

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



DETERMINACION DE ALGUNOS HONGOS
POSIBLEMENTE RELACIONADOS CON LA
DESCOMPOSICION DE "PAPELILLO"
(*Rondeletia laniflora* Benth.)

DIONE ESPERANZA ORELLANA HENRIQUEZ

TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE
LICENCIADO EN BIOLOGIA



SAN SALVADOR, EL SALVADOR
AGOSTO, 1981.

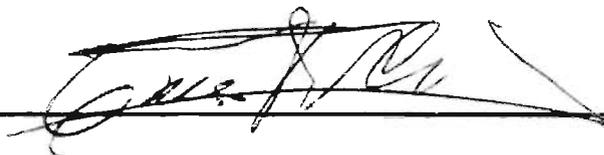


7
581-2326
066d

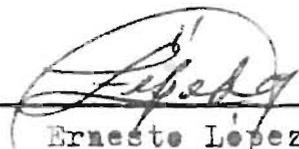


UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS Y HUMANIDADES
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA

Decano



Director del Departamento

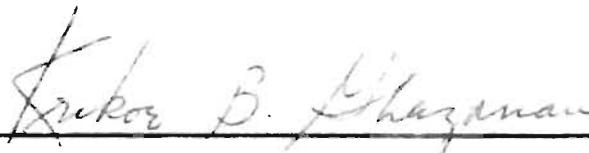

Ernesto López Zepeda

Asesor


Gustavo Adolfo Escobar

Jurado Examinador:

Presidente


Krikor Barsegh Ghazarian

1er. Vocal


Judith Dolores Toledo

2do. Vocal


Rosa Delia Bucare

D E D I C A T O R I A

A MIS PADRES Y HERMANOS.

A MI ESPOSO.

Y ESPECIALMENTE A MIS HIJAS CLAUDIA Y DIONNE.

AGRADECIMIENTOS

Especial reconocimiento patentizo al Dr. Gustavo Adolfo Escobar Aguirre por su valiosa asesoría y asistencia técnica durante esta investigación, sin cuya cooperación no hubiese sido posible este trabajo; quien además de sugerir el tema, se interesó particularmente en verter sus conocimientos.

Agradezco también la cooperación del Instituto Salvadoreño de Turismo, al proporcionar el lugar en que se realizó este estudio. Hago extensivo mi gratitud al Jurado Examinador por la revisión del manuscrito y sus valiosas sugerencias para mejorarlo. Finalmente, a todas aquellas personas que en una u otra forma colaboraron en la realización de este trabajo.

CONTENIDO

| | <u>Página</u> |
|--|---------------|
| 1. INTRODUCCION | 1 |
| 2. REVISION DE LITERATURA..... | 3 |
| 3. MATERIALES Y METODOS..... | 13 |
| 3.1. AREA DE ESTUDIO..... | 13 |
| 3.1.1. Clima..... | 13 |
| 3.1.2. Vegetación..... | 13 |
| 3.2. TECNICA DE CAMPO..... | 14 |
| 3.3. PROCEDIMIENTO DE LABORATORIO..... | 16 |
| 3.4. ANALISIS ESTADISTICO..... | 17 |
| 4. RESULTADOS..... | 21 |
| 5. DISCUSION..... | 59 |
| 6. CONCLUSIONES..... | 69 |
| 7. RECOMENDACIONES..... | 72 |
| 8. RESUMEN..... | 73 |
| 9. LITERATURA CITADA..... | 75 |
| 10. ANEXO I..... | 83 |
| 11. ANEXO II..... | 84 |

LISTA DE TABLAS

| <u>Tabla No.</u> | | <u>Página</u> |
|------------------|---|---------------|
| 1. | Datos sobre producción y descomposición de <u>Rondeletia laniflora</u> Benth..... | 29 |
| 2. | Comparación mensual del número de colonias en el "litter" de las canastas aéreas..... | 32 |
| 3. | Comparación mensual del número de colonias en el "litter" de las bolsas del suelo..... | 36 |
| 4. | Número de colonias, frecuencia y densidad relativa de los hongos aislados del "litter" aéreo..... | 39 |
| 5. | Número de colonias, frecuencia y densidad relativa de los aislados del "litter" de las bolsas del suelo | 43 |
| 6. | Listado de hongos específicos del "litter" del aire y bolsas del suelo..... | 54 |
| 7. | Listado de especies fúngicas comunes para el "litter" del aire y bolsas del suelo..... | 56 |

LISTA DE FIGURAS

| <u>Figura No.</u> | | <u>Página</u> |
|-------------------|---|---------------|
| 1 | Area de 100m ² delimitada en el sitio de estudio..... | 19 |
| 2 | Canasta aérea para recolectar la producción de "litter" de <u>Rondeletia laniflora</u> Benth..... | 19 |
| 3 | Bolsa del suelo para cuantificar la descomposición del "litter" de <u>R. laniflora</u> | 20 |
| 4 | Cajas de petri conteniendo "litter" de <u>R. laniflora</u> para incubación de la flora fúngica..... | 20 |
| 5 | Tasa de producción de "litter" de <u>R. laniflora</u> | 30 |
| 6 | Tasa de descomposición de "litter" de <u>R. laniflora</u> | 31 |
| 7 | Fluctuaciones mensuales de <u>Mortierella microspora</u> | 46 |
| 8 | Fluctuaciones mensuales de <u>Gelasinospora reticulispora</u> | 47 |
| 9 | Fluctuaciones mensuales de <u>Trichoderma viride</u> | 48 |

| <u>Figura No.</u> | | <u>Página</u> |
|-------------------|--|---------------|
| 10 | Fluctuaciones mensuales de <u>Cladosporium</u> <u>herbarum</u> | 49 |
| 11 | Distribución de los taxa aislados en el "litter" de las canastas aéreas..... | 50 |
| 12 | Distribución de los taxa aislados en el "litter" de las bolsas del suelo..... | 51 |
| 13 | Frecuencia y densidad de especies fún- gicas del "litter" aéreo | 52 |
| 14 | Frecuencia y densidad de especies fúngi- cas del "litter" de las bolsas del suelo | 53 |

1. INTRODUCCION

Todo componente estructural de las plantas en diferentes estados de descomposición se le conoce como "litter" y es importante conocer la relación producción-descomposición de éste por tener un marcado efecto en el metabolismo de todo sistema ecológico, ya que representa la vía principal de transferencia de energía y reciclaje de nutrimentos. La mayoría de estudios han sido conducidos a investigar la descomposición vegetal relacionada con la liberación de nutrimentos, así como también se han comparado las tasas de producción y descomposición especialmente en bosques de zona templada. Se ha demostrado que las fluctuaciones en dichos fenómenos son dependientes de las condiciones medioambientales, tipo de bosque, especie vegetal dominante, proceso de crecimiento y tipo de tejido vegetal (Shanks & Olson, 1961; Allison & Murphy, 1962; Olson, 1963; Wiegert & McGinnis, 1975).

Investigaciones ecológicas que relacionen las comunidades fúngicas involucradas en los procesos de descomposición del "litter" no han sido ampliamente consideradas, especialmente en zonas tropicales. Este proyecto fue designado a conocer algunos aspectos de la biología de la descomposición de "papelillo" Rondeletia laniflora Benth., con análisis cualitativo y cuantitativo de la

flora fúngica del "litter" antes de caer al suelo y en el mantillo. Datos sobre la tasa de producción del "litter" de dicha especie vegetal han sido también estimados.

El estudio se realizó en el Cerro Verde, durante la estación seca (14 Noviembre-19 de Abril), y los meses de transición seca lluviosa (20 de Abril - 20 de Mayo) y lluviosa seca (17 de Octubre - 13 de Noviembre); en una comunidad en la que el "papelillo" es la especie dominante, por lo que se espera que este trabajo contribuya al conocimiento de algunas especies de hongos que posiblemente estén relacionados con los procesos de descomposición en los bosques nebulosos tropicales.

2. REVISION DE LITERATURA

Entre los principales estudios sobre el "litter", se encuentran los que tienen que ver con la producción y la composición química de éste. Carlisle, Brown & White (1966) investigaron la producción de hojas en términos de peso seco, área foliar y número de las hojas, así como la cantidad y composición de todo tipo de "litter" a través del año en un bosque maduro de Quercus petraea (Mattuschka) Lieb. en Grizedale al Norte de Lancashire. Ellos encontraron que se producían 23.60×10^6 hojas/ha/año con un peso seco de 3,820 Kg/ha/año y una área media foliar de 4.87 ha. La composición química del "litter" en este estudio presentó un alto contenido de Nitrógeno (N) en comparación con otros bosques. Gosz, Likens & Bormann (1972) estudiaron la caída del "litter", a través de las diferentes estaciones anuales, en un bosque maduro de Hubbard Brook, New Hampshire. El total de "litter" caído fue estimado en 5,702 Kg/ha/año, del cual las hojas contribuyeron con 49.7 % del "litter" y 56.0 % de nutrimentos. La abundancia relativa de los elementos obtenidos en el análisis químico fue de N > Ca > K > Mn > P > Fe > Na > Cu. En el mismo estudio encontró que las épocas de temporales y fuertes vientos tienen gran influencia sobre la tasa de "litter" caído y contenido de nutrimentos; los elementos móviles como N, P y K son translocados

fuera de los tejidos y retornados a la capa de "litter" antes de los procesos naturales de translocación; mientras que los elementos inmóviles como Ca, Mg, Na, Zn o aquellos acumulados por las plantas son afectados diferentemente por la caída prematura del "litter" lo cual resulta en una relativa disminución en el retorno de estos elementos al piso del bosque. Gosz, Likens & Bormann también hallaron que las diferencias temporales en caída de "litter" son muy grandes, aún cuando ocurren máximas a ciertos tiempos y que el contenido de nutrimentos es aún más variable, aunque ésta es una variedad natural en las concentraciones de nutrimentos de los tejidos de las plantas y de los cambios en el tipo y tiempo de baja caída de "litter". Posteriormente, Gosz, Likens & Bormann (1973) midieron la liberación de nutrimentos del "litter" en descomposición de ramas y hojas en el mismo bosque en New Hampshire, encontrando que la tasa de liberación de nutrimentos está condicionada a la concentración de nutrimentos en el "litter".

Otro tipo de estudios ha sido el de comparar las tasas de producción y descomposición de materia orgánica (M.O.). En este aspecto, Jenny, Gessell & Bingham (1949) compararon estas tasas en regiones templadas y tropicales y hacen notar que la producción anual del "litter" en lugares tropicales es de 8,000

11,000 lb de hojas y ramas, mientras que árboles de sitios templados producen solamente de 800 a 3,000 lb. Las comparaciones, hechas en ese mismo estudio, de los suelos de E. U. y regiones ecuatoriales de Colombia y Sur América muestran que estas regiones tropicales son más ricas en total de Nitrógeno y M. O. Ellos también comprobaron que los suelos de Centro América, al igual que los de Colombia contienen grandes cantidades de M. O.; así como también que el contenido de Nitrógeno y M. O. de los suelos de Costa Rica son muy altos y comparables a los suelos de Colombia. Ewel (1976) investigó la caída de "litter" de hojas y su descomposición en bosques sucesionales de tierras húmedas bajas del Oriente de Guatemala, con especial énfasis en determinar los efectos de la edad de la vegetación, de las especies vegetales y del tipo de suelo sobre la descomposición. Ewel encontró que en tierras bajas tropicales el N es reciclado a tasas 12 veces más grandes que los reportados para la mayoría de bosques templados; esto es debido en parte a la tasa alta de caída de hojas en áreas tropicales y a su alto contenido de N, lo que hace que éstas se descompongan más rápidamente. Se comprobó además, en este estudio, que la edad de la vegetación no influyó en la tasa de descomposición ; sin embargo, esta es más leve si ocurre en áreas claras debido a las condiciones rigurosas en que se ven sometidos los or-

ganismos descomponedores por los amplios rangos de temperatura.

Es un hecho establecido que la M. O. adicionada al suelo es sometida a proceso de descomposición. La adición cuantitativa y la tasa de descomposición dan lugar a pequeñas o grandes acumulaciones de compuestos humoides. La pérdida puede ser por fragmentación de hojas y la subsecuente desaparición de los fragmentos dentro de las capas subyacentes; esto toma lugar cuando el "litter" ha sido considerablemente fragmentado y ha perdido la mayoría de su peso (Minderman, 1968). Bock et al. (1960) describen los resultados de un estudio detallado de pérdidas en peso seco de hojas de "roble" (Quercus petraea) y "fresno" (Fraxinus excelsior) en dos sitios con diferentes contenido de humus, un suelo Mull y un Moder. Submuestras de "litter" de "roble" desaparecieron en tasas similares sobre los dos sitios en los primeros 3 meses, mientras que las submuestras de "fresno" desaparecieron prontamente pero mostraron una diferencia marcada entre los dos sitios. Sobre el Mull, las hojas de "fresno" desaparecieron tan rápidamente que después de 6 meses solamente un poco de nervaduras permanecieron en la red; en cambio, en el suelo Moder la pérdida fue baja y siguió un curso más lento. La alta tasa de pérdida durante las primeras semanas en el "litter" de "fresno" puede explicarse por la disminución de los componentes solubles en agua durante las primeras semanas de descomposición; en el "litter" de "roble" sin-

embargo, las fracciones solubles desaparecen más lentamente que en el de "fresno", lo cual puede explicarse en términos de accesibilidad del material soluble y actividad microbiana. La lixiviación de material soluble es debido a aguas lluvias y al metabolismo de microorganismos, por lo que la humedad es un factor sumamente importante.

La acumulación de "litter" en las capas superiores del suelo representa una fuente potencial de nutrimentos y habitat adecuado para la colonización de microorganismos, especialmente saprófitos. Burges & Raw (1971) exponen que se han realizado muy pocos estudios que combinen la información relativa a la sucesión de organismos que intervienen en la descomposición con los cambios biológicos que tienen lugar desde la caída de la hoja hasta la mineralización del tejido foliar. La mayoría de investigaciones se han dedicado a estudiar las hojas caídas sobre el suelo; estos estudios han establecido que existe sobre ellas una población microbiana considerable. Algunos de los organismos en cuestión son claramente parásitos e invaden los tejidos vivos de las hojas, otros son puramente superficiales y son capaces de vivir sobre sustancias exudadas o difundidas de la hoja. Tansey (1977) considera que poblaciones substanciales de microorganismos viven saprofiticamente sobre la superficie de la mayoría de hojas vivas (filósfera) y que el rol de estos microorganismos es facilitar la nutrición mineral

de las plantas, a través de la hoja, reteniendo minerales depositados por lixiviaciones y también por medio de la presencia de organismos fijadores de nitrógeno. Otros microorganismos activan además los procesos de senectud. Garrett (1963) dice que la mayoría de hojas son parcialmente invadidas por hongos del aire antes de caer y que, debido a su nutrición heterótrofa, estos tienen el rol más importante en los procesos de descomposición de "litter" y árboles en pie. Hudson (1968) encontró que algunos de los colonizadores iniciales son parásitos e invaden tejidos vivos, esta característica les permite establecer ventajas sobre los saprófitos los cuales están probablemente presentes como esporas sobre la superficie. Durante esta sucesión, el substrato empieza progresivamente a disiparse empezando con azúcares y compuestos simples de carbono, continuando con celulosa y finalmente con lignina. Mason (1977) hace notar que no se puede hacer una distinción claramente demarcada entre parásitos y saprófitos en la flora fúngica porque estos pueden cambiar de acuerdo a las circunstancias y que la distribución es primariamente controlada por el substrato u hospedero en los cuales ellos están creciendo. Garrett (1963), Remacle (1971), Gessner (1977). Jackson & Raw (1978) y Fell & Hunter (1979) han considerado a los hongos como agentes primarios de la descomposición debido a su corto ciclo de vida, requerimientos nutricionales mínimos y modo de

nutrición. Una gran variedad de microhongos colonizan la superficie del "litter" potencial de las plantas. Las hojas atrapan esporas, algunas de estas germinan inmediatamente y crecen sobre la superficie de la hoja viviendo de sustancias orgánicas simples tales como azúcares, aminoácidos y iones inorgánicos que son exudados o difundidos fuera de la hoja; estos hongos persisten como habitantes de la superficie aún después de la caída de la hoja (Burgess & Raw, 1971; Mason, 1977). Entre los hongos comunes del aire atrapados por hojas se encuentran: Cladosporium spp., Epicoccum nigrum, Aureobasidium pullulans y Alternaria tenuis; al fragmentarse progresivamente las hojas por la actividad de los hongos y otros microorganismos presentes, sus fragmentos se incorporan dentro del suelo, lo que resulta en el desplazamiento de estos hongos por la flora fúngica verdadera del suelo (e.g. Mortierella, Mucor, Penicillium y Trichoderma) (Mason, 1977).

Entre las pocas investigaciones basadas en sucesiones fúngicas relacionadas con tasas de descomposición, tenemos la de Brandsberg (1969) quien estudió la micoflora involucrada en la degradación de Abies grandis, Pinus ponderosa y Pinus monticola, encontrando una sucesión fúngica evidente a medida que las hojas fueron descomponiéndose; en este estudio no se encontraron diferencias notables de la flora fúngica respecto a las diferen-

tes especies vegetales estudiadas. Frankland (1966) determinó la abundancia relativa de la colonización fúngica en pecíolos decayentes de Pteridium aquilinum (L.) Kuhn y su relación con los cambios de substrato encontrando, a través de la descomposición, una alteración gradual en los patrones de la población y un incremento en el número de colonias cada año. Las colonias incrementaron en los inicios de verano y disminuyeron un poco en el otoño de cada año: La distribución por grupos fue: Moniliales 65 %, Sphaeropsidales 11%, Mucorales 11%, formas estériles 8%, Melanconiales 5%, Basidiomycetes 3% y Ascomycetes 1%. La descomposición pareció estar limitada por la disponibilidad de nutrimentos y el estado físico del substrato y se estimó que la desintegración completa del pecíolo pudiera tomar de 8 a 10 años. Ruscoe (1971) aisló la micoflora de hojas vivas y muertas de Notrhofagus truncata y observó que las colonias de la filósfera muestran una tendencia de desarrollo epífita e hipófito y que esta colonización presentó una máxima actividad en el verano.

Sharma & Mukerji (1972) estudiaron los efectos de variación estacional, temperatura, humedad y pH del suelo en la cantidad y calidad de la micoflora de hojas de algodón (Gossypium hirsutum L.) en diferentes estados de descomposición y reportan que las máximas poblaciones fúngicas se encontraron en las

hojas caídas secas y que estas poblaciones fueron diferentes de aquellas encontradas en las hojas verdes. Gochenaour (1978) examinó la estructura de comunidades de descomponedores oportunistas sobre el horizonte A de un bosque de "roble" y "fresno". La composición y estructura de la comunidad fue basada sobre un análisis de 80 muestras colectadas durante la primavera verano e invierno de 1975; las especies encontradas en más de 80% del número total de colonias fueron Penicillium terlikowskii, P. daleae, Trichoderma pseudokoningii y Oidiodendron Chlamydosporicum. Baker, Dunn & Sakai (1979) investigaron las comunidades fúngicas asociadas con la superficie de hojas de 3 comunidades de plantas vasculares propias de Hawaii: Metrosideros collina var. polymorpha, Acacia Koa y Cheirodendron trigynum var. trigynum. Las especies fúngicas encontradas han sido consideradas cosmopolitas y las diferencias significantes de poblaciones entre ellas fue debido a la anatomía de la hoja; Metrosideros con superficies pubescentes atrapa y retiene más esporas y hospederos fácilmente en comparación con los filodios lisos de Acacia. Los géneros Alternaria, Aureobasidium, Botrytis y Cladosporium, reconocidos colonizadores primarios de las hojas, fueron encontrados en Metrosideros y Acacia, con excepción de Botrytis que estuvo ausente sobre Acacia. La comunidad fúngica de Cheirodendron no pudo ser comparada debido a

los pocos ejemplares de dicha planta. De este mismo trabajo se puede inferir que las poblaciones de hongos de la filósfera en los trópicos son mayores y más complejas que las de los árboles de zonas templadas, pero cualitativamente no difieren mucho ya que los micromicetos aparentan ser cosmopolitas en su mayoría.

3. MATERIALES Y METODOS

3.1 Area de estudio

El Cerro Verde forma parte del macizo Santa Ana- Apaneca y está ubicado entre los 13°49' Latitud Norte y 89°39' Longitud Oeste, su altura es de 2030 m.s n.m. y su fisiografía es ondulada a montañosa muy accidentada. Según el Mapa Pedológico de El Salvador (Rico, 1974), el suelo pertenece a la clase de suelos No. 10 Latosoles y Regosoles- Entisoles (Ustipsamments y Ustipsamments Líticos); además, una gruesa capa de "litter" formado por hojas, ramas y frutos cubren el suelo. El anexo 1 muestra un análisis de dicho suelo.

3.1.1 clima De acuerdo al Almanaque Salvadoreño (Servicio Meteorológico, 1979), el Cerro Verde se encuentra dentro de la definición climática de Köppen, Cwbig (clima tropical de altura). El anexo 2 reporta promedios mensuales climáticos para un período de 5 años de acuerdo a la información proporcionada por el Servicio Meteorológico de la Estación Cerro Verde.

3.1.2. vegetación. Las condiciones climáticas que imperan en este lugar influyen a que los bosques conserven bastante humedad en la estación seca; además, las densas neblinas que casi diariamente se forman dan lugar a una vegetación exuberante y densa. Lauer (1954) y Lötschert (1955) reportan árboles de Quercus y Lauráceas cubiertos de gran cantidad de epifitas. Análisis de

la comprensión de estructura y composición florística de esta área fue realizada por Rosales y Salazar (1976). Montoya y Rosales (1977) realizaron un estudio de plántulas en este lugar y encontraron que Rondeletia laniflora Benth. resultó ser especie dominante. Posteriormente, Rosales (1977) indicó que esta especie tiene marcada influencia altitudinal ya que aparece desde los 1800m.s.n.m. y llega como dominante hacia la cima del Cerro formando manchones, encontrándose de preferencia en zonas de disturbios; así mismo resultó ser la especie que tiene mayor índice de valor de importancia.

3.2. Técnica de Campo.

En la ladera Noroeste (N.O.) del Cerro Verde fue delimitada una área de 100m², dividida teóricamente en cuadrados de 1m por lado, y con Rondeletia laniflora Benth. como la especie dominante (Fig.1). La producción y descomposición de "litter" de R. laniflora y la micoflora involucrada en dichos procesos fueron seguidos durante el período comprendido entre 30 de Octubre de 1979 y el 31 de Mayo de 1980; este período incluyó la estación seca (Diciembre a Abril) y los meses de transición entre las épocas seca y lluviosa (Noviembre y Mayo). La producción de "litter" fue cuantificada empleando el método conocido de "la bolsa de nylon" (Bocock et al., 1960; Curry, 1969); 3 canastitas cúbicas de 50cm por lado, abiertas en la parte superior

y sujetas por un marco de madera, fueron confeccionadas de malla metálica verde con agujeros de 3mm por lado. Las canastas fueron ancladas sobre el piso del bosque a 1m de altura y distribuidas al azar (Fig.2). El contenido de las canastas fue evacuado mensualmente y separado el material vegetal de "papelillo", el cual se transportó en bolsas de polietileno al laboratorio para determinar su peso seco.

La posible tasa de descomposición fue medida utilizando 36 bolsas del mismo material que se utilizó para las canastas aéreas; el tamaño de las bolsas fue de 45 x 25cm (Ewel, 1976) (Fig.3). Gosz, Likens & Bormann (1973) explican que el tamaño de los agujeros, es decir 3mm por lado, permite el ingreso de la mayoría de la fauna del suelo y disminuye la pérdida por fragmentación. Cada bolsa fue llenada con 100gr de hojarasca de "papelillo" que se colectó en el área inmediata al sitio de experimentación; posteriormente, las 36 bolsas se distribuyeron al azar entre el mantillo del área delimitada. El set de bolsas se colocó el 30 de Octubre de 1979; en esta misma fecha se colectaron 3 muestras de 100gr c/u de hojarasca de "papelillo" para obtener su peso seco, el cual se tomó como dato base para las comparaciones con las 3 bolsas del set original que se retiraron mensualmente las cuales se seleccionaron al azar.

3.3. Procedimiento de Laboratorio

Las tasas de producción y descomposición fueron obtenidas en peso seco; método conocido para la estimación de estos parámetros (Bocock et al., 1960; Gosz, Likens & Bormann, 1973), para ello, las muestras se colocaron en una estufa eléctrica a 55°C por 24 horas.

Mensualmente se aisló la flora fúngica, incubando muestras de hojas de 0.1gr c/u, en el fondo de una caja de petri (Fig.4). Se hicieron 12 repeticiones: 6 para "litter" de canastas aéreas y 6 para el "litter" de las bolsas del suelo. Cada muestra fue cubierta con 20 a 25 ml de medio de cultivo "Extracto de Suelo al Frío" ("Cold Soil Extract Medium" = CSEM) modificado de McCabe & Escobar (1979). El medio modificado se prepara de la siguiente manera: 200 gr de suelo fresco de jardín, obtenido en la piscigranja del Departamento de Biología, fue colocado en un frasco de Erlenmeyer de 1 litro, al suelo se le agregan 600ml de agua destilado y se deja la mezcla en reposo durante una hora. Se filtra el extracto por un papel filtro Whatman No 1, al filtrado se le agrega suficiente agua para hacer un volumen de 500ml y luego se complementa con 0.25gr de extracto de levadura, 0.25gr de extracto de malta, 1gr de almidón soluble y 9gr de agar. El medio se esteriliza a 15 lb de presión por 15 minutos. Las

cajas de petri fueron incubadas en posición invertida durante 3 a 4 días a temperatura ambiente.

Para la determinación de las especies se tomó principalmente el tipo de conidiogénesis y aspectos morfológicos como el color y forma de la colonia, auxiliándose para ello de bibliografía específica de acuerdo al grupo o grupos de los hongos presentes. Entre los principales trabajos usados en la determinación tenemos los de Smith (1954), Gilman (1963), von Arx (1970), Barnett & Hunter (1972), Barron (1972), Domsch & Gams (1972), Kendrick & Carmichael (1973), Ainsworth, Sparrow & Sussman (1973 a, 1973 b) y Escobar (1979).

3.4 Análisis Estadístico.

La presencia de las especies fue determinada por el porcentaje de frecuencia que se obtiene dividiendo el número de muestreos positivos entre el número total de muestreos y multiplicado por cien. La densidad relativa se calculó de la siguiente manera: número de colonias de una especie muestreada entre el total de colonias obtenidas y multiplicado por cien. Asimismo se estableció la similitud de las poblaciones fúngicas del "litter" de las canastas aéreas y del "litter" de las bolsas del suelo (vide Gochenaur, 1978; Baker, Dunn & Sakai, 1979), para ello se utilizó el Índice de Similitud Modificado de Sorensen "Sorensen Similarity Quotient ":

$$SQ = \frac{2c}{n_1 + n_2} \times 100$$

en donde: c = en número de especies comunes entre el sitio 1
y 2.

n_1 = el número de especies en el sitio 1 ("litter"
de canastas aéreas).

n_2 = el número de especies en el sitio 2 ("litter"
de las bolsas del suelo.



Fig. 1. Vista parcial del área de 100m² delimitada en el sitio de estudio



Fig. 2. Canasta aérea para recolectar la producción de "litter" de R. laniflora.



Fig. 3. Bolsa del suelo para cuantificar la descomposición del "litter" de R. laniflora .

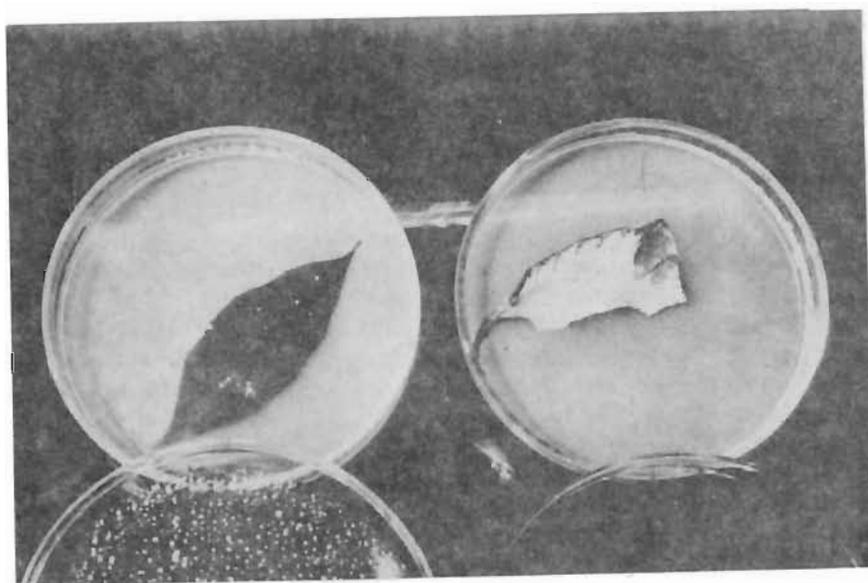


Fig. 4. Cajas de petri conteniendo 0.1 gr de "litter" de R. laniflora para incubación de la flora fúngica

4. RESULTADOS

A través del período de estudio, fueron realizados siete muestreos a fin de determinar las tasas de producción y descomposición del "litter" de "papelillo" (Rondeletia laniflora). Los datos del primero y tercer muestreo no son reportados debido a que hubo pérdida accidental de las muestras de ambos parámetros. El valor de 35.44gr. fue el resultado obtenido del peso seco de las 3 muestras de 100gr. c/u tomado como dato base para seguir el patrón de la descomposición. Los datos de producción y descomposición obtenidos son dados en la Tabla 1.

Los datos de la producción mensual de "litter" indican una disminución notable en el mes de Febrero y un incremento máximo en el mes de Mayo. En base a los datos obtenidos, se estimó la producción anual en 2.0 ton/ha/año. La Fig. 5 ilustra estos resultados en gr/m^2 .

La pérdida en peso seco, dada en gr/m^2 (Tabla 1), de las hojas del material en estudio indica que no hubo diferencias significativas a excepción del muestreo número 2 en que hubo una pequeña pérdida de 4.66 gr/m^2 y una leve disminución de 3.36 gr/m^2 en el muestreo 5. Los datos obtenidos en los muestreos 4, 5 y 6 no reportan cambios en el peso con respecto al dato inicial. La Fig. 6 muestra el curso de la descomposición.

Un total de 1238 colonias fueron examinadas durante el periodo que duró esta investigación; de ese total, 1227 colonias fueron determinadas y el resto asignadas como "mycelia sterilia". El "litter" de las canastas aéreas contribuyó con 779 colonias distribuidas en 57 especies. La comparación del número de especies por mes indica que en Febrero la variedad fue mayor ya que se obtuvieron 37 especies, en cambio en Mayo éstas se redujeron a 6. El total mensual de colonias también indica el número máximo de hongos en Febrero y el mínimo en Mayo. Trichoderma viride, Cladosporium herbarum y Aspergillus glaucus, las tres especies con mayor número de colonias, no se reportan en el mes de Mayo. La Tabla 2 presenta la comparación mensual en número de colonias de cada especie. La comunidad fúngica del "litter" de las bolsas en el suelo reveló 459 colonias distribuidas en 51 especies. La comparación mensual muestra que ninguno de los meses presentó mayor diversidad. Mortierella microspora y Trichoderma viride fueron las únicas 2 especies que permanecieron presentes durante todo el periodo de estudio. La Tabla 3 detalla el listado de especies y el número mensual de colonias de cada una de ellas.

La distribución de especies representa la frecuencia y densidad relativa en el "litter" de las canastas aéreas e indica

que en el grupo de los Zygomycetes Mortierella microspora presentó 71.43 % de frecuencia y su densidad relativa fue de 4.11%, sin embargo, el género Rhizopus, representado por 3 especies, presentó un 81.71 % de frecuencia y una densidad relativa de 3.47 %. De los Ascomycetes, Galasinospora reticulispora fue la especie dominante con un 71.43 % de frecuencia y una densidad relativa de 2.70%; pero al igual que en los Zygomycetes, hubo un género (Chaetomium) representado por tres especies que presentó una frecuencia alta (71.43 %) y una mayor densidad relativa (3.21 %). Coprinus sp. fue el único representante del grupo de los Basidiomycetes con una densidad relativa de solamente 0.13 %. El grupo de los Deuteromycetes contribuyó con 644 colonias de la población total de 779; las especies con mayor número de colonias, frecuencia y densidad relativa fueron Cladosporium herbarum, Trichoderma viride, Aspergillus glaucus, Fusarium sp.₁, Phoma sp.₁, Pestalotia sp. y Fusarium sp.₂. De estas especies, las tres primeras fueron las dominantes de todos los hongos del "litter" de las canastas aéreas ya que ellas, en conjunto, contribuyeron con casi el 40% de la densidad relativa total. La Tabla 4 muestra las especies dominantes y la diversidad de especies en general en el "litter" del aire.

En el "litter" de las bolsas en el suelo, la representación por frecuencia y densidad relativa indican, que entre los Zygomycetes, Mortierella microspora fue la especie dominante con 100%

de frecuencia y 13.07 % densidad relativa. Entre los Ascomycetes, Gelasinospora reticulispora fue la especie que mostró mayor frecuencia y densidad relativa, 42.86 % y 5.45 % respectivamente. El grupo de los Deuteromycetes presentó el mayor número de colonias, 295 de un total de 459. Las especies dominantes de este grupo fueron Trichoderma viride, con 100% de frecuencia y 28.54 % densidad relativa, Pestalotia sp. con 71.43 % de frecuencia y 5.66 % densidad relativa. En general, en el "litter" del suelo, Mortierella microspora y Trichoderma viride fueron las especies dominantes ya que ambos mostraron 100% frecuencia y entre las dos contribuyeron con más del 40% de la densidad relativa total. La Tabla 5, presenta la distribución de las especies por su dominancia en el "litter" de las bolsas del suelo.

Las fluctuaciones de Mortierella microspora, la especie dominante de los Zygomycetes, son mostradas en la Fig. 7. En dichas curvas se observa que el número de colonias en el "litter" de las bolsas del suelo se mantuvo casi constante en los meses de Noviembre, Diciembre, Enero y Febrero, luego se fue incrementando hasta alcanzar un máximo en Abril; en Mayo la población bajó bruscamente. En el "litter" de las canastas aéreas su comportamiento fue diferente, presentado un máximo en el mes de Enero y bajando a cero en Febrero y Marzo ; en

Mayo, a como las poblaciones de las bolsas del suelo bajaban, las del "litter" del aire alcanzaban su máximo.

Gelasinospora reticulispora resultó ser la especie dominante del grupo de los Ascomycetes para el "litter" del aire y bolsas en el suelo. Su comportamiento poblacional fue bastante similar en ambos sitios; durante Noviembre y Diciembre presentó un mayor número de colonias, y no se encontró en el mes de Mayo. La Fig. 8 ilustra las fluctuaciones mensuales de esta especie.

Trichoderma viride y Cladosporium herbarum fueron las especies dominantes del grupo de los Deuteromycetes. Trichoderma viride exhibe un comportamiento casi similar para ambos sitios, a excepción de Febrero en el cual ocurre un incremento para el "litter" del aire y a la vez una disminución en el mismo mes para las bolsas del suelo; este comportamiento fue inverso en el mes de Marzo ya que el incremento fue para el "litter" de las bolsas del suelo y la disminución para las colonias del "litter" del aire Fig. 9. La población de C. herbarum en el suelo fluctuó muy poco con un número de colonias bastante bajo. En el "litter" de las canastas aéreas el número de colonias fue alto y presentó un máximo en Febrero y un incremento en Abril. En la Fig. 10, se ilustran las fluctuaciones de las poblaciones de este hongo para los dos sitios. Las otras

especies abundantes de Deuteromycetes siguen aproximadamente los mismos modelos poblacionales anteriormente descritos. Así tenemos que Pestalotia sp. presenta las dos poblaciones más o menos iguales, como en el caso de T. viride. En cambio, Aspergillus glaucus, Fusarium sp.₁, Fusarium sp.₂ y Phoma sp.₁ exhiben el modelo de C. herbarum; es decir, la población aérea relativamente alta y con bastantes fluctuaciones, mientras que la del suelo es constantemente baja.

Las comunidades fúngicas, tanto para el "litter" de las canastas aéreas como para el "litter" de las bolsas en el suelo, fueron dominadas por miembros de los Deuteromycetes. Este grupo representó el 82.67 % y el 64.27% respectivamente. El resto de la población fue de 11.30% y 27.67 % de Zygomycetes y 5.90 % y 8.06 % de Ascomycetes. La población de los Basidiomycetes fue de 0.13 % y este grupo solamente se encontró en las canastas aéreas. Las Figs. 11 y 12, ilustran estos resultados.

La distribución de las especies, representadas por su frecuencia, para las comunidades fúngicas del "litter" de las canastas aéreas, nos indica que el mayor número de especies (19) ocurren con la frecuencia más baja (1-20%) y con una densidad de solamente 5.78% (Fig. 13). También se nota

en esta distribución que solamente 5 especies, con una alta densidad (34.92 %), fueron encontradas en casi todo el período de muestreo (frecuencia 81-100 %). Bajo este mismo análisis se procesaron las poblaciones del "litter" de las bolsas en el suelo y éstas presentaron el mismo modelo; es decir, el mayor número de especies (26) con la frecuencia más baja (F = 20 %) y poca densidad (14.41 %). Solamente 3 especies permanecieron en el transcurso de casi todo el muestreo (frecuencia 81-100 %) y con una densidad bastante alta (44.44 %) (Fig. 14).

De las 69 especies obtenidas durante todo el muestreo para los dos sitios, 18 de éstas resultaron restringidas en el "litter" de las canastas del aire y 12 en las bolsas del suelo. La flora fúngica del "litter" del suelo presentó 5 hongos específicos de los Zygomycetes; este grupo no tuvo ninguno específico para el "litter" de las canastas aéreas. La distribución de los Ascomycetes fue casi similar en ambos sitios. Es notorio que el grupo de los Deuteromycetes contribuyó con 16 hongos específicos en la flora del aire en comparación con 5 del "litter" de las bolsas del suelo. La Tabla 6, ilustra esta distribución.

La comparación de las poblaciones fúngicas para el "litter"

de las conchas aéreas y del suelo, demuestra 39 especies comunes (Tabla 7). Utilizando el método modificado de Sorrensen, se obtiene un QS = 72,22 % entre las dos poblaciones.

TABLA 1. DATOS SOBRE PRODUCCION Y DESCOMPOSICION DE Rondeletia laniflora DURANTE 7 MESES DE MUESTREO, DEL 30 DE OCTUBRE DE 1979 AL 31 DE MAYO DE 1980.

| Muestreo | Producción Peso seco (gr) | Descomposición Peso seco (gr) |
|----------|---------------------------|--------------------------------|
| Inicial | 0 | 35.44 |
| 1 | Pérdida accidental | Pérdida accidental |
| 2 | 12 | 30.78 |
| 3 | Pérdida accidental | Pérdida accidental |
| 4 | 4.4 | 35.44 |
| 5 | 13.7 | 32.00 |
| 6 | 10.3 | 35.44 |
| 7 | 21.3 | 35.44 |

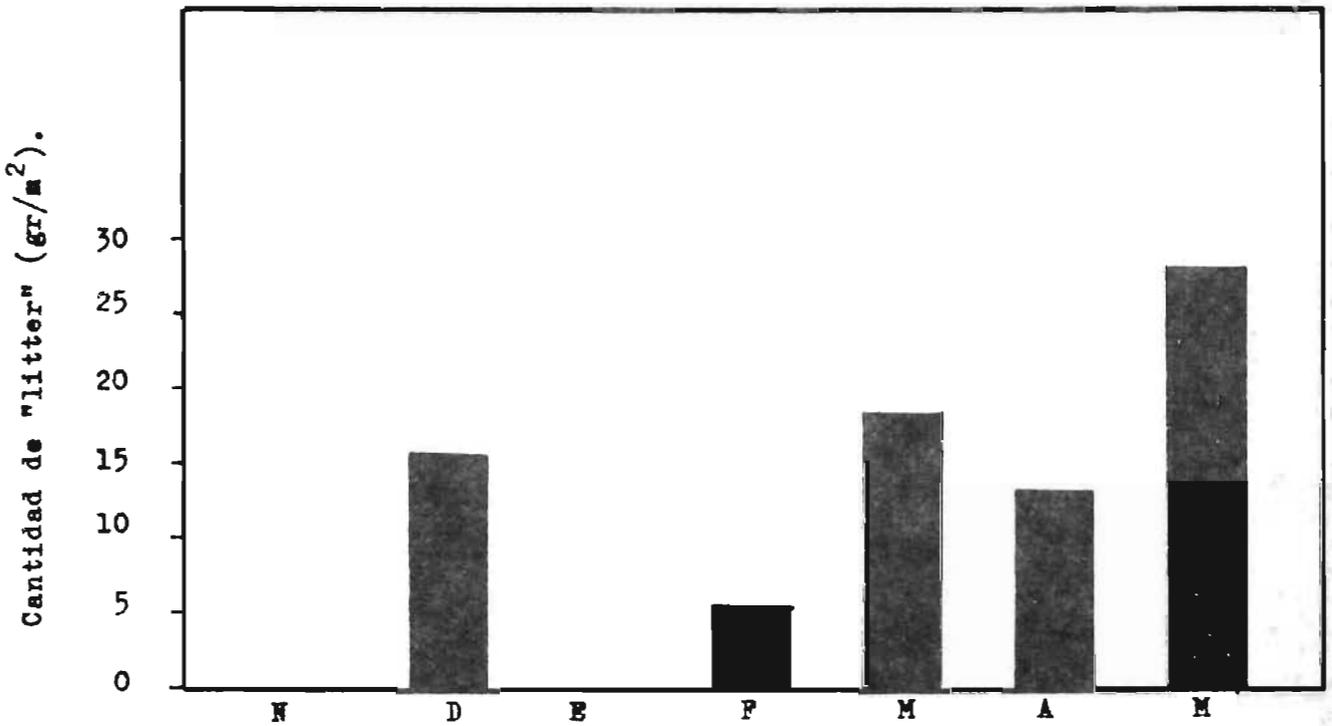


Fig. 5. Tasa de producción de "litter" de "papelillo" (Rondeletia laniflora) durante 7 meses de muestreo en el Cerro Verde.

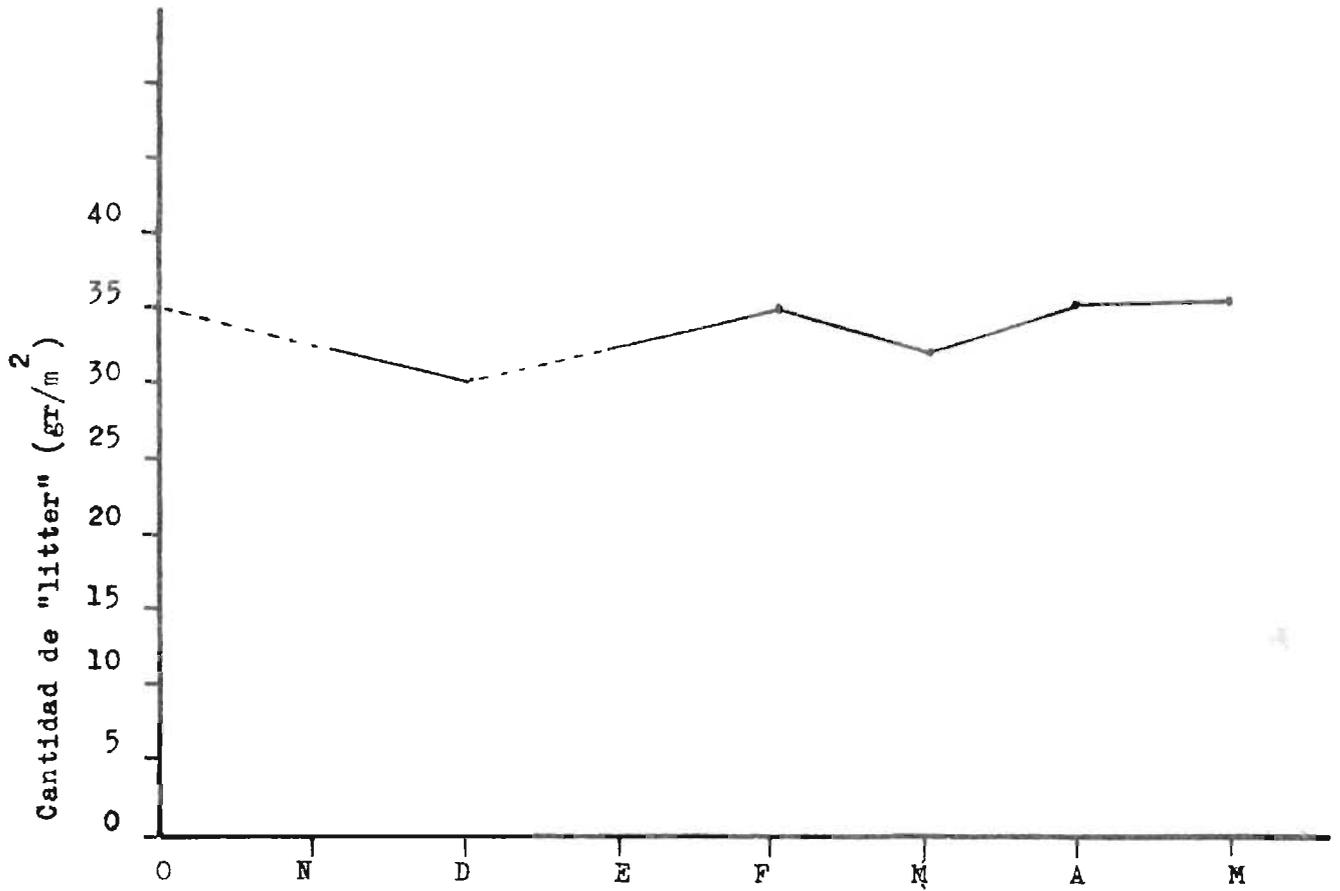


Fig. 6. Tasa de descomposición de "litter" de "papelillo" (Rondeletia laniflora) durante 7 meses de muestreo en el Cerro Verde.

TABLA 2. COMPARACION MENSUAL DEL NUMERO DE COLONIAS DE
CADA ESPECIE FUNGICA ENCONTRADA EN EL "LITTER"
DE LAS CANAS/OAS AEREAS.

| | E | D | E | F | M | A | M |
|------------------------------------|----|---|---|---|---|---|----|
| ZYCOMYCETES | | | | | | | |
| <u>Blakeslea trispora</u> | 7 | 5 | | | | | |
| <u>Choanephora cucurbitarum</u> | 11 | 6 | | | | | |
| <u>Mortierella microspora</u> | 3 | 3 | 9 | | | 1 | 16 |
| <u>Rhizopus echinatus</u> | | 2 | | 3 | | | |
| <u>Rhizopus oryzae</u> | | | 5 | | | | |
| <u>Rhizopus stolonifer</u> | | | | 3 | 5 | 5 | 4 |
| ASCOMYCETES | | | | | | | |
| <u>Chaetomium sp. 1</u> | 1 | 5 | | 2 | 1 | 4 | |
| <u>Chaetomium sp. 2</u> | | | | 4 | 1 | 6 | |
| <u>Chaetomium sp. 3</u> | | | | | | 1 | |
| <u>Gelasinospora reticulispora</u> | 10 | 4 | 3 | 1 | | 3 | |
| BASIDIOMYCETES | | | | | | | |
| <u>Coprinus sp.</u> | 1 | | | | | | |
| DEUTEROMYCETES | | | | | | | |
| <u>Acremonium sp.</u> | | | | 2 | 1 | | |
| <u>Amblyosporium spongiosum</u> | | | | | | 1 | |
| <u>Alternaria aff. tenuis</u> | | 5 | | | 7 | | |
| <u>Aspergillus candidus</u> | 1 | | | | | | |

| | N | D | E | F | M | A | M |
|---|---|----|----|----|----|----|---|
| Cont. DEUTEROMYCETES | | | | | | | |
| <u>Aspergillus clavatus</u> | | | | 1 | | | |
| <u>Aspergillus flavus</u> | | | | | | 12 | |
| <u>Aspergillus fumigatus</u> | | 1 | | 2 | 2 | 4 | |
| <u>Aspergillus glaucus</u> | 1 | 8 | 1 | 13 | 8 | 43 | |
| <u>Aspergillus oryzae</u> | | 2 | | | 1 | | |
| <u>Aspergillus tamarii</u> | | | | 1 | | | |
| <u>Aspergillus versicolor</u> | | | | 8 | | | |
| <u>Bipolaris</u> sp. | 2 | 7 | | | | 1 | |
| <u>Chrysosporium</u> aff. <u>merdarium</u> | | 7 | | 1 | | 1 | |
| <u>Cladosporium herbarum</u> | 4 | | 10 | 59 | 13 | 30 | |
| <u>Curvularia lunata</u> | 2 | | 2 | 4 | 1 | 4 | 1 |
| <u>Cylindrocladium</u> aff. <u>parvum</u> | | | | 1 | | | |
| <u>Drechslera</u> aff. <u>spicifera</u> | | | | 1 | | 1 | |
| <u>Fusarium</u> sp. 1 | 6 | 5 | 7 | 7 | 7 | 13 | |
| <u>Fusarium</u> sp. 2 | | | | 9 | 2 | 6 | 3 |
| <u>Fusarium</u> sp. 3 | | | | 2 | 3 | | |
| <u>Geotrichum candidum</u> | | | | 2 | | | |
| <u>Gilmaniella humicola</u> | | 9 | | 4 | | | |
| <u>Gliocladium roseum</u> | 3 | 3 | | | | | |
| <u>Gonatobotryum</u> aff. <u>spiculatum</u> | | 14 | 3 | | | | |

| | N | D | E | F | M | A | M |
|--|----|---|----|----|----|----|---|
| Cont. DEUTEROMYCETES | | | | | | | |
| <u>Haplographium</u> aff. <u>bicolor</u> | | | 1 | | | | |
| <u>Monilia</u> sp. ₁ | | | | 4 | | | |
| <u>Monilia</u> sp. ₂ | | | 9 | | 4 | | |
| <u>Nigrospora</u> aff. <u>oryzae</u> | | | | 1 | 3 | 2 | |
| <u>Oidiiodendron</u> sp. | | | | 1 | | 2 | |
| <u>Penicillium</u> sp. ₁ | | | | 1 | | 1 | 2 |
| <u>Penicillium</u> sp. ₂ | | | | | 1 | | |
| <u>Penicillium</u> sp. ₃ | | | 1 | 4 | 1 | 2 | |
| <u>Pestalotia</u> sp. | 10 | 5 | 4 | 8 | 2 | 2 | |
| <u>Phoma</u> sp. ₁ | 1 | | | 5 | 2 | 25 | |
| <u>Phoma</u> sp. ₂ | | | 2 | 2 | 1 | | |
| <u>Rhizoctonia</u> sp. | 6 | 6 | | 1 | | | |
| <u>Sepedonium</u> <u>chrysospermum</u> | | | | | | 1 | |
| <u>Stachybotrys</u> <u>chartarum</u> | 2 | | | 1 | | | |
| <u>Stephanoma</u> <u>strigosum</u> | | | | | | 1 | |
| <u>Thielaviopsis</u> <u>basicola</u> | 1 | | | | | | |
| <u>Trichoderma</u> sp. ₁ | | 3 | | 6 | | 1 | |
| <u>Trichoderma</u> sp. ₂ | | | | 1 | | 1 | |
| <u>Trichoderma</u> <u>viride</u> | 15 | 6 | 14 | 26 | 16 | 31 | |
| <u>Verticillium</u> sp. ₁ | | | | 2 | 1 | | 1 |
| <u>Verticillium</u> sp. ₂ | | | | 1 | | | |

| | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 |
|---------------------------|----|-----|----|-----|----|-----|----|
| Cont. DEUTEROMYCETES | | | | | | | |
| mycelia sterilia sp.1 | | | 1 | 2 | | | |
| Total mensual de colonias | 86 | 106 | 77 | 196 | 83 | 204 | 27 |
| Total mensual de especies | 19 | 20 | 16 | 37 | 22 | 28 | 6 |

TABLA 3. COMPARACION MENSUAL DEL NUMERO DE COLONIAS DE CADA ESPECIE FUNGICA ENCONTRADA EN EL "LITTER" DE LAS BOLSAS DEL SUELO.

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|------------------------------------|----|----|---|---|----|----|---|
| ZYGOMYCETES | | | | | | | |
| <u>Absidia cylindrospora</u> | | | | | 1 | 1 | 1 |
| <u>Blakeslea trispora</u> | 7 | 8 | | | | 1 | |
| <u>Choanephora cucurbitarum</u> | | 3 | | 4 | 1 | 3 | |
| <u>Cunninghamella elegans</u> | | | | | | | 1 |
| <u>Mortierella humicola</u> | 1 | | | | | | |
| <u>Mortierella microspora</u> | 9 | 6 | | 6 | 10 | 13 | 4 |
| <u>Rhizopus arrhizus</u> | | | 1 | | | | |
| <u>Rhizopus echinatus</u> | | 4 | | 4 | 3 | | |
| <u>Rhizopus oryzae</u> | | | | | | | |
| <u>Rhizopus stolonifer</u> | | | | 3 | 2 | | |
| <u>Thamnidium elegans</u> | | | | | | | 2 |
| ASCOMYCETES | | | | | | | |
| <u>Chaetomium sp. 1</u> | | | 1 | 4 | 1 | | |
| <u>Chaetomium sp. 2</u> | | | | | | 1 | 1 |
| <u>Gelasinospora reticulispora</u> | 11 | 10 | | 4 | | | |
| <u>Melanconium sp.</u> | | | | 2 | | | |
| <u>Sordaria fimicola</u> | | | 2 | | | | |

| | | J | F | M | A | H |
|---|---|---|---|---|---|---|
| <u>DEUTEROMYCETES</u> | | | | | | |
| <u>Acremonium</u> sp. | 2 | | | | | |
| <u>Alternaria</u> aff. <u>tenuis</u> | | | | | | 1 |
| <u>Aspergillus</u> <u>glaucus</u> | | 2 | 1 | 3 | | |
| <u>Aspergillus</u> <u>flavus</u> | 1 | | | | | |
| <u>Aspergillus</u> <u>oryzae</u> | | | | 1 | | |
| <u>Aspergillus</u> <u>tamaritii</u> | | 1 | | | | |
| <u>Bipolaris</u> sp. | | 3 | | | | |
| <u>Cladosporium</u> <u>herbarum</u> | | 2 | | 6 | 1 | |
| <u>Curvularia</u> <u>lunata</u> | | | 1 | 1 | | |
| <u>Cylindrocladium</u> aff. <u>parvum</u> | 5 | | | | 2 | |
| <u>Fusarium</u> sp. ₁ | | 1 | 3 | 2 | 3 | 2 |
| <u>Fusarium</u> sp. ₂ | | | 3 | 3 | 2 | 2 |
| <u>Geotrichum</u> <u>candidum</u> | 2 | | | | 1 | |
| <u>Gilmaniella</u> <u>humicola</u> | | | | 4 | | |
| <u>Gliocladium</u> <u>roseum</u> | 1 | | | | | |
| <u>Helminthosporium</u> sp. | | | | | | 4 |
| <u>Humicola</u> <u>grisea</u> | | | | | | 3 |
| <u>Monilia</u> sp. ₁ | | | 3 | | | |
| <u>Monilia</u> sp. ₂ | | | 1 | | | |
| <u>Nigrospora</u> aff. <u>oryzae</u> | | | 2 | | 1 | 3 |
| <u>Penicillium</u> sp. ₁ | 4 | | 1 | | | |
| <u>Penicillium</u> sp. ₂ | | | | 1 | | 2 |

| | | | | | M | | |
|---|----|----|----|----|----|----|----|
| Cont. DEUTEROMYCETES | | | | | | | |
| <u>Penicillium</u> sp. ₃ | | | | | 2 | | |
| <u>Pestalotia</u> sp. | 8 | 19 | | 1 | 1 | | |
| <u>Phoma</u> sp. ₁ | 1 | | 2 | | | | |
| <u>Stachybotrys chartarum</u> | | 3 | | | | | |
| <u>Thermomyces</u> aff. <u>verrucosus</u> | | | | 1 | 1 | | |
| <u>Thielaviopsis basicola</u> | 1 | | | | | | |
| <u>Trichoderma</u> sp. ₁ | | 4 | | 1 | | | |
| <u>Trichoderma</u> sp. ₂ | | 1 | | | | | |
| <u>Trichoderma viride</u> | 13 | 5 | 13 | 12 | 40 | 33 | 15 |
| <u>Ulocladium</u> aff. <u>consortiale</u> | | | | | | | 1 |
| <u>Verticillium</u> sp. ₁ | | | | 2 | 3 | | 2 |
| mycelia sterilia sp. ₁ | | 3 | | | | | |
| mycelia sterilia sp. ₂ | | | 2 | | | | |
| Total mensual de colonias | 83 | 64 | 55 | 64 | 82 | 61 | 50 |
| Total mensual de especies | 16 | 12 | 17 | 18 | 18 | 11 | 13 |

TABLA 4. NUMERO DE COLONIAS, FRECUENCIA Y DENSIDAD RELATIVA
DE LOS HONGOS AISLADOS DEL "LITTER" DE LAS CANASTAS
AEREAS.

| | Número colonias | Frec. (%) | Dens. Rel. (%) |
|------------------------------------|--------------------|-----------|-------------------|
| ZYGOMYCETES | | | |
| <u>Mortierella microspora</u> | 32 | 71.43 | 4.11 |
| <u>Choanephora cucurbitarum</u> | 17 | 28.57 | 2.18 |
| <u>Rhizopus stolonifer</u> | 17 | 57.14 | 2.18 |
| <u>Blakeslea trispora</u> | 12 | 28.57 | 1.54 |
| <u>Rhizopus echinatus</u> | 5 | 28.57 | 0.64 |
| <u>Rhizopus oryzae</u> | 5 | 14.29 | 0.64 |
| ASCOMYCETES | | | |
| <u>Gelasinospora reticulispora</u> | 21 | 71.43 | 2.70 |
| <u>Chaetomium sp. 1</u> | 13 | 71.43 | 1.67 |
| <u>Chaetomium sp. 2</u> | 11 | 42.86 | 1.41 |
| <u>Chaetomium sp. 3</u> | 1 | 14.29 | 0.13 |
| BASIDIOMYCETES | | | |
| <u>Coprinus sp.</u> | 1 | 14.29 | 0.13 |
| DEUTEROMYCETES | | | |
| <u>Cladosporium herbarum</u> | 116 | 71.43 | 14.89 |
| <u>Trichoderma viride</u> | 108 | 85.71 | 13.86 |
| <u>Aspergillus glaucus</u> | 74 | 85.71 | 9.50 |

| | Número de colonias | Frec. (%) | Dens. Rel. (%) |
|---|-----------------------|-----------|-------------------|
| Cont. DEUTEROMYCETES | | | |
| <u>Fusarium</u> sp. ₁ | 45 | 85.71 | 5.78 |
| <u>Phoma</u> sp. ₁ | 35 | 71.43 | 4.49 |
| <u>Pestalotia</u> sp. | 31 | 85.71 | 3.98 |
| <u>Fusarium</u> sp. ₂ | 20 | 57.14 | 2.57 |
| <u>Gonatobotryum</u> aff. <u>apiculatum</u> | 17 | 28.57 | 2.18 |
| <u>Curvularia</u> <u>lunata</u> | 14 | 85.71 | 1.80 |
| <u>Gilmaniella</u> <u>humicola</u> | 13 | 28.57 | 1.67 |
| <u>Monilia</u> sp. ₂ | 13 | 28.57 | 1.67 |
| <u>Rhizoctonia</u> sp. | 13 | 42.86 | 1.67 |
| <u>Alternaria</u> aff. <u>tenuis</u> | 12 | 28.57 | 1.54 |
| <u>Aspergillus</u> <u>flavus</u> | 12 | 14.28 | 1.54 |
| <u>Bipolaris</u> sp. | 10 | 42.86 | 1.28 |
| <u>Trichoderma</u> sp. ₁ | 10 | 42.86 | 1.28 |
| <u>Aspergillus</u> <u>fumigatus</u> | 9 | 57.14 | 1.16 |
| <u>Chrysosporium</u> aff. <u>merdarium</u> | 9 | 42.86 | 1.16 |
| <u>Aspergillus</u> <u>versicolor</u> | 8 | 14.29 | 1.03 |
| <u>Penicillium</u> sp. ₃ | 8 | 57.14 | 1.03 |
| <u>Gliocladium</u> <u>roseum</u> | 6 | 28.57 | 0.77 |
| <u>Microspora</u> aff. <u>oryzae</u> | 6 | 42.86 | 0.77 |
| <u>Fusarium</u> sp. ₃ | 5 | 28.57 | 0.64 |

| | Número de colonias | Frec. (%) | Dens. Rel. (%) |
|--|-----------------------|-----------|-------------------|
| Cont. DEUTEROMYCETES | | | |
| <u>Phoma</u> sp. 2 | 5 | 42.86 | 0.64 |
| <u>Monilia</u> sp. 1 | 4 | 14.29 | 0.51 |
| <u>Penicillium</u> sp. 1 | 4 | 42.86 | 0.51 |
| <u>Verticillium</u> sp. 1 | 4 | 42.86 | 0.51 |
| <u>Acremonium</u> sp. | 3 | 28.57 | 0.38 |
| <u>Aspergillus oryzae</u> | 3 | 28.57 | 0.38 |
| <u>Drechslera</u> aff. <u>spicifera</u> | 2 | 28.57 | 0.26 |
| <u>Geotrichum candidum</u> | 2 | 14.29 | 0.26 |
| <u>Oidiodendron</u> sp. | 2 | 28.57 | 0.26 |
| <u>Stachybotrys chartarum</u> | 2 | 28.57 | 0.26 |
| <u>Trichoderma</u> sp. 2 | 2 | 28.57 | 0.26 |
| <u>Amblyosporium spongiosum</u> | 1 | 14.29 | 0.13 |
| <u>Aspergillus candidus</u> | 1 | 14.29 | 0.13 |
| <u>Aspergillus clavatus</u> | 1 | 14.29 | 0.13 |
| <u>Aspergillus tamarii</u> | 1 | 14.29 | 0.13 |
| <u>Cylindrocodium</u> aff. <u>parvum</u> | 1 | 14.29 | 0.13 |
| <u>Haplographium</u> aff. <u>bicolor</u> | 1 | 14.29 | 0.13 |
| <u>Penicillium</u> sp. 2 | 1 | 14.29 | 0.13 |
| <u>Sepedonium chrysospermum</u> | 1 | 14.29 | 0.13 |
| <u>Stephanoma strigosum</u> | 1 | 14.29 | 0.13 |

| | Número de colonias | Frec. (%) | Dens. Rel. (%) |
|--|-----------------------|-----------|-------------------|
| Cont. DEUTEROMYCETES | | | |
| <u>Thielaviopsis basicola</u> | 1 | 14.29 | 0.13 |
| <u>Verticillium sp.</u> ₂ | 1 | 14.29 | 0.13 |
| <u>mycelia sterilia sp.</u> ₁ | 6 | 29.57 | 0.77 |

TABLA 5. NUMERO DE COLONIAS, FRECUENCIA Y DENSIDAD RELATIVA DE
LOS HONGOS AISLADOS DEL "LITTER" DE LAS BOLSAS DEL SUELO.

| | Número de colonias | Frec. (%) | Dens. Rel. (%) |
|------------------------------------|-----------------------|-----------|-------------------|
| ZYCOMYCETES | | | |
| <u>Mortierella microspora</u> | 60 | 100 | 13.07 |
| <u>Blakeslea trispora</u> | 16 | 42.86 | 3.49 |
| <u>Choanephora cucurbitarum</u> | 16 | 71.43 | 3.49 |
| <u>Rhizopus echinatus</u> | 11 | 42.86 | 2.40 |
| <u>Rhizopus stolonifer</u> | 10 | 28.57 | 2.16 |
| <u>Rhizopus oryzae</u> | 6 | 14.29 | 1.31 |
| <u>Absidia cylindrospora</u> | 3 | 42.86 | 0.65 |
| <u>Thamnidium elegans</u> | 2 | 14.29 | 0.44 |
| <u>Cunninghamella elegans</u> | 1 | 14.29 | 0.22 |
| <u>Mortierella humicola</u> | 1 | 14.29 | 0.22 |
| <u>Rhizopus arrhizus</u> | 1 | 14.29 | 0.22 |
| ASCOMYCETES | | | |
| <u>Gelasinospora reticulispora</u> | 25 | 42.86 | 5.45 |
| <u>Chaetomium sp. 1</u> | 6 | 42.86 | 1.31 |
| <u>Chaetomium sp. 2</u> | 2 | 28.57 | 0.44 |
| <u>Melanomma sp.</u> | 2 | 14.29 | 0.44 |
| <u>Sordaria fimicola</u> | 2 | 14.29 | 0.44 |

| | Número de colonias | Frec. (%) | Dens. Rel. (%) |
|---|-----------------------|-----------|-------------------|
| Cont. DEUTEROMYCETES | | | |
| <u>Trichoderma viride</u> | 131 | 100 | 29.54 |
| <u>Pestalotia</u> sp. | 26 | 71.43 | 5.66 |
| <u>Acremonium</u> sp. | 13 | 14.29 | 2.83 |
| <u>Fusarium</u> sp. ₁ | 13 | 85.71 | 2.83 |
| <u>Aspergillus glaucus</u> | 11 | 57.14 | 2.40 |
| <u>Cladosporium herbarum</u> | 10 | 42.86 | 2.18 |
| <u>Fusarium</u> sp. ₂ | 10 | 57.14 | 2.18 |
| <u>Cylindrocladium</u> aff. <u>parvum</u> | 7 | 28.57 | 1.53 |
| <u>Verticillium</u> sp. ₁ | 7 | 42.86 | 1.53 |
| <u>Nigrospora</u> aff. <u>oryzae</u> | 6 | 42.86 | 1.31 |
| <u>Hemicola grisea</u> | 5 | 14.29 | 1.09 |
| <u>Penicillium</u> sp. ₁ | 5 | 28.57 | 1.09 |
| <u>Trichoderma</u> sp. ₁ | 5 | 28.57 | 1.09 |
| <u>Gilmaniella humicola</u> | 4 | 14.29 | 0.87 |
| <u>Helminthosporium</u> sp. | 4 | 14.29 | 0.87 |
| <u>Bipolaris</u> sp. | 3 | 14.29 | 0.65 |
| <u>Geotrichum candidum</u> | 3 | 28.57 | 0.65 |
| <u>Monilia</u> sp. ₁ | 3 | 14.29 | 0.65 |

| | Número de colonias | Frec. (%) | Dens. Rel. (%) |
|---|-----------------------|-----------|-------------------|
| Cont. DEUTEROMYCETES | | | |
| <u>Penicillium</u> sp. ₂ | 3 | 28.57 | 0.65 |
| <u>Phoma</u> sp. ₁ | 3 | 28.57 | 0.65 |
| <u>Stachybotrys chartarum</u> | 3 | 14.29 | 0.65 |
| <u>Curvularia lunata</u> | 2 | 28.57 | 0.44 |
| <u>Penicillium</u> sp. ₃ | 2 | 28.57 | 0.44 |
| <u>Thermomyces</u> aff. <u>verrucosus</u> | 2 | 14.29 | 0.44 |
| <u>Alternaria</u> aff. <u>tenuis</u> | 1 | 14.29 | 0.22 |
| <u>Aspergillus flavus</u> | 1 | 14.29 | 0.22 |
| <u>Aspergillus oryzae</u> | 1 | 14.29 | 0.22 |
| <u>Aspergillus tamarii</u> | 1 | 14.29 | 0.22 |
| <u>Gliocladium roseum</u> | 1 | 14.29 | 0.22 |
| <u>Monilia</u> sp. ₂ | 1 | 14.29 | 0.22 |
| <u>Thielaviopsis basicola</u> | 1 | 14.29 | 0.22 |
| <u>Trichoderma</u> sp. ₂ | 1 | 14.29 | 0.22 |
| <u>Ulocladium</u> aff. <u>consortiale</u> | 1 | 14.29 | 0.22 |
| mycelia sterilia sp. ₁ | 3 | 14.29 | 0.65 |
| mycelia sterilia sp. ₂ | 2 | 14.29 | 0.44 |

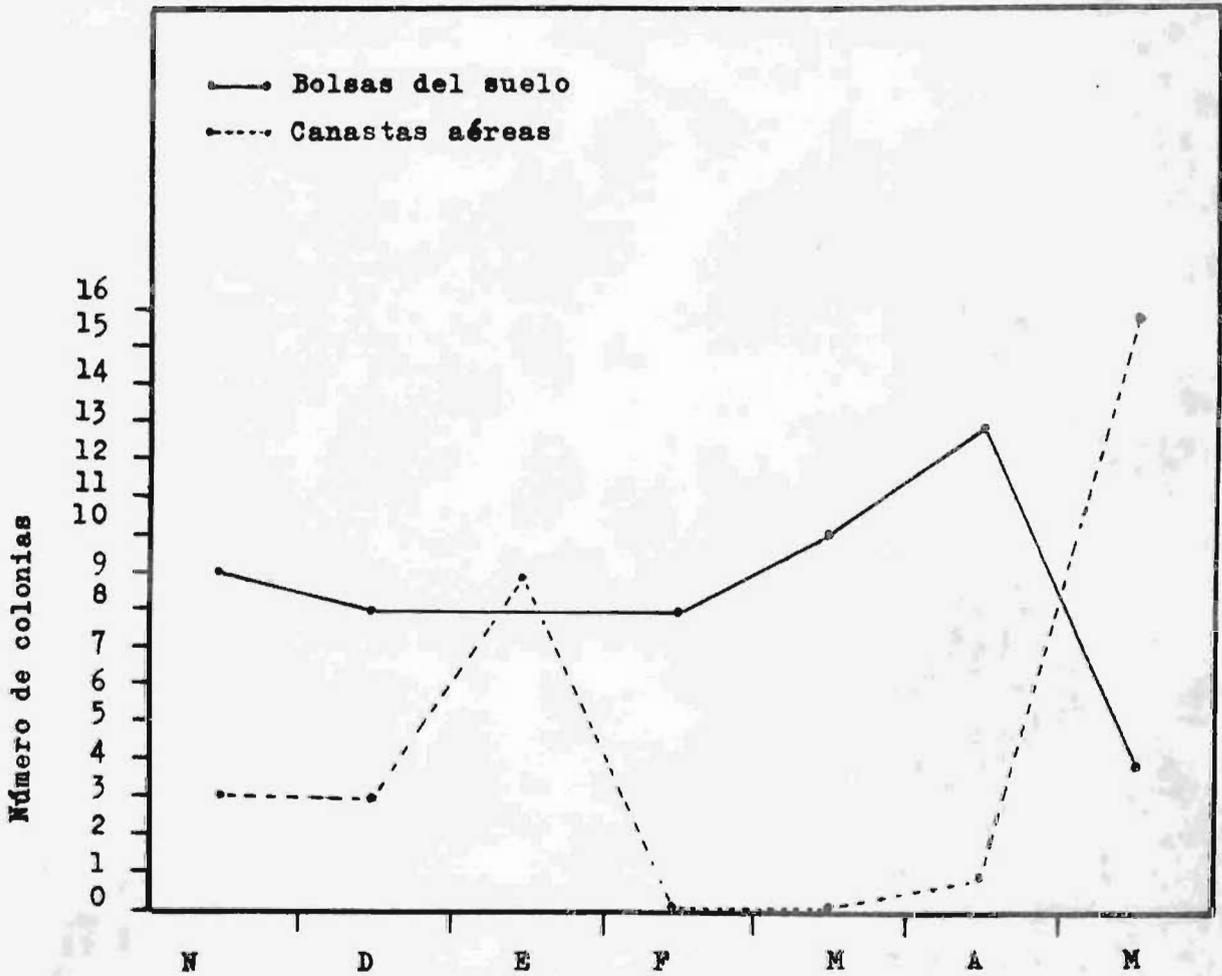


Fig. 7. Fluctuaciones mensuales del número de colonias de Mortierella microspora en el "litter" de canastas aéreas y "litter" de las bolsas del suelo.

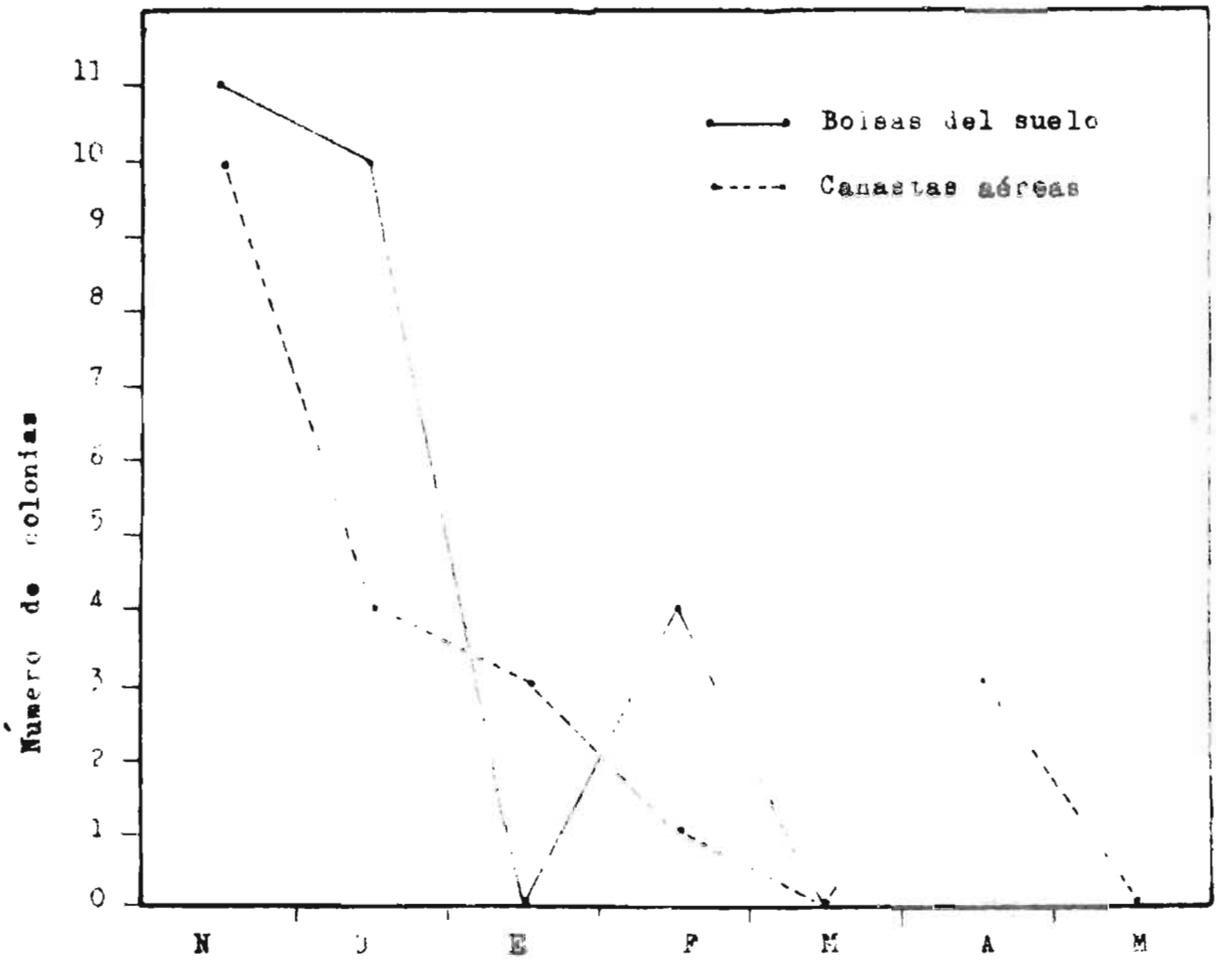


Fig. 8. Fluctuaciones mensuales del número de colonias de Geiasinospora reticulisporea en el "litter" de canastas aéreas y "litter" de las bolsas del suelo.

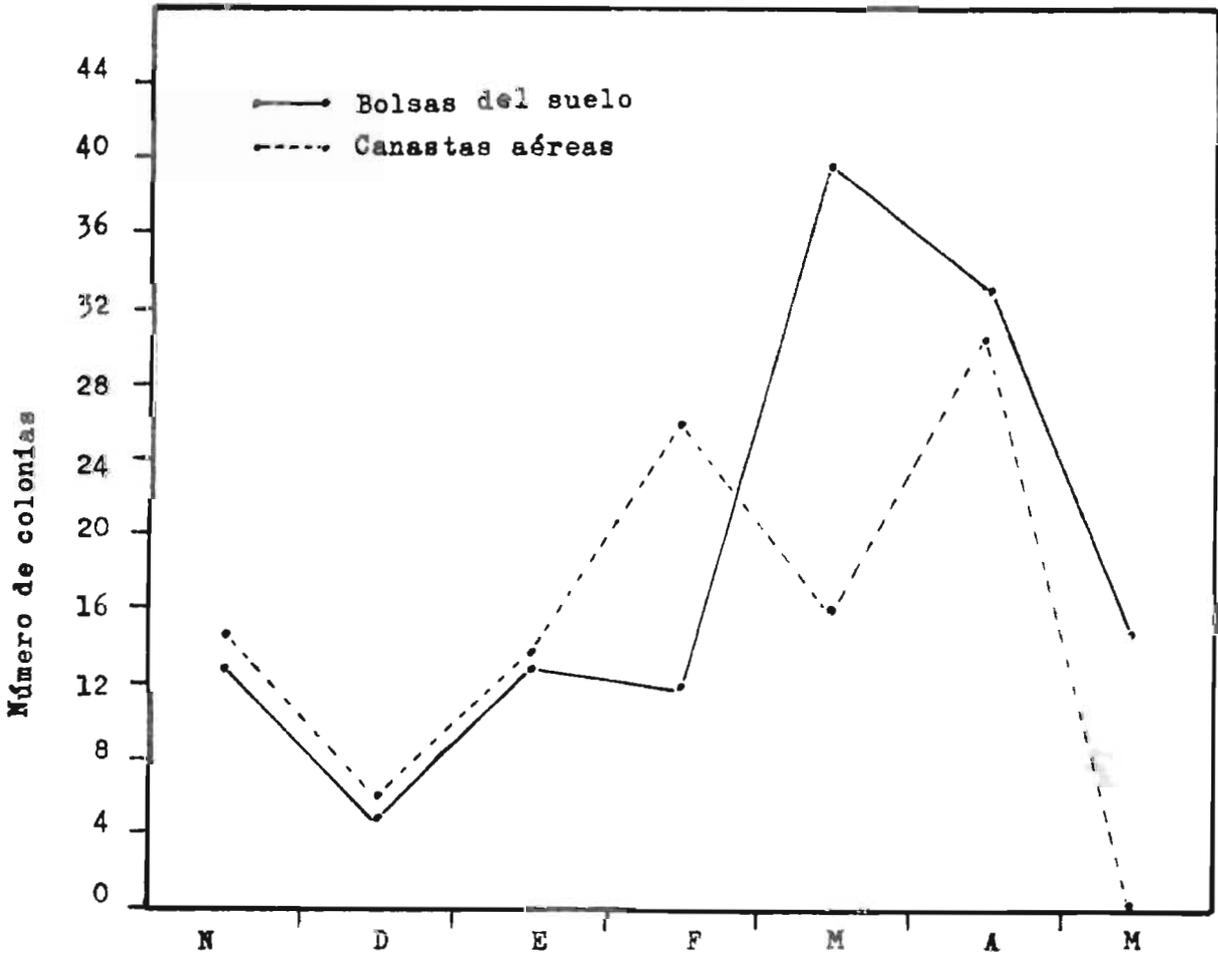


Fig. 9. Fluctuaciones mensuales del número de colonias de Trichoderma viride en el "litter" de canastas aéreas y "litter" del suelo.

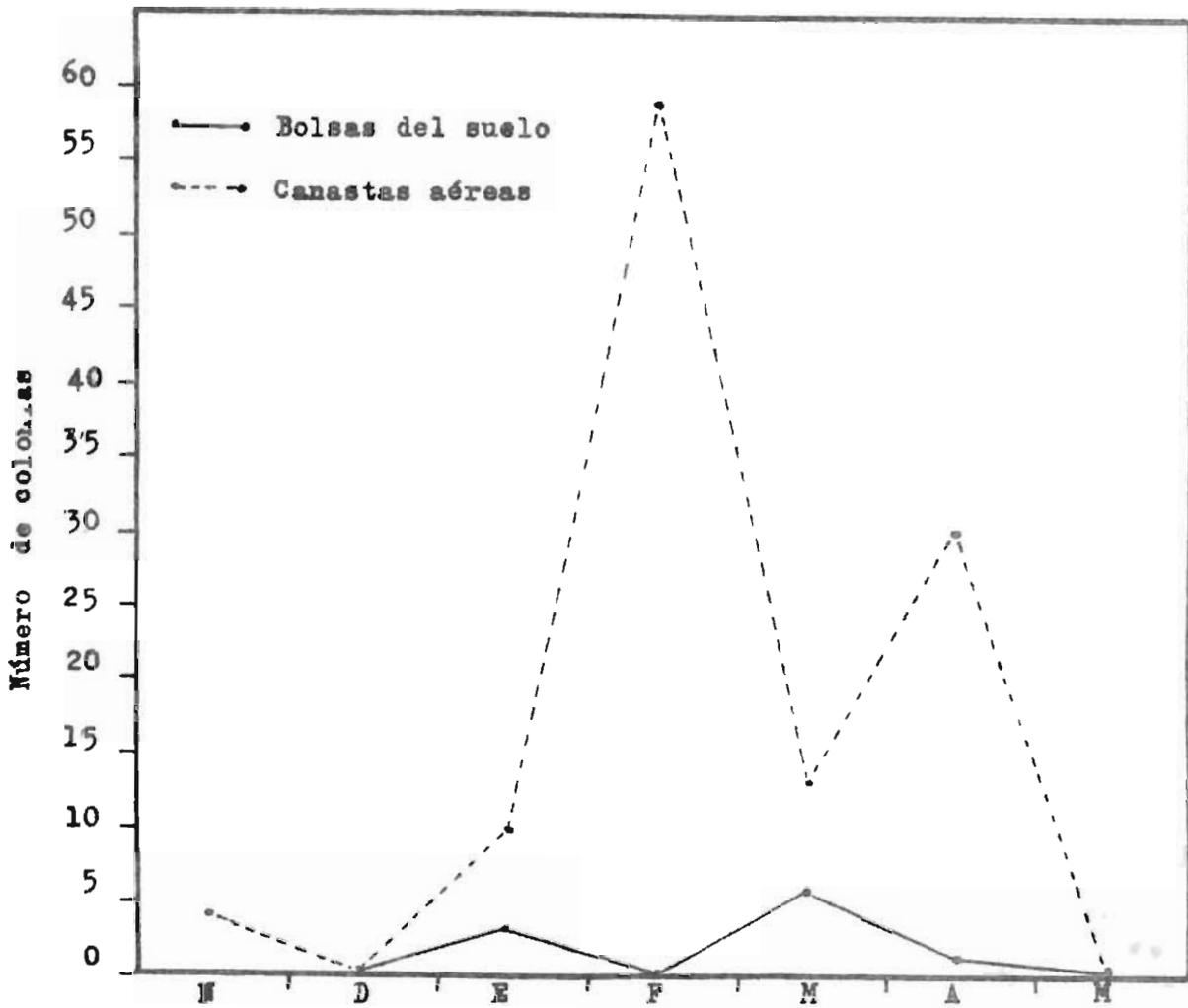


Fig. 10. Fluctuaciones mensuales del número de colonias de Cladosporium herbarum en el "litter" de canastas aéreas y "litter" de las bolsas del suelo.

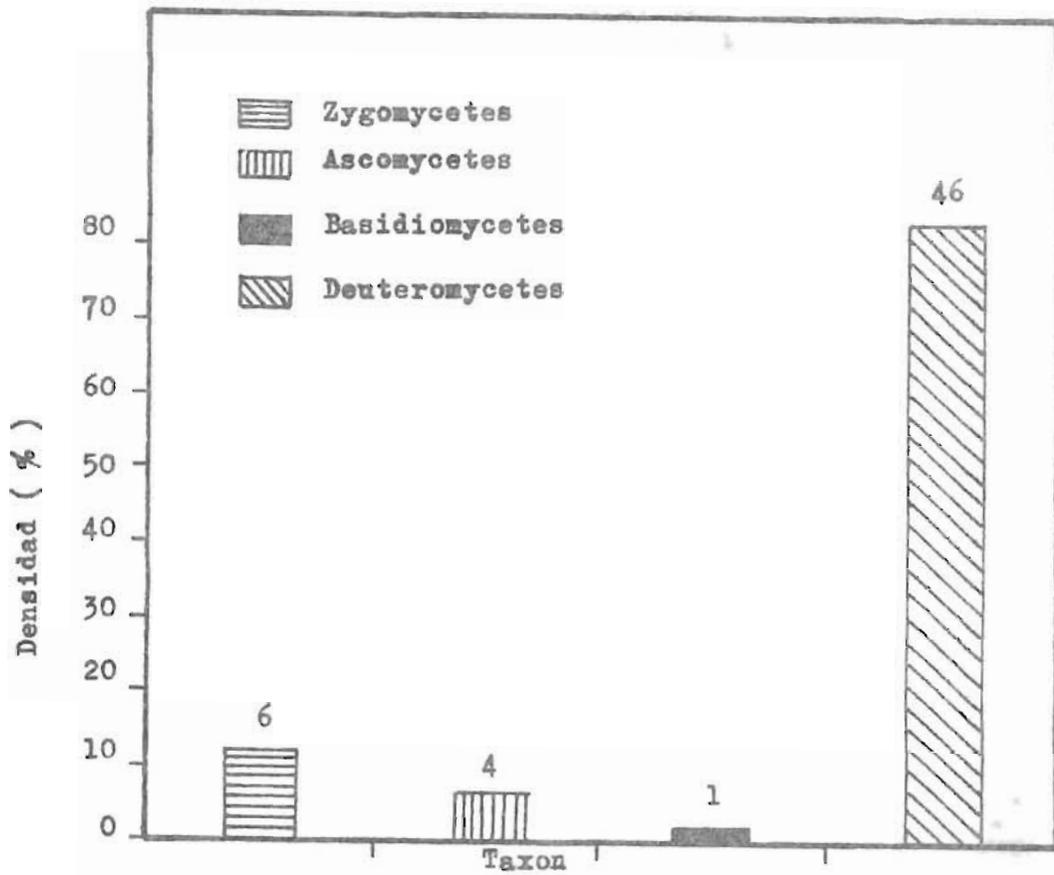


Fig. 11. Distribución de los taxa aislados en el "litter" de las canastas aéreas.

El número arriba de la barra indica el número de especies en cada taxón.

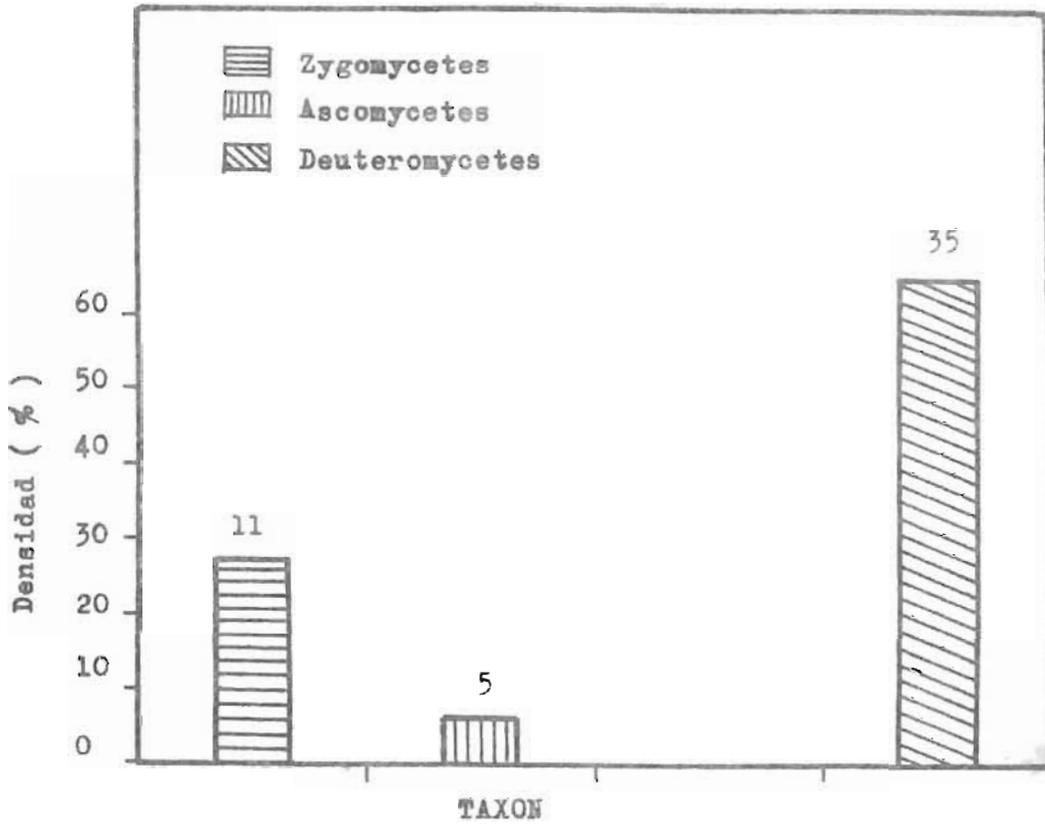


Fig. 12. Distribución de los taxa aislados en el "litter" de las bolsas del suelo.

El número arriba de la barra indica el número de especies en cada taxón

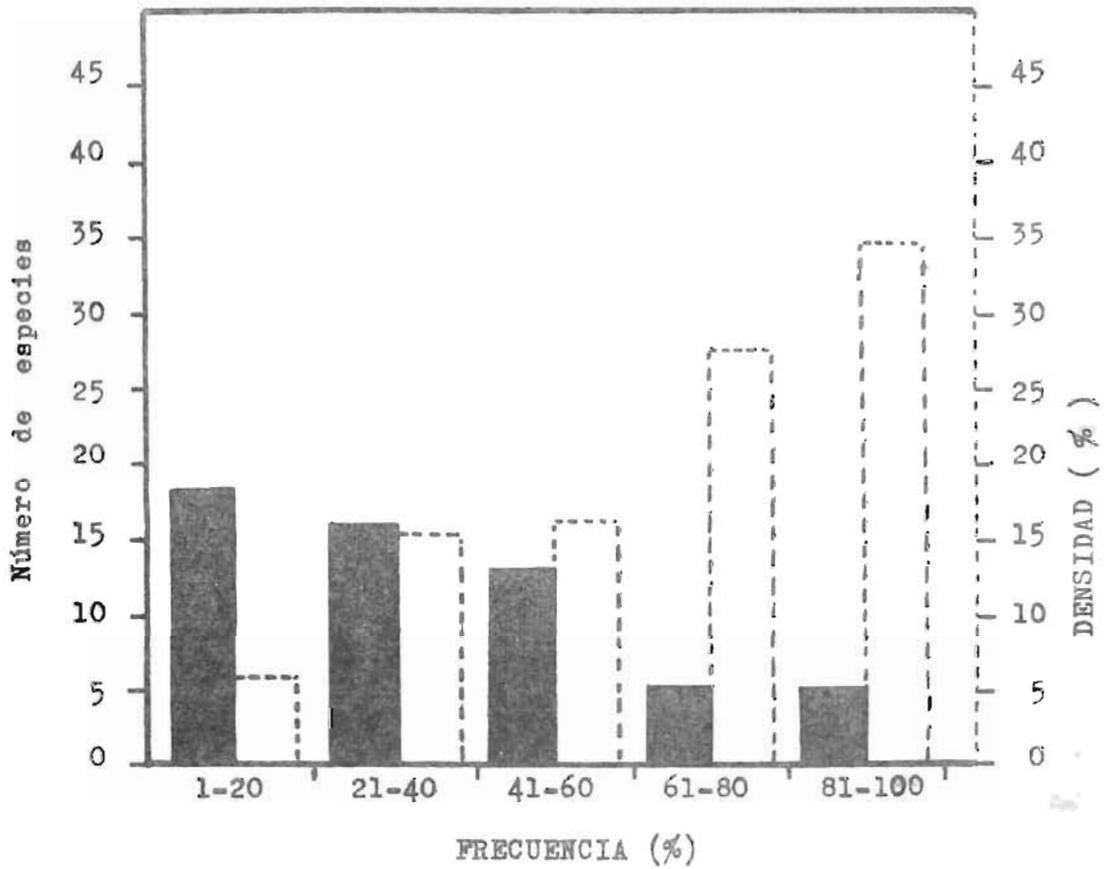


Fig. 13. Frecuencia y densidad de 57 especies fúngicas encontradas en el "litter" de las canastas aéreas.

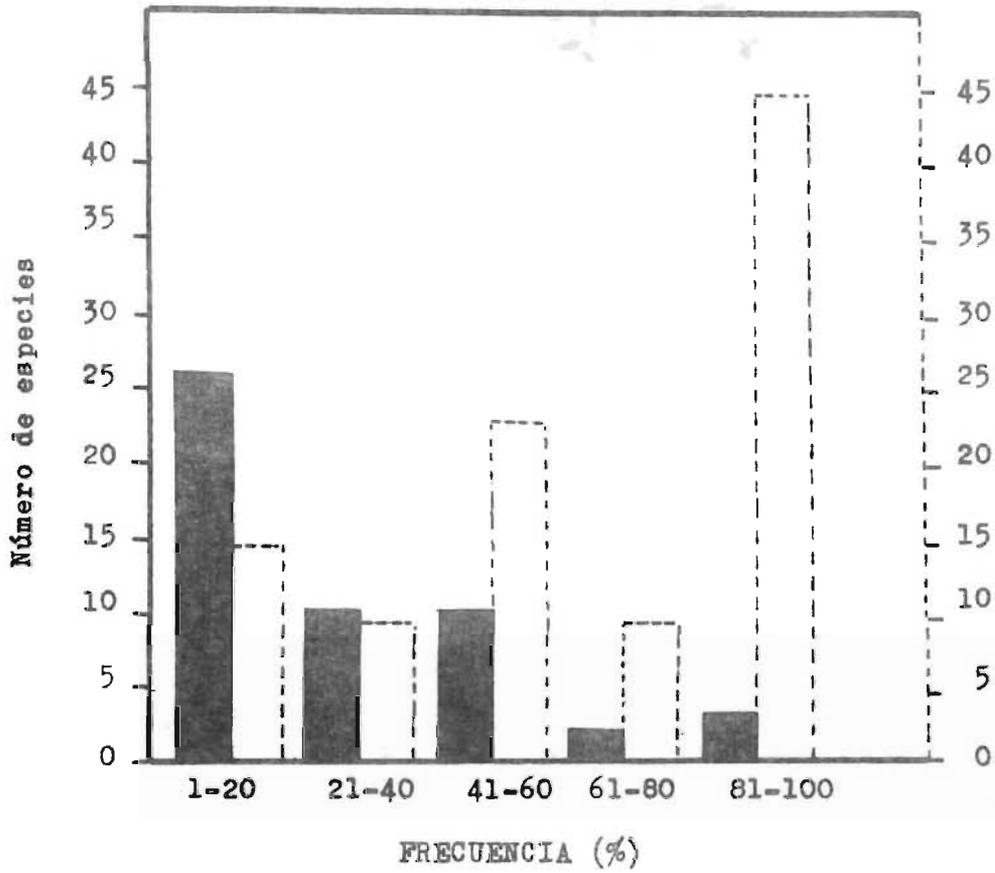


Fig. 14. Frecuencia y densidad de 51 especies fúngicas encontradas en el "litter" de las bolsas en el suelo.

TABLA 6. LISTADO DE HONGOS ESPECIFICOS PARA EL "LITTER" DE LAS BOLSAS DEL SUELO (+) Y CANASTAS AEREAS (++)

| ESPECIES | SUELO | AIRE |
|------------------------------------|-------|------|
| ZYGOMYCETES | | |
| <u>Absidia cylindrospora</u> | + | |
| <u>Cunninghamella elegans</u> | + | |
| <u>Mortierella humicola</u> | + | |
| <u>Rhizopus arrhizus</u> | + | |
| <u>Thamnidium elegans</u> | + | |
| ASCOMYCETES | | |
| <u>Chaetomium sp.</u> ₃ | | ++ |
| <u>Melanomma sp.</u> | + | |
| <u>Sordaria fimicola</u> | + | |
| BASIDIOMYCETES | | |
| <u>Coprinus sp.</u> | | ++ |
| DEUTEROMYCETES | | |
| <u>Amblyosporium spongiosum</u> | | ++ |
| <u>Aspergillus candidus</u> | | ++ |
| <u>Aspergillus clavatus</u> | | ++ |
| <u>Aspergillus fumigatus</u> | | ++ |
| <u>Aspergillus versicolor</u> | | ++ |

| | SUELO | AIRE |
|---|-------|------|
| Cont. DEUTEROMYCETES | | |
| <u>Chrysosporium</u> aff. <u>merdarium</u> | | ++ |
| <u>Drechslera</u> aff. <u>spicifera</u> | | ++ |
| <u>Fusarium</u> sp. 3 | | ++ |
| <u>Gonatobotryum</u> aff. <u>spiculatum</u> | | ++ |
| <u>Haplographium</u> aff. <u>bicolor</u> | | ++ |
| <u>Helminthosporium</u> sp. | + | |
| <u>Humicola</u> <u>grisea</u> | + | |
| <u>Oidiodendron</u> sp. | | ++ |
| <u>Phoma</u> sp. 2 | | ++ |
| <u>Rhizoctonia</u> sp. | | ++ |
| <u>Sepedonium</u> <u>chrysospermum</u> | | ++ |
| <u>Stephanoma</u> <u>strigosum</u> | | ++ |
| <u>Thermomyces</u> aff. <u>verrucosus</u> | + | |
| <u>Ulocladium</u> aff. <u>consortiale</u> | + | |
| <u>Verticillium</u> sp. 2 | | ++ |
| mycelia sterilia sp. 2 | + | |

TABLA 7. LISTADO DE LAS ESPECIES FUNGICAS COMUNES PARA EL "LITTER" DE LAS BOLSAS EN EL SUELO Y "LITTER" DE LAS CANASTAS AEREAS.

| ESPECIES | SUELO | AIRE |
|------------------------------------|-------|------|
| ZYGOMYCETES | | |
| <u>Blakeslea trispora</u> | + | ++ |
| <u>Choanephora cucurbitarum</u> | + | ++ |
| <u>Mortierella microspora</u> | + | ++ |
| <u>Rhizopus echinatus</u> | + | ++ |
| <u>Rhizopus oryzae</u> | + | ++ |
| <u>Rhizopus stolonifer</u> | + | ++ |
| ASCOMYCETES | | |
| <u>Chaetomium sp. 1</u> | + | ++ |
| <u>Chaetomium sp. 2</u> | + | ++ |
| <u>Gelatinospora reticulispora</u> | + | ++ |
| DEUTEROMYCETES | | |
| <u>Acremonium sp.</u> | + | ++ |
| <u>Alternaria aff. tenuis</u> | + | ++ |
| <u>Aspergillus flavus</u> | + | ++ |
| <u>Aspergillus glaucus</u> | + | ++ |

| ESPECIES | SUELO | AIRE |
|---|-------|------|
| Cont. DEUTEROMYCETES | | |
| <u>Aspergillus oryzae</u> | + | ++ |
| <u>Aspergillus tamarii</u> | + | ++ |
| <u>Bipolaris</u> sp. | + | ++ |
| <u>Cladosporium herbarum</u> | + | ++ |
| <u>Curvularia lunata</u> | + | ++ |
| <u>Cylindrocladium</u> aff. <u>parvum</u> | + | ++ |
| <u>Fusarium</u> sp. ₁ | + | ++ |
| <u>Fusarium</u> sp. ₂ | + | ++ |
| <u>Geotrichum candidum</u> | + | ++ |
| <u>Gilmaniella humicola</u> | + | ++ |
| <u>Gliocladium roseum</u> | + | ++ |
| <u>Monilia</u> sp. ₁ | + | ++ |
| <u>Monilia</u> sp. ₂ | + | ++ |
| <u>Nigrospora</u> aff. <u>aoryzae</u> | + | ++ |
| <u>Penicillium</u> sp. ₁ | + | ++ |
| <u>Penicillium</u> sp. ₂ | + | ++ |
| <u>Penicillium</u> sp. ₃ | + | ++ |
| <u>Pestalotia</u> sp. | + | ++ |
| <u>Phoma</u> sp. ₁ | + | ++ |

| ESPECIES | SUELO | AIRE |
|--------------------------------------|-------|------|
| Cont. DEUTEROMYCETES | | |
| <u>Stachybotrys chartarum</u> | + | ++ |
| <u>Thielaviopsis basicola</u> | + | ++ |
| <u>Trichoderma</u> sp. ₁ | + | ++ |
| <u>Trichoderma</u> sp. ₂ | + | ++ |
| <u>Trichoderma viride</u> | + | ++ |
| <u>Verticillium</u> sp. ₁ | + | ++ |
| mycelia sterilia sp. ₁ | + | ++ |

5. DISCUSION

De acuerdo a la cantidad de "litter" de Rondeletia laniflora producido durante el periodo de estudio (Fig.5), se estimó la producción en 2.0 ton/ha/año; comparable a los datos obtenidos por Carlisle, Brown & White (1966) quienes estimaron 2.4 ton/ha/año para un bosque caducifolio de "roble"; sin embargo, si tomamos en cuenta que en este estudio se ha estimado el patrón de producción para una sola especie perenne, puede establecerse que la producción de "litter" en el Cerro Verde coincide con los valores dados para otros bosques tropicales. Jenny, Gessell & Bingham (1949) encontraron tasas de producción de 3.5, 10.1 y 12.1 ton/ha/año en bosques de Colombia. Ewel (1976) estudió la caída de "litter" en un bosque tropical sucesional al oriente de Guatemala y estimó valores de 7.2, 13.4 y 9.0 ton/ha/año para vegetación madura.

Al final de los siete meses de experimentación, no hubo diferencias en pérdidas de peso del material en estudio (Fig.6); estos datos muestran similar patrón con los obtenidos por Girón (1980) cuyo estudio versó sobre la descomposición del "litter" en general y por los de Frankland (1966) quien estimó que la descomposición del peciolo de Pteridium aquilinum puede tomar de 8 a 10 años para su desintegración completa. Tomando en consideración que este estudio se verificó en época seca, se puede sugerir que los factores tempe-

ratura, precipitación y humedad relativa juegan un papel muy importante en la descomposición ya que los valores de estos parámetros en la estación seca son menores comparados con la lluviosa y esto influye a que la colonización fúngica sea baja y en algunos casos nula; en este aspecto, Gosz, Likens & Bormann (1972) encontraron que en años con precipitación abundante la pérdida neta de los elementos es mayor que en años secos. Sin embargo, el hecho de que no se haya registrado diferencias de peso no significa que la descomposición no se haya originado; Gosz, Likens & Bormann (1973) reportan que la descomposición de hojas aisladas es diferente a la descomposición natural en el piso del bosque y en su investigación encontraron durante ciertas épocas incremento absoluto de peso en las hojas de las especies en estudio, el cual lo atribuyeron a 2 razones: contaminación por "litter" en general que afecta la tasa de descomposición e incremento en masa de la población heterótrofa de descomponedores. Si hubiera descomposición durante la estación seca para este lugar, posiblemente consista principalmente en evolución de gas y migración de sustancias solubles antes de que la fragmentación se verifique y se incorpore al suelo (Gosz, Likens & Bormann, 1973). En este estudio no se incluyó el análisis de la descomposición química del "litter" y por lo tanto este tipo de descomposición no puede ser confirmada;

posiblemente, la malla metálica utilizada en la confección de las canastas aéreas y bolsas del suelo influye en la micoflora asociada con la descomposición, en este aspecto, Byrde (1965) discute la inhibición de algunos hongos a nivel enzimático debido a metales pesados.

La diversidad, frecuencia y densidad relativa de las poblaciones fúngicas que puedan estar involucradas en los procesos de descomposición de Rondeletia laniflora han sido revelados durante el presente estudio. El mayor número de especies fúngicas observadas en Febrero para el "litter" del aire y de las bolsas del suelo puede ser consecuencia de que los períodos secos acompañados de humedad relativa adecuada incrementan las poblaciones; en contraste, el número bajo de poblaciones en Mayo para ambos sitios probablemente se deba a que períodos secos, precedentes a una alta humedad, disminuyen la población debido al efecto en la viabilidad de las esporas por los cambios bruscos de factores climáticos, ya que el mes de Mayo forma parte de la época de transición seca- lluviosa (Tablas 2 y 3). Estas consideraciones sobre las limitaciones físicas para el crecimiento de los hongos concuerdan con los conceptos generales sobre este tema expuesto por Mazur (1968). Las diferencias poblacionales entre el "litter" del aire y el de las bolsas del suelo, es debido a que en la atmósfera se encuentra

una gran cantidad de esporas dispersas (Kramer et al., 1959) y posiblemente ésta sea la causa que en este sitio se haya encontrado mayor diversidad de especies (57); en cambio, el menor número de especies (51) encontradas en las bolsas del suelo, es tal vez debido a que en el "litter" del suelo existe una micoflora semi-especializada una vez ha comenzado la descomposición (Hudson, 1972).

La dominancia de Cladosporium herbarum, Trichoderma viride y Aspergillus glaucus en el "litter" aéreo (Tabla 4) no es inesperada ya que estas especies son cosmopolitas y han sido reportadas en varios trabajos como verdaderos saprófitos (Hudson, 1968; Mason, 1977). Cladosporium herbarum resultó ser la especie característica en el "litter" aéreo (Fig. 10) con una densidad relativa alta; esto posiblemente se deba a que mientras en el aire se verifica esporulación, en el suelo las esporas permanecen inactivas. Estos datos coinciden con los reportados por Kramer, Pady & Rogerson (1959) quienes reportan a C. herbarum como el más común y principal componente de la aeromicoflora, esporulando profundamente bajo una amplia variación de factores; además Pugh & Mulder (1971) lo reportan como colonizador universal de Thypha latifolia . Es de interés notar que los datos sobre este género son similares a los encontrados por Arias (1980) quien lo encontró dominante entre los hongos del aire.

Mortierella microspora y Trichoderma viride fueron las especies dominantes del "litter" de las bolsas del suelo, ya que se encontraron constantemente y con poblaciones notables (Tabla 5, Figs. 7 y 9). Estas especies han sido reconocidas en las primeras fases de la descomposición de tejidos leñosos y además han sido incluidas entre los hongos celulíticos y azucareros principales (Garrett, 1963; Hudson, 1968); además, Mason (1977) los reporta como verdaderos saprófitos. Los datos que establecen la dominancia de estas dos especies en el "litter" del suelo son reforzados por los obtenidos por Gochenaur (1978) quien los reporta como característicos de las poblaciones fúngicas en el horizonte A y por los de Fell & Hunter (1979) quienes los reportan como especies sobre "litter" del suelo en avanzado estado de descomposición. Resultados similares fueron obtenidos por Arias (1980) y Girón (1980) en el mismo lugar de estudios.

Varias especies del género Rhizopus fueron encontradas en el "litter" del aire y bolsas del suelo (Tablas 2 y 3). Este resultado es diferente a lo expuesto por Kramer, Pady & Rogerson (1960) quienes lo reportan como uno de los Phycomycetes más frecuentes en el aire; pero Hudson (1968) encontró este género en el mantillo asociado con Cladosporium, Alternaria, Fusarium y Chaetomium, así como en este estudio.

Gelasinospora reticulispora fue la especie dominante

de los Ascomycetes en este estudio para el "litter" del aire y del suelo (Tablas 4 y 5 ; Fig. 3). Este dato difiere con los resultados obtenidos por Gochenaux (1978) quien la reporta como especie transitoria, pero coincide con los de Hudson (1968) quien la sitúa como especie primaria en la colonización de tejidos vivos.

La presencia de Coprinus sp. en el muestreo de Noviembre en el "litter" del aire (Tabla 2), evidencia que la condición humedad es factor limitante para el grupo de los Basidiomycetes; la primera quincena de este mes es parte del período de transición lluviosa a seca y probablemente a esto se deba que la especie fue encontrada como un remanente de las poblaciones de la época lluviosa. Pady & Kramer (1960) realizaron un estudio sobre basidiosporas del aire encontrando a este género como miembro de los Basidiomycetes recientemente reportados en el aire; enfatizando que las basidiosporas están ligadas al factor estacional.

Especies de los géneros Fusarium, Aspergillus, Pestalotia y Chaetomium presentaron gran número de colonias, alta densidad relativa y alta frecuencia para ambos sitios (Tablas 4 y 5). La presencia sobresaliente de estos hongos concuerda

con datos previos como los de Kramer et al. (1959) y Kramer & Pady (1960) en los que han reportado a Fusarium y Aspergillus como hongos predominantes de la aeromicoflora y el de Farrow (1954) que reporta, entre otros, a Fusarium, Aspergillus, Pestalotia y Chaetomium como géneros dominantes del suelo en diferentes localidades de Panamá y Costa Rica. Además Jackson & Raw (1978) consideran a Chaetomium como hongo común del suelo y activo en material rico en celulosa.

El análisis general de las comunidades fúngicas separadas en grupos taxonómicos para el "litter" en el aire y del suelo, reflejan dominancia del grupo de los Deuteromycetes (Figs. 11 y 12) confirmando lo expuesto por Mason (1977) de que antes de los Basidiomycetes aparece una gran variedad de microhongos colonizando hojas.. Además, perteneciendo a este grupo, se encontraron especies como Cladosporium herbarum, Curvularia lunata y Alternaria tenuis que han sido consideradas como primeros colonizadores en la descomposición del "litter" (Garrett, 1963; Fell & Hunter, 1979). El esquema sucesional ocurrido durante el período de investigación muestra la misma correlación dada por Hudson (1963) para especies presentadas como características de los trópicos.

La organización estructural de las comunidades fúngicas encontradas en esta investigación, (Figs. 13 y 14) presenta

un patrón similar al obtenido y expuesto por Gochenaux (1978) en el que pocos de los taxa son abundantes y con una densidad alta y la mayoría son raros y con poca densidad. En este estudio se encontraron solamente 5 especies abundantes para el "litter" del aire y 3 para el "litter" del suelo; el resto se determinó como especies transitorias. Esta relación define a la mayoría de los hongos del "litter" como oportunistas, los cuales son diversos y no permanecen constantes; Gochenaux también expone que en condiciones de estabilidad las comunidades de descomponedores oportunistas tienden a ser dominados por unos pocos taxa con densidades altas, así como se encontró en este estudio.

Al comparar las poblaciones del "litter" del aire con las del suelo se notó que entre el grupo de los Zygomycetes se encontraron 5 hongos específicos para el suelo y ninguno para el "litter" del aire (Tabla 6). En el "litter" del suelo se encuentra una mayor cantidad de azúcares solubles como resultado de la lixiviación de éstas sustancias provenientes de las capas superiores del "litter" y de las coronas de los árboles, por efecto de la lluvia (Mason, 1977). Posiblemente ésta sea la causa de haber encontrado más Zygomycetes específicos en el suelo ya que es un hecho establecido que la mayoría de estos hongos son azucareros, presentando una tasa de

crecimiento rápido y siendo de las primeras especies que invaden material vegetal muerto (Hesseltine & Ellis, 1973). En esta misma comparación de poblaciones se encontró que de los Deuteromycetes se hallaron 16 hongos específicos para el "litter" del aire y solamente 5 para el del suelo (Tabla 6). Como ya se expuso anteriormente, estos resultados probablemente se deban a que este grupo de hongos es muy abundante en el aire (Kramer et al., 1959) y las hojas son eficientes en atrapar esporas (Hudson, 1972); además, en el "litter" del suelo existe una micoflora semi-especializada durante la descomposición del mismo (Hudson, 1972).

La comparación de las comunidades entre el "litter" del aire y del suelo demostró 39 especies comunes (Tabla 7), obteniéndose un QS = 72.22%; este valor está arriba del 70% que Gochenaour (1978) estima que es un índice de una notable similitud y que proyecta estabilidad en las comunidades. En el mismo sitio; y durante el mismo período de estudio, Arias (1980) muestreó las poblaciones fúngicas del aire y del suelo y Girón (1980) las del "litter" general del aire y del suelo. Al comparar la comunidad de hongos del "litter" general aéreo de Rondeletia laniflora con la del aire y la del "litter"

general aéreo se obtuvieron los valores de QS de 44.4 % y 40.96 % respectivamente. Esto indica que, de acuerdo los valores estimados por Gochenaur (1978), las comunidades son diferentes; sin embargo, Baker, Dunn & Sakai (1979) presentan un rango de valores más amplios y de acuerdo a estos últimos las comunidades tendrían cierto grado de similitud. De la misma manera la comunidad del "litter" del suelo de R. laniflora se compara con un QS de 37.33 % con la del suelo y con uno de 24.61 % con la del mantillo general; estos valores reflejan gran disimilitud. Esto demuestra que aún cuando en la atmósfera la cantidad y diversidad de esporas es alta, la naturaleza del sustrato afecta grandemente la composición de la comunidad fúngica. Este factor es mucho más limitante en el "litter" del suelo, reflejando de esta manera que el "litter" de "papelillo" tiene una micoflora característica, lo que coincide con lo expuesto por Mason (1977) y Fell & Hunter (1979) quienes explican que las diferencias en comunidades de hongos es principalmente determinada por la distribución del sustrato u hospedero sobre los cuales ellos están creciendo y que factores climáticos tienen menos efecto sobre su distribución, a excepción de la precipitación y la temperatura.

6. CONCLUSIONES

Los resultados de este estudio caracterizan la naturaleza de la producción de "litter" de hojas de Rondeletia laniflora durante la estación seca y los meses de transición entre las épocas seca y lluviosa. La tasa de producción de esta especie entra en los valores reportados para bosques tropicales. Las fluctuaciones mensuales de la tasa de caída de hojas fue poco variable durante el período de muestreo; las diferencias leves encontradas se atribuyen al efecto de la lluvia y al estado del tejido vegetal.

Durante esta investigación no hubo diferencias significativas de peso sobre la evaluación del proceso de descomposición. Se establece que la temperatura, humedad relativa y precipitación, influyeron en la baja colonización fúngica y consecuentemente sobre la tasa de descomposición.

El material utilizado para la confección de las canastas aéreas y bolsas del suelo (malla metálica) pudo haber contribuido a disminuir el crecimiento de la micoflora, ya que algunos hongos son más afectados por los metales pesados que otros.

La población fúngica, agrupada en 69 especies reflejan que la cantidad y variación de la micoflora en esta área es alta y su composición es similar a las estudiadas previamente para otros sitios; además, se estableció que la variación

y cantidad de especies fue mayor en el "litter" aéreo. Mortierella microspora, Gelasinospora reticulispora, Cladosporium herbarum y Trichoderma viride resultaron dominantes en el "litter" del aire y del suelo, con excepción de C. herbarum que no fue notable en el "litter" del suelo. Rhizopus spp., Aspergillus spp., Fusarium spp., Postalotia sp. y Chaetomium spp. se consideran subdominantes para ambos sitios. Coprinus sp. sólo fue encontrado una vez en el "litter" del aire; su poca presencia confirma la dependencia de la mayoría de los Basidiomycetes por el factor humedad. El grupo de los Deuteromycetes presentó un mayor número de especies en el "litter" del aire y del suelo.

La organización estructural de las comunidades fúngicas demuestra que los descomponedores oportunistas, a pesar de que son la mayoría de las especies pero con frecuencia y densidad bajas, son dominados por un pequeño número de taxa con una densidad alta; esto demuestra una condición de estabilidad de las comunidades estudiadas.

La gran cantidad de especies comunes entre el "litter" aéreo y del suelo de Rondeletia laniflora refleja una notable similitud (QS = 72.22 %) y un alto grado de estabilidad entre ambas comunidades. Los datos bajos de QS obtenidos al

comparar las comunidades del "litter" de "papelillo" con las del aire, suelo y "litter" general aéreo y del suelo, demuestran disimilitud con esas poblaciones. Estos últimos datos reflejan una micoflora característica para Rondeletia laniflora y confirman el concepto de que las comunidades fúngicas son determinadas principalmente por la naturaleza del sustrato.

7. RECOMENDACIONES

Un estudio semejante durante la estación lluviosa, completado con el conocimiento de la liberación de nutrimentos, reportaría datos importantes en la producción y descomposición del "litter" de esta especie vegetal.

Trabajos sobre las poblaciones fúngicas del aire y suelo del Cerro Verde, ampliarían el conocimiento de la estructura y composición de la micoflora de este lugar.

Investigaciones similares en otros bosques nebulosos y en otros tipos de bosques tropicales, aportarían datos esenciales a fin de confirmar si las comunidades fúngicas de esos bosques son similares a las ya estudiadas y si estas últimas son estables y peculiares como lo indican los resultados.

Se sugiere usar malla plástica en vez de metálica, ya que ésta puede inhibir el crecimiento de algunos hongos.

8. RESUMEN

Tasas de producción y posible descomposición de "litter" de hojas de Rondeletia laniflora fueron determinadas durante 7 meses de investigación en el Cerro Verde; el periodo comprendió la estación seca y los meses de transición lluviosa-seca y seca - lluviosa. La producción fue estimada en 2.0 ton/ha/año. Durante el periodo de experimentación no se obtuvo cambios relevantes de peso con respecto al peso inicial.

El análisis de las especies fúngicas que habitan en el "litter" aéreo y del suelo de R. laniflora indican comunidades similares a otros ecosistemas tropicales. Sesenta y nueve (69) especies fueron aisladas de las cuales: Mortierella microspora, Gelasinospora reticulispora, Trichoderma viride y Cladosporium herbarum resultaron dominantes en el "litter" del aire; las tres primeras especies también se encontraron dominantes en el "litter" del suelo. Además presentaron notables poblaciones: Aspergillus spp., Fusarium spp., Pestalotia sp., Chaetomium spp. y Rhizopus spp.

La estructura de las comunidades fúngicas demuestra que la mayoría de los hongos son posiblemente descomponedores oportunistas pero que estos son dominados por un pequeño número de taxa abundantes y con una alta densidad.

Se determinó que las comunidades del "litter" aéreo y del suelo son similares y estables. La comparación con otros estudios en la misma área indican que la micoflora de R. laniflora es característica.

9. LITERATURA CITADA

- AINSWORTH, G. C., F. K. SPARROW & A. S. SUSSMAN (eds.).
1973 a. The Fungi, an Advanced Treatise, Vol. IV
A: Ascomycetes and Fungi Imperfecti. Academic
Press, New York. 621 pp.
- _____, _____ & _____ (eds.). 1973b.
The Fungi, an Advanced Treatise. Vol. IV B: Basi-
diomycetes and Lower Fungi, Academic Press, New
York. 504 pp.
- ALLISON, F. E. & R. M. MURPHY. 1962. Comparative rates of
decomposition in soil of wood and bark parti-
cles of several hardwood species. Soil Sci.
Soc. Proc. 26: 463-466.
- ARIAS, S. 1980. Análisis cualitativo y cuantitativo de
la distribuciones mensuales de la micoflora del
suelo y aire en la época seca de una comunidad
del Cerro Verde. Departamento de Biología, Uni-
versidad de El Salvador, San Salvador. (Tesis
de Licenciatura) (Ined.).
- ARX, J. A. von. 1970. The Genera of Fungi Sporulating in
Pure Culture. J. Cramer, Lehre. 288 pp.
- BAKER, G. E., P. DUNN & W. S. SAKAI. 1979. Fungus communi-
ties associated with leaf surfaces of endemic

- vascular plants in Hawaii. Mycologia 71: 272-291.
- BARNETT, H. L. & B. B. HUNTER. 1972. Illustrated Genera of Imperfect Fungi 3rd ed. Burgess Publ. Co., Minneapolis. 241 pp.
- BARON, G. L. 1972. The Genera of Hyphomycetes from Soil. R. E. Krieger Publ. Co., Huntington. 364 pp.
- BOCOCK, K. L. O. GILBERT, C. K. CAPSTICK, D. C. TWINN, J.S. WAID & M. J. WOODMAN. 1960. Changes in leaf litter when placed on the surface of soils with contrasting humus types. I. Losses in dry weight of oak and ash leaf litter. J. Soil Sci. 11: 1-9.
- BRANDSBERG, J. W. 1969. Fungi isolated from decomposing conifer litter. Mycologia 61: 373-381.
- BURGES, A. & RAW. 1971. Biología del suelo. Edic. Omega S. A., Barcelona. 596 pp.
- BYRDE, J. W. 1965. The chemical environment for fungal growth. 4. chemical inhibition. In: G.C. Ainsworth & A. S. Sussman (eds.). The Fungi, an Advanced Treatise. Vol. I: The Fungal Cell. Academic Press, New York. pp. 525-541.
- CARLISLE, A. H. FROWN & E. J. WHITE. 1966. Litter fall, leaf production and the effects of defoliation by Tortrix viridana in a sessile oak (Quercus petraea) woodland. J. Ecol. 54: 65-98.

- CURRY, J. P. 1969. The decomposition of organic matter in soil. Part. I. The role of the fauna in decaying grassland herbage. *Soil Biol. Biochem.* 1: 253-258.
- DOMSCH, K. H. & W. GAMS. 1972. *Fungi in Agricultural Soils.* John Wiley & Sons Inc., New York. 290 pp.
- ESCOBAR, G. A. 1979. Géneros Comunes de Micromicetos en Cultivo. Boletín No. 15. Departamento de Biología, Universidad de El Salvador, San Salvador. 80 pp.
- EWEL, J. J. 1976. Litter fall and leaf decomposition in a tropical forest succession in eastern Guatemala. *J. Ecol.* 64: 293-308.
- FARROW, W. M. 1954. Tropical soil fungi. *Mycologia* 46:632-646.
- FELL, J. W. & I. L. HUNTER. 1979. Fungi associated with the decomposition of the black rush, Juncus roemerianus, in South Florida. *Mycologia* 71(2): 322-342.
- FRANKLAND, J. C. 1966. Braken decomposition. *J. Ecol.* 54: 41-63.
- GARRETT, S. D. 1963. *Soil Fungi and Soil Fertility.* Pergamon Press, London. 165 pp.
- GESSNER, R. V. 1977. Seasonal occurrence and distribution of fungi associated with Spartina alterniflora from a Rhode Island estuary. *Mycologia* 69: 477-491.
- 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 decomposer of the A horizon. *Mycologia* 70: 975-994.

GOSZ, J. R. G. W. LIKENS & F. H. BORMANN. 1972. Nutrient content of litter fall on the Hubbard Brook Experimental Forest, New Hampshire. *Ecology* 53: 769-784.

_____, _____ & _____. 1973. Nutrient release from decomposing leaf and branch litter in the Hubbard Brook Forest, New Hampshire. *Ecol. Monogr.* 43: 173-191.

HESSELTINE, C. W. & J. J. ELLIS. 1973. Mucorales. In: G.C. Ainsworth, F. K. Sparrow & A. S. Sussman (eds.). *The Fungi, An Advanced Treatise*. Vol. IV-B: Basidiomycetes and Lower Fungi, Academic Press, New York. pp. 187-217.

HUDSON, H. J. 1968. The ecology of fungi on plant remains above the soil. *New Phytol.* 67: 837-874.

_____. 1972. *Fungal Saprophytism*. *Studies in Biology*, No. 2. Edward Arnold Ltd., London. 60 pp.

- JACKSON, R. M. & F. RAW. 1973. Life in the Soil. Studies in Biology, No. 2. Edward Arnold Ltd., London. 60 pp.
- JENNY, H. S., P. GESSELL & F. T. BINGHAM. 1949. Comparative study of decomposition rates of organic matter in temperate and tropical regions. Soil Sci. 68: 419-432.
- KEDDIE, W. B. & J. W. CARMICHAEL. 1973. Hyphomycetes. In: G. C. Ainsworth, F. K. Sparrow & A. S. Sussman (eds.). The Fungi, Vol. IV-A: Ascomycetes and Fungi Imperfecti. Academic Press, New York. pp. 323-509.
- KRAJER, C. L. & S. N. PADY. 1960. Kansas aeromycology VI: Fungi Imperfecti. Trans. Kansas Acad. Sci. 63(4): 228-238.
- & C. T. ROBERTSON. 1959. Kansas aeromycology III: Cladosporium. Trans. Kansas Acad. Sci. 62 (3): 200-207.
- 1960. Kansas aeromycology VIII: Phycomycetes. Trans. Kansas Acad. Sci. 63(1): 19-23.
- & L. G. GUY. 1958. Kansas aeromycology II: Materials, methods, and general results. Trans. Kansas Acad. Sci. 62(3): 184-199.

- LAUER, W. 1954. Las formas de la vegetación de El Salvador. Comun. Inst. Trop. Invest. Cient. 3(1):41-45.
- LOTSCHERT, W. 1955. La Vegetación de El Salvador. Commun. Inst. Trop. Invest. Cient. 4(3/4): 65-80.
- MASON, C. F. 1977. Decomposition. Studies in Biology, No. 74. Edward Arnold Ltd., London, 68 pp.
- MAZUR, P. 1968. Survival of fungi after freezing and desiccation. In: G. C. Ainsworth & A. S. Sussman (eds.). The Fungi, an Advanced Treatise. Vol. III: The Fungal Population. Academic Press, New York. pp.325-394.
- MCCABE, D. E. & G. A. ESCOBAR. 1979. Chrysoconia, a gasteroid member of the Coniophoraceae. Mycotaxon 9: 239-242.
- MINDERMAN, G. 1968. Addition, decomposition and accumulation of organic matter in forest. J. Ecol. 56: 355-362.
- MONTOYA, J. M. & V. M. ROSALES. 1977. Dominancia y distribución de plántulas del Cerro Verde. Comun. I(I): 5-18.
- OLSON, J. S. 1963. Energy storage and the balance of producers and decomposers in ecological systems. Ecology 44: 322 - 331

- RADY, S. H. & C. L. KRAIER. 1960. Kansas aeromycology X: Basidiomycetes. Trans. Kansas Acad. Sci. 63(3): 125-134.
- POGH, G. J. F. & J. L. MULDER. 1971. Mycoflora associated with Thypha latifolia. Trans. Brit. Mycol. Soc. 57(2): 273-282.
- REMACLE, J. 1971. Succession in the oak litter micoflora in forest at Mesnil-Eglise (Verage), Belgium. Cibus 22: 411-413.
- RICO, M. A. 1974. Mapa Pedológico de El Salvador. Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador, San Salvador.
- ROSALES, V. M. 1977. Vegetación arbórea del Cerro Verde: Distribución altitudinal, dispersión y dominancia. Comun. 1(1): 23-39.
- ROSALES, V. M. & C. H. SALAZAR. 1976. Análisis cuantitativo de la vegetación arbórea del Cerro Verde. Boletín No. 2 Departamento de Biología, Universidad de El Salvador, San Salvador. 25 pp.
- RUSCOE, Q. W. 1971. Mycoflora of living and dead leaves of Nothofagus truncata. Trans. Brit. Mycol. Soc. 56(5): 463-474.
- SERVICIO METEOROLÓGICO. 1979. Almanaque Salvadoreño. Ministerio de Agricultura y Ganadería, San Salvador. 90 pp.
- SHANKS, R. E. & J. S. OLSON. 1961. First-year breakdown of leaf litter in southern Appalachian Forest. Science 134: 194 - 195.

- SHARMA, K. R. & A. G. HUKERJI. 1972. Succession of fungi on cotton leaves. Ann. Inst. Pasteur (Paris) 122(3): 425-454.
- SMITH, G. 1954. An Introduction to Industrial Mycology, 4th. ed. Edward Arnold Ltd., London. 370 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.
- WIEGERT, R. G. & J. T. MCGINNIS. 1975. Annual production and disappearance of detritus on three South Carolina old fields. Ecology 56: 129-140.

ANEXO 1

ANÁLISIS DE UNA MUESTRA DE SUELO DE LA LADERA NOROESTE
(N.O.) DEL CERRO VERDE, TOMADA EN UN PERFIL DE 50cm.
DATO PROPORCIONADO POR EL DEPTO. DE SUELOS DEL CENTRO
NACIONAL DE TECNOLOGIA AGROPECUARIA C.E.N.T.A.

| | |
|--------------------------|-------------------------|
| Textura | Franco Arenoso |
| pH en agua | 6.2 (ligeramente ácido) |
| Potasio (ppm) | 95 (alto) |
| Fósforo (ppm) | 26 (alto) |
| Meq. Mg/100 gr. de suelo | 2.48 |
| Meq. Ca/ 100gr. de suelo | 7.76 |

ANEXO II

PROMEDIOS MENSUALES DE LOS FACTORES CLIMATICOS DEL CERRO VERDE EN EL PERIODO DE 1975 a 1979. SERVICIO METEREOLGICO DE LA ESTACION CERRO VERDE.

| Mes | Parámetro | Precip (mm) | Temp. (°C) | Hum.Rel. (%) | Vel.viento (Km/h) |
|------------|-----------|-------------|------------|--------------|-------------------|
| Enero | | 7 | 13.3 | 71.0 | 19.8 |
| Febrero | | 3 | 14.1 | 69.0 | 17.3 |
| Marzo | | 21.2 | 14.8 | 77.8 | 14.9 |
| Abril | | 94.2 | 15.4 | 81.4 | 10.1 |
| Mayo | | 196.2 | 15.4 | 87.4 | 11.4 |
| Junio | | 320.4 | 15.1 | 89.6 | 14.7 |
| Julio | | 301 | 14.9 | 85.0 | 17.8 |
| Agosto | | 320.6 | 15.0 | 87.0 | 16.4 |
| Septiembre | | 461.5 | 14.6 | 92.2 | 13.3 |
| Octubre | | 212.8 | 14.9 | 88.4 | 13.9 |
| Noviembre | | 53.0 | 14.4 | 80.0 | 19.8 |
| Diciembre | | 33.5 | 13.7 | 73.4 | 19.5 |