3.2.2.2 TRABAJO DE LABORATORIO ..	25
3.3 ANALISIS ESTADISTICO	26
4. RESULTADOS	29
5. DISCUSION.....	58
6. CONCLUSIONES	70
7. RECOMENDACIONES	72
8. RESUMEN	73
9. LITERATURA CITADA	74
10. ANEXO I	87
11. ANEXO II	88

LISTA DE TABLAS

TABLA		Página
I.	Hongos del suelo obtenidos del muestreo mensual	34
II.	Hongos del aire obtenidos del muestreo mensual	36
III.	Número de colonias, densidad relativa y frecuencia de ocurrencia de los hongos del suelo	40
IV.	Número de colonias, densidad relativa y frecuencia de ocurrencia de los hongos del aire	42
V.	Especies fúngicas específicas del suelo y aire	54
VI.	Especies fúngicas comunes al suelo y aire	57

LISTA DE FIGURAS

Figura	Página
1. Area de estudio	27
2. Placas de Petri con crecimiento fúngico del suelo	27
3. Placas de Petri exponiéndose al aire	28
4. Placas de Petri con crecimiento fúngico aéreo	28
5. Incidencia mensual de <u>Trichoderma viride</u>	46
6. Incidencia mensual de <u>Thamnidium elegans</u>	47
7. Incidencia mensual de <u>Cladosporium herbarum</u> ..	48
8. Incidencia mensual del género <u>Penicillium</u>	49
9. Distribución de los hongos del suelo de acuerdo a los grandes grupos taxonómicos	50
10. Distribución de los hongos del aire de acuerdo a los grandes grupos taxonómicos	51
11. Frecuencia de ocurrencia y densidad de las especies fúngicas del suelo, repartidas en grupos de frecuencia	52
12. Frecuencia de ocurrencia y densidad de las especies fúngicas del aire, repartidas en grupos de frecuencia	53

1. INTRODUCCION

En una comunidad biótica, la descomposición de la materia orgánica muerta es una función ecológica indispensable. En la realización de esa función, los hongos del suelo juegan un papel muy significativo, pero con frecuencia el proceso de la descomposición es iniciado en las partes aéreas de las plantas vivas por medio de los hongos que provienen de las esporas que se encuentran en el aire (Mason, 1977).

Los hongos son organismos heterótrofos que prosperan en cualquier medio que les proporcione condiciones adecuadas de crecimiento (Wilson & Loomis, 1968). Los hongos dependen de sustancias orgánicas para el crecimiento y, debido a que gran parte de esas sustancias se encuentran en el suelo variando desde pequeñas partículas de humus hasta raíces de árboles, es que se cuenta con la presencia de una gran cantidad y variedad de esos organismos en el suelo (Warcup, 1971). Para Burges (1971), la presencia de los microorganismos descomponedores en el suelo es indispensable puesto que, en la mayor parte de la vegetación natural, la cantidad de materia orgánica existente en el sistema edáfico se mantiene aproximadamente constante de un año a otro a pesar de las grandes aportaciones estacionales correspondientes a la caída de hojas y de otras partes de plantas.

Estudios de investigación sobre los hongos del suelo y esporas

de los hongos del aire se han realizado en diversos países pero casi exclusivamente en climas templados; este tipo de investigación en nuestro país es necesario a fin de determinar los grupos de organismos presentes y su ecología; se podrá además de esta manera, estimar el número relativo y de ocurrencia de las diferentes especies presentes y de los cambios cuantitativos y cualitativos al cambiar las condiciones medioambientales. Estos datos ayudarán a complementar el conocimiento de la biología de la descomposición y de la ecología de la vegetación en climas tropicales, particularmente de una comunidad de un bosque tropical de altura que ha sido determinado como lugar de la investigación.

La presente investigación tiene por objeto conocer cualitativa y cuantitativamente la flora fúngica del suelo y aire de la comunidad durante las épocas seca y de transición, determinar las especies dominantes de los diferentes muestreos mensuales de la flora del suelo y aire y comparar estas comunidades fúngicas con la flora responsable de la descomposición del "litter", que según Mason (1977) es el material derivado, especialmente, de plantas superiores en diferentes estados de descomposición.

2. REVISION DE LITERATURA

A finales del siglo pasado, la mayoría de los primeros investigadores dudaban que los hongos fueran verdaderos organismos del suelo y únicamente se dedicaron a catalogar las especies; pero Waksman en 1914, formuló una serie de aseveraciones relativas al estado de los hongos en el suelo y concluyó que algunos eran habitantes naturales del suelo mientras que otros eran únicamente miembros transitorios de la población edáfica y los clasificó como invasores del mismo (Burges, 1960). El interés por los hongos que se encuentran en el suelo ha sido grande y Cooke en 1958, consideró que el suelo había sido estudiado probablemente de manera más extensa que cualquier otro hábitat natural de los hongos; para muchos investigadores esto se debe en parte a la importancia de los hongos como patógenos, descomponedores de los residuos vegetales y animales y en parte también por el interés de las micorizas y la rizósfera (Burges, 1960; Warcup, 1971; Parkinson, 1971).

El suelo puede definirse como el material en donde crecen las plantas, en cuya formación los hongos son probablemente de igual importancia que las bacterias en la contribución de los procesos del suelo y en la nutrición de las plantas en suelos neutros y alcalinos; los hongos usualmente toleran condiciones ácidas mejor que las bacterias y por ese motivo son más importantes que las bacterias en

suelos ácidos (Jackson & Raw, 1978).

Los estudios sobre los hongos del suelo datan del siglo pasado; sin embargo, gran parte de esos estudios han sido esencialmente florísticos. Más recientemente se ha puesto especial atención en la ecología de los hongos del suelo, en los hábitats de las especies y en los papeles que juegan en los procesos bioquímicos que tienen lugar en el suelo (Warcup, 1971). Según Hudson (1972), las investigaciones sobre la ecología de los hongos han sido muy limitadas y afirma que fue Hora en 1959 quien inició y fomentó dichas investigaciones. Hora encontró que al adicionar varios minerales a plantaciones de Pinus silvestres, la flora fúngica demostró que la disponibilidad de nitrógeno es uno de los factores limitantes para el crecimiento de los hongos en el "litter" de un bosque.

Para Warcup (1971), las especies de hongos que viven en el suelo son notables por su diversidad de formas y, siendo un grupo heterógeno compuesto por diferentes familias y órdenes, varían muchísimo en tamaño y en la complejidad de sus ciclos biológicos. Gilman (1963) reunió en una sola obra descripciones de los hongos que han sido aislados del suelo, por diferentes investigadores; Gilman presenta una enorme lista de hongos y proporciona cerca de 690 hongos de 170 géneros que han sido aislados, de los cuales son notables los géneros Penicillium, Fusarium, Mucor, Aspergillus, Mortierella, Achlya,

Pythium y Chaetomium, que constituyen la mayor parte de las especies aisladas. Además, este autor proporciona un listado de Ascomycetes pero no reporta ningún Basidiomiceto. La aparente ausencia de Basidiomycetes en los métodos usuales de estimación de hongos del suelo ha sido muy discutido; algunos investigadores opinan que ello se debe a que dichos hongos no esporulan con facilidad en cualquier medio de cultivo (Warcup, 1971). Recientemente, algunos investigadores también consideran que muchos hongos imperfectos son estados conidiales de Basidiomycetes y por esa razón las fases sexuales de este grupo no son registradas en los métodos corrientes de estimación de hongos del suelo (Kendrick & Watling, 1979).

Para el estudio de los hongos del suelo se han examinado una amplia serie de suelos con muchos tipos diferentes de vegetación y en áreas geográficas distintas; tales estudios incluyen los de Bissett & Parkinson (1979a, 1979b), quienes encontraron 14,643 hongos de 128 géneros, distribuidos en suelos alpinos de tundra. Ellos analizaron la variación de cuatro factores (estación, lugar, profundidad del suelo y tipo de partícula del suelo) y el análisis de la flora fúngica les indicó que la diferencia de los lugares muestreados fue la mejor fuente de variación de las comunidades. Bissett & Parkinson (1979c) consideran que la temperatura, humedad, potasio

disponible y el pH del suelo fueron las variables abióticas más importantes que influyeron en la distribución de los hongos de suelos de tundra; además, indican que la naturaleza de la cobertura vegetal es potencialmente importante en la determinación de la composición de la micoflora.

Los suelos forestales templados también han sido objeto de estudio. Christensen, Whittingham & Novak (1962) realizaron un estudio en el cual la distribución y frecuencia de 39 especies fúngicas, sugieren que la dominancia de las especies y la composición de las poblaciones de los microhongos del suelo fueron correlativos con la comunidad vegetal. Widden (1979) por su parte, investigó la presencia y relación de los hongos del suelo en diferentes sitios forestales y encontró que la vegetación tiene una gran influencia sobre la comunidad fúngica; sin embargo, también supone que las propiedades del suelo probablemente influyen de una manera mayor en la comunidad fúngica que la vegetación misma.

Miller, Giddens & Foster (1957) examinaron las poblaciones fúngicas de suelos forestales y cultivados, y compararon los dos tipos de suelos haciendo énfasis en la clase de hongo más que en el número y encontraron una marcada diferencia fúngica entre los dos tipos de suelo. Wacha & Tiffany (1979), examinando suelos de diferentes tipos de cultivo, identificaron 1,158 hongos. Trichoderma y

Fusarium fueron los géneros con mayor frecuencia y la especie más importante fue Fusarium oxysporum, un importante hongo patógeno de las plantas.

Durrell & Shields (1960) realizaron un interesante experimento con la micoflora de suelo de desierto, aislaron e inventariaron 41 géneros y algunas de las esporas de las especies aisladas fueron irradiadas con luz ultravioleta semejando de esa forma las condiciones medio ambientales que se dan en un desierto. Ellos encontraron que las esporas oscuras eran las más resistentes ya que fueron las únicas que sobrevivieron mayores exposiciones a luz ultravioleta. En los suelos de desierto ha sido observado que la invasión de la micoflora en la costa que forma la lluvia mejora la infiltración del agua, disminuyendo la erosión y ayudando al establecimiento de las plantas (Fletcher & Martin, 1948).

Muchos investigadores han aislado hongos del suelo en diferentes áreas geográficas; generalmente este tipo de trabajo ha sido esencialmente florístico. En Argentina, Codeas, Marchand & Bertoni (1977) estudiaron hongos del suelo, resultando que los géneros más comunes fueron Aspergillus y Penicillium. Minoura, Morinaga & Muroi (1975a, 1975b y 1977) aislaron e identificaron los hongos de suelos de Himalaya en Nepal; aunque ellos encontraron Mucorales, levaduras, Ascomycetes e Hyphomycetes, únicamente hicieron refe

rencia a los Ascomycetes, de los que hallaron 10 nuevas especies y una nueva variedad. Morinaga, Katayama & Minoura (1977) presentaron un listado detallado de los Hyphomycetes de suelos de Nepal que comprende una gran variedad de especies. Morinaga, Minoura & Udagawa (1978) y Morinaga, Nitta & Minoura (1979) contribuyeron al conocimiento de los hongos del suelo del sudeste de Asia y descubrieron 4 nuevas especies, 3 de las cuales pertenecen a los Ascomycetes y una a los Hyphomycetes. En Irak fueron Al-Doory, Tolba & Al-Ani (1959) los primeros en investigar los hongos del suelo; los géneros más frecuentes fueron: Hormodendrum, Aspergillus, Fusarium, Alternaria y Penicillium. Mou-Basher & Abdel-Hafez (1978a) colectaron 100 muestras de suelo de Egipto y aislaron 155 hongos; los géneros de mayor ocurrencia fueron: Aspergillus con 33 especies y 3 variedades, Penicillium con 16 especies y Fusarium con 6 especies. Posteriormente fueron investigadas las fluctuaciones estacionales de esos hongos, la mayoría de los cuales mostró un alto valor en los meses de invierno y primavera y bajo valor en los meses de verano (Mou-Basher & Abdel-Hafez, 1978b).

En los trópicos, la presencia de hongos es muy importante ya que la materia orgánica y los nutrimentos disponibles están presentes en mayor cantidad en la biomasa y se reciclan dentro de la estructura orgánica del sistema de ciertas plantas por virtud de los hongos que

viven asociados a sus raíces, facilitando así el ciclo directo de organismo a organismo (Odum, 1978). Sin embargo, la facilitación de nutrimentos minerales no es el único efecto de las micorrizas sobre los árboles, pues éstas también influyen en la resistencia a enfermedades, en interacciones hormonales, nutrición de carbohidratos, morfología y anatomía de las raíces y en otros aspectos de la biología del árbol (Tansey, 1977). Los hongos de suelos tropicales, específicamente del área centroamericana, posiblemente han sido los menos estudiados. Uno de los estudios con los que se cuenta es el de Farrow (1954), quien colectó varias muestras de suelo de Panamá y Costa Rica y de las que aisló 135 hongos de 73 géneros; de los cuales Aspergillus y Chaetomium tuvieron la mayor distribución en la región.

Más recientemente los hongos del suelo se han investigado en el aspecto ecológico por la importancia que tienen en el fenómeno de la descomposición. Odum (1978) reconoce que, entre los 4 componentes del ecosistema, los hongos junto con las bacterias pertenecen a los desintegradores o microconsumidores; estos organismos hacen posible la circulación continua de nutrientes y, según Mason (1977), esa circulación es esencial para el crecimiento de las plantas.

La Distribución o frecuencia de los organismos descomponedores está limitada por el clima, vegetación y factores edáficos

(Griffin, 1972, Hudson, 1972) pero la complejidad de determinar con exactitud todos los factores que influyen en los hongos del suelo se pone de manifiesto cuando Cohenam (1973) observa que el alto número de hongos encontrados no era correlativo con el incremento en temperatura como él esperaba, sino que posiblemente el incremento se debía únicamente al ocurrir simultáneamente las tres condiciones siguientes: a) un efecto nulo de fungistasis, b) un flujo de nutrimentos en el suelo y c) una mínima competencia por esos materiales. Watson & Ford (1972), investigando el efecto de la fungistasis, suponen que éste sea uno de los factores determinante en la variación estacional de los hongos de suelos forestales. Ratgappa & Lockwood (1961) consideran que las técnicas indirectas usadas para demostrar la fungistasis no revelan la presencia de sustancias fungistáticas en el suelo, pero que en el suelo crecen microorganismos que producen sustancias antibióticas que impiden la germinación de esporas, haciendo variar de esa manera la población fúngica del suelo.

La cantidad de agua en el suelo es un factor físico importante por los efectos que tiene sobre los microorganismos. Para los hongos del suelo, el contenido de agua tiene efecto directo sobre la germinación y crecimiento y efecto indirecto en la difusión del soluto y actividad de los hongos, el movimiento del agua también es importante en la dispersión de las esporas en el suelo (Griffin, 1963b, 1969). Los

hongos presentan una actividad óptima entre el 97 y 100% de Humedad Relativa, entre el 81 y 94% de H. R. la flora se restringe a géneros xerófitos como Penicillium y Aspergillus y la no colonización ocurre a los 75% de H. R. (Griffin, 1963a, 1963b).

Los hongos son también importantes desde el punto de vista médico, ya que muchos de ellos causan varias enfermedades en el hombre, siendo las más conocidas las dermatomicosis como la tiña causada por Microsporon y el pié de atleta causada por Epidermophyton y Trichophyton (Escobar, Siu & Toledo, 1977). Cuando se detectó que la naturaleza era un depósito de hongos saprófitos médicamente importantes, se puso gran atención a encontrar los dermatófitos del suelo (Marples, 1965; Otčenášek, Dvořák & Krunert, 1967). Rogers & Beneke (1964) y Marples (1965) opinan que la alta frecuencia de ocurrencia de algunos hongos queratinofílicos en el suelo se deba posiblemente a un alto contenido de materia orgánica y al frecuente contacto que tiene el suelo con la gente y animales, al menos en las regiones en donde ellos han llevado a cabo sus investigaciones. Al-Doory (1967) también aisló hongos queratinofílicos pero de una caverna y de otros lugares adyacentes en Texas poco frecuentados por humanos. Al-Doory atribuye la presencia de estos hongos a un gran número de pequeños animales que viven en la caverna, tales como murciélagos y roedores; el hongo más común fue Microsporon gypseum, seguido

por Trichophyton mentagrophytes. Fue también muy notable que M. terrestre y M. gypseum los aislara con una altísima frecuencia (67%) en la caverna en comparación a la frecuencia de los suelos exteriores (10%). Según Otčenášek, Dvořák & Krunert (1967), los hongos dermatófitos del suelo están distribuidos en diferentes áreas geográficas y climáticas; esta distribución también está influenciada por el carácter de los biotipos individuales por lo que la frecuencia de esos hongos varía grandemente al variar el lugar, el país o continente en donde se han realizado ese tipo de investigaciones.

Así como los hongos del suelo son muy importantes en el campo de la medicina, agricultura y ciencias biológicas (Burgess, 1960; Garret, 1963; Warcup, 1971; Parkinson, 1971; Jackson & Raw, 1978), igualmente tienen que ser considerados muy importantes los hongos del aire, puesto que cumplen con las mismas funciones que realizan en el suelo los hongos que ahí habitan (Gregory, 1960).

El aire es la capa gaseosa que rodea a la tierra e interviene en muchos fenómenos físicos y en donde continuamente se producen las reacciones químicas más diversas; además, el aire tiene una importancia vital muy grande ya que interviene en importantes procesos biológicos (Celsi & Iacobucci, 1963). La presencia de bacterias, levaduras, así como de numerosas esporas fúngicas y polen de diversas flores en el aire, ha sido confirmada por Gregory (1960) al experimentar con

objetos expuestos al aire que funcionan como trampas.

En el fenómeno de la descomposición queda demostrada la importancia de las esporas del aire al encontrarse que los residuos del "litter" de las plantas presentan una colonización por bacterias y hongos que ocurre antes de caer al suelo; esa flora está presente sobre las hojas a través de su vida y persiste por algún tiempo después de la abscisión de la hoja y antes de ser reemplazada por la flora típica del "litter" y eventualmente por la flora del suelo (Mason, 1977). Hudson (1972) afirma que el mantillo de la superficie del suelo posee una flora fúngica que las ramas y las hojas adquieren cuando todavía se encuentran en el árbol y que la variedad y cantidad de esporas que se encuentran en la superficie reflejan su relativa abundancia en la atmósfera y la eficacia de las hojas en atrapar esporas. Investigaciones como la de Davies (1961), McDonald (1962) y Baker, Dunn & Sakai (1979), que han utilizado el lavado y macerado de hojas de diferentes especies de plantas, han demostrado que efectivamente las esporas fúngicas del aire colonizan la superficie de la hoja, y en general de toda la planta, antes de caer al suelo.

El estudio de la microbiología de la atmósfera, llamada también Aerobiología, se originó con el libro escrito por el londinense Charles Harrison Blackley en 1873, quien supuso que las esporas fúngicas del aire podrían ocasionar enfermedades alérgicas (Ripe, 1962). El es

tudio sistemático de la Aerobiología se originó en el Observatorio de Montsouris en París con el trabajo del bacteriólogo Pierre Miquel (1850-1922); Miquel en 1884 encontró que las bacterias y mohos del aire presentan fluctuaciones diurnas (Gregory & Hirst, 1957; Gregory, 1960; Pathak & Pady, 1965).

Las suposiciones que Blackley hizo en 1873, respecto a las esporas fúngicas del aire y su posible relación con las enfermedades alérgicas, no fueron tomadas en cuenta y pasaron muchos años para que se reanudara el interés por las esporas fúngicas al considerarse algunas de ellas como elementos etiológicos de enfermedades humanas como el asma, alergias epidérmicas y otras más (Gregory, 1960 ; Frey & Durie, 1962; Ripe, 1962). Para 1924, el holandés W. Storm van Leeuwen, demostró que el asma prevalecía cuando la concentración de esporas fúngicas era alta y halló en los pacientes una pronunciada hipersensibilidad a Aspergillus fumigatus; además, otros investigadores han reportado casos de asma con hipersensibilidad a esporas fúngicas de algunas especies de Aspergillus y Penicillium (Ripe, 1962). Harsh & Allen (1945) comentan que cuando estudiaban los contaminantes del aire en San Diego (Estados Unidos), notaron que algunos hongos del aire como Hormodendrum, Alternaria, Pringshaemia y otros más, causaban reacciones epidérmicas y que los niños mostraron ser más sensibles que los adultos. Myers

(1956), por otra parte, intentó relacionar la incidencia de las esporas fúngicas del aire con el ataque de asma de una población infantil en Honolulu; Myers reportó que el conteo de las esporas no fué correlativo con el ataque de asma. Lacey & Lacey (1964) hallaron en el interior de una granja altas concentraciones de esporas, muchas potencialmente patógenas al hombre y animales como las de Aspergillus fumigatus, Absidia ramosa y Mucor pusillus, que fueron las de mayor frecuencia. Gregory & Lacey (1963) encontraron a su vez que el polvo que se desprende del heno almacenado en una granja contiene una gran cantidad de Actinomycetes, junto a abundantes formas de esporas fúngicas pertenecientes a Aspergillus glaucus, A. fumigatus, A. nidulans, Penicillium sp., Mucor pusillus y otros más asociados con casos de enfermedades pulmonares en los granjeros. También han sido reportadas esporas de hongos causantes de enfermedades dérmicas en el aire de una caverna, como Microsporon gypseum y Trichophyton mentagrophytes (Lurie & Way, 1957).

Las plantas, así como el hombre y los animales, son víctimas de enfermedades por los hongos que se encuentran o que son transportados por el aire; algunas de esas enfermedades pueden causar muchas pérdidas en la agricultura de un país afectando gravemente su economía (Klinkowski, 1970). En nuestro país se temía que penetrara el hongo Hemileia vastatrix causante de la enfermedad conocida como "roya

del café" que causó la total destrucción de las plantaciones de cafeto en las islas del Sur del Pacífico (Escobar, Siu & Toledo, 1977). La penetración del hongo a las plantaciones de cafeto en El Salvador era inminente puesto que ya se había detectado en zonas de países relativamente cercanos y se tiene conocimiento que las esporas de las royas pueden viajar hasta más de 2,400 km. sin perder su viabilidad a pesar del prolongado transporte aéreo (Wilson & Loomis, 1968). En un estudio realizado en Bahía (Brazil) se comprobó, con un atrapa-esporas colocado en un aeroplano, que las uredosporas de Hemileia vastatrix se podían encontrar a 1,000 m. de altura y a una distancia de 150 km. de un área cafetalera afectada (Meredith, 1973).

Muchos científicos que han investigado la composición del aire han encontrado que las esporas de varias especies fúngicas presentan ciertos patrones de distribución general, sin que los métodos utilizados influyeran en los resultados. Frey & Durie (1960, 1962) utilizaron los dos métodos básicos para estudiar los hongos de la atmósfera; el primer método es el de las placas expuestas al aire y el resultado es en base al número de colonias, mientras que el segundo utiliza un instrumento para atrapar esporas y el resultado se da en base al número de esporas. Los resultados demostraron que el método no influye porque en ambos procedimientos los géneros Cladosporium y Alternaria presentaron una marcada fluctuación estacional. Gregory &

Hirst (1957) opinan que los dos métodos básicos usados para este tipo de investigación son bastantes aceptables; sin embargo, el método de trampa de esporas es limitado por la dificultad de clasificar visualmente las esporas.

Muchos investigadores también han encontrado que los hongos presentan periodicidad diurna. Gregory & Sreeramulu (1958) hallaron altas concentraciones de esporas cuando los días eran lluviosos y la humedad relativa alta; además, que las esporas de Sporobolomyces y Tilletiopsis ocurren regularmente en altas concentraciones por la mañana y bajas por la tarde. Igualmente, Alternaria y Hormodendrum alcanzan su concentración más alta por la mañana y ésta decrece a medida que pasa el tiempo (Rooks, Shapiro & Horman, 1960). De todos los hongos encontrados por Pathak & Pady (1965), sólo Alternaria, Cercospora, Cladosporium y las ascosporas fusiformes presentaron una periodicidad diurna unimodal, puesto que por las horas de la mañana alcanzaron su máximo número. En cambio, Pawsey (1964) reporta que Cladosporium presenta una periodicidad diaria bimodal; es decir, con dos puntos máximos de concentración. Meredith (1961) halló que Nigrospora es el componente común del aire en una plantación de banano; lo interesante del hongo es que presenta periodicidad diurna y con frecuencia periodicidad nocturna. Meredith opina que ese fenómeno se debe al decrecimiento de presión de vapor de

agua en el aire, ya que la descarga de esporas sólo ocurre bajo esas condiciones.

Además de la periodicidad diaria de las esporas fúngicas del aire, se ha investigado también la periodicidad estacional. Derrick & McLennan (1963) señalan que la mayor concentración de esporas se encuentran en los meses calientes del verano; Cladosporium, Penicillium y Alternaria fueron los que mostraron mayor actividad en esos meses, aunque sus esporas estuvieron presentes durante todo el año. Gregory & Hirst (1957) encontraron que varias esporas aéreas tienen una periodicidad estacional y los mayores cambios de concentración dependen del tiempo y de la fenología de la vegetación local; además, Upsher & Griffiths (1973) opinan que las esporas fúngicas son susceptibles al cambio en el medio ambiente. Morrow, Meyer & Prince (1964) aseguran que la flora fúngica del aire revela ciertos patrones de distribución generales, basados en la ocurrencia o dominancia de las especies, que son influenciados por la estación del año, la geografía y el bioclima. Davies, Denny & Newton (1963) coinciden en que el área geográfica es un factor determinante en los cambios de concentraciones de esporas en el aire.

Uno de los trabajos más extensos que se ha publicado sobre la micología aérea es el que se realizó en Kansas (Estados Unidos). Dicho trabajo completó una serie de 14 publicaciones que hacen una particular referencia al número de esporas de hongos que se encuentran en

el aire, las cuales fueron registradas por medio de láminas para atrapar esporas y de placas con medio de cultivo expuestas al aire (Rogerson, 1958; Kramer et al., 1959). Kramer, Pady & Rogerson (1959a, 1959b, 1960a) encontraron que los hongos más frecuentes en el aire de Kansas fueron: Cladosporium, Alternaria, Penicillium y Aspergillus. Todos ellos presentaron un patrón de fluctuación estacionario; sin embargo, Cladosporium y Alternaria presentaron una variación considerable día a día. Pady & Kramer (1960a) demostraron que en el aire de Kansas, además de encontrarse esporas fúngicas, también se encontraron fragmentos de hifas de diversos tamaños, simples o ramificados, pigmentados o no y la mayoría septados; ellos encontraron que la viabilidad de las hifas oscilaba entre 29% y el 82% y en aislamientos preliminares produjeron colonias de Cladosporium, Alternaria y Penicillium. Fragmentos de hifas también fueron reportadas por Pady & Gregory (1963) en Inglaterra, siendo los fragmentos de Dematiaceae los más numerosos; la viabilidad de las hifas fueron estudiadas detalladamente y descubrieron que frecuentemente en la parte terminal de la hifa se forma un tubo germinativo que desarrolla un corto conidióforo y éste a menudo produce esporas. La presencia de clamidosporas de hongos parásitos fue registrada en Kansas por Pady & Kramer (1960b), quienes encontraron únicamente dos grupos diferentes: las de Ustilago hordei o Sphacelotheca sorghi.

y las de Ustilago maydis; Pady & Kramer hicieron notar que las clamidosporas de carbones no estaban limitadas a áreas agrícolas. Las levaduras fueron uno de los grupos más frecuentes que se registraron en el aire de Kansas; las levaduras presentaron la peculiaridad de un crecimiento estacional inmediatamente después de la lluvia (Kramer & Pady, 1960). Los Phycomycetes, así como los Basidiomycetes, también fueron encontrados en Kansas pero ambos grupos se distinguieron por estar presentes en baja cantidad y variedad (Kramer, Pady & Rogerson, 1960b; Pady & Kramer, 1960c).

3. MATERIALES Y METODOS

3.1 Descripción del área de estudio.

El área de estudio está localizado en el volcán del Cerro Verde, que es considerado como un cono parásito del complejo del volcán de Santa Ana. El Cerro Verde está ubicado en la región occidental de El Salvador, en el vértice sur del departamento de Santa Ana y es un cono achatado con dos cráteres como vestigios de actividad volcánica y es del tipo de cono de escorias. Posee la siguiente ubicación geográfica: $13^{\circ} 50'$ latitud norte y $89^{\circ} 38'$ longitud oeste, con una altura de 2,030 m. s. n. m. (Daugherty, 1969; Marín, Abrego & Argumedo, 1978). El clima regional del Cerro Verde es clasificado en el sistema de Köpen como Clima Tropical de las Alturas y se representa como Cwbig (Servicio Meteorológico, 1979), en donde la temperatura más alta se encuentra entre los meses de abril, mayo y junio con un promedio de 15.4°C y enero es usualmente el mes más frío con un promedio de 13.3°C . La presencia de precipitación caracteriza la época húmeda en la región; esta época se extiende de mayo a noviembre, considerando mayo y noviembre como los meses de transición. La humedad relativa presenta máximos valores en junio y septiembre y un mínimo en enero, siguiendo así el mismo patrón de la precipitación. La velocidad promedio del viento alcanza su máximo en los meses de noviembre, diciembre y enero y el mínimo entre Abril y

mayo; además, presenta vientos dominantes del noreste. Los promedios de las mediciones mensuales de 1975 a 1979 de la temperatura del aire, precipitación, humedad relativa y velocidad del viento en el Cerro Verde están representados en el Anexo I.

El suelo del Cerro Verde pertenece a los grandes grupos de suelos Litosoles y Regosoles (Entisoles = Recientes) del orden de suelos azonales, caracterizados por encontrarse en regiones montañosas ocupando laderas escarpadas o accidentadas (Rico, 1974). Un análisis del suelo del área de estudios, realizado por el Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria, es presentado en el Anexo II.

La vegetación está tipificada por la comunidad denominada por Bourne et al. (1946) como Sabana Alta, por Lauer (1954) como bosque Nebuloso y por Lötschert (1955) como Zona Tropical Húmeda Alta. La composición florística está dominada por Quercus (Rosales, 1977); sin embargo, en algunas zonas del volcán del Cerro Verde han sido detectadas zonas de disturbio, por la acción del hombre, y muchas especies indicadoras de perturbación como Perymenium grande, Rondeletia laniflora y Roupala borealis, van desplazando a las especies florísticas originales (Fuentes & Rosales, 1978). Específicamente el lugar del muestreo está situado en la ladera NO del Cerro Verde y en una comunidad dominada por "papelillo" (Rondeletia laniflora Benth.); en este lugar se delimitó un área de 100 m² (ver Fig. 1).

3.2 Métodos de campo y laboratorio.

Para el estudio de los hongos del suelo y del aire, se realizó un muestreo mensual durante 7 meses, correspondientes a la época seca y de transición del lugar. El primer muestreo se realizó en noviembre de 1979 y el último en mayo de 1980. Las muestras se tomaron el último día del mes en horas de la mañana, entre 10 A. M. y 12 M.

El medio de cultivo utilizado para ambos tipos de muestreo fue una modificación del Extracto de Suelo al Frío ("Cold Soil Extract Medium" = CSEM) usado por McCabe & Escobar (1979). La preparación del medio modificado se detalla a continuación: se colocan 200 g. de suelo fresco de jardín en un frasco de Erlenmeyer de 1 litro, se le agregan 600 ml. de agua destilada y se deja en reposo 1 hora. Se filtra el extracto por un papel filtro Whatman # 1, el filtrado se afora con agua hasta 500 ml. y luego se complementa con 0.25 g. de extracto de levadura, 0.25 g. de extracto de malta, 1 g. de almidón soluble y 9 g. de agar. Esta mezcla se induce a entrar en solución por medio de calor. Posteriormente el medio se esteriliza a 15 lb. de presión y 121^o C por 15 minutos. El Extracto de Suelo al Frío modificado fue seleccionado por ser un medio de cultivo que permite el crecimiento de casi la totalidad de los micromicetos, pero de una manera moderada.

Las placas del suelo, así como las del aire, se mantuvieron bajo observación por un período aproximado de 4 semanas. Las colonias obtenidas se examinaron macroscópica y microscópicamente utilizando para este último examen solución de lactofenol como medio de montaje y Azul Tripán como colorante (Borelli & Salas, 1975). Los hongos obtenidos se determinaron por medio de bibliografía específica como la de Gilman (1963), von Arx (1970), Barnett & Hunter (1972), Domsch & Gams (1972), Barron (1972), Kendrick & Carmichael (1973) y Escobar (1979).

3.2.1 Hongos del suelo.

El estudio de los hongos del suelo constó de una etapa de campo y una de laboratorio, las cuales se detallan a continuación:

3.2.1.1 Trabajo de campo.

Se seleccionaron 6 lugares en el área de estudio y en cada uno de ellos se apartó el "litter" hasta dejar al descubierto la capa de suelo inmediata inferior al "litter". Con una espátula se colectó el suelo y se colocó en bolsas plásticas estériles con su respectiva identificación.

3.2.1.2 Trabajo de laboratorio.

Para el aislamiento de los hongos del suelo se utilizó el método de las Placas de Suelo descrito por Garret (1963) y Warcup (1971). De cada muestra se pesó 1 g. de suelo y se colocó en placas de Petri

estériles. El suelo fue esparcido en el fondo de las placas con movimientos suaves y circulares; en esta etapa, se adicionaron 0.5 ml. de agua estéril con el propósito de ayudar a la dispersión. Posteriormente el suelo fue cubierto con 20 ml. de medio de cultivo disuelto pero enfriado a una temperatura promedio de 45°C, así como lo recomienda Seeley & VanDemark (1963). Las placas ya preparadas y enfriadas se colocaron en posición invertida y se incubaron a temperatura ambiente. Las observaciones se hicieron cuando se detectó el crecimiento fúngico así como lo muestra la Figura 2.

3.2.2 Hongos del aire.

El estudio de los hongos del aire constó igualmente de 2 etapas, una de campo y una de laboratorio;

3.2.2.1 Trabajo de campo.

Para el estudio de los hongos del aire se seleccionó el mismo lugar que se describió para los hongos del suelo. Se utilizó el método de las Placas Expuestas al Aire usado por Upsher & Griffiths (1973) y Frey & Durie (1960). Un metro arriba del suelo fueron expuestas al aire 6 placas de Petri conteniendo 20 ml. de medio de cultivo, así como lo muestra la Figura 3. La duración de la exposición al aire fue de 15 minutos.

3.2.2.2 Trabajo de laboratorio.

Las placas ya expuestas fueron llevadas al laboratorio y se in-

cubaron en posición invertida a temperatura ambiente hasta detectar la presencia de hongos, tal como lo muestra la Figura 4.

3.3 Análisis estadístico.

La Densidad Relativa (D. R. %) y la Frecuencia de Ocurrencia (F. O. %) de las especies fúngicas encontradas en el suelo y aire se calcularon de la manera siguiente (vide Gochenaour, 1978):

$$D. R. = \frac{\text{No. de colonias de 1 especie}}{\text{No. total de colonias}} \times 100$$

$$F. O. = \frac{\text{No. de muestras en que ocurrió 1 especie}}{\text{No. total de muestras}} \times 100$$

Con el fin de comparar las comunidades se utilizó el Cociente de Similitud modificado de Sorensen (SQ) (vide Gochenaour, 1978; Baker, Dunn & Sakai, 1979), cuya fórmula se presenta a continuación:

$$SQ = \frac{2 C}{A+B} \times 100$$

donde A = No. total de especies en el sitio 1

B = No. total de especies en el sitio 2

C = No. de especies comunes para ambos sitios.



Fig. 1. Area de estudio de 100 m² en una comunidad denominada por "papelillo" en el Cerro Verde.

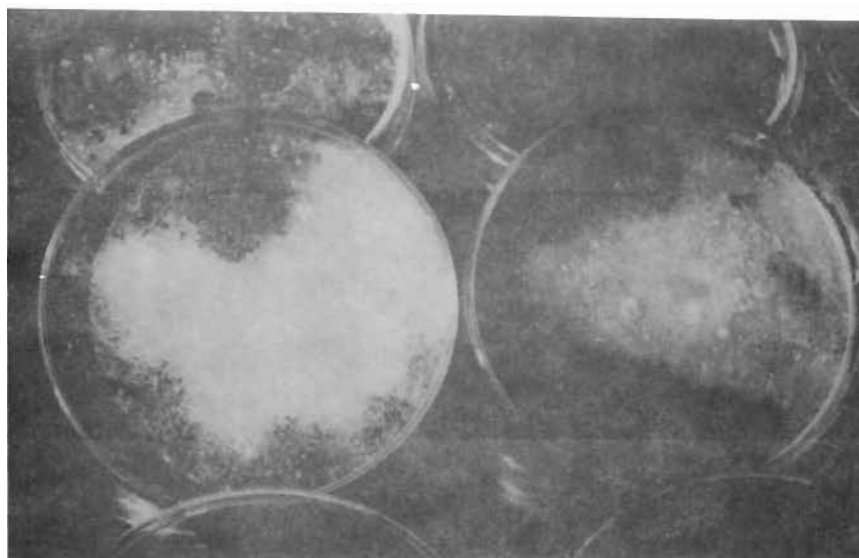


Fig. 2. Placas de Petri con crecimiento fúngico del suelo.

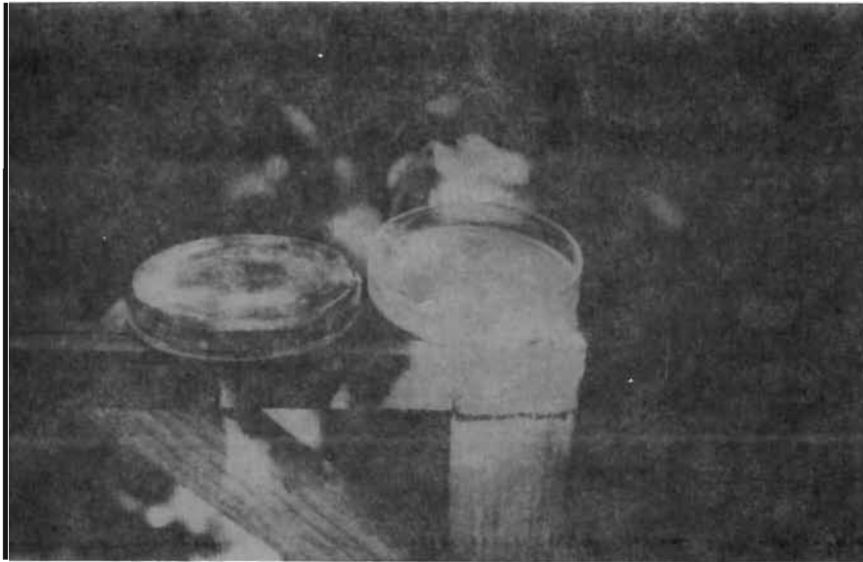


Fig. 3. Placa de Petri con Extracto de Suelo al Frío exponiéndose al aire.

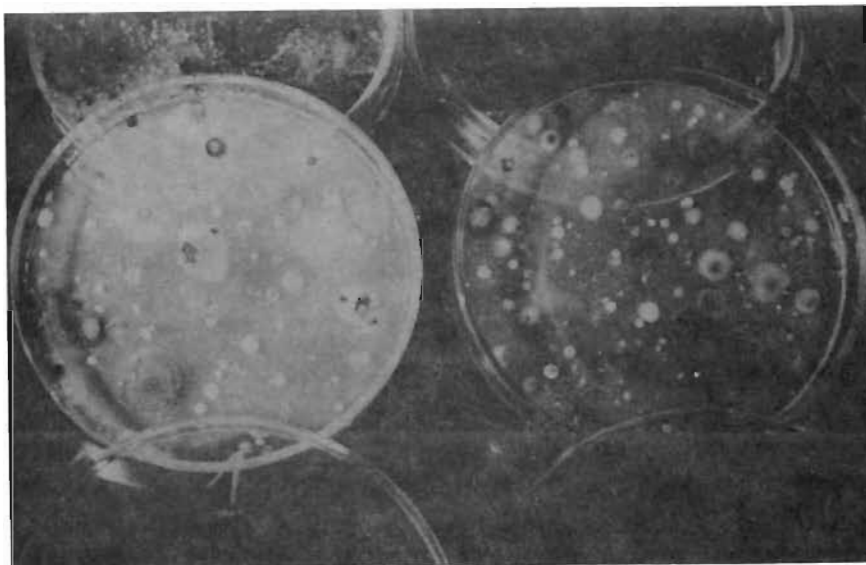


Fig. 4. Placas de Petri con crecimiento fúngico aéreo.

4. RESULTADOS

Los hongos del suelo presentaron un total de 199 colonias correspondientes a 18 géneros y 24 especies diferentes. La especie más común fue Trichoderma viride de la que se encontró un total de 53 colonias. De los 7 meses de muestreo correspondientes a la época seca del Cerro Verde, fue en diciembre cuando se contabilizó la mayor cantidad de colonias fúngicas por un total de 68, y fue en marzo el mes con el menor número de colonias ya que se registraron únicamente 10 de ellas. En diciembre, con 11 especies diferentes, se registró la mayor variedad de especies, mientras que noviembre fue el mes menos diverso en especies con 6. Un listado de los hongos encontrados en el suelo a través de todo el muestreo es presentado en la Tabla I.

La Tabla II es un listado de los hongos encontrados en el aire, de los cuales se aisló un total de 103 colonias pertenecientes a 36 géneros y 50 especies, además de 10 colonias estériles. Cladosporium herbarum, con un total de 82 colonias, fue la especie más común. La mayor cantidad de colonias fúngicas se registró en enero, con 282; mayo fue el mes con más baja población fúngica con 54 colonias. La mayor diversidad, con 22 especies diferentes, se registró en noviembre y la mínima, con 11 especies, fue registrada en enero.

Las Tablas III y IV muestran el número de colonias, la Densidad

Relativa (D. R.) y la Frecuencia de Ocurrencia (F. O.) de cada especie fúngica. En el suelo fué Trichoderma viride de los Deuteromycetes, la especie dominante con máximo en D. R. (26.63%) y F. O. (100%); siguiendo en orden de dominancia, Thamnidium elegans de los Zygomycetes con 14.07% de D. R. y el 100% de F. O. En el suelo no se encontraron representantes de los Ascomycetes ni de los Basidiomycetes (ver Tabla III). El hongo común del aire fue Cladosporium herbarum representado por el 74.68% de todas las colonias y el 100% de ocurrencia. Penicillium sp.2 fué el próximo, pero solamente con el 6.31% del total y el 42.86% de F. O.; ambos hongos pertenecen a la clase Deuteromycetes. Los miembros de los Zygomycetes y Ascomycetes estuvieron presentes sólo casualmente (ver Tabla IV).

La Figura 5 muestra la fluctuación de Trichoderma viride, en la que se nota que en el suelo apareció en la época seca con bajo nivel, alcanzando su máximo en diciembre y decreciendo en los siguientes meses para terminar la época seca con un bajo nivel también. En el aire su presencia fue poca, aunque en mayo presentó un leve aumento.

Thamnidium elegans, que fue la especie dominante de los Zygomycetes en el suelo, presentó un nivel menor que el de Trichoderma viride pero mantuvo casi constante dicho nivel durante toda la época seca. Este hongo no se encontró en el aire (ver Fig. 6).

La Figura 7 muestra los cambios mensuales de la incidencia de

Cladosporium herbarum, la especie dominante en el aire. Lo sobresaliente de la curva de C. herbarum fue el presentar dos puntos máximos, el primario en enero y el secundario en marzo. En la entrada y salida de la época seca se notan los mínimos valores para esta especie. Este hongo no fue encontrado en el suelo.

El género Penicillium fue el segundo más común del aire y el que presentó el mayor número de especies (5). La Figura 8 muestra la fluctuación del género Penicillium al agrupar las 5 especies. La curva indica que en diciembre se da el máximo valor para caer con un bajo valor y mantener bajos niveles el resto del muestreo. Este género solamente estuvo presente en el suelo con 3 colonias en el mes de noviembre.

Al analizar la composición de la comunidad fúngica del suelo se notó que los Deuteromycetes, con una población de 108 colonias representando 16 especies, constituyeron el 54.27% de la población total, de los cuales el género Trichoderma con solamente 2 especies aportó el 28.64%. Los Zygomycetes, con 8 especies y 91 colonias, constituyeron el 45.73% de la densidad relativa total; el género Mortierella, con 2 especies, aportó el 15.58% de ese total, seguido de Thamnidium elegans con el 14.07% (ver Fig. 9).

En el aire el gran número de hongos fue constituido por los Deuteromycetes con 1,103 colonias representando 47 especies, que signi-

fica el 99.37% de la densidad relativa total; un gran porcentaje (76.84%) pertenece al género Cladosporium, del que se hallaron 3 especies. El género Penicillium, con 5 especies, aportó el 12.52% del total. El resto de especies de Deuteromycetes constituyó únicamente el 10.01%. El grupo de los Zygomycetes, con 3 especies, aportó a la población fúngica del aire solamente el 0.45%, y los dos Ascomycetes encontrados aún menos (0.18%) (ver Fig. 10).

En la Figura 11 se ha presentado la distribución de las especies fúngicas del suelo en grupos de acuerdo a su frecuencia, relacionando el número de especies de cada grupo con la suma de su densidad relativa. En dichas figuras se muestra que, de las 24 especies encontradas, la mayoría (18) fueron raramente distribuidas (40% o menos de frecuencia) y presentaron poca densidad; solamente 2 especies estuvieron presentes con una más amplia distribución (81-100% de frecuencia) y presentando a la vez una alta densidad.

De las 52 especies fúngicas encontradas en el aire, la gran mayoría (31) fueron las especies raras que se encontraron con muy baja frecuencia (menos del 20%) y baja densidad; únicamente 4 especies estuvieron ampliamente distribuidas (81-100% de frecuencia) y con una densidad muy alta (ver Fig. 12).

La Tabla V lista las especies fúngicas que fueron específicas al aire o al suelo. Es de notar que los Zygomycetes tuvieron 6 hongos

específicos del suelo y sólo uno del aire; en cambio, los Deuteromycetes presentaron una gran cantidad de hongos restringidos al aire (35) y pocos (4) al suelo.

Un total de 14 especies fúngicas fueron comunes al suelo y aire en el transcurso del muestreo; de éstas, dos especies pertenecen a los Zygomycetes y el resto a los Deuteromycetes. La lista de esas especies aparece en la Tabla VI. Utilizando los datos de esta Tabla, se hizo una comparación de las poblaciones fúngicas del suelo y aire por medio del cálculo del Cociente de Similitud modificado de Sorensen, que dió una similitud de 36.84% entre ambas poblaciones.

TABLA I. Número de colonias de cada uno de los hongos del suelo obtenidos del muestreo mensual de noviembre, 1979 a mayo, 1980.

ESPECIE	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY
ZYGOMYCETES							
<u>Cunninghamella elegans</u>			1				3
<u>Mortierella microspora</u>	9	3					
<u>Mortierella</u> sp. 1		7	2		2	4	4
<u>Rhizopus echinatus</u>		9	1	4	1		
<u>Rhizopus</u> sp. 1				1			
<u>Rhizopus stolonifer</u>						5	4
<u>Syncephalastrum racemosum</u>		2		1			
<u>Thamnidium elegans</u>	2	4	7	3	3	3	6
DEUTEROMYCETES							
<u>Acremonium</u> sp.			1				
<u>Arthrobotrys</u> sp.	9						
<u>Cephalotrichum stemonitis</u>				2			
<u>Chrysosporium</u> aff. <u>merdarium</u>		9		3		1	2
<u>Coniella</u> aff. <u>pulchella</u>						1	

ESPECIE	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY
Cont. DEUTEROMYCETES							
<u>Fusarium</u> sp.		1			1	2	
<u>Fusicladium</u> aff. <u>virescens</u>				1			
<u>Geotrichum</u> <u>candidum</u>		2					
<u>Humicola</u> <u>grisea</u>				4			
<u>Penicillium</u> sp. 1 —	3						
<u>Trichocladium</u> <u>asperum</u>			1				
<u>Trichoderma</u> sp. 1 —		4					
<u>Trichoderma</u> <u>viride</u>	3	26	11	7	2	2	2
<u>Verticillium</u> sp. 1					1	2	
<u>Verticillium</u> sp. 2			1				
<u>Verticillium</u> sp. 3		1		3			
Total mensual de colonias	26	68	25	29	10	20	21
Total mensual de especies	5	11	8	10	6	8	6

TABLA II. Número de colonias de cada uno de los hongos del aire obtenidos del muestreo mensual de noviembre, 1979 a mayo, 1980.

ESPECIE	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY
ZYGOMYCETES							
<u>Mortierella</u> sp. 1							1
<u>Rhizopus arrhizus</u>			1				
<u>Rhizopus echinatus</u>				2	1		
ASCOMYCETES							
<u>Melanomma</u> sp.				1			
<u>Neosartorya</u> sp.							1
DEUTEROMYCETES							
<u>Acremonium</u> sp.		1					
<u>Alternaria</u> aff. <u>tenuis</u>			1			2	2
<u>Aspergillus flavus</u>	1						1
<u>Aspergillus glaucus</u>				1		1	
<u>Aspergillus oryzae</u>					1		
<u>Aspergillus versicolor</u>					1		
<u>Bipolaris</u> sp.	1						

E S P E C I E	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY
Cont. DEUTEROMYCETES							
<u>Chrysosporium</u> aff. <u>merdarium</u>		:		1		2	
<u>Cladosporium</u> <u>herbarum</u>	34	35	266	131	214	118	31
<u>Cladosporium</u> sp. 1	2	8	2	8	1	2	
<u>Cladosporium</u> sp. 2	1						
<u>Curvularia</u> <u>lunata</u>						1	
<u>Dendryphion</u> aff. <u>nanum</u>				1			
<u>Drechslera</u> aff. <u>spicifera</u>				1			
<u>Eladia</u> <u>saccula</u>					1		
<u>Epicoccum</u> <u>nigrum</u>			1		2		
<u>Fusarium</u> sp.	3	1	2	1	2		1
<u>Fusicladium</u> aff. <u>virescens</u>	2						
<u>Geotrichum</u> <u>candidum</u>	2	1			1	1	2
<u>Geotrichum</u> sp. 1	1						
<u>Gilmaniella</u> <u>humicola</u>				1			
<u>Gliocladium</u> <u>roseum</u>	1	2					
<u>Helminthosporium</u> sp.					1		
<u>Hyalodendron</u> <u>album</u>						1	
<u>Nigrospora</u> aff. <u>oryzae</u>					1		

E S P E C I E	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY
Cont. DEUTEROMYCETES							
<u>Paecilomyces</u> sp.							1
<u>Penicillium</u> sp. 1	12	10		3	5	2	
<u>Penicillium</u> sp. 2	30	38				2	
<u>Penicillium</u> sp. 3	2	15	5	5	3	1	
<u>Penicillium</u> sp. 4		2	1				
<u>Penicillium</u> sp. 5				2		1	
<u>Periconia</u> aff. <u>macrospinosa</u>			1				
<u>Pestalotia</u> sp.	1						
<u>Phoma</u> sp.		2	1		1	2	3
<u>Pyrenochaeta</u> aff. <u>acicola</u>	1						
<u>Rhizoctonia</u> sp.	3	1				1	
<u>Stephanoma</u> <u>strigosum</u>							1
<u>Trichocladium</u> <u>asperum</u>	1						
<u>Trichoderma</u> sp. 1	10						
<u>Trichoderma</u> <u>viride</u>	1				3	4	9
<u>Ulocladium</u> aff. <u>consortiale</u>			1				
<u>Verticillium</u> sp. 1	1				1	4	
<u>Verticillium</u> sp. 2	2					1	

E S P E C I E	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY
Cont. DEUTEROMYCETES							
<u>Verticillium</u> sp. 3	1						
<u>Zythia</u> sp.						1	
Dematiaceae estéril							1
Moniliaceae estéril		1					
Total mensual de colonias	113	117	282	158	239	147	54
Total mensual de especies	22	13	11	13	16	18	12

TABLA III. Número de colonias, Densidad Relativa (D. R. %) y Frecuencia de Ocurrencia (F. O. %) de cada una de las especies fúngicas encontradas en el suelo.

ESPECIE	No. de Colonias	D. R. (%)	F. O. (%)
ZYGOMYCETES			
<u>Thamnidium elegans</u>	28	14.07	100.00
<u>Mortierella</u> sp. 1	19	9.55	71.43
<u>Rhizopus echinatus</u>	15	7.54	57.14
<u>Mortierella microspora</u>	12	6.03	28.57
<u>Rhizopus stolonifer</u>	9	4.52	28.57
<u>Cunninghamella elegans</u>	4	2.01	28.57
<u>Syncephalastrum racemosum</u>	3	1.51	28.57
<u>Rhizopus</u> sp. 1	1	0.50	14.29
DEUTEROMYCETES			
<u>Trichoderma viride</u>	53	26.63	100.00
<u>Chrysosporium</u> aff. <u>merdarium</u>	15	7.54	57.14
<u>Arthrobotrys</u> sp.	9	4.52	14.29
<u>Fusarium</u> sp.	4	2.01	42.86
<u>Humicola grisea</u>	4	2.01	14.29

E S P E C I E	No. de Colonias	D. R. (%)	F. O. (%)
Cont. DEUTEROMYCETES			
<u>Trichoderma</u> sp. 1	4	2.01	14.29
<u>Verticillium</u> sp. 3	4	2.01	28.57
<u>Penicillium</u> sp 1	3	1.51	14.29
<u>Verticillium</u> sp. 1	3	1.51	28.57
<u>Cephalotrichum</u> <u>stemonitis</u>	2	1.01	14.29
<u>Geotrichum</u> <u>candidum</u>	2	1.01	14.29
<u>Acremonium</u> sp.	1	0.50	14.29
<u>Coniella</u> aff. <u>pulchella</u>	1	0.50	14.29
<u>Fusicladium</u> aff. <u>virescens</u>	1	0.50	14.29
<u>Trichocladium</u> <u>asperum</u>	1	0.50	14.29
<u>Verticillium</u> sp. 2	1	0.50	14.29

TABLA IV. Número de colonias, Densidad Relativa (D. R. %) y Frecuencia de Ocurrencia (F. O. %) de cada una de las especies fúngicas encontradas en el aire.

ESPECIE	No. de Colonias	D. R. (%)	F. O. (%)
ZYGOMYCETES			
<u>Rhizopus echinatus</u>	3	0.27	28.57
<u>Mortierella</u> sp. 1	1	0.09	14.29
<u>Rhizopus arrhizus</u>	1	0.09	14.29
ASCOMYCETES			
<u>Melanomma</u> sp.	1	0.09	14.29
<u>Neosartorya</u> sp.	1	0.09	14.29
DEUTEROMYCETES			
<u>Cladosporium herbarum</u>	829	74.68	100.00
<u>Penicillium</u> sp. 2	70	6.31	42.86
<u>Penicillium</u> sp. 1	32	2.88	71.43
<u>Penicillium</u> sp. 3	31	2.79	85.71
<u>Cladosporium</u> sp. 1	23	2.07	85.71
<u>Trichoderma viride</u>	17	1.53	57.14
<u>Fusarium</u> sp.	10	0.90	85.71

E S P E C I E	No. de Colonias	D. R. (%)	F. O. (%)
Cont. DEUTEROMYCETES			
<u>Trichoderma</u> sp. 1	10	0.90	14.29
<u>Phoma</u> sp.	9	0.81	71.43
<u>Geotrichum candidum</u>	7	0.63	71.43
<u>Verticillium</u> sp. 1	6	0.54	42.86
<u>Alternaria</u> aff. <u>tenuis</u>	5	0.45	42.86
<u>Rhizoctonia</u> sp.	5	0.45	42.86
<u>Chrysosporium</u> aff. <u>merdarium</u>	3	0.27	28.57
<u>Epicoccum nigrum</u>	3	0.27	28.57
<u>Gliocladium roseum</u>	3	0.27	28.57
<u>Penicillium</u> sp. 4	3	0.27	28.57
<u>Penicillium</u> sp. 5	3	0.27	28.57
<u>Verticillium</u> sp. 2	3	0.27	28.57
<u>Aspergillus flavus</u>	2	0.18	28.57
<u>Aspergillus glaucus</u>	2	0.18	28.57
<u>Fusicladium</u> aff. <u>virescens</u>	2	0.18	14.29
<u>Acremonium</u> sp.	1	0.09	14.29
<u>Aspergillus oryzae</u>	1	0.09	14.29
<u>Aspergillus versicolor</u>	1	0.09	14.29

E S P E C I E	No. de Colonias	D. R. (%)	F. O. (%)
Cont. DEUTEROMYCETES			
<u>Bipolaris</u> sp.	1	0.09	14.29
<u>Cladosporium</u> sp. 2	1	0.09	14.29
<u>Curvularia</u> <u>lunata</u>	1	0.09	14.29
<u>Dendryphion</u> aff. <u>nanum</u>	1	0.09	14.29
<u>Drechslera</u> aff. <u>spicifera</u>	1	0.09	14.29
<u>Eladia</u> <u>saccula</u>	1	0.09	14.29
<u>Geotrichum</u> sp. 1	1	0.09	14.29
<u>Gilmaniella</u> <u>humicola</u>	1	0.09	14.29
<u>Helminthosporium</u> sp.	1	0.09	14.29
<u>Hyalodendron</u> <u>album</u>	1	0.09	14.29
<u>Nigrospora</u> aff. <u>oryzae</u>	1	0.09	14.29
<u>Paecilomyces</u> sp.	1	0.09	14.29
<u>Periconia</u> aff. <u>macrospinosa</u>	1	0.09	14.29
<u>Pestalotia</u> sp.	1	0.09	14.29
<u>Pyrenochaeta</u> aff. <u>acicola</u>	1	0.09	14.29
<u>Stephanoma</u> <u>strigosum</u>	1	0.09	14.29
<u>Trichocladium</u> <u>asperum</u>	1	0.09	14.29
<u>Ulocladium</u> aff. <u>consortiale</u>	1	0.09	14.29

E S P E C I E	No. de Colonias	D. R. (%)	F. O. (%)
Cont. DEUTEROMYCETES			
<u>Verticillium</u> sp. 3	1	0.09	14.29
<u>Zythia</u> sp.	1	0.09	14.29
Dematiaceae estéril	1	0.09	14.29
Moniliaceae estéril	1	0.09	14.29

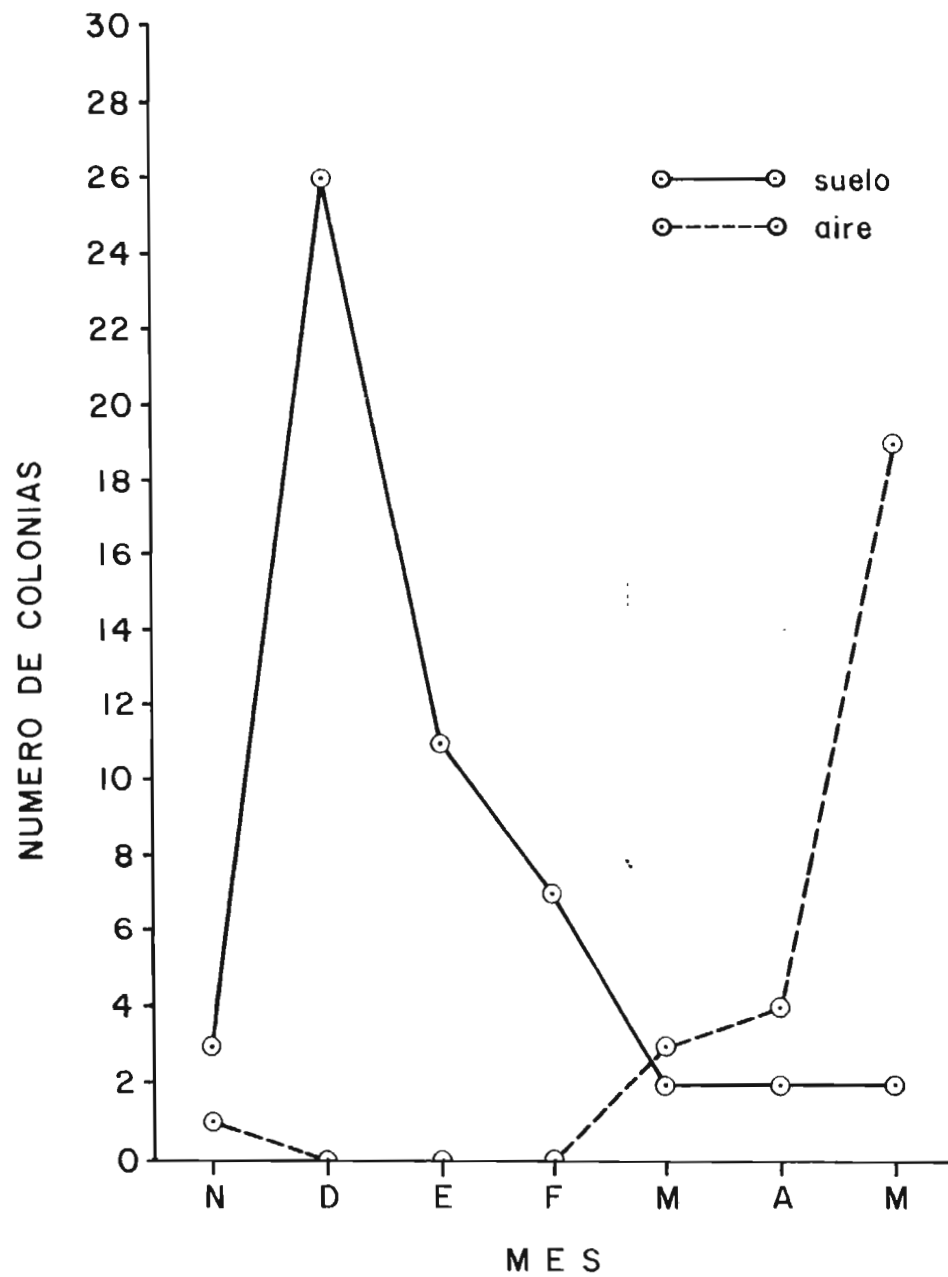


Fig. 5. Incidencia mensual de *Trichoderma viride* en el Cerro Verde.

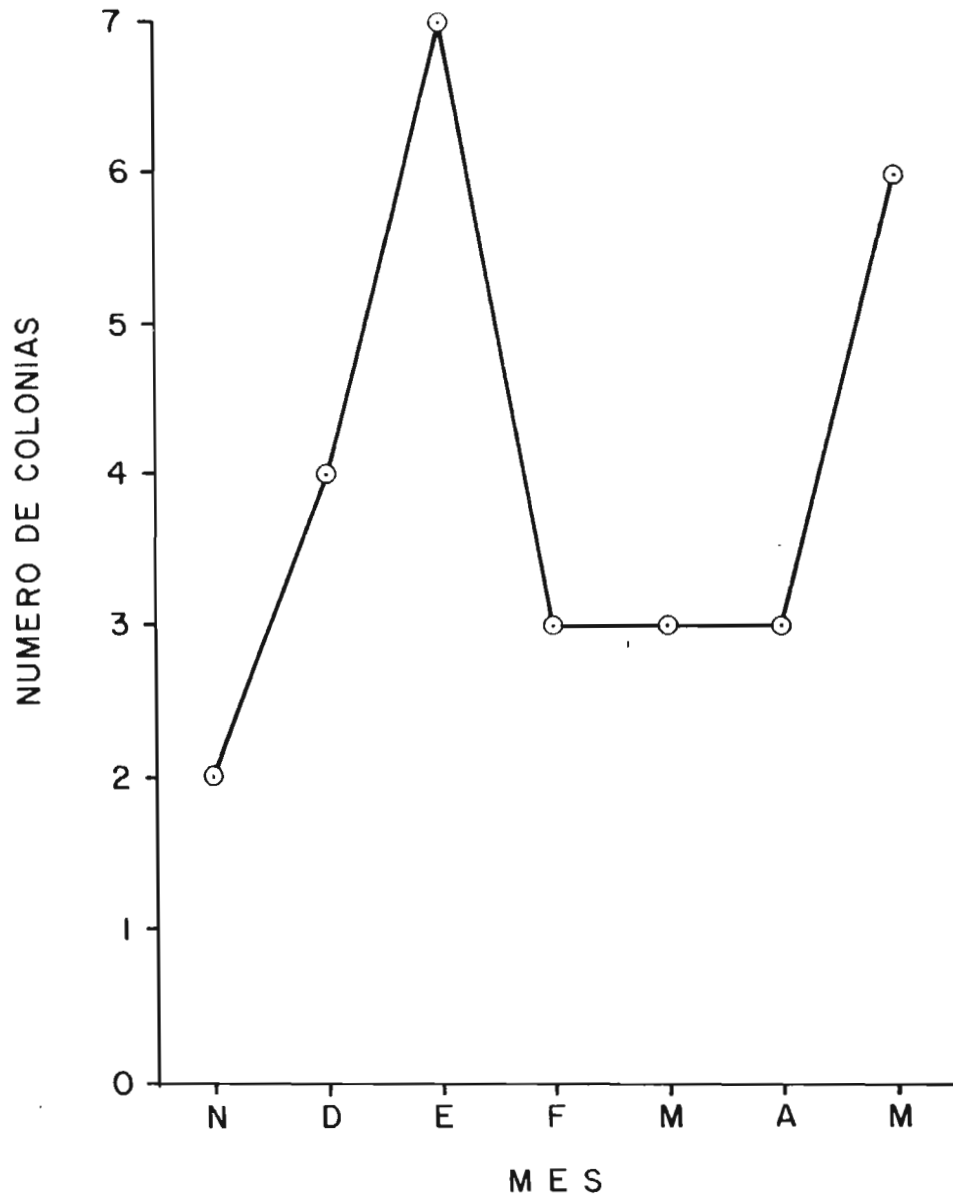


Fig. 6. Incidencia mensual de Thamnidium elegans en el suelo del Cerro Verde.

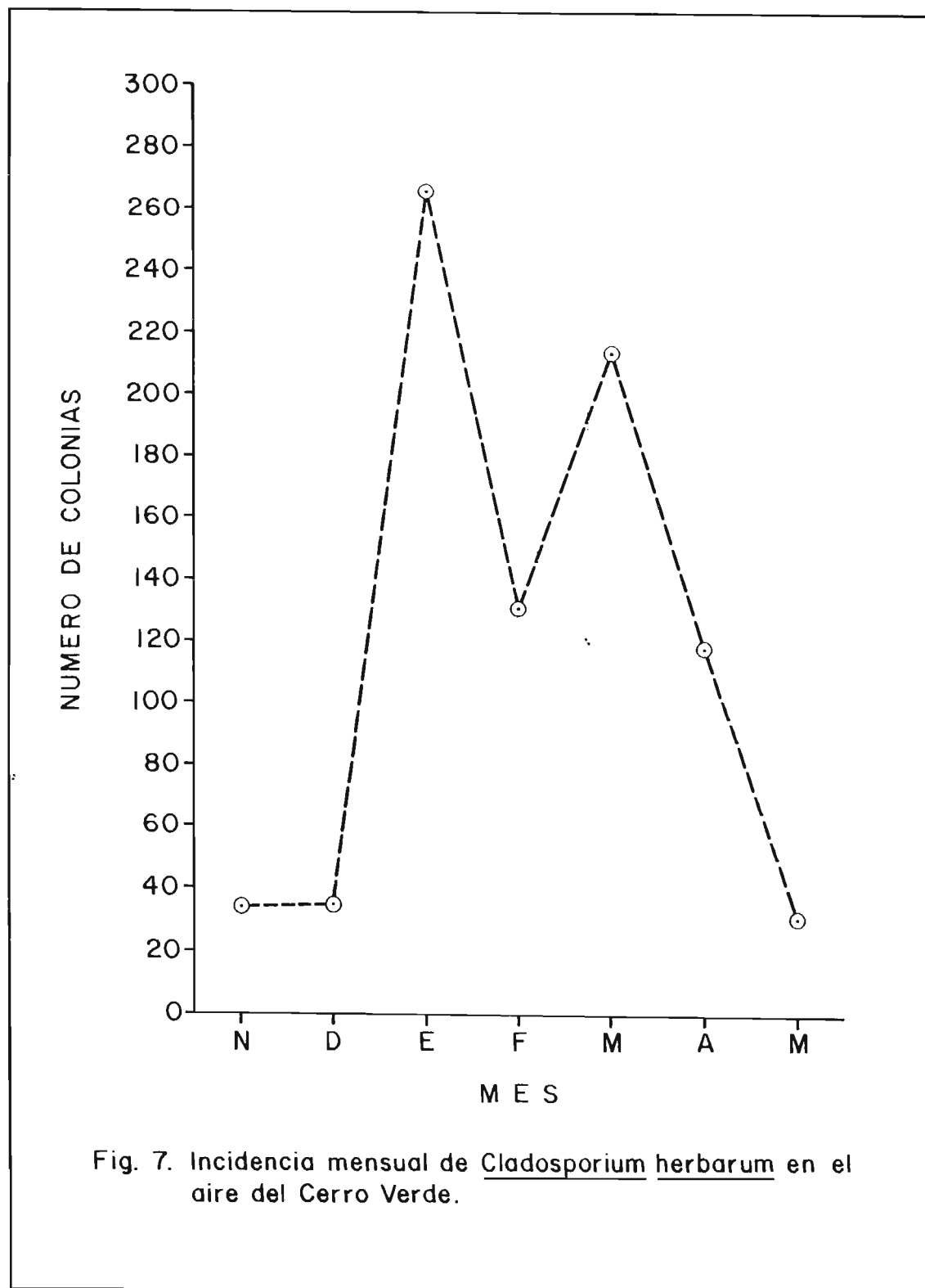


Fig. 7. Incidencia mensual de Cladosporium herbarum en el aire del Cerro Verde.

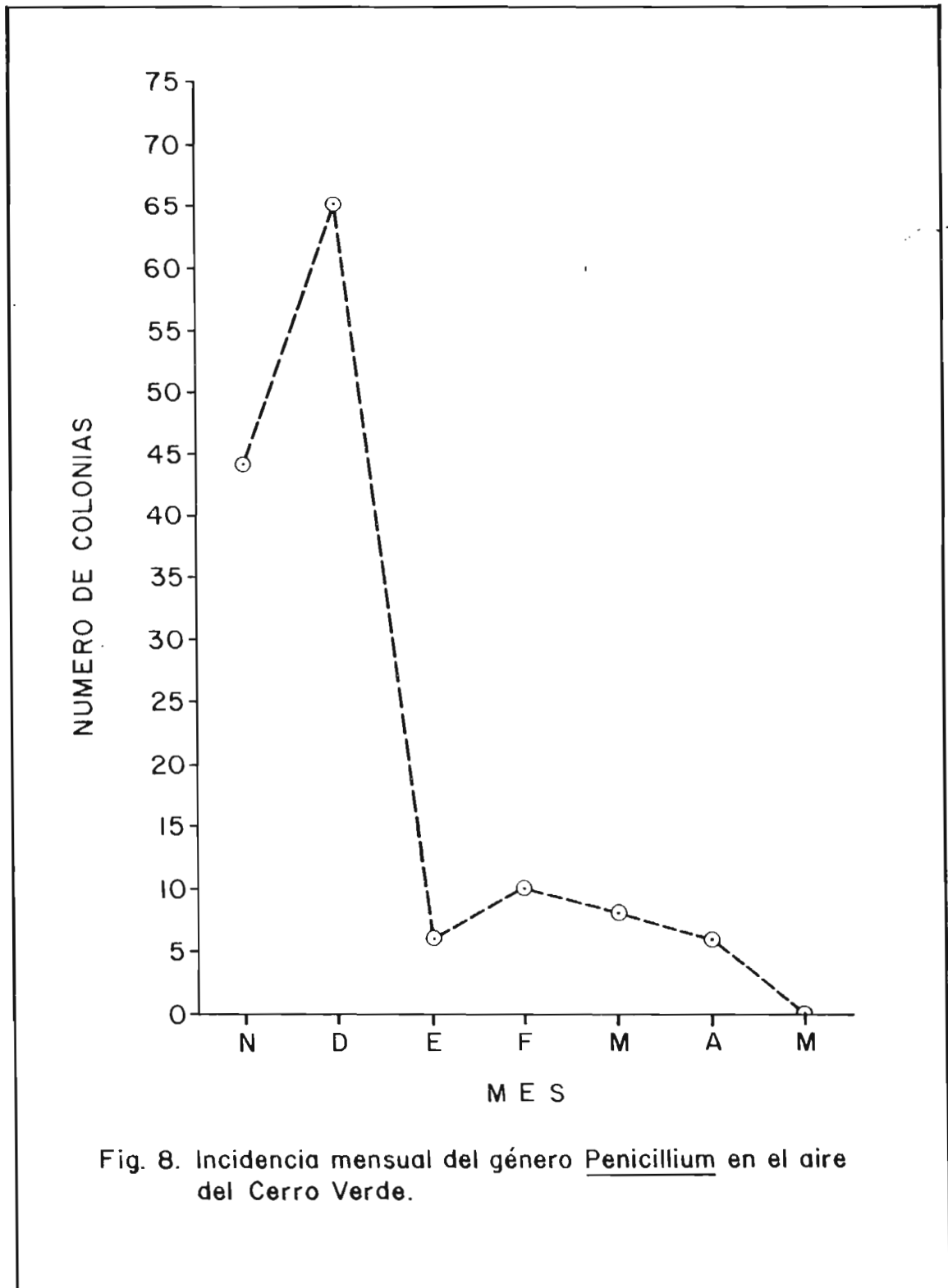


Fig. 8. Incidencia mensual del género Penicillium en el aire del Cerro Verde.

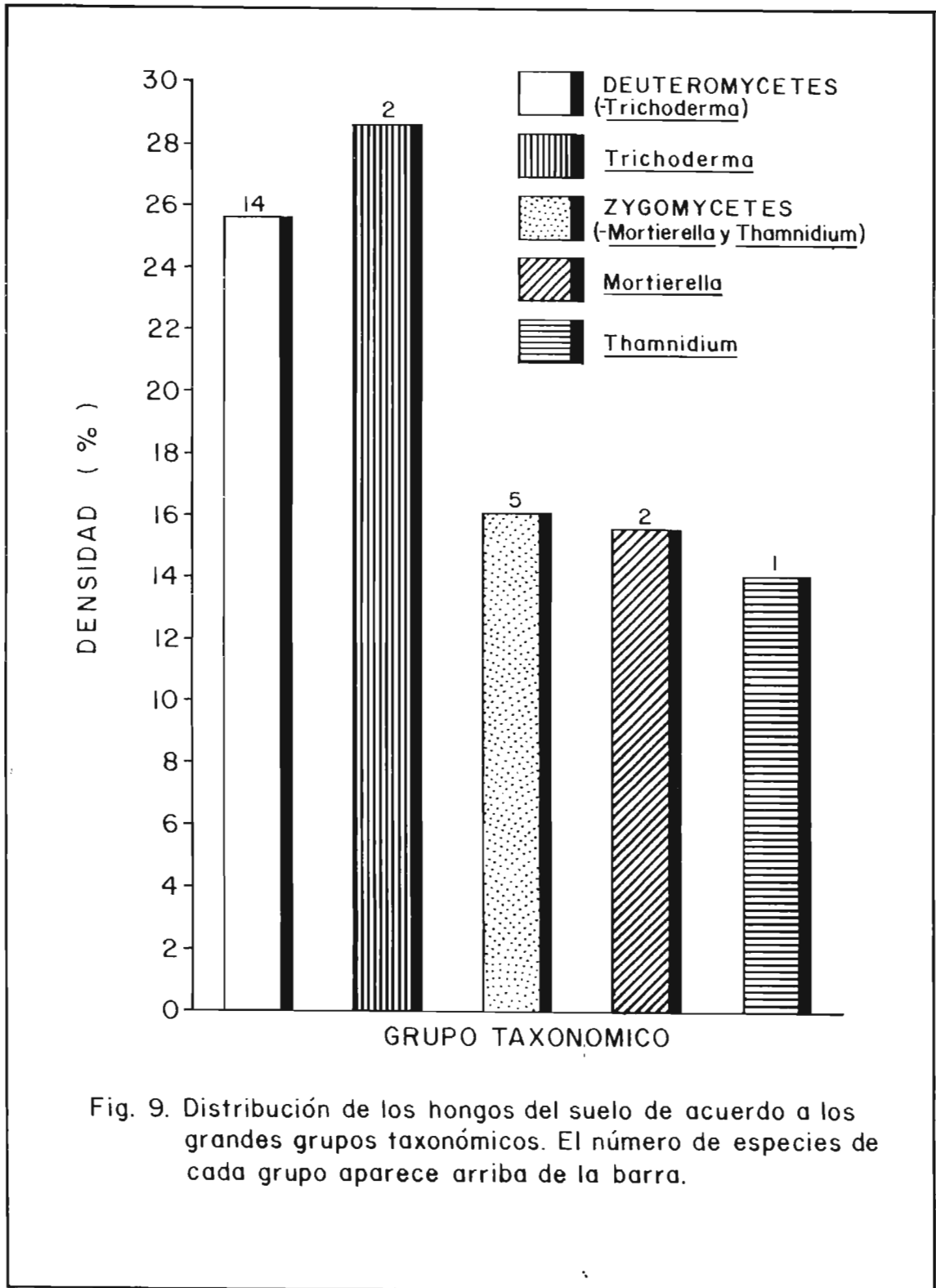


Fig. 9. Distribución de los hongos del suelo de acuerdo a los grandes grupos taxonómicos. El número de especies de cada grupo aparece arriba de la barra.

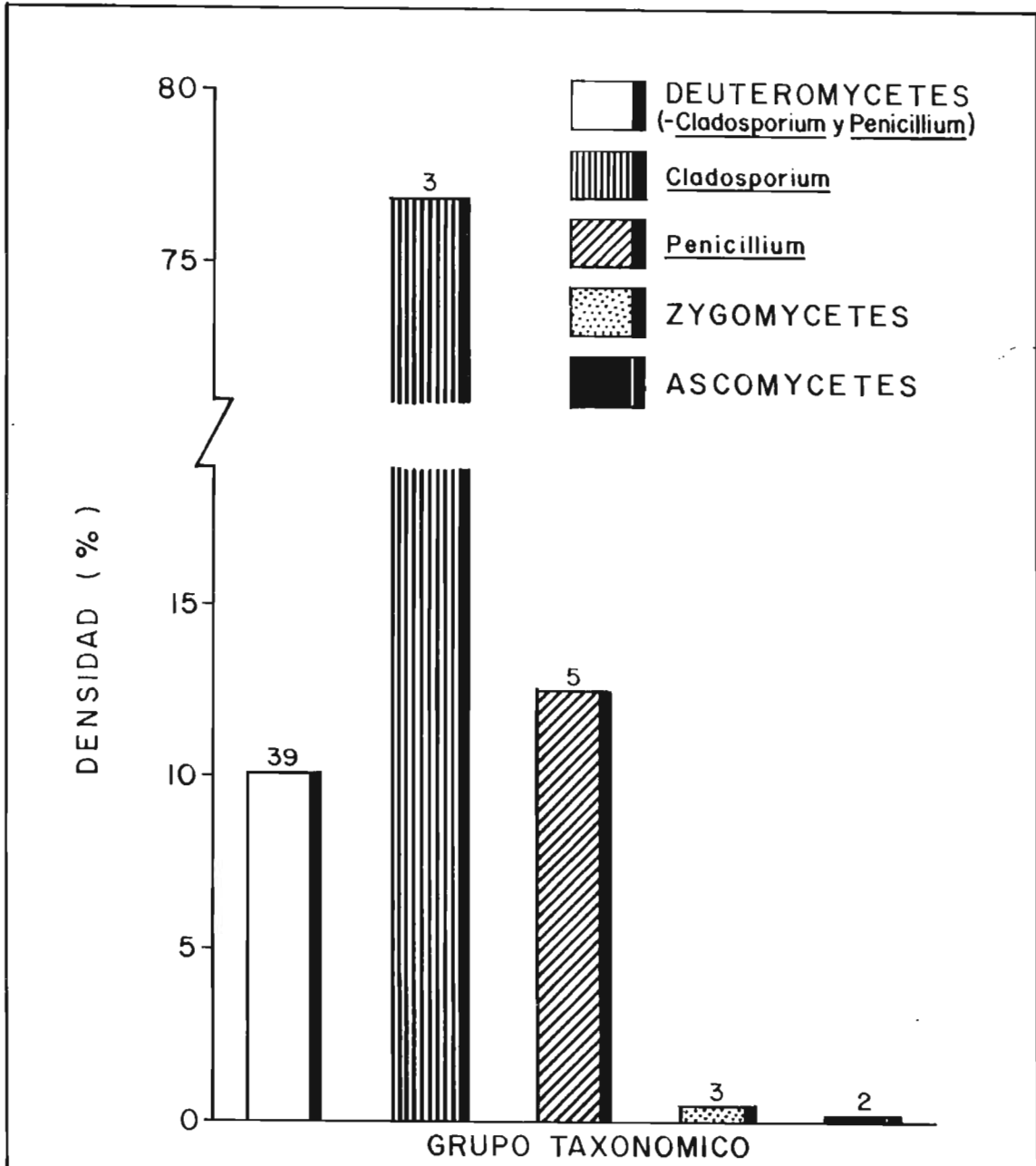


Fig. 10. Distribución de los hongos del aire de acuerdo a los grandes grupos taxonómicos. El número de especies de cada grupo aparece arriba de la barra.

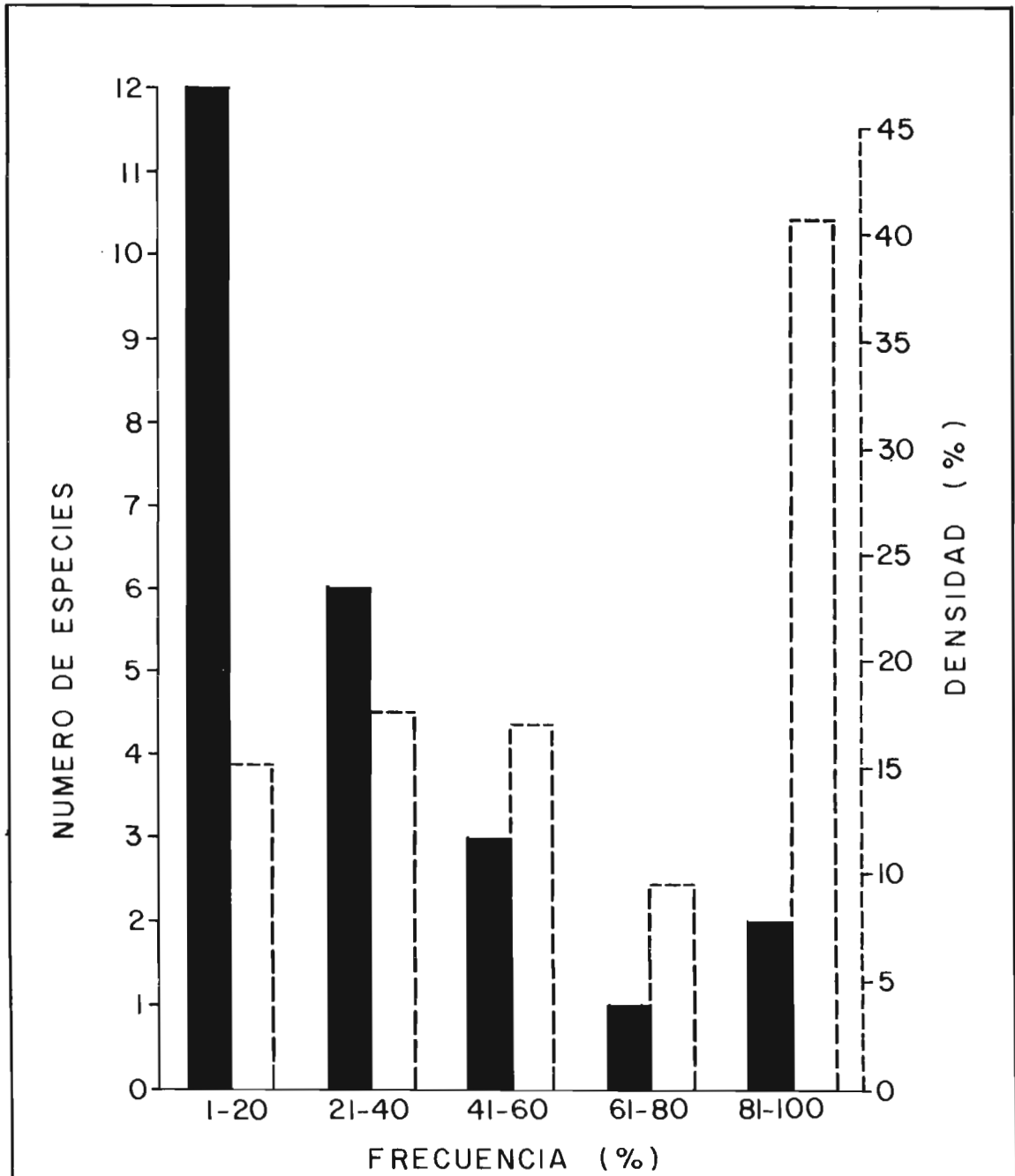


Fig. II. Frecuencia de Ocurrencia y Densidad de las 24 especies fúngicas del suelo, repartidas en 5 grupos de Frecuencia.

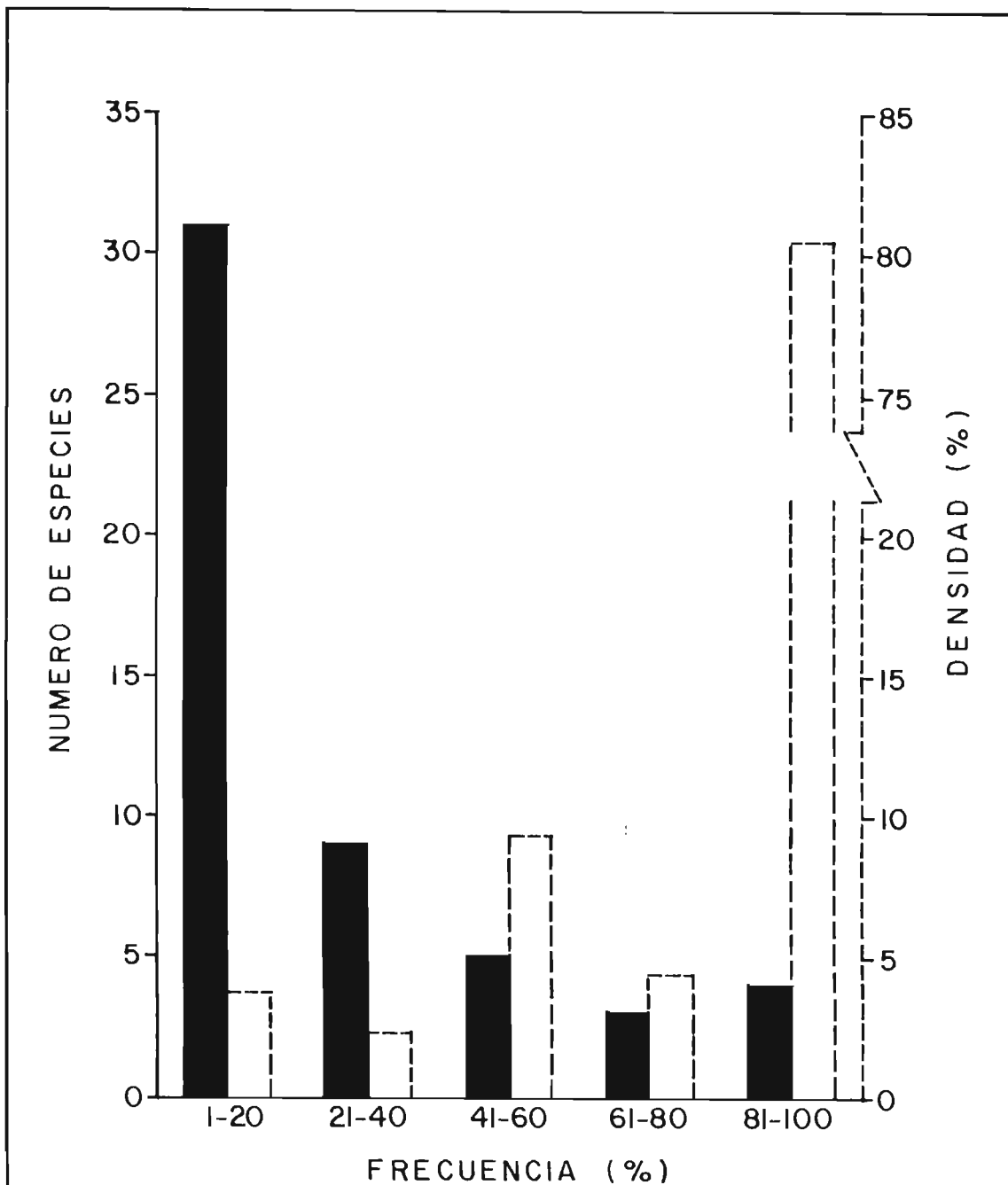


Fig. 12. Frecuencia de Ocurrencia y Densidad de las 52 especies fúngicas del aire, repartidas en 5 grupos de Frecuencia.

TABLA V. Especies fúngicas específicas del suelo y aire, arregla-
das en grupos taxonómicos.

E S P E C I E	SUELO	AIRE
ZYGOMYCETES		
<u>Cunninghamella elegans</u>	*	
<u>Mortierella microspora</u>	*	
<u>Rhizopus arrhizus</u>		*
<u>Rhizopus</u> sp. 1	*	
<u>Rhizopus stolonifer</u>	*	
<u>Syncephalastrum racemosum</u>	*	
<u>Thamnidium elegans</u>	*	
ASCOMYCETES		
<u>Melanomma</u> sp.		*
<u>Neosartorya</u> sp.		*
DEUTEROMYCETES		
<u>Alternaria</u> aff. <u>tenuis</u>		*
<u>Arthrobotrys</u> sp.	*	
<u>Aspergillus flavus</u>		*
<u>Aspergillus glaucus</u>		*

E S P E C I E	SUELO	AIRE
Cont. DEUTEROMYCETES		
<u>Aspergillus oryzae</u>		*
<u>Aspergillus versicolor</u>		*
<u>Bipolaris</u> sp.		*
<u>Cephalotrichum stemonitis</u>	*	
<u>Cladosporium herbarum</u>		*
<u>Cladosporium</u> sp. 1		*
<u>Cladosporium</u> sp. 2		*
<u>Coniella</u> aff. <u>pulchella</u>	*	
<u>Curvularia lunata</u>		*
<u>Dendryphion</u> aff. <u>nanum</u>		*
<u>Drechslera</u> aff. <u>spicifera</u>		*
<u>Eladia saccula</u>		*
<u>Epicoccum nigrum</u>		*
<u>Geotrichum</u> sp. 1		*
<u>Gilmaniella humicola</u>		*
<u>Gliocladium roseum</u>		*
<u>Helminthosporium</u> sp.		*
<u>Humicola grisea</u>	*	
<u>Hyalodendron album</u>		*

E S P E C I E S	SUELO	AIRE
Cont. DEUTEROMYCETES		
<u>Nigrospora</u> aff. <u>oryzae</u>		*
<u>Paecilomyces</u> sp.		*
<u>Penicillium</u> sp. 2		*
<u>Penicillium</u> sp. 3		*
<u>Penicillium</u> sp. 4		*
<u>Penicillium</u> sp. 5		*
<u>Periconia</u> aff. <u>macrospinos</u>		*
<u>Pestalotia</u> sp.		*
<u>Phoma</u> sp.		*
<u>Pyrenochaeta</u> aff. <u>acicola</u>		*
<u>Rhizoctonia</u> sp.		*
<u>Stephanoma</u> <u>strigosum</u>		*
<u>Ulocladium</u> aff. <u>consortiale</u>		*
<u>Zythia</u> sp.		*
Dematiaceae estéril		*
Moniliaceae estéril		*

TABLA VI. Especies fúngicas comunes al suelo y aire, arregladas en grupos taxonómicos.

E S P E C I E
ZYGOMYCETES
<u>Mortierella</u> sp. 1
<u>Rhizopus echinatus</u>
DEUTEROMYCETES
<u>Acremonium</u> sp.
<u>Chrysosporium</u> aff. <u>merdarium</u>
<u>Fusarium</u> sp.
<u>Fusicladium</u> aff. <u>virescens</u>
<u>Geotrichum candidum</u>
<u>Penicillium</u> sp. 1
<u>Trichocladium asperum</u>
<u>Trichoderma</u> sp. 1
<u>Trichoderma viride</u>
<u>Verticillium</u> sp. 1
<u>Verticillium</u> sp. 2
<u>Verticillium</u> sp. 3

5. DISCUSION

La Tabla I muestra que fueron relativamente pocas las especies aisladas del suelo; así también se nota que predominó el bajo número de colonias. Contrariamente, investigadores como Christensen, Whittingham & Novak (1962), Gochenaour (1978) y Mou-Basher & Abdel-Hafez (1978a) reportan para suelos forestales una gran diversidad de especies. La posibilidad de que la población fúngica del suelo del Cerro Verde sea escasa, se puede dar por la influencia de las condiciones medio-ambientales. Esta última alternativa ha sido investigada ampliamente y se ha demostrado que en la distribución y frecuencia de los hongos del suelo influyen los factores climáticos (precipitación pluvial y temperatura), factores edáficos (temperatura, humedad, aereación, materia orgánica, estructura, textura, composición mineral y grado de acidez), la vegetación y las interacciones antibióticas (Lingappa & Lockwood, 1961; Griffin, 1972; Hudson, 1972; Watson & Ford, 1972; Gochenaour, 1978; Bissett & Parkinson, 1979c y Widden, 1979). Sin embargo, es probable que al igual que en el trabajo de Bissett & Parkinson (1979c) la ausencia de algunas especies fúngicas fuera debido al decremento en la humedad del suelo, ya que según Hudson (1972) es posible determinar la humedad del suelo por la cantidad de lluvia (ver Anexo I). Por otra parte, la temperatura relativamente baja del suelo (ver Anexo I) pudo haber

limitado la presencia de hongos; según Jackson & Raw (1978), la temperatura del suelo sigue la variación de la del aire. Esa suposición es basada en la evidencia de Parkinson (1971) que con una temperatura del suelo de 25°C, 20°C y 15°C, la cantidad de hongos aislados disminuye al hacerlo la temperatura.

En la Tabla I se observa que la mayoría de los géneros de hongos aislados han sido listados en otros suelos forestales por Miller, Giddens & Foster (1957), Christensen, Whittingham & Novak (1962), Gochenaur (1978) y Widden (1979), siendo los más comunes Trichoderma, Penicillium, Acremonium, Chrysosporium, Fusarium y Mortierella.

La diversidad de especies fúngicas del aire fue mayor que la del suelo y el número de colonias fue notablemente superior (ver Tabla II). Kramer et al. (1959) encontraron que valores bajos de precipitación limitaron la presencia fúngica aérea en Kansas y Pathak & Pady (1965) encontraron que valores bajos de temperatura y humedad relativa disminuyen la presencia de los hongos en el aire; por tanto es notable que aún en las condiciones climatológicas adversas de la época seca se haya encontrado una flora fúngica relativamente alta en el aire.

Muchos de los géneros que formaron la flora fúngica del aire de la estación seca y transición del Cerro Verde, como Cladosporium,

Penicillium, Trichoderma, Alternaria, Fusarium y Aspergillus, han sido muy frecuentemente encontrados en muchos lugares, como: California (Harsh & Allen, 1945), Kansas (Kramer et al., 1959), diferentes estados de Estados Unidos (Morrow, Meyer & Prince, 1964), Hawaii (Myers, 1956), Australia (Derrick & McLennan, 1963 y Upsher & Griffiths, 1973), Inglaterra (Gregory & Hirst, 1957; Davies, Denny & Newton, 1963 y Pawsey & Heath, 1964) y Suecia (Ripe, 1962).

Al igual que en el trabajo de Gochenaour (1978), las especies fúngicas encontradas en el suelo y en el aire fueron cuantificadas en base a la superioridad numérica o dominancia y fue así como resultó ser Trichoderma viride la especie dominante del suelo. En el aire su incidencia fue mucho más baja que en el suelo, lo mismo que su frecuencia, tal como se puede observar en la Tabla III y Fig. 5. Trichoderma viride se ha encontrado en una diversidad de suelos que va desde suelos de tundra (Bissett & Parkinson, 1979a) hasta tropicales (Farrow, 1954) y ha sido reportada como una especie corriente de los suelos forestales (Miller, Giddens & Foster, 1957; Christensen, Whittingham & Novak, 1962 y Widden, 1979).

Thamnidium elegans fue la segunda especie dominante en el suelo, más en el aire dicha especie no se encontró (ver Tabla III y Fig. 6). Es digno de atención que T. elegans no aparezca en los listados de suelos forestales de Miller, Giddens & Foster (1957), Christensen,

Whittingham & Novak (1962), Gochenaour (1978), Bissett & Parkinson (1979a) y Widden (1979). T. elegans ni siquiera ha sido reportada en áreas geográficas relativamente cercanas como son Costa Rica y Panamá (Farrow, 1954); más inusitado aún, en Suecia Ripe (1962) lo reporta como hongo del aire.

Cladosporium herbarum ha sido encontrado, al igual que en el Cerro Verde, el mayor componente del aire en Kansas (Kramer et al., 1959; Kramer, Pady & Rogerson, 1959a) e Inglaterra (Pawsey, 1964; Pawsey & Heath, 1964) (ver Tabla IV). C. herbarum presentó 2 puntos máximos (Fig. 7); este fenómeno de doble cima ha sido observado frecuentemente en mediciones diarias (Pawsey, 1964; Upsher & Griffiths, 1973).

Varias especies de Penicillium resultaron ser componentes importantes de la flora fúngica aérea (ver Tabla IV y Fig. 8). Kramer, Pady & Rogerson (1960a) reportan este género muy común de Kansas, Derrick & McLennan (1963) en Melbourne (Australia) y Davies, Denny & Newton (1963), en Londres y Liverpool. Sólo se encontró una especie de Penicillium en el suelo con bajísima dominancia y frecuencia (ver Tabla III), muy al contrario de los trabajos de Gochenaour (1978) y Bissett & Parkinson (1979a) quienes encontraron a Penicillium uno de los géneros más dominantes del suelo.

Ordenando los hongos del suelo de acuerdo a los grandes grupos

taxonómicos (Fig. 9.), se observa que únicamente se encontraron miembros de los Deuteromycetes y Zygomycetes, siendo los primeros dominantes sobre el segundo grupo. Este mismo orden de dominancia fue encontrado por Farrow (1954), Miller, Giddens & Foster (1957), Christensen, Whittingham & Novak (1962) y Gochenaur (1978). El taxon mejor distribuido en el suelo fue Trichoderma (Clase Deuteromycetes) con 2 especies; Widden (1979) asegura que este hongo es casi universalmente reportado como el género común de los suelos forestales. La gran abundancia de Trichoderma en el suelo probablemente se deba a características intrínsecas del hongo que lo hacen más apto para sobrevivir, tales como: su gran actividad celulítica, el parasitismo en otros hongos y la producción de gliotoxina, considerada como una toxina antagonista agresiva (Nelson, 1972; Warcup, 1971; Wacha & Tiffany, 1979).

El grupo de los Zygomycetes fue relativamente abundante en el suelo (ver Fig. 9). De este grupo, particularmente Mucor y Rhizopus han sido señalados por Warcup (1971) como responsables de la rápida descomposición del azúcar y almidón, que constituye el primer período de la descomposición de los residuos vegetales. Entre los Zygomycetes encontrados en este trabajo, Mortierella, con 2 especies, tuvo una amplia distribución; Wacha & Tiffany (1979) y Gochenaur (1978) reportan resultados similares en sus trabajos. Warcup (1971)

considera que el género Mortierella debe ser tomado en cuenta como dominante y miembro activo de la población del suelo; Hudson (1972) afirma que es un habitante verdadero del suelo que coloniza e incorpora los fragmentos de hojas al mismo. Otro Zigomiceto dominante del suelo lo constituyó el género Thamnidium, con una sola especie. El no aparecimiento de esta especie en una regular cantidad de listados como el de Farrow (1954) o Gochenaour (1978), hacen suponer que Thamnidium pudo estar fuertemente relacionado a un sustrato específico, como se ha encontrado para otros hongos (Warcup, 1971). La vegetación, tal como lo encontrara Widden (1979), pudo haber sido ese sustrato.

La ausencia de Ascomycetes en el suelo difiere de los trabajos de Minoura, Morinaga & Muroi (1975a, 1975b) en Nepal, del estudio de Morinaga, Minoura & Udagawa (1978) en el sudeste de Asia y del de Mou-Basher & Abdel-Hafez (1978a) en Egipto: incluso, los Ascomycetes han sido reportados en Costa Rica y Panamá como el segundo grupo dominante después de los Deuteromycetes (Farrow, 1954). La ausencia de los Ascomycetes posiblemente se deba a que en la época seca el agua sea limitante para la producción de las estructuras reproductoras relativamente grandes de estos hongos; una situación similar ha sido expuesta para macromicetos coprófilos (Deacon, 1980).

Del grupo de los Basidiomycetes no se aisló ningún miembro.

Este resultado posiblemente se deba a que estos hongos no esporulan fácilmente sobre agar (Warcup, 1971); más al igual que en los Ascomycetes, el agua puede ser un factor limitante para la formación de un cuerpo fructífero masivo durante la época seca. Los resultados obtenidos concuerdan con los de Farrow (1954), Christensen, Whittingham & Novak (1962), Gochenaur (1978) y Wacha & Tiffany (1979), quienes tampoco encontraron Basidiomycetes en sus trabajos. Miller, Giddens & Foster (1957) sí reportan a estos hongos pero con un bajísimo porcentaje.

Al observar la distribución de los hongos del aire de acuerdo a los grandes grupos taxonómicos (Fig. 10), se nota que la mayoría de especies fúngicas aisladas son miembros de los Deuteromycetes. Miembros de los Zygomycetes formaron un pequeño grupo y los Ascomycetes formaron uno mucho más pequeño aún. Este orden de dominancia se puede comparar en parte al reportado por Kramer et al., (1959), pues ellos encontraron a los Ascomycetes el segundo grupo dominante después de los Hongos Imperfectos.

La Fig. 10 muestra la gran distribución de Cladosporium, que con sólo 3 especies constituye el mayor componente de la población fúngica aérea del Cerro Verde. El género Cladosporium ha sido igualmente reportado como dominante en el aire de Kansas (Kramer, Pady & Rogerson, 1959a), California (Harsh & Allen, 1945), Hawaii

(Myers, 1956), Australia (Frey & Durie, 1960, 1962; Derrick & McLennan, 1963; Upsher & Griffiths, 1973), Inglaterra (Davies, Denny & Newton, 1963) y Suecia (Ripe, 1962). Según algunos investigadores, la gran abundancia de Cladosporium en el aire se debe a que sus colonias verde-olivo oscuras se encuentran esparcidas sobre toda clase de escombros de plantas y a que sus conidios pequeños y abundantes son fácilmente dispersados por la brisa (Hudson, 1972). Por otro lado, Meredith (1973) opina que al secarse el aire cerca del aparato conidial de Cladosporium, el conidióforo sufre movimientos giratorios con diferentes grados de violencia; los delicados conidios son de esta manera esparcidos en todas direcciones.

Ya que Cladosporium es un organismo que presenta una periodicidad diurna (Pathak & Pady, 1965), es muy probable que la hora en que se hicieron los muestreos (10 A. M. - 12 M.) haya influido positivamente en los resultados. Según Rooks, Shapiro & Horman (1960), las especies de Cladosporium (Hormodendrum) ocurren en mayor cantidad en horas de la mañana; lo mismo encontraron Pady, Kramer & Wiley (1962). Según Pathak & Pady (1965) la turbulencia de la mañana acarrea las esporas al aire cerca de las once de la mañana. Meredith (1973) además asegura que la mayor concentración de algunas especies ocurre entre las 7 A. M. y el mediodía.

Al igual que el presente trabajo, Ripe (1962) encontró al género

Penicillium dominante después de Cladosporium. Penicillium ha sido reportado como un constituyente importante de la flora aérea de California (Harsh & Allen, 1945) y el cuarto lugar de importancia en Hawaii (Myers, 1956) y en Kansas (Kramer, Pady & Rogerson, 1960a).

Los Zygomycetes aéreos del Cerro Verde, al igual que en Kansas (Kramer, Pady & Rogerson, 1960b), fue un grupo con poca distribución; contrariamente, en Suecia (Ripe, 1962) se reporta a dicho grupo con una alta densidad.

El grupo de los Ascomycetes fue el más raro del aire. Kramer & Pady (1960) reportan a ese grupo con una buena distribución pero incluyendo a un numeroso grupo de levaduras, las cuales no fueron consideradas en este estudio.

Colonias de Basidiomycetes no se registraron en el Cerro Verde. Posiblemente, al igual que en el trabajo de Pady & Kramer (1960c), si hayan atrapado abundantes esporas de esos organismos, sólo que para reportarlas en este trabajo era necesario que fueran viables o pudieran germinar en el medio de cultivo utilizado.

En el presente estudio, las poblaciones fúngicas del suelo y del aire presentaron una estructura muy característica de las comunidades bióticas naturales. Esta estructura ya ha sido observada por Gochenaux (1978) y Bissett & Parkinson (1979b), en la cual pocas especies son comunes y relativamente un número elevado de especies son raras. En

las Figuras 11 y 12 se observa que a la izquierda se encuentran las especies raras, las que a la vez se encontraron con baja frecuencia y densidad. Contrariamente, a la derecha se representan las especies dominantes, que fueron aisladas frecuentemente y en gran cantidad. En este tipo de estructura, se clasifican los primeros como miembros transitorios o invasores del lugar y los segundos como miembros naturales o específicos de la comunidad (Burges, 1960).

Es notable que los Zygomycetes fueron más específicos para el suelo que para el aire, y en cambio, los Deuteromycetes lo fueron más al aire que al suelo (ver Tabla V). La gran abundancia de residuos vegetales en el suelo parece ser la respuesta a la especificidad de los Zygomycetes, considerados a muchos miembros de este grupo como verdaderos habitantes del suelo (Warcup, 1971; Hudson, 1972). Burges (1960) y Warcup (1971) han advertido que, durante el primer período en la descomposición de los residuos vegetales, los Zygomycetes se incrementan en número ya que se caracterizan por su rápido crecimiento y su capacidad para aprovechar el sustrato, descomponiendo rápidamente el azúcar y almidón. La especificidad de los Deuteromycetes en el aire posiblemente se deba a que, siendo un grupo más evolucionado que el anterior, posee mecanismos más eficientes para la dispersión de esporas en el aire, además de poseer caracte-

terísticas morfológicas como el tamaño y la cantidad de esporas convenientes para tal fin (Meredith, 1961; Hudson, 1972).

La comparación de la flora fúngica del suelo con la del aire (ver Tablas V y VI) por el método del Cociente de Similitud Modificado de Sorensen, dió el valor muy bajo de 36.84%. Esto demuestra que fueron pocas las especies comunes de las poblaciones comparadas lo que a la vez indica que las poblaciones son poco similares (Gochenaour, 1978; Baker, Dunn & Sakai, 1979). El resultado puede ser atribuido a la gran diferencia que existe entre los hábitats y por consiguiente entre el sustrato, el cual ha sido determinado como el factor principal que influye en la composición de una comunidad fúngica (Mason, 1977). Confirmando lo anterior, se ha encontrado que aún entre poblaciones del suelo hay grandes diferencias en la composición de especies (Wacha & Tiffany, 1979 y Bissett & Parkinson, 1979b). Según Warcup (1971), la presencia de determinados hongos en el suelo debería considerarse en relación con sustratos específicos más que con el mismo complejo edáfico.

Investigaciones en tiempo y en espacio al presente trabajo fueron realizados por Girón (1980) y Orellana Henríquez (1981), quienes aislaron respectivamente la flora fúngica del "litter" de la comunidad vegetal y de la especie dominante ("papelillo") antes y después de caer al suelo. Comparando las comunidades por el método del Cociente de

Similitud Modificado de Sorensen, se determinó que la flora fúngica del suelo fue diferente de la del mantillo de la comunidad vegetal (26.31%) y de la de "papelillo" (37.33%), ya que según Gochenauro (1978) un Cociente de Similitud menor del 70% demuestra diferencia. Estos resultados confirman la aseveración de Mason (1977) de que es el sustrato el factor principal que determina la composición de una comunidad fúngica.

Al comparar la flora fúngica del aire con la comunidad vegetal y con la de "papelillo" antes de caer al suelo, se obtuvieron cocientes de similitud de 30.77% y 55.04% respectivamente. Los cocientes indican que la flora del aire tienen mayor afinidad con la flora del "papelillo" antes de caer al suelo, si se considera el 50% como el límite de similitud (Baker, Dunn & Sakai, 1979). Este resultado concuerda con las referencias de Hudson (1972) cuando señala que la superficie de algunas clases de hojas parecen ser más eficientes en atrapar esporas del aire; "papelillo" aparentemente es de este tipo.

6. CONCLUSIONES

Es evidente que en nuestro país no existen investigaciones previas que listen la flora fúngica del suelo y aire de un bosque tropical de altura. Investigaciones similares a la presente se han realizado en otras latitudes y es muy significativo el gran parecido que existe entre las floras del suelo y del aire de esos lugares con las encontradas en este estudio.

En el suelo del Cerro Verde solamente se encontraron hongos de los Deuteromycetes y de los Zygomycetes. De los del primer grupo, Trichoderma viride fué la especie dominante; esta especie ha sido universalmente encontrada en alta proporción en diversos suelos forestales. Entre los Zygomycetes, Thamnidium elegans tuvo muy buena distribución en el suelo; es de notar que ésta es una especie rara en otros suelos.

Los Deuteromycetes dominaron en el aire del área de estudio. Cladosporium herbarum fue la especie dominante con un extraordinario porcentaje. Varias especies de Penicillium fueron encontradas frecuentemente en el mismo lugar.

La estructura de las comunidades fúngicas del suelo y del aire, sigue el patrón de una comunidad biótica natural; es decir, en la que pocas especies presentan una alta frecuencia y densidad y la mayoría son raras.

Estadísticamente, se ha determinado que las comunidades fún_ gicas del aire y del suelo tienen muy poca similitud entre ellas y con las del "litter" antes y después de caer al suelo; lo que confirma que la composición de la flora fúngica de un lugar está determinada prin_ cipalmente por el sustrato.

7. RECOMENDACIONES

Se recomienda hacer muestreos del suelo y del aire en la estación lluviosa a fin de completar el año, usando siempre los mismos métodos y área de estudio.

La realización de estudios similares a éste en otros bosques y en áreas cultivadas, son necesarios para establecer la similitud de las comunidades fúngicas y determinar la distribución de las especies.

Dado que las poblaciones fúngicas del suelo y aire demostraron poseer los rasgos cualitativos y cuantitativos de una comunidad, es recomendable el no introducir cualquier factor extraño al bosque o sus alrededores, sin antes considerar los posibles efectos en las poblaciones fúngicas; ya que la alteración de estas poblaciones pudieran desequilibrar el proceso de la descomposición del material vegetal muerto en el suelo de la comunidad y entonces no se podría mantener un flujo balanceado de nutrimentos necesarios para el crecimiento de las plantas.

8. RESUMEN

La composición fúngica del suelo y aire del Cerro Verde fue muestreada mensualmente de Noviembre de 1979 a Mayo de 1980, período que abarca las épocas seca y de transición del lugar.

Los hongos del suelo se obtuvieron usando la técnica de las Placas de Suelo. De este hábitat se aislaron 199 colonias, representando 24 especies de las cuales 16 fueron Deuteromycetes y 8 Zygomycetes. Las especies más comunes fueron Trichoderma viride, Thamnidium elegans, Mortierella sp. l, Chrysosporium aff. merdarium y Rhizopus echinatus. No se reportan Ascomycetes ni Basidiomycetes.

El método de las Placas Expuestas al Aire fue utilizado para obtener los hongos del aire. Se aislaron 1,110 colonias pertenecientes a 52 especies; de ellas 47 fueron Deuteromycetes, 3 Zygomycetes y 2 Ascomycetes. Los hongos más comunes fueron Cladosporium herbarum y 5 especies no identificadas de Penicillium. Ninguna especie de Basidiomycetes fué encontrada.

Las comunidades fúngicas estudiadas presentan la estructura característica de las comunidades bióticas naturales, en la cual, pocas especies son comunes y la mayoría son raras.

Las poblaciones fúngicas del suelo y aire fueron comparadas utilizando el Cociente de Similitud Modificado de Sorensen, resultando una baja similitud entre ambas poblaciones.

9. LITERATURA CITADA

- AL-DOORY, Y. 1967. The occurrence of keratinophilic fungi in Texas soil. *Mycopath. Mycol. Appl.* 33: 105-112.
- _____, M.K. TOLBA & H. AL-ANI. 1959. On the fungal flora of Iraqi soils. II. Central Iraq. *Mycologia* 51: 429-439.
- ARX, J. A. von. 1970. The Genera of Fungi Sporulating in Pure Culture. J. Cramer, Lehre. 288 pp.
- BAKER, G. E., P. H. DUNN & W.S. SAKAI. 1979. Fungus communities associated with leaf surfaces of endemic vascular plants in Hawaii. *Mycologia* 71: 272-292.
- BARNETT, H. L. & B. B. HUNTER. 1972. Illustrated Genera of Imperfect Fungi. 3rd ed. Burges Publ. Co., Minneapolis. 241 pp.
- BARRON, G. L. 1972. The General of Hyphomycetes from Soil. R.E. Krieger Publ. Co., Huntington. 364 pp.
- BISSETT, J. & D. PARKINSON. 1979a. The distribution of fungi in some alpine soils. *Can. J. Bot.* 57: 1609-1629.
- _____ & _____. 1979b. Fungal community structure in some alpine soils. *Can. J. Bot.* 57: 1630-1641.
- _____ & _____. 1979c. Functional relationships between soil fungi and environment in alpine tundra. *Can. J. Bot.* 57: 1642-1659.

- BORELLI, D. & J. SALAS. 1975. El empleo del Azul Tripan en sus_ titución del Azul Algodón en Micología. Rev. Lat. Amer. Microbiol. 17: 185-186.
- BOURNE, C.W., T.W. McKINLEY, C.P. STEVENS & M. PACHECO. . 1946. Investigación Preliminar de las Posibilidades de Conser_ vación del Suelo y del Agua en El Salvador. Servicio Cooperativo Inter-Americano de Salud Pública de El Salvador. Tipografía La Tribuna, San Salvador, 159 pp.
- BURGES, A. 1960. Introducción a la Microbiología del Suelo. Edito_ rial Acriba, Zaragoza, 199 pp.
- _____. 1971. La descomposición de la materia orgánica en el sue_ lo. In: A. Burges & F. Raw (eds), Biología del Suelo. Ediciones Omega S.A., Barcelona, pp. 557-573.
- CELSE, S.A. & A.D. IACOBUCCI. 1963. Química Elemental Moderna Inorgánica. Editorial Kapelusz, Buenos Aires. 397 pp.
- CHRISTENSEN, M., W.F. WHITTINGHAM & R. O. NOVAK. 1962. The soil microfungi of wet-mesic forests in southern Wisconsin. Mycologia 54: 374-388.
- DAUGHERTY, H.E. 1969. Man induced ecologic change in El Salvador. University of California, Los Angeles, 248 pp. (Tesis, Ph. D.).

- DAVIES, R. R. 1961. Wettability and the capture, carriage and deposition of particles by raindrops. *Nature* 191: 616-617.
- _____, M. J. DENNY & L. M. NEWTON. 1963.
A comparison between the summer and autumn air-spores at London and Liverpool. *Acta Allergologica* 18: 131-147.
- DEACON, J. W. 1980. *Introduction to Modern Mycology*. Blackwell Scientific Publ., London. 197 pp.
- DERRICK, E. & E. I. McLENNAN. 1963. Fungus spores found in the air in Melbourne (Victoria), Australia. *Acta Allergologica* 18: 26-43.
- DOMSCH, K. H. & W. GAMS. 1972. *Fungi in Agricultural Soils*. John Wiley & Sons Inc., New York. 290 pp.
- DURRELL, L. W. & L. M. SHIELDS. 1960. Fungi isolated in culture from soils of the Nevada test site. *Mycologia* 52: 636-641.
- ESCOBAR, G. A. 1979. Géneros Comunes de Micromicetos en Cultivo. Boletín No. 15. Departamento de Biología, Universidad de El Salvador, San Salvador. 80 pp.
- _____, B. SIU & D. TOLEDO. 1977. ¿Que son los hongos? *Flora y Fauna* 2: 23-28.
- FARROW, W. M. 1954. Tropical soil fungi. *Mycologia* 46:632-646.
- FLETCHER, J. E. & W. P. MARTIN. 1948. Some effects of algae and molds in the raincrust of desert soils. *Ecology* 29: 95-100.

- FREY, D. & E. B. DURIE. 1960. The incidence of air-borne fungi in Sydney. *Mycopath. Mycol. Appl.* 13: 93-99.
- _____ & _____. 1962. Estimation of air-borne fungus spores: a comparison of slide and culture methods. *Mycopath. Mycol. Appl.* 16: 229-303.
- FUENTES, B. N. & V. M. ROSALES. 1978. Cerro Verde: Análisis preliminar de la vegetación arbórea en zonas de disturbio. *Comun.* 2: 48-53.
- GARRET, S. D. 1963. *Soil Fungi and Soil Fertility*. Pergamon Press, London. 165 pp.
- GILMAN, J. C. 1963. *Manual de los Hongos del Suelo*. Compañía Editorial Continental S. A., México, D. F. 572 pp.
- GIRON, M. M. 1980. Algunos aspectos sobre la biología de la descomposición del "litter" en una comunidad del Cerro Verde. Departamento de Biología, Universidad de El Salvador, San Salvador. (Tesis de Licenciatura) (Ined.).
- 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.

GODEAS, A. M., S. G. MARCHAND & M. D. BERTONI. 1977.

Micoflora del suelo de la Argentina VI. Algunos hongos imperfectos hallados frecuentemente en el suelo de la Provincia de Buenos Aires. Bol. Soc. Arg. Bot. 18(1-2): 33-55.

GREGORY, P. H. 1960. Outdoor aerobiology. Endeavour 19(76): 445-453.

_____, & J. M. HIRST. 1957. The summer air-spora at Rothamsted in 1952. J. Gen. Microbiol. 17: 135-152.

_____, & M. E. LACEY. 1963. Mycological examination of dust from mouldy hay associated with farmer's lung disease. J. Gen. Microbiol. 30: 75-88.

_____ & T. SREERAMULU. 1958. Air spora of an estuary. Trans. Brit. Mycol. Soc. 41(2): 145-156.

GRIFFIN, M. D. 1963a. Soil moisture and the ecology of soil fungi. Biol. Rev. 38: 141-166.

_____. 1963b. Soil physical factors and the ecology of fungi. III. Activity of fungi in relatively dry soil. Trans. Brit. Mycol. Soc. 46(3): 373-377.

_____. 1969. Soil water in the ecology of fungi. Ann. Rev. Phytopathol. 7: 289-310.

_____. 1972. Ecology of Soil Fungi. Fletcher & Son Ltd., London. 193 pp.

- HARCH, G. F. & S. E. ALLEN. 1945. A study of the fungus contaminants of the air of San Diego and vicinity. *J. Allergy* 16: 125-135.
- HUDSON, H. J. 1972. Fungal Saprophytism. *Studies in Biology*, No. 32. Edward Arnold Ltd., London. 68 pp.
- JACKSON, R. M. & F. RAW. 1978. Life in the Soil. *Studies in Biology*, No. 2. Edward Arnold Ltd., London. 60 pp.
- KENDRICK, W. B. & J. W. CARMICHAEL. 1973. Hyphomycetes. In: G. C. Ainsworth, F. K. Sparrow & A. S. Sussman (eds.), *The Fungi*, Vol. IV-A. Academic Press, New York, pp. 323-509.
- _____ & R. WATLING. 1979. Mitospores in Basidiomycetes. In: B. Kendrick (ed.), *The Whole Fungus*, Vol. 2. National Museums of Canada, Ottawa, pp. 473-545.
- KLINKOWSKI, M. 1970. Catastrophic Plant Diseases. *Ann. Rev. Plant. Pathol.* 8: 37-60.
- KRAMER, C. L. & S. M. PADY. 1960. Kansas aeromycology IX. Ascomycetes. *Trans. Kan. Acad. Sci.* 63(2): 53-60.
- _____, _____ & C. T. ROGERSON. 1959a. Kansas aeromycology III. Cladosporium. *Trans. Kan. Acad. Sci.* 62(3): 200-207.
- _____, _____, & _____. 1959b. Kansas aeromycology IV. Alternaria. *Trans. Kan. Acad. Sci.* 62(4): 252-256.

KRAMER, C. L., S. M. PADY, & C. T. ROGERSON. 1960a. Kansas aeromycology V. Penicillium and Aspergillus. Mycologia 52: 545-551.

_____, _____ & _____. 1960b. Kansas aeromycology VIII. Phycomycetes. Trans. Kan. Acad. Sci. 63 (1): 19-23.

_____, _____, _____ & L. G. OUYE. 1959. Kansas aeromycology II. Materials, methods, and general results. Trans. Kan. Acad. Sci. 62(3): 184-199.

LACEY, J. & M. E. LACEY. 1964. Spore concentrations in the air of farm buildings. Trans. Brit. Mycol. Soc. 47(4):547-552.

LAUER, W. 1954. Las formas de la vegetación en El Salvador. Comun. Inst. Trop. Invest. Cient. 3(1): 41-45.

LINGAPPA, B. T. & J. L. LOCKWOOD. 1961. The nature of the widespread soil fungistasis. J. Gen. Microbiol. 26: 473-485.

LÖTSCHERT, W. 1955. La vegetación de El Salvador. Comun. Inst. Trop. Invest. Cient. 4(3-4): 65-80.

LURIE, H. I. & M. WAY. 1957. The isolation of dermatophytes from the atmosphere of caves. Mycologia 49: 178-180.

MARIN, M. M., H. ABREGO & A. ARGUMEDO. 1978. Bases para el Establecimiento y Manejo del Cerro Verde. Documento X. I. S. T. U., San Salvador, 75 pp.

MARPLES, M. J. 1965. The distribution of keratinophilic fungi in soils from New Zealand, and from two Polynesian islands.

Mycopath. Mycol. Appl. 25: 361-372.

MASON, C. F. 1977. Decomposition. Studies in Biology, No. 74.

Edward Arnold Ltd., London. 58 pp.

McCabe, D. E. & G. A. ESCOBAR. 1979. Chrysoconia, a gasteroid member of the Coniophoraceae. Mycotaxon 9: 239-242.

McDONALD, J. E. 1962. Collection and washout of airborne pollens and spores by raindrops. Science 135: 435-436.

MEREDITH, D. S. 1961. Atmospheric content of Nigrospora spores in Jamaican banana plantations. J. Gen. Microbiol.

26: 344-349.

_____. 1973. Significance of spore release and dispersal mechanisms in plant disease epidemiology. Ann. Rev.

Phytopathol. 11: 313-342.

MILLER, J. H., J. E. GIDDENS & A. A. FOSTER. 1957. A survey of the fungi of forest and cultivated soils of Georgia. Mycologia

49: 779-808.

MINOURA, K. T., T. MORINAGA & T. MUROI. 1975a. Some Ascomycetes isolated from soil of Nepal. (I). Rept. Tottori

Mycol. Inst. (Japan) 12: 171-185.

MINOURA, K. T., T. MORINAGA & T. MUROI. 1975b. Some Asco-
mycetes isolated from soil of Nepal (II). Trans. Mycol. Soc.
Japan 16: 366-377.

_____, _____ & _____. 1977. Some Asco-
mycetes isolated from soil of Nepal (III). Trans. Mycol. Soc.
Japan 18: 119-124.

MORINAGA, T., F. KATAYAMA & K. MINOURA. 1977. Some
Hyphomycetes isolated from soil of Nepal. Journ. Jap. Bot.
52(2): 50-55.

_____, K. MINOURA & S. UDAGAWA. 1978. New species
of microfungi from southeast Asian soil. Trans. Mycol.
Soc. Japan. 19: 135-148.

_____, H. NITTA & K. MINOURA. 1979. Some microfungi
isolated from soil of southeast Asia (1). Journ. Jap. Bot.
54(1): 1-5.

MORROW, M. B., G. M. MEYER & H. E. PRINCE. 1964. A summary
of air-borne mold surveys. Ann. Allergy 22: 575-587.

MOU-BASHER, A. H. & S. I. ABDEL-HAFEZ, 1978a. Study on the
mycoflora of Egyptian soil. Mycopath. 63(1): 3-10.

_____ & _____. 1978b. Further study
on seasonal fluctuations of Egyptian soil fungi. Mycopath.
63(1): 11-20.

- MYERS, W. A. 1956. Air-borne molds in Honolulu. J. Allergy
27: 531-535.
- NELSON, E. E. 1972. Effect of urea and wood shavings on populations
of soil microfungi, especially Trichoderma species.
Microbios 5: 69-72.
- ODUM, E. P. 1978. Ecología. 2^a ed. C. E. C. S. A., México, D. F.
295 pp.
- ORELLANA HENRIQUEZ, D. E. 1981. Determinación de algunos hongos
posiblemente relacionados con la descomposición de
"papelillo" (Rondeletia laniflora Benth.) Departamento de
Biología, Universidad de El Salvador, San Salvador. (Tesis de
Licenciatura). 84 pp.
- OTČENÁŠEK, M., J. DVOŘÁK & J. KRUNERT. 1967. Geographic
distribution of the geophilic dermatophytes in the soil. Mycopath.
Mycol. Appl. 31: 151-162.
- PADY, S. M. & P. H. GREGORY. 1963. Numbers and viability of
airborne hyphal fragments in England. Trans. Brit. Mycol.
Soc. 46(4): 609-613.
- _____ & C. L. KRAMER. 1960a. Kansas aeromycology VI.
Hyphal fragments. Mycologia 52: 681-687.
- _____ & _____. 1960b. Kansas aeromycology VII.
Smuts. Phytopathology 50: 332-334.

- PADY, S. M. & C. L. KRAMER. 1960c. Kansas aeromycology X. Basidiomycetes. *Trans. Kan. Acad. Sci.* 63(3): 125-134.
- _____, _____ & B. J. WILEY. 1962. Kansas aeromycology XII. Materials, methods and general results of diurnal studies 1959-1960. *Mycologia* 54: 168-180.
- PARKINSON, D. 1971. Los microorganismos del suelo y las raíces de las plantas. In: A. Burges & F. Raw (eds.), *Biología del Suelo*. Ediciones Omega, S. A., Barcelona. pp 521-552.
- PATHAK, V. K. & S. M. PADY. 1965. Numbers and viability of certain airborne fungus spores. *Mycologia* 57: 301-310.
- PAWSEY, R. G. 1964. An investigation of the spore population of the air at Nottingham. II. The results obtained with a hirst spore trap June-July 1976. *Trans. Brit. Mycol. Soc.* 47(3): 357-363.
- _____, _____ & L. A. F. HEATH. 1964. An investigation of the spore population of the air at Nottingham. I. The results of Petri dish trapping over one year. *Trans. Brit. Mycol. Soc.* 47(3): 351-355.
- RICO, M. A. 1974. *Las Nuevas Clasificaciones y los Suelos de El Salvador*. Ed. Universitaria, San Salvador, 98 pp.
- RIPE, E. 1962. Mould allergy I. An investigation of the airborne fungal spores in Stockholm, Sweden. *Acta Allergologica* 17: 130-159.

- ROGERS, A. L. & E. S. BENEKE. 1964. Human pathogenic fungi recovered from Brazilian soil. *Mycopath. Mycol. Appl.* 22: 15-20.
- ROGERSON, C. T. 1958. Kansas aeromycology I. Comparison of media. *Trans. Kan. Acad. Sci.* 61(2): 155-162.
- ROOKS, R., R. S. SHAPIRO & E. C. HORMAN. 1960. The incidence of airborne Hormodendrum and Alternaria spores as determined by a volumetric sampler. *J. Allergy* 31(2): 97-105.
- ROSALES, V. M. 1977. Vegetación arbórea del Cerro Verde; Distribución altitudinal, dispersión y dominancia. *Comun.* 1(1): 23-39.
- SEELEY, H. N. & P. J. VANDEMARK. 1963. *Microbios en Acción. Manual de Laboratorio para Microbiología.* Editorial Blume, México, D. F. 361 pp.
- SERVICIO METEOROLOGICO. 1979. *Almanaque Salvadoreño.* Ministerio de Agricultura y Ganadería, San Salvador. 90 pp.
- TANSEY, M. R. 1977. Microbial facilitation of plant mineral nutrition. In: E. D. Weinberg (ed.), *Microorganisms and Minerals.* Marcel Dekker Inc., New York. pp. 343-385.
- UPSHER, F. J. & D. A. GRIFFITHS. 1973. Air spora of a site in tropical Queensland, Australia. *Trans. Brit. Mycol. Soc.* 61(3): 537-545.

- WACHA, A. G. & L. H. TIFFANY. 1979. Soil fungi isolated from fields under different tillage and weed-control regimes. *Mycologia* 71: 1215-1226.
- WARCUP, J. H. 1971. Hongos en el suelo. In: A. Burges & F. Raw (eds.), *Biología del Suelo*. Ediciones Omega, S. A., Barcelona. pp. 71-141.
- WATSON, A. G. & E. J. FORD. 1972. Soil fungistasis, a reappraisal. *Ann. Rev. Phytopathol.* 10: 327-348.
- WIDDEN, P. 1979. Fungal populations from forest soil in southern Quebec. *Can. J. Bot.* 57: 1324-1331.
- WILSON, C. L. & W. E. LOOMIS. 1968. *Botánica*. UTEHA, México, D. F. 682 pp.

ANEXO I. Promedios de las mediciones metereológicas mensuales (1975-1979) en el Cerro Verde. Datos proporcionados por el Servicio Metereológico Nacional, Dirección General de Recursos Naturales Renovables.

MES	ELEMENTO METEREOLÓGICO			
	Temperatura (°C)	Precipitac. (mm)	Humedad Rel. (%)	Vel. Viento (Km/h)
Enero	13.3	7	71.0	21.8
Febrero	14.1	3	69.0	17.3
Marzo	14.9	21.2	77.8	14.9
Abril	15.4	94.2	81.4	10.1
Mayo	15.4	196.2	87.4	11.4
Junio	15.1	320.4	89.6	14.7
Julio	14.9	301.0	85.0	17.8
Agosto	15.0	320.6	87.0	16.4
Septiembre	14.6	461.6	92.0	13.3
Octubre	14.9	212.8	88.4	13.9
Noviembre	14.5	53.0	80.0	19.8
Diciembre	13.7	33.5	78.4	19.3

ANEXO II. Análisis del suelo del área de estudio, realizado por el Departamento de Suelos del Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria (C. E. N. T. A.).

Topografía del Terreno:	quebrado
Textura:	franco-arenoso
Ph en agua:	6.2, ligero ácido
Fósforo (pp. m P):	26, alto
Potasio (pp. m K):	95, alto
Calcio meq. Ca/100 gr. suelo:	7.76
Magnesio meq. Mg/100 gr. suelo:	2.48

DEDICATORIA

:

A mis padres y hermanos

AGRADECIMIENTOS

Deseo manifestar mis sinceros agradecimientos al Dr. Gustavo A. Escobar por haberme incluido en su proyecto de investigación y por haberme asesorado en mi trabajo de Tesis.

Agradezco también la ayuda de los Licenciados Dionisio Velasco, Judith Toledo y Margarita Montoya, quienes revisaron el manuscrito y propusieron valiosos comentarios.

Agradezco al ISTU el haber proporcionado el área de estudio.

Hago extensivos mis agradecimientos a todas aquellas personas que de alguna forma contribuyeron en la realización de este trabajo.