

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

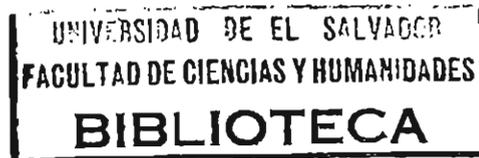
Facultad de Ciencias y Humanidades  
Departamento de Biología

Estudio de Poblaciones Fúngicas en el Litter de una  
Comunidad del Cerro Verde

Mauricio Enrique Girón Montúfar

TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE

LICENCIADO EN BIOLOGIA



San Salvador, El Salvador, C. A.  
Diciembre 1982.

T  
631.46  
G527e

g. 1

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

UES BIBLIOTECA CENTRAL  
  
INVENTARIO: 10106308

" ESTUDIO DE POBLACIONES FUNGICAS EN EL LITTER DE UNA  
COMUNIDAD DEL CERRO VERDE "

MAURICIO ENRIQUE GIRON MONTUFAR.

TESIS PARA OPTAR AL GRADO DE  
LICENCIADO EN BIOLOGIA.

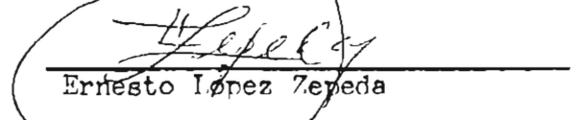
SAN SALVADOR, EL SALVADOR.

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

DECANO

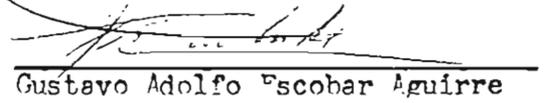


DIRECTOR DEL DEPARTAMENTO



Ernesto Lopez Zepeda

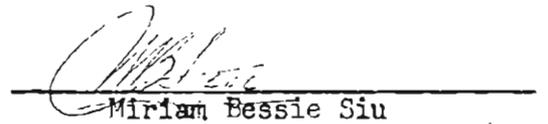
ASESOR



Gustavo Adolfo Escobar Aguirre

JURADO EXAMINADOR.

PRESIDENTE



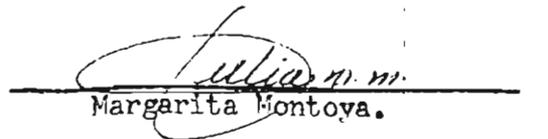
Miriam Bessie Siu

SECRETARIO



Judith Dolores Toledo

VOCAL



Margarita Montoya.

=====

III

DEDICATORIA

A MIS PADRES :

Héctor Girón N. y

Rosa Irma Montúfar de Girón

A MIS HERMANOS :

Héctor José y

Rosa Irma.

A MIS FAMILIARES Y AMIGOS.

#### IV

#### AGRADECIMIENTOS

Agradezco a todos los profesores, compañeros y amigos que en una u otra forma me ayudaron a realizar este trabajo. De manera especial expreso mi mas profundo agradecimiento al Doctor Gustavo Adolfo Escobar -- Aguirre, quien durante todo el período de este trabajo me ayudó de todos los modos posibles con sus valiosos conocimientos y su excelente criterio.

Agradezco también al Instituto Salvadoreño de Turismo, por su colaboración al facilitar el área de estudio. Finalmente al Jurado Examinador por las sugerencias para mejorar este trabajo.

CONTENIDO

	Pág.
1- Introducción .....	1
2- Revisión de Literatura .....	3
3- Materiales y Métodos .....	13
3.1 Area de Estudio .....	13
3.1.1 Vegetación .....	13
3.1.2 Clima .....	14
3.2 Técnica de Campo .....	14
3.3 Procedimiento de Laboratorio .....	15
3.4 Análisis Estadístico .....	17
4- Resultados .....	21
5- Discusión .....	41
6- Conclusiones .....	46
7- Recomendaciones .....	48
8- Resumen .....	49
9- Literatura Citada .....	50
10- Anexo I .....	57
11- Anexo II .....	58

## VI

LISTA DE TABLAS

<u>Tabla No.</u>		<u>Pág.</u>
1.	Número mensual de colonias de cada especie fúngica encontrada en el "litter" de las canastas aéreas	26
2.	Número mensual de colonias de cada especie fúngica encontrada en el "litter" de las bolsas del suelo	28
3.	Número total de colonias, frecuencia y densidad relativa de los hongos encontrados en el "litter" de las canastas aéreas	30
4.	Número total de colonias, frecuencia y densidad relativa de los hongos encontrados en el "litter" de bolsas del suelo.	32
5.	Especies fúngicas comunes y no comunes para el — "litter" de las canastas aéreas y bolsas del suelo.	38

VII

LISTA DE FIGURAS

<u>Figura No.</u>		<u>Pág.</u>
1.	Canasta aérea usada para obtener la tasa de producción del mantillo.	18
2.	Bolsa del suelo usada para obtener la tasa de descomposición del mantillo.	19
3.	Cajas de Petri conteniendo "litter" para la incubación de la flora fúngica.	20
4.	Tasa de producción de "litter" en la Ladera -- Nor-Oeste del Cerro Verde, durante 7 meses.	24
5.	Tasa de descomposición del "litter" en la -- Ladera Nor-Oeste del Cerro Verde, durante 7 meses.	25
6.	Distribución de los taxa encontrados en el "litter" de las canastas aéreas.	34
7.	Distribución de los taxa encontrados en el "litter" de las bolsas del suelo.	35
8.	Frecuencia, densidad y número de especies fúngicas encontradas en el "litter" de las canastas aéreas.	36

Figura No.

Pág.

9. Frecuencia, densidad y número de especies fúngicas encontradas en el "litter" de las canastas del suelo.

37

+++++

## 1. INTRODUCCION

Cuando se realizan estudios biológicos de suelos y se demuestra la gran abundancia de protozoarios, hongos y otras formas de vida que son partes esenciales del suelo, comienza a entenderse mejor la idea del mismo como una comunidad viva. Además se consideran las raíces horadando y nutriéndose del suelo y la cantidad de animales que se mueven en la superficie y en el interior, entonces se hace obvio que los organismos todos, el suelo y la atmósfera, son parte de una comunidad viva y de un medio ambiente: el ecosistema -- (Holdridge, 1979).

Odum (1979) sostiene que los desintegradores ó microconsumidores, organismos heterotróficos, principalmente las bacterias y los hongos, desdoblan los complejos compuestos del protoplasma muerto, absorben algunos de los productos de descomposición y liberan sustancias simples usables por los productores. Mann (1970) dice que la acción de los organismos saprófagos, integrados por necrófagos, coprófagos y detritófagos, recuperan materiales energéticos para su ecosistema evitando temporalmente con su intervención metabólica, el análisis final realizado por las bacterias y otros desintegradores, los que liberan energías potenciales últimas que restan de la trama vital.

La producción y descomposición de materia orgánica es de valor significativo en la ecología, ya que se considera como la entrada de elementos - en los ciclos del suelo y del flujo de energía en el ecosistema (Shank & Olson, 1961). La descomposición en un bosque está relacionada con la densidad de la cubierta vegetal y el "litter" (Frankland, 1966) y la mayoría de estudios sobre la descomposición del "litter" se han hecho en comunidades que han alcan-

zado una estabilidad relativa y en las que se puede estimar aproximadamente la cantidad de materia que se descompone a través de la caída periódica de restos vegetales. (Burgues & Raw, 1971).

El estudio de la capa de "litter" en el suelo, es muy importante, ya que las fuentes principales de materia orgánica para las capas minerales del suelo son la muerte de las raíces y el arrastre de materia orgánica desde las capas superiores pertenecientes al mantillo (Burgues & Raw, 1971).

El "litter" lo define Gamundi, Arambarri & Giaiotti (1977) como: "el conjunto de hojas, ramitas caídas, muertas ó moribundas, pecióladas o no, cuya coloración varía entre el verde, dorado, amarillo-verdoso, castaño-amarillento y castaño. Este material forma la primera capa superficial del suelo, cuyo símbolo es L ó A<sub>000</sub> y constituye parte del horizonte orgánico A. Cabe añadir que en esta capa, las hojas son fácilmente individualizadas como pertenecientes a una determinada especie."

El interés por conocer el funcionamiento de un ecosistema ha motivado la realización del presente trabajo en el que se compara la micoflora que interviene en el proceso de descomposición del "litter" antes y después de caer al suelo, así como también la tasa de producción y descomposición durante la época seca y los meses de transición en un bosque nebuloso tropical.

## 2. REVISION DE LITERATURA

Estudios de productividad se han realizado en varios sitios y en diferentes climas. Holdridge (1979) estudió la productividad vegetal en general, la cual según el autor puede estudiarse en distintos niveles, pero en el sentido estrictamente ecológico es la producción de materia seca en kilogramos, por unidad de área, por año. También dice Holdridge que los datos de productividad basados en materia seca deberán constar con suficiente información climática y con datos sobre las comunidades vegetales, en cantidades tal que permitan por lo menos derivar el índice de complejidad. La evaluación de la productividad potencial es necesaria para guiar la planificación del futuro uso de la tierra.

Jenny, Gessell & Bingham (1949) midieron la producción de materia orgánica durante un año en dos distintos tipos de bosques, uno de zona tropical en Colombia y otro de zona templada en California. Los resultados obtenidos fueron de 8000 a 11000 lbs/acre/año de hojas y ramas en el bosque tropical; en cambio, en el bosque de zona templada la producción fue solamente de 800 a 3000 lbs/acre/año. Orellana Henríquez (1981) trabajó con la especie Rondeletia laniiflora en el bosque nebuloso tropical "Cerro Verde" de El Salvador; una producción total de 2.0 ton/ha/año. Ewel (1976) midió las cantidades de "litter" en lugares jóvenes de crecimiento secundario y en bosques maduros en tierras bajas del Este de Guatemala. El incremento de la caída de "litter" con el incremento de la edad del bosque joven llegó a un máximo de 10 ton/ha/año, producido por un lugar de 4 años de edad; esto

no fue significativamente diferente a la cantidad de "litter" producido en un bosque maduro. Hernández & Mullen (1975) midieron la productividad de un ecosistema manglar en Colombia en la costa pacífica; ellos calcularon la productividad total de  $1.0092 \text{ gr/día}/0.25 \text{ m}^2$ , lo que significa que en ese ecosistema se obtiene el doble de la productividad de los ecosistemas en otras latitudes.

Burgues & Raw (1971) escriben sobre la producción de "litter" en la que opinan sobre la recolección por medio de recipientes adecuados y los problemas que ocasionan los bosques muy densos; así que la mayoría de las investigaciones se han dedicado a los componentes recueños del mantillo como hojas, escamas, yemas, flores, frutos y fragmentos de corteza. Estos autores mencionan que en bosques árticos y alpinos es baja la cantidad de hojarasca, de hasta 0.5 toneladas métricas/ha/año. También mencionan que las zonas templadas es de gran importancia la distribución estacional y que hay que tomar en cuenta materiales de naturaleza secundaria como excreciones de animales, donde existe una gran población de ellos.

En zonas templadas, se ha trabajado mucho en la producción de "litter" como en estudios realizados por Gosz, Likens & Borman (1973) trabajando en el bosque experimental de Hubbard Brook, localizado en las montañas blancas de New Hampshire. Siempre usando el método de canastas en este bosque templado, obtuvieron un total de "litter" producido de 5702 kg/ha/año, reportando que el 49.1% del "litter" correspondió a las hojas y el resto fueron ramitas, troncos y flores. Frankland (1966) trabajó en un bosque de Roudse, Inglaterra y obtuvo datos de producción de aproximadamente 1000 a

3000 kg/ha/año de "litter" de pecíolos quebrados de Pteridium aquilinum: Carlisle, Brown & White (1966a) trabajaron en un bosque maduro de Quercus petraea sobre un sitio silicoso en un área lluvioso en el Norte de Lancashire, también en Inglaterra. Este autor reporta un promedio de 23-60 x 10<sup>6</sup> hojas/ha/año, haciendo un área foliar de 4.8 ha y una media de peso seco de 3820 kg/ha/año. El peso seco de el total de la caída de "litter" (hojas, ramitas, flores, bellotas) fue 3<sup>o</sup>58 kg/ha/año.

Sobre el tema de la descomposición, Odum (1976) opina que la proporción de sustratos específicos colocados en el ecosistema suministra una aproximación del tipo de desintegradores. Por ejemplo, pesando periódicamente y examinando las hojas en bolsas de red de nylon dejadas reposando en posición natural en la hojarasca o desechos de celulosa colocados en el suelo, revelan rasgos tanto cualitativos como cuantitativos de la descomposición de los materiales de la planta. Además, el examen microscópico de tales sustratos o cultivos hechos de ellos pueden revelar las clases de organismos responsables de la descomposición observada. Igualmente puede estudiarse la retención o liberación de nutrientes en el material vegetal y si estos son incorporados biológicamente utilizando marcadores en el sustrato original.

Ewel (1976), en estudios realizados en Guatemala, trabajó con la descomposición de hojas de cinco especies: Cochlospermum vitifolium, Heliconia latispatha, Paspalum fasciculatum, Trema micrantha y Orbignya cohune. Este estudio fue realizado en vegetación de 0, 3, 6, 9 y 14 años, más un bosque maduro, así como también en dos tipos de suelo: aluvial y serpentino/

limo, este último derivado de tierras altas. Las primeras cuatro especies y sus hojas se descompusieron más rápidamente que las de Orbignya cohune en bosque maduro. La descomposición ocurrió en la misma proporción en todas las edades de vegetación, exceptuando que fue significativamente más lento en zonas claras de vegetación. En la materia seca no hubo diferencia en los dos tipos de suelos estudiados, pero la pérdida de Nitrógeno y Fósforo fue más rápido sobre los suelos de tierras altas. Hernández & Mullen (1975) calcularon la descomposición en un ecosistema manglar-estuario en Colombia. Para la medición de tasa de descomposición, colocaron 30 bolsas de polietileno perforadas, conteniendo 40 gr. cada una del mismo material que fue colectado en canastas aéreas. El promedio por bolsa de material orgánico recuperado fue de 20.3 g después de 3 meses; es decir, que en este ecosistema-manglar cada 90 días se descompone aproximadamente el 50% del material que cae.

Orellana Henríquez (1981) estudió la descomposición de Pondeletia lanniflora durante la época seca en un bosque nebuloso tropical, menciona que en la pérdida de peso seco no hubo diferencias significativas, pero que posiblemente, durante la estación seca, la descomposición en este tipo de bosque se limita a evolución de gases. Jenny, Gessel & Bingham (1949) - estudiaron la descomposición de hojas de alfalfa colocadas en suelos naturales; constataron que las hojas se descompusieron rápidamente en suelos tropicales y lentamente en suelos templados. Cálculos de promedio de descomposición en suelos de bosques en Colombia y California colaboraron y afirma-

ron los resultados de los estudios de alfalfa. El tiempo requerido para alcanzar un equilibrio aproximado entre la acumulación y descomposición de "litter" en los suelos es menos de una década en bosques tropicales, de 30 a 60 años bajo robles en California y de 100 a 200 años bajo pinos ponderosa.

Burgues & Raw (1971) estudiaron los procesos de descomposición del mantillo en los tipos Mor y Mull. El tipo Mor se caracteriza por tener un bajo pH, como bosques de Coníferas, lo que resulta en una baja tasa de descomposición; en cambio, dadas unas condiciones más alcalinas, en el suelo - Mull típico las hojas de roble pueden tardar 8 ó 9 meses en alcanzar su desintegración completa. Más impresionante aún es el hecho de que en la época húmeda en los bosques de la región cálida tropical, una hoja puede desintegrarse algunas semanas después de caer al suelo. En cambio Frankland — (1966) trabajó con pecíolos caídos de Pteridium aquilinum y observó que la descomposición de los pecíolos fue un proceso largo en todos los sitios del bosque. El autor estimó que el material estudiado podría tomar de 8 a 10 años para desintegrarse completamente. También añade que la descomposición parece estar limitada por la disponibilidad de nutrientes y por el estado físico del sustrato y que las diferencias de promedios de descomposición sobre varios sitios pueden estar relacionadas con la densidad de la vegetación circundante y del "litter", más que con el tipo de humus del lugar.

Varios estudios se han realizado sobre la micoflora presente en las hojas, ya sea cuando éstas caen al suelo así como antes de caer. Entre ellos están los realizados en zonas pantanosas y entre estos se destaca el

de Pugh & Mulder (1971) quienes estudiaron la micoflora asociada con Typha latifolia desde las primeras hojas aparecidas hasta los últimos estados de senectud de las hojas. Los principales hongos encontrados fueron: Alternaria tenui, Aureobasidium pullulans, Cladosporium herbarum, Epicoccum nigrum y Phoma typharum; Sporobolomyces fue aislado sólo durante los meses de verano. El número de especies aumentó con la senectud de la planta y cada cierto grupo de especies tuvo la tendencia a ser específico a sitios particulares en la planta o a condiciones particulares del sustrato. Por ejemplo, las hojas moribundas fueron significativamente colonizadas por Leptosphaeria, mientras que en el "litter" se encontraron hongos nematófagos. De los rizomas y las raíces se aislaron menos hongos que de otros sitios en la planta.

Fell & Hunter (1979) trabajaron con los hongos asociados con la descomposición de "Junco negro", Juncus roemerianus, en el sur de Florida. Ellos observaron un total de 123 taxa, treinta y cuatro de los cuales tuvieron una frecuencia de ocurrencia de 1% o más; de estos, 5 taxas (Fusarium spp., Cladosporium cladosporioides, Drechslera hawaiiensis, Alternaria alternata y Geniculosporium spp.) representaron el 25% del total. La estructura de la comunidad fue afectada por la condición de la hoja (viva, senil u hoja descompuesta), posición en la hoja (en la punta, en medio ó base de la hoja), estación del año (lluviosa ó seca) y técnica de cultivo. De menor importancia fue el lugar de la estación dentro del sitio de estudio. Comparaciones con otros estudios de Juncus y el "litter" de mangle rojo (Rhizophora mangle), indican una comunidad fúngica característica asociada con Juncus en estuarios

subtropicales. También en Florida, específicamente en los Everglades, -- Wallace & Dickinson (1978) realizaron estudios comparativos de la micoflora de pantanos turbosos en 3 hábitats ocupados por comunidades diferentes de plantas superiores. La mayor variedad de poblaciones fúngicas fué encontrada en los hábitats de agua dulce dominados por Cladium, en los cuales la turba estaba más descompuesta. Por el contrario, los hábitats de agua salobre y salina, colonizadas por Juncus y Rhizophora respectivamente, se caracterizaron por poseer poblaciones limitadas de hongos.

Entre los estudios realizados en zonas templadas se destaca el de Gochenaur (1978), quien estudió la micoflora del horizonte A del suelo en bosque de roble y fresno en Long Island. La composición y estructura de la comunidad se basó en un análisis hecho de 80 muestras colectadas durante -- 1975. La mayoría de los hongos fueron Deuteromycetes (78%) los Zygomycetes contribuyeron con el 6% de la población, los Ascomycetes con el 5% y el 11% restante fueron levaduras esporógenas. Las especies dominantes fueron Penicillium terlikowskii, P. daleae, Trichoderma pseudokoningii y Oidiodendron chlamydosporicum.

Bransberg (1969) realizó un estudio cualitativo de la micoflora -- que intervienen en lugares en el Norte de Idaho. Encontró un total de 128 hongos, en evidente sucesión sin haber diferencias notables entre las poblaciones de las distintas especies de árboles. Ciertos Mucolares fueron importantes colonizadores primarios de agujas de coníferas como por ejemplo: Absidia epinosa, Mucor hiemalis, y M. ramannianus. Los Hyphomycetes principales

de la capa L fueron: Trichoderma album, T. viride, Penicillium nigricans y P. frequentans; todas estas especies fueron activas en el rompimiento inicial de las agujas.

Ruscoe (1971) estudió la micoflora de hojas vivas y muertas de Nothofagus truncata. Los estudios se realizaron en la filósfera y tejidos internos de la hoja, usando una combinación de observaciones directas y métodos de cultivo. El autor manifiesta que la colonización comienza en las hojas jóvenes, las que poseen una micoflora de parásitos internos y discretas colonias en la superficie, las cuales presentaron un patrón sucesional conforme va desarrollándose la hoja. Las hojas vivas de Nothofagus truncata fueron colonizadas inicialmente por Ascomycetes y hongos imperfectos como Aureobasidium pullulans, Cladosporium herbarum, Alternaria tenuis y Fusarium lateritium. A la caída de las hojas los saprófitos secundarios fueron: Pachybasium hematum, Discula sp., Penicillium spinulosum, P. thomii, Hansfordia ovalispora, Rhodesia sp., Stemphylium sp., Chaetomium globosum y Trichoderma viride.

Sharma & Murkerji (1972) estudiaron sucesiones de hongos sobre hojas de algodón y encontraron que los Deuteromycetes sobre las hojas secas - estuvieron representados solamente por propágulos de previas generaciones, pero sobre otro tipo de hojas, estos hongos mostraron un alto crecimiento y esporulación. Los cambios de humedad y los altos contenidos de humedad favorecieron el crecimiento de Myxomycetes y la esporulación de los no Myxomycetes; el pH del suelo aparentemente no tuvo influencia sobre la micoflora.

Entre los pocos trabajos en zonas tropicales se tiene el de Orellana Henríquez (1981), quien realizó estudios de la micoflora en el "litter" aéreo y del suelo de Rondeletia lanniflora en el bosque nebuloso del Cerro Verde en El Salvador. Reportó 69 especies 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, reporta poblaciones significativas de los géneros: Aspergillus, Fusarium, Pestalotia, Chaetomium y Rhizopus.

Baker, Dunn & Sakai (1979) estudiaron las comunidades de hongos asociados con hojas de plantas vasculares endémicas en Hawaii, en las que se muestra una ocurrencia de 90% de los hongos imperfectos. Además, ellos compararon las poblaciones fúngicas de tres plantas diferentes y determinaron que, cualitativamente, las comunidades de hongos de la filósfera fueron básicamente similares en la mayoría de los sitios de colecta, cuantitativamente, ellos encontraron diferencias significativas, ya que en una especie de planta con hojas pubescentes (Metrosideros collina var. polymorpha) ellos encontraron el triple de hongos que en las otras plantas estudiadas.

Burgues & Raw (1971), estudiando la invasión inicial de los tejidos vegetales, emplean el término "filósfera" para describir la región que rodea la hoja y la flora superficial que está integrada por hongos y bacterias. Tansey (1977) estudió la importancia de esta filósfera y asegura que una población de microorganismos viven saprofiticamente sobre superficies de hojas

sanas en la mayoría de plantas y que estos juegan un papel importante en los procesos de una rápida senectud de las hojas y la facilidad de nutrir de minerales la planta. Así mismo, recomienda considerar en mayor detalle la -- composición y dinámica de estas poblaciones bajo condiciones normales y de conocer cómo es afectada la filósfera por fungicidas, herbicidas, insecticidas y otros químicos no naturales, incluyendo la contaminación del aire.

### 3. MATERIALES Y METODOS.

#### 3.1 Area de Estudio.

El Cerro Verde está ubicado al Suroeste de la ciudad de Santa Ana, entre los  $13^{\circ}49'$  latitud norte y  $89^{\circ}39'$  longitud oeste, y tiene una altura de 2030 metros sobre el nivel del mar, limita al Noroeste con el Volcán de Santa Ana y al Suroeste con el Volcán de Izalco, formando parte del maciso Santa Ana-Apaneca (Rosales, 1977). La distancia de San Salvador al lugar es de 77 km., existe actualmente sólo un acceso principal hasta el área, - propiedad del Instituto Salvadoreño de Turismo (ISTU) desde 1955. El suelo del lugar pertenece a la clase de suelos # 10 Latosoles y Regosoles-Er-tisoles, según el mapa Pedológico de El Salvador (Rico, 1974). Un análisis de dicho suelo se presenta en el Anexo I.

El trabajo se realizó en la ladera Noroeste (N/O) del bosque, con una dominancia de los géneros: Rondeletia, Quercus, Perrimenia, Oreopanax, Alnus y Montanoa; sin embargo, se trata de una asociación Quercus-Rondeletia con una evidente diversidad de vegetación epífita (Rosales, 1977). Lauer - (1954) describe que la vegetación de altura entre 1800 - 2000 m.s.n.m., forma los bosques nebulosos constituidos por árboles gigantes, entre ellos robles con abundante vegetación epífita. Lötscher (1955) describe la vegetación de la zona tropical húmeda alta (tierra fría) con géneros de Quercus y Lauráceas. Montoya y Rosales (1977) encontraron plantas dominantes de Rondeletia, Oreopanax y Eugenia en esta área.

### 3.1.2 Clima.

, Las características generales del clima, según las tipifica Koeppen, para Centroamérica es: clima caluroso con invierno seco (Cw) a la que pertenecen todas las montañas mas arriba de 1200 m.s.n.m., (Lessman, 1975). Según el Almanaque Salvadoreño (Servicio Meteorológico, 1978) el código completo de estas zonas es Cwbig; de donde, según el código de Koeppen (Lessman, 1975):

C: Temperatura media del mes más frío entre  $18^{\circ}$  y  $3^{\circ}$ C.

w: La estación seca ocurre en el invierno (Hemisferio Norte), aproximadamente entre Diciembre y Febrero.

b: Temperatura media del mes más caliente menor  $22^{\circ}$ C.

i: Isotermia, variación anual media de la temperatura  $5^{\circ}$ C.

g: Tipo Ganges de la variación anual de la temperatura, con el mes mas caliente, antes del solsticio de verano (21 de Junio y antes de la estación lluviosa).

Los datos de los elementos climáticos del Cerro Verde, como precipitación, temperatura, humedad relativa y velocidad del viento, se obtuvieron de la estación del Cerro Verde, Servicio Meteorológico (Anexo II).

### 3.2 Técnica de Campo.

El área delimitada en el lugar de estudio fue de  $100 \text{ m}^2$ , la cual

fue dividida en 100 cuadros imaginarios de 1 m. por lado. El período de recolección de las muestras mensuales estuvo comprendido entre el 30 de Octubre de 1979 y el 31 de Mayo de 1980.

La producción de "litter" se midió colocando canastas aéreas (Ewel, 1976; Mason, 1977; Bocock et al., 1960). Las canastas aéreas fueron unos cubos de 50 cm. de lado, abiertos en la parte superior y sostenidas a 1 m. de altura por un marco de madera (Fig. 1); el material de los cubos fué de malla metálica galvanizada con agujeros de 3 mm. por lado.

Se colocaron 3 canastas al azar en el área delimitada. El material caído se extrajo cada mes y se transportó en bolsas de polietileno al laboratorio. Para medir la tasa de descomposición se utilizaron 36 bolsas colocadas al azar en los cuadros imaginarios mencionados anteriormente. La medidas de las bolsas fueron de 25 x 45 cm. (Ewel, 1976), como lo indican la Fig. 2. Las bolsas se indicaron con estacas visibles y marcadas con un número, el contenido de 3 bolsas obtenidas al azar se llevaron al laboratorio cada mes. Con el mismo procedimiento de las bolsas de polietileno; el contenido inicial de "litter" de cada bolsa fue de 100 gr. y el material de las bolsas fué de la misma malla galvanizada de las canastas aéreas.

### 3.3 Procedimiento de Laboratorio.

Las tasas de producción y descomposición se midieron con el método de peso seco, usando una estufa eléctrica a 55°C por 24 horas (Bocock et al.,

1960; Gosz, Likens & Borman, 1973).

La flora fúngica presente en el "litter" aéreo y el "litter" del suelo se estimó con 12 muestras mensuales de 0.5 gr. de hojarasca cada una; seis de las muestras fueron de las canastas aéreas y las otras seis de las bolsas del suelo. La hojarasca usada se desmenuzó manualmente, y se colocó dentro de una caja de Petri esterilizada previamente, seguidamente se cubrió con 20 ml. aproximadamente de medio de cultivo, el cual se dejó solidificar a temperatura ambiente (Fig. 3).

El medio de cultivo que se utilizó es una modificación del extracto de suelo al frío ("Cold Soil Extract Medium", CSEM), usado por McCabe & Escobar (1974). La preparación fue de la siguiente manera: se colocó 200 gr. de suelo fresco de jardín en un frasco Erlenmeyer de 1 lt. se agregó 500 ml. de agua destilada y se dejó reposar una hora. El extracto se filtró a través de un papel filtro Whatman # 1 y al filtrado se le agregó agua destilada hasta conseguir un volumen de 500 ml.; luego se complementó con 0.25 gr. de extracto de levadura, 0.25 gr. de extracto de malva, 1.0 gr. de almidón soluble y 9.0 gr. de agar. El medio se esterilizó a 15 lbs. de presión durante 15 min.

Las observaciones de los hongos en el laboratorio, se comenzaron a partir del 1 de Diciembre de 1979 y se determinaron con la ayuda de trabajos sobre micomicetos como los de Smith (1954), Gilman (1963), Dade & Gunnell -- (1969), von Arx (1970), Barnett & Hunter (1972), Barron (1972), Domsch & Game (1972), Kendrick & Carmichael (1973) y Escobar (1979).

### 3,4 Análisis Estadístico.

A fin de obtener una buena idea de la complejidad de las poblaciones fúngicas asociadas con la descomposición del "litter", se estableció la frecuencia y la densidad relativa de cada una de las especies presentadas. El porcentaje de frecuencias fue calculado así: se dividió el número de muestreos positivos entre el número total de muestreos y se multiplicó por cien. La densidad relativa se calculó dividiendo el número de colonias de una especie muestreada entre el total de colonias obtenidas y multiplicadas por cien.

También se estableció la similitud de las poblaciones fúngicas del "litter" de las canastas aéreas con las bolsas del suelo. El método usado fue el "Sorensen Index of Similarity" (ISs) (Müller-Dombois & Ellenberg, 1974). La fórmula es:

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

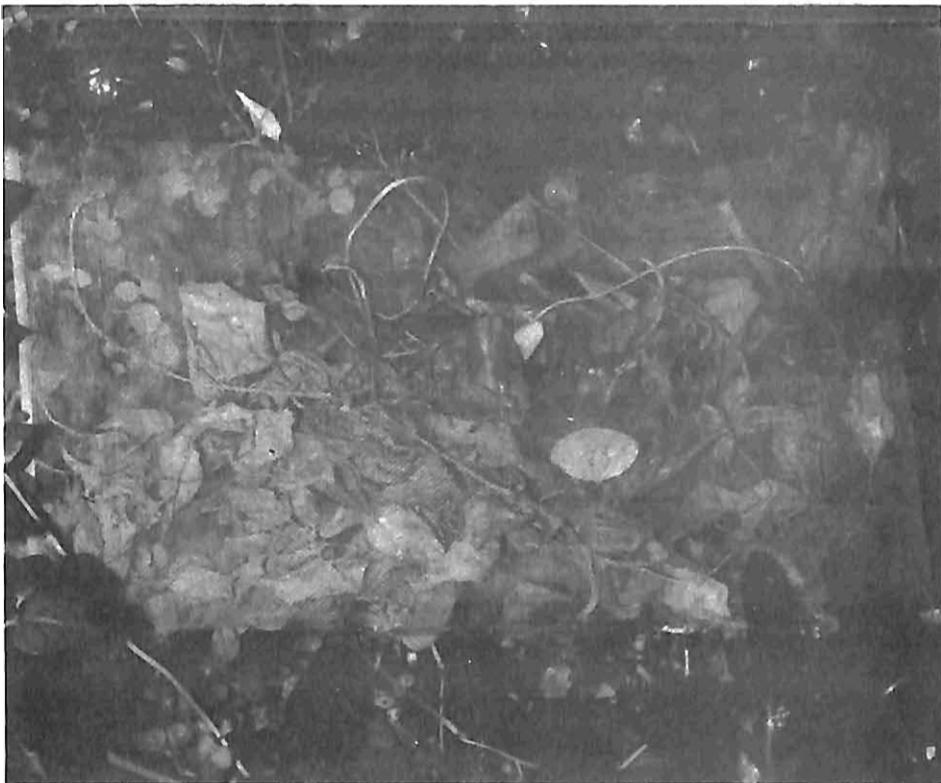
en donde: c es el número de especies comunes entre sitio 1 y 2

$n_1$  es el número de especies en el sitio 1 ("litter" del suelo).

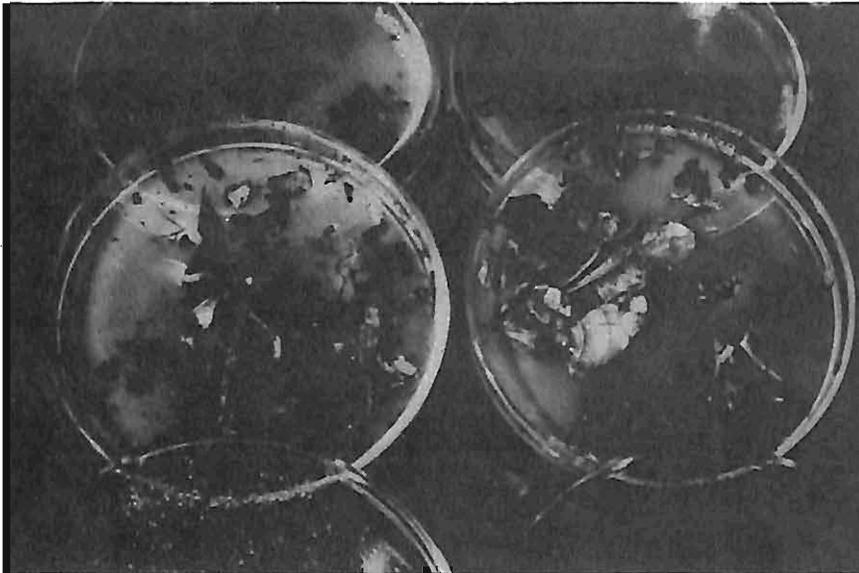
$n_2$  es el número de especies del sitio 2 ("litter" aéreo).



**Fig. 1.** Canasta aérea usada para obtener la tasa de producción del mantillo.



**Fig. 2. Bolsa del suelo usada para obtener la tasa de descomposición del mantillo.**



**Fig. 3.** Cajas de Petri conteniendo "litter" para la incubación de la flora fúngica.

#### 4. RESULTADOS

Los datos que se obtuvieron en la producción de "litter" fueron cinco, ya que las otras dos muestras, que se encontraban junto a las muestras de producción, no se pudieron obtener por fallas eléctricas en el control de la estufa. La Fig. 4 muestra que hay una mayor producción de "litter" en Febrero y Marzo y un mínimo en Abril. En base a los resultados obtenidos se calculó la producción anual de hojarasca que cae en la zona de estudio, resultando ésta de 9.0 ton/ha/año.

En cuanto a la descomposición, la Fig. 5 muestra que fue muy poca la variación del peso inicial de 100 gr. de cada bolsa. De estos datos también se perdieron dos muestras por las razones indicadas anteriormente.

El número de especies aisladas en el "litter" de las canastas aéreas fue de 33, haciendo un total de 512 colonias y arareciendo el mayor número en el mes de Enero con 102, seguido de Febrero con 96 y Abril con 95; por el contrario, Diciembre y Mayo reportaron los menores números de colonias con 37 y 35 respectivamente (Tabla 1). De igual manera, en los meses de Enero, Febrero y Abril se reportó un mayor número de especies, pero los meses de Noviembre y Mayo fueron los mas pobres en diversidad. Las especies aisladas en el "litter" de las bolsas del suelo fueron 18, con un total de 163 colonias. El mayor número de colonias se obtuvo en los meses de Abril (48) y Diciembre (41); por el contrario, el menor número se obtuvo en el mes de Noviembre con 6 colonias (Tabla 2). El total mensual de especies se mantuvo casi constante durante el período de estudio.

Las especies con mayor número de colonias en el "litter" de las canastas aéreas fueron: Cladosporium herbarum con 124 y Trichoderma viride con 62; ambos hongos de la clase Deuteromycetes (Tabla 3). La tabla 3 también nos muestra la frecuencia y densidad relativa de T. viride, con 100% y 12.11% respectivamente, y C. herbarum con 71.4% y 24.22% respectivamente. Entre los Zygomycetes, Blakeslea trispora fue la especie dominante con 34 colonias, 100% de frecuencia y 6.64% de densidad relativa. Las especies con mayor número de colonias aparecidas en el "litter" de las bolsas del suelo fueron: Rhizopus equinatus, de los Zygomycetes, con 75 y Trichoderma viride, de los Deuteromycetes, con 34 (Tabla 4). La tabla 4 también muestra la frecuencia y densidad relativa de R. equinatus, con 85.71% y 46.01% respectivamente, y de T. viride con 85.71% y 20.86% respectivamente. Cabe destacar - que C. herbarum, la especie más abundante en el "litter" aéreo, sólo estuvo representada por una colonia en el "litter" del suelo.

Los Deuteromycetes fueron los hongos dominantes en el "litter" de las canastas aéreas con el 74.21% de la densidad relativa total y con 21 especies; seguidos de los Zygomycetes con el 18.35% de densidad relativa y 5 especies. Los Ascomycetes, con 6 especies representaron solamente el 7.23% de la densidad relativa y los Oomycetes sólo el 0.20% con una especie (Fig. - 6). Los hongos dominantes en el "litter" de las bolsas del suelo fueron los Zygomycetes, con una densidad relativa total de 58.88% y solamente 4 especies; seguido de los Deuteromycetes con 39.86% de densidad relativa pero con 12 especies. Los Ascomycetes y Myxomycetes solamente estuvieron representados por

una especie y el 0.61% de densidad relativa, cada uno (Fig. 7).

Agrupando las especies fúngicas del "litter" de las canastas aéreas de acuerdo a su frecuencia (Fig. 8), se observa que el mayor número de especies (16) aparecieron entre los grupos de 41-60% y 61-80% de frecuencia; las densidades de estos grupos fueron también las más altas, 30.43% y 35.93% respectivamente. Es de notar que nueve especies fueron del grupo de 1-20% de frecuencia y cinco con una frecuencia de 81-100% pero con una densidad de 25.19%, menor que la del grupo de 61-80% de frecuencia. El mismo análisis del anterior, se aplicó a los hongos aislados del "litter" de las bolsas del suelo (Fig. 9). En este caso se agruparon así: el mayor número de especies, que fueron 10, aparecieron con la frecuencia más baja y una densidad de solamente 12.85%; el menor número de especies, que fueron dos, aparecieron con la frecuencia más alta y la mayor densidad (66.87%).

De las 37 especies obtenidas en este estudio, 14 fueron comunes al "litter" de las canastas aéreas y de las bolsas del suelo (Tabla 5). Esta tabla también indica que la mayoría de los Ascomycetes (5) y de los Deuteromycetes (12) fueron específicos para el "litter" de las canastas aéreas. Utilizando el método de Sorensen, se obtuvo un ISs de 54.9% entre las poblaciones del "litter" y del suelo.

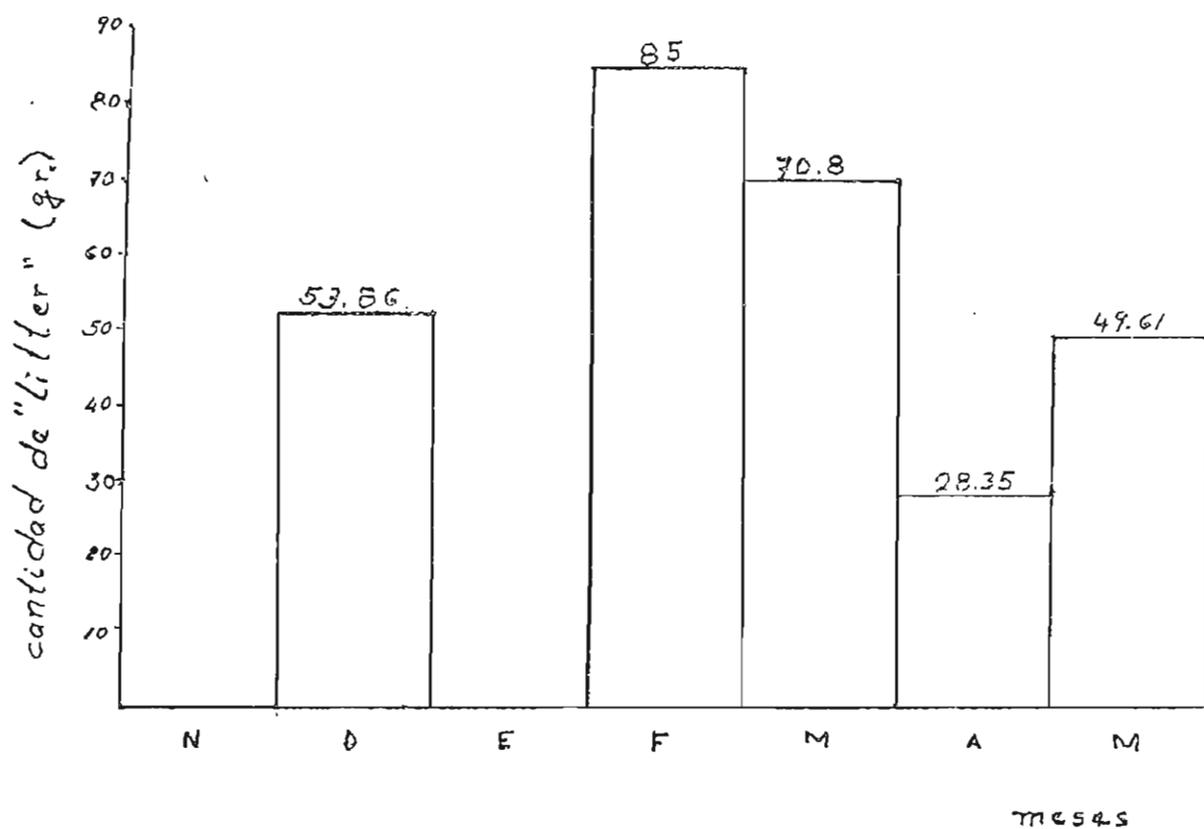


Fig. 4. Tasa de producción de "litter" en la Ladera Nor-Oeste del Cerro Verde, durante 7 meses.

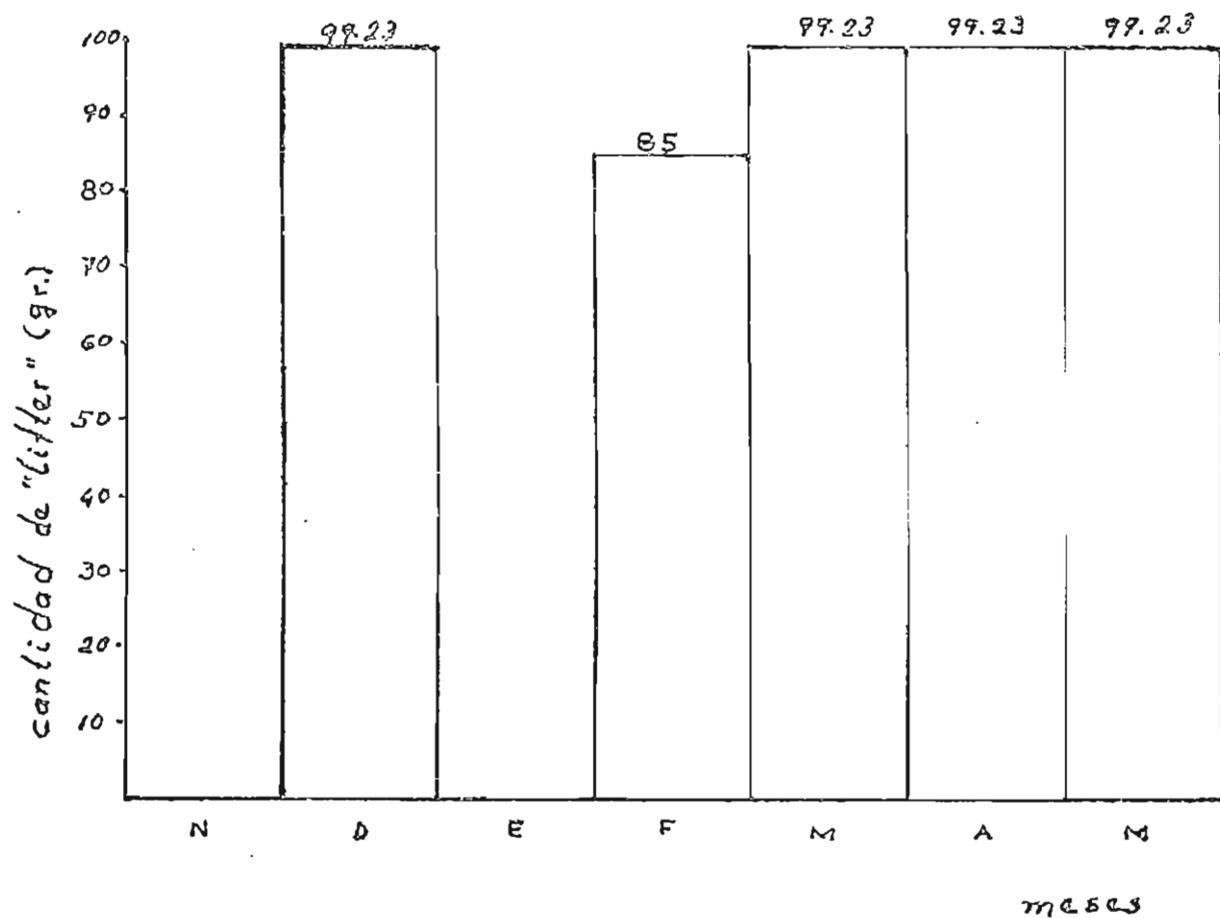


Fig. 5. Tasa de descomposición del "litter" en la Ladera Nor-Oeste del Cerro Verde, durante 7 meses.

TABLA 1. Número mensual de colonias de cada especie fúngica encontrada en el "litter" de las canastas aéreas.

	N	D	E	F	M	A	M
ZYCOMYCETES							
<u>Blakeslea trispora</u>	10	1	1	2	3	11	6
<u>Choanephora cucurbitarum</u>			1	10	6		
<u>Mortierella microspora</u>		1	11				
<u>Rhizopus echinatus</u>	16	5				3	3
<u>Rhizopus oryzae</u>				4			
ASCOMYCETES							
<u>Chaetomium sp. 1</u>				1	7	5	1
<u>Chaetomium sp. 2</u>						1	
<u>Melanorma sp.</u>		1					
<u>Nectria sp.</u>	3	1	2	3	2	1	
<u>Neurospora sp.</u>					3		
<u>Sordaria fimicola</u>	2			1		3	
DEUTEROMYCETES							
<u>Aspergillus clavatus</u>		3	1				
<u>Aspergillus flavus</u>		3	1	2		2	
<u>Aspergillus glaucus</u>		1	1		3		7
<u>Aspergillus niger</u>						4	
<u>Aspergillus oryzae</u>		8			1	6	
<u>Aspergillus tamarii</u>				4			

	N	D	E	F	M	A	M
DEUTEROMYCETES							
<u>Chryso sporium</u> aff. <u>merdarium</u>			1				
<u>Cladosporium</u> <u>herbarum</u>	24		34	35	23		8
<u>Curvularia</u> <u>lunata</u>		2	2	1	4	1	1
<u>Epicoccum</u> <u>nigrum</u>				1			
<u>Fusarium</u> sp.			14	4	3	2	2
<u>Monilia</u> sp.			15	9	1	8	
<u>Penicillium</u> sp.			1			6	1
<u>Pestalotia</u> sp.	10	1	1	1			
<u>Phoma</u> sp.			2	1	2	4	1
<u>Rhizoctonia</u> sp.	3	5	1	4	1		
<u>Septoria</u> sp.	6	1				1	
<u>Stachybotrys</u> <u>chartarum</u>			1			1	
<u>Trichoderma</u> <u>viride</u>	1	3	10	10	4	32	2
<u>Ulocladium</u> aff. <u>consortiale</u>	1	1	1	1	1	3	2
<u>Volutella</u> <u>ciliata</u>			1	2	6	1	1
OoMYCETES							
<u>Pythium</u> sp.	1						
Total mensual de Colonias	77	37	102	96	70	95	35
Total mensual de Especies	11	15	20	19	16	19	12

TABLA 2. Número mensual de colonias de cada especie fúngica encontrada en el "litter" de las bolsas del suelo.

	N	D	E	F	M	A	M
ZYCOMYCETES							
<u>Blakeslea trispora</u>		4	2	1			
<u>Mortierella microspora</u>	1		6				
<u>Rhizopus equinatus</u>		24	5	15	13	14	4
<u>Rhizopus oryzae</u>		7					
ASCOMYCETES							
<u>Chaetomium sp. 1</u>						1	
DEUTEROMYCETES							
<u>Arthrobotrys oligospora</u>	1						
<u>Aspergillus glaucus</u>					1		7
<u>Aspergillus niger</u>						2	1
<u>Aspergillus oryzae</u>						6	
<u>Botrytis cinerea</u>							1
<u>Cladosporium herbarum</u>	1						
<u>Dactylella sp.</u>	1						
<u>Fusarium sp.</u>		2		1	2		
<u>Penicillium sp.</u>				1	1		1
<u>Rhizoctonia sp.</u>			1				
<u>Septoria sp.</u>	1						
<u>Trichoderma viride</u>	1	4	1	1		25	2

	N	D	E	F	M	A	M
MYXOMYCETES							
Plasmodio				1			
Total mensual de Colonias	6	41	15	20	17	48	16
Total mensual de Especies	6	5	5	6	4	5	6

TABLA 3. Número total de colonias, frecuencia y densidad relativa de los hongos encontrados en el "litter" de las canastas aéreas.

	# Colonias	Frecuencia %	Densidad Relativa %
ZYGOMYCETES			
<u>Blakeslea trispora</u>	34	100	6.64
<u>Rhizopus echinatus</u>	27	57.14	5.27
<u>Choanephora cucurbitarum</u>	1	42.86	3.32
<u>Mortierella microspora</u>	12	28.57	2.34
<u>Rhizopus oryzae</u>	4	14.29	0.78
ASCOMYCETES			
<u>Chaetomium sp. 1</u>	14	57.14	2.73
<u>Nectria sp.</u>	12	85.71	2.34
<u>Sordaria fimicola</u>	6	42.86	1.17
<u>Neurospora sp.</u>	3	14.29	0.59
<u>Chaetomium sp. 2</u>	1	14.29	0.20
<u>Melanomma sp.</u>	1	14.29	0.20
DEUTEROMYCETES			
<u>Cladosporium herbarum</u>	124	71.43	24.22
<u>Trichoderma viride</u>	62	100	12.11
<u>Monilia sp.</u>	33	57.14	6.45
<u>Fusarium sp.</u>	25	71.43	4.88
<u>Aspergillus oryzae</u>	15	42.86	2.93

	# Colonias	Frecuencia %	Densidad Relativa %
<u>Rhizoctonia</u> sp.	14	71.43	2.73
<u>Pestalotia</u> sp.	13	57.14	2.54
<u>Aspergillus glaucus</u>	12	57.14	2.34
<u>Curvularia lunata</u>	11	85.71	2.15
<u>Volutella ciliata</u>	11	71.43	2.15
<u>Phoma</u> sp.	10	71.43	1.95
<u>Ulocladium</u> aff. <u>consortiale</u>	10	100	1.95
<u>Aspergillus flavus</u>	8	57.14	1.56
<u>Penicillium</u> sp.	8	42.86	1.56
<u>Septoria</u> sp.	8	42.86	1.56
<u>Aspergillus clavatus</u>	4	28.57	0.78
<u>Aspergillus niger</u>	4	14.29	0.78
<u>Aspergillus tamarii</u>	4	14.29	0.78
<u>Stachybotrys chartarum</u>	2	28.57	0.39
<u>Chrysosporium</u> aff. <u>merdarium</u>	1	14.29	0.20
<u>Epicoccum nigrum</u>	1	14.29	0.20
COMYCETES			
<u>Pythium</u> sp.	1	14.29	0.20

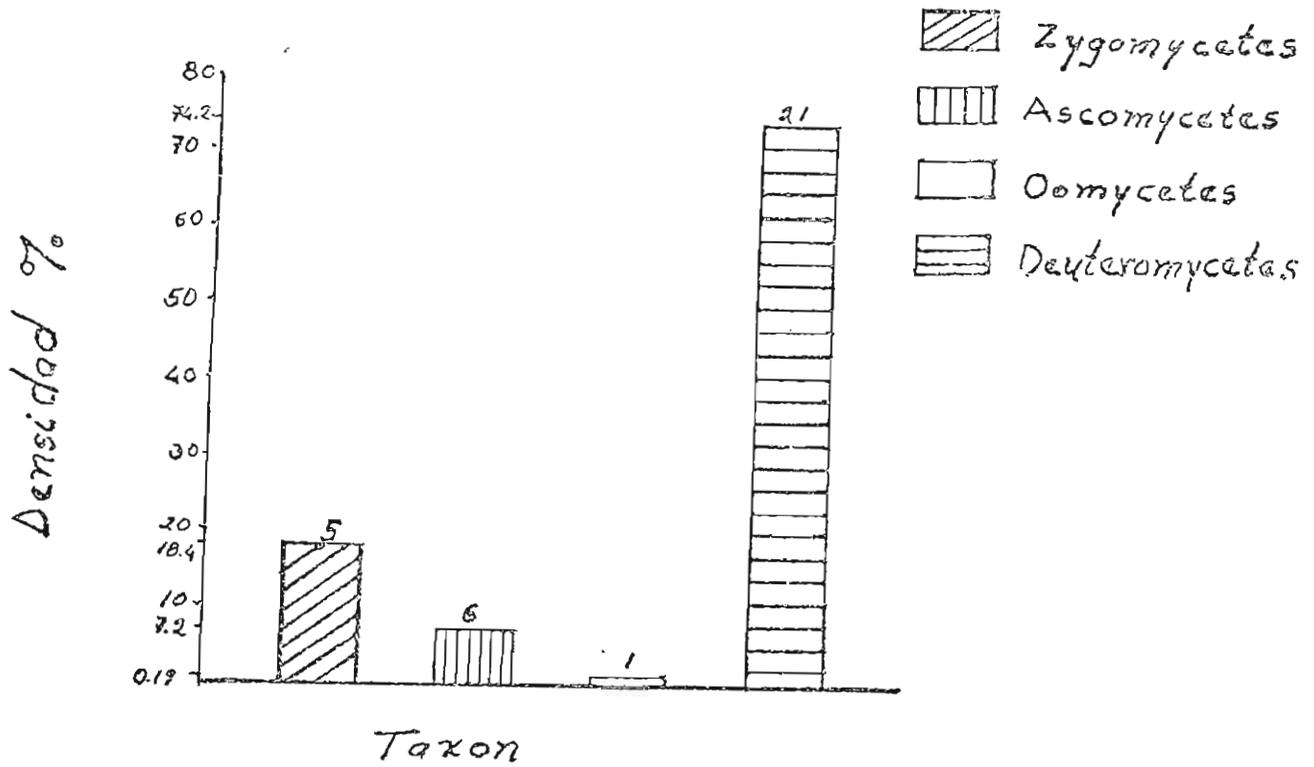


Fig. 6. Distribución de los taxa encontrados en el "litter" de las canastillas aéreas. El número arriba de la barra indica el número de especies en cada taxon.

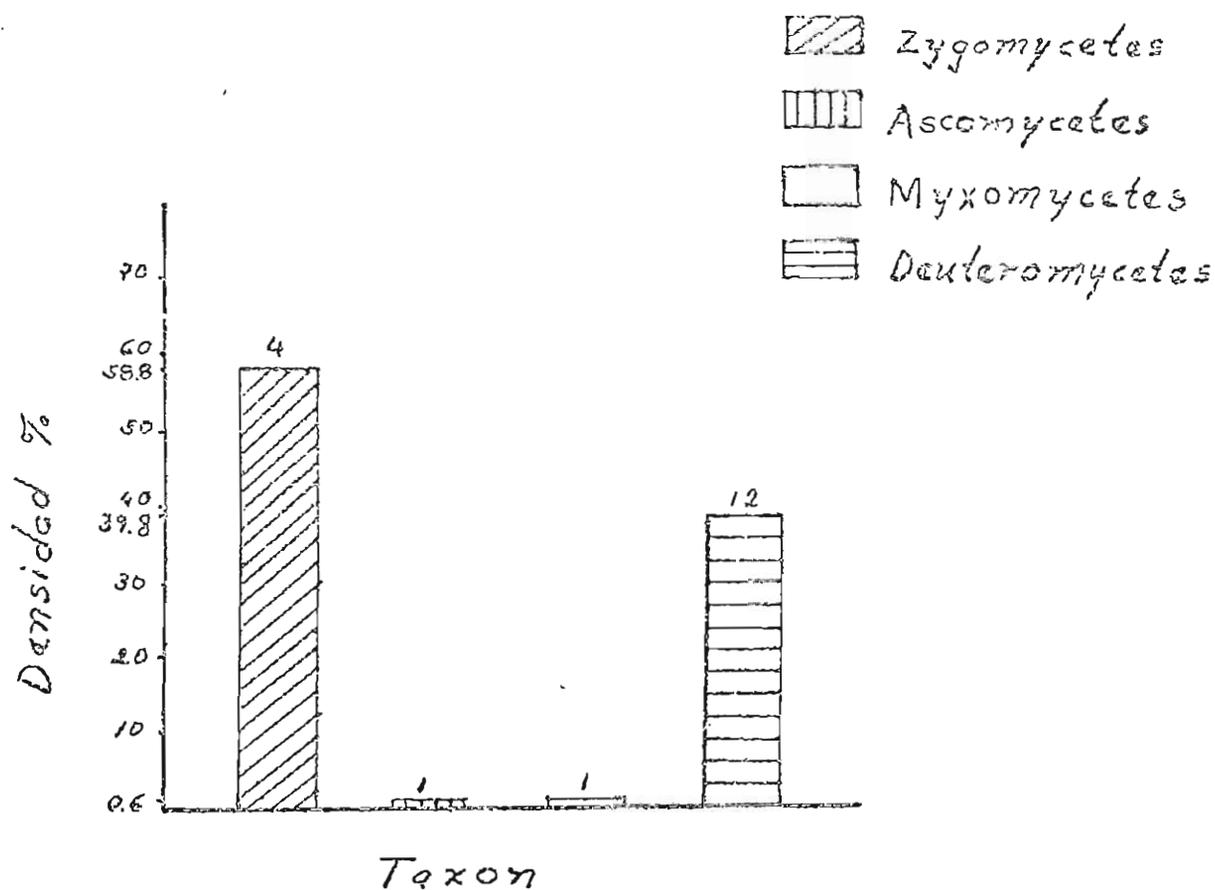


Fig. 7. Distribución de los taxa encontrados en el "litter" de las bolsas del suelo. El número arriba de la barra indica el número de especies de cada taxon.

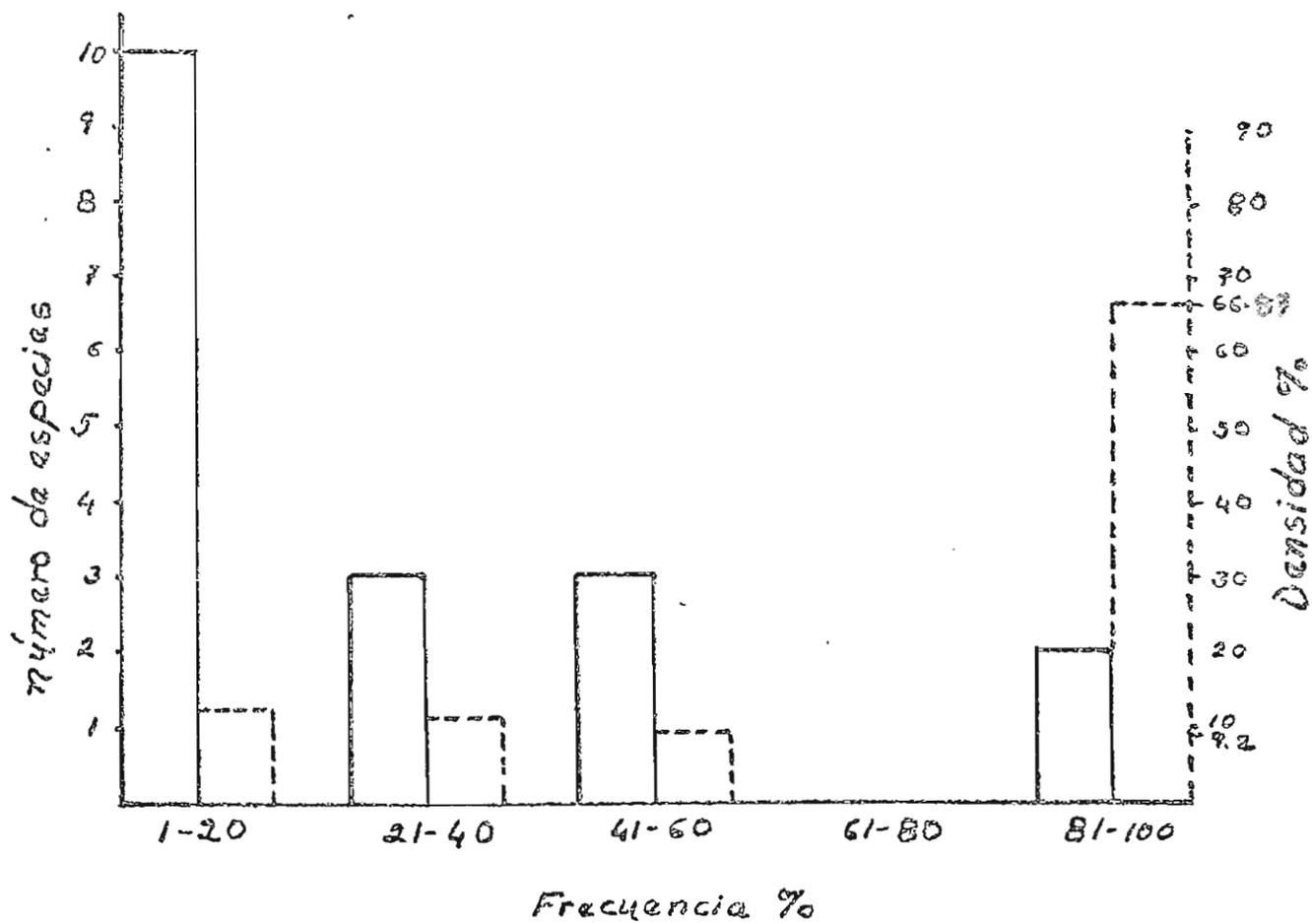


Fig. 9. Frecuencia, densidad y número de especies fúngicas encontradas en el "litter" de las canastas del suelo.

TABLA 5. Especies fúngicas comunes y no comunes para el "litter" de las canastas aéreas y bolsas del suelo.

	AIRE	SUELO
ZYGOMYCETES		
<u>Blakeslea trispora</u>	X	X
<u>Choanephora cucurbitarum</u>	X	
<u>Mortierella microspora</u>	X	X
<u>Rhizopus equinatus</u>	X	X
<u>Rhizopus oryzae</u>	X	X
ASCOMYCETES		
<u>Chaetomium</u> sp. 1	X	X
<u>Chaetomium</u> sp. 2	X	
<u>Melanomma</u> sp.	X	
<u>Nectria</u> sp.	X	
<u>Neurospora</u> sp.	X	
<u>Sordaria fimicola</u>	X	
DEUTEROMYCETES		
<u>Arthrobotrys oligospora</u>		X
<u>Aspergillus clavatus</u>	X	
<u>Aspergillus flavus</u>	X	
<u>Aspergillus glaucus</u>	X	X
<u>Aspergillus niger</u>	X	X

	AIRE	SUELO
<u>Aspergillus oryzae</u>	X	X
<u>Aspergillus tamarii</u>	X	
<u>Botrytis cinerea</u>		X
<u>Chrysosporium aff. merdarium</u>	X	
<u>Cladosporium herbarum</u>	X	X
<u>Curvularia lunata</u>	X	
<u>Dactylella sp.</u>		X
<u>Epicoccum nigrum</u>	X	
<u>Fusarium sp.</u>	X	X
<u>Monilia sp.</u>	X	
<u>Penicillium sp.</u>	X	X
<u>Pestalotia sp.</u>	X	
<u>Phoma sp.</u>	X	
<u>Rhizoctonia sp.</u>	X	X
<u>Septoria sp.</u>	X	X
<u>Stachybotrys chartarum</u>	X	
<u>Trichoderma viride</u>	X	X
<u>Ulocladium aff. consortiale</u>	X	
<u>Volutella ciliata</u>	X	
OOMYCETES		
<u>Pythium sp.</u>	X	
MYXOMYCETES		
<u>Plasmodio</u>		X

$$IS_s = \frac{2(14)}{18 + 33} \times 100 = 54.90\%$$

## 5. DISCUSION

La producción de "litter" en el Cerro Verde fue de 9.0 ton/ha/año (Fig. 4), dato similar a los reportados por otros autores en bosques tropicales; como el de Ewel (1976) quien reportó una producción de 10 ton/ha/año en bosques de Guatemala y el de Jenny, Gessell & Bingham (1949) quienes encontraron una producción de 8.5 y 10 ton/ha/año en bosques de Colombia; sin embargo, Mann (1970) reportó que en el Altiplano Chileno de Puna seca existe una producción de 0.73 ton/ha/año y en puna húmeda de 2.5 ton/ha/año, Orellana Henríquez (1981) estudió la producción de Rondeletia lanniflora en el Cerro Verde y obtuvo una tasa de 2.0 ton/ha/año. Hernández & Mullen (1975) obtuvieron una producción en un ecosistema de manglar en Colombia de 110.57 ton/ha/año. Debe recordarse que para calcular la productividad debe tomarse en consideración la temperatura, la humedad adecuada y el período en que debe ser medida (Holdridge, 1979).

Durante el período de siete meses se siguió la tasa de descomposición mensual. Al final del período de estudios, no hubo cambios relevantes en cuanto al peso seco del material de las bolsas, lo que coincide con los datos obtenidos por Orellana Henríquez (1981) quien midió la descomposición de Rondeletia lanniflora en el mismo lugar y en la misma época. Frankland (1966) quien realizó estudios con Pteridium aquilinum observó que es necesario un período de 8-10 años para que los pecíolos de esta planta se desintegren completamente y afirmó que la descomposición está limitada por la disponibilidad de nutrimentos y el estado físico del sustrato, caso contrario ocurre con Hernández & Mullen (1975) quienes trabajaron en un manglar de Colom--

bia y obtuvieron una descomposición del 50% en un lapso de 91 días. Los elementos climáticos fueron probablemente los principales factores que determinaron la poca pérdida en peso del "litter" ya que el estudio se realizó durante la época seca. En este aspecto, Moore Landecker (1972) expone que la mayoría de los hongos, requieren, para su normal desarrollo, una humedad relativa mayor del 85%; ésta estuvo por debajo del 80% durante la mayor parte del estudio. (Ver Anexo II).

Los hongos dominantes del "litter" aéreo fueron Cladosporium herbarum y Trichoderma viride de los Deuteromycetes y Eleaslea trispora de los Zygomycetes (Ver Tabla 3).

Arias (1980) y Orellana Henríquez (1981) reportaron los mismos géneros en sus estudios. Pugh & Mulder (1971) reportaron a C. herbarum como parte de la micoflora asociada con Typha latifolia, además de ser un colonizador universal. Mason (1977) asegura que C. herbarum es muy común en ambiente seco y forma entre el 60-80% del total de las "esporas del aire". Además, Deacon (1980) menciona que entre los principales colonizadores del "litter" se encuentran C. herbarum, así como hongos de crecimiento rápido como Trichoderma spp. y varios miembros de los Zygomycetes (entre los que se encuentran B. trispora).

En la población fúngica del "litter" del suelo, aparecieron como dominantes Rhizopus equinatus de los Zygomycetes y Trichoderma viride de los Deuteromycetes (Ver Tabla 4).

Orellana Henríquez (1981) y Arias (1980) reportaron las mismas colonias en el Cerro Verde. Cuando se intentan aislar los hongos que inter-

vienen en la invasión del "litter" se obtienen muchas colonias de hongos como Penicillium y Trichoderma, ya que la descomposición de las redes de celulosa va ligada a la presencia de Trichoderma (Burgues & Raw, 1971); -- esto coincide con los datos obtenidos en este trabajo. Fuscoe (1971) observó que Trichoderma fue de los saprofitos secundarios en Nothofagus truncata; la misma opinión mantienen Garret (1963) y Frankland (1966). Gochenaux (1978) asegura que Trichoderma es de las colonias mas estables en el "litter" del suelo. Fell & Hunter (1979) y Wallace & Dickinson (1978) realizaron estudios en el Sur de Florida y encontraron gran abundancia del mismo género sobre el "litter" de los pantanos. Pugh (1980) menciona a los géneros --- Trichoderma y Rhizopus, entre otros, como hongos típicos del suelo, los cuales son los que invaden el "litter" al caer al suelo. La ausencia de Cladosporium herbarum concuerda con lo expuesto por Kramer, Pady & Rogerson (1959) de que este hongo es el componente principal de la población fúngica aérea.

Los hongos dominantes del "litter" aéreo fueron los Deuteromycetes, seguidos de los Zygomycetes y después de los Ascomycetes (Fig. 6). Aunque en el "litter" del suelo hubo un cambio en el orden de los primeros grupos, siempre estos se mantuvieron adelante de los Ascomycetes (Fig. 7). Datos similares han sido obtenidos por Hudson (1968), Mason (1977), Fournier & Herrera de Fournier (1978), Orellana Henríquez (1981) y otros, los que obtuvieron el orden siguiente de dominancia: Deuteromycetes, Zygomycetes y -- Ascomycetes. Es de hacer notar que en este trabajo no se reportaron colonias de Basidiomycetes posiblemente por el corto tiempo de estudio; Mason (1977) y Frankland (1966) opinan que los Basidiomycetes aparecen después de los hon-

gos imperfectos y de los Ascomycetes.

La agrupación de las especies fúngicas del "litter" de las canastas aéreas de acuerdo a su frecuencia (Fig. 8) indica que la mayor cantidad de especies (16), con las densidades más altas aparecieron entre 41-60% y el 61-80% de frecuencia. Esto indica, que de acuerdo a la "Ley de Frecuencias" de C. Raunkier (Osting, 1956), la comunidad en cuestión no es homogénea. Por el contrario, en el "litter" de las bolsas del suelo, el menor número de especies apareció en el rango de mayor frecuencia y con la densidad más alta y la mayoría de las especies se aislaron pocas veces (frecuencia 1-20%) y en números bajos (poca densidad) (Fig. 9). Este último caso indica que la comunidad es homogénea, ya que pocas especies dominan sobre la mayoría que son esporádicas (Osting, 1956). Orellana Henríquez (1981) y Gochenaur (1978) encontraron esta misma condición de estabilidad en sus estudios sobre "litter" y suelo respectivamente.

En la tabla 5 se observa que la mayoría de los Ascomycetes y de los Deuteromycetes fueron específicos para el "litter" de las canastas aéreas. Estos resultados concuerdan con lo expuesto por Mason (1977), quien asegura que después de los hongos imperfectos los Ascomycetes son los que se encuentran más comunes en la filósfera.

La comparación de las comunidades fúngicas del "litter" del suelo y aéreo, utilizando el método de Sorensen, indica una similitud de 54.9%. Baker, Dunn & Sakai (1979) establecen como poblaciones similares las comprendidas entre un ISs de 40-60%; por el contrario, Gochenaur (1978) opina que -

para que exista una similitud entre las poblaciones, el ISs, debe estar -  
arriba del 70%. Considerando como más válida la interpretación mas estricta se nota que los datos obtenidos en este estudio están por debajo del -  
70% de similitud. Esta condición de disimilitudes entre las comunidades del "litter" aéreo y del suelo, confirma lo expuesto por Mason (1977) de -  
que el "litter" de las plantas, es primeramente colonizado cuando aún se -  
encuentra en las plantas, pero que después esta micoflora es reemplazada por una más típica cuando el "litter" cae al suelo y es desmenuzado e incorporado en el humus.

## 6. CONCLUSIONES

La producción del "litter" en el bosque nebuloso del Cerro Verde se mantiene en el rango de 7-11 ton/ha/año, en los que se encuentran varios estudios realizados en zonas tropicales.

La descomposición del "litter" no arrojó cambios sustanciales en el peso seco. Los datos constantes obtenidos en el transcurso de siete meses de estación seca y meses de transición posiblemente fueron determinantes, los factores climáticos, especialmente la humedad relativa de la que dependen los hongos para su normal desarrollo.

Los hongos dominantes del "litter" aéreo fueron Trichoderma viride, Cladosporium herbarum y Blakeslea trispora. Los hongos dominantes del "litter" del suelo fueron T. viride y Rhizopus equinatus. Estos hongos no son diferentes a los obtenidos en otros estudios en las zonas templadas y tropicales.

Los grupos de hongos dominantes, tanto en el "litter" aéreo como del suelo, fueron los Deuteromycetes y los Zygomycetes, seguidos por los Ascomycetes, posiblemente debido a la disponibilidad de nutrientes, siendo el mismo orden sucesional presentado por otros autores.

De acuerdo a la "Ley de Frecuencias" de C. Raunkier, la comunidad fúngica del "litter" aéreo no es homogénea, sin embargo, la comunidad de "litter" del suelo sí presenta estabilidad de las comunidades naturales, en las que pocas taxa dominan sobre la mayoría que son transitorios.

La disimilitud de las comunidades del "litter" aéreo y del suelo,

confirma que la micoflora del "litter" en el aire es eventualmente reemplazada por una flora fúngica más típica del "litter" cuando éste cae al suelo.

## 7. RECOMENDACIONES.

Estudios sobre micoflora, producción y descomposición del "litter" en varios bosques nebulosos y en comunidades a diferentes alturas, son necesarios para lograr un perfil altitudinal de las zonas durante varios períodos estacionales continuos.

Estudios de liberación de nutrimentos de las especies dominantes, bajo diferentes comunidades vegetales de bosques nebulosos, aportarían datos necesarios a fin de conocer mejor el funcionamiento de este tipo de ecosistema.

Investigaciones similares en otros tipos de bosques tropicales determinarían si las comunidades fúngicas de esos bosques son similares a las estudiadas.-

## 8. RESUMEN

El trabajo se realizó en la ladera Nor-Oeste del bosque nebuloso del Cerro Verde durante el período comprendido entre el 30 de Octubre de 1979 y el 31 de Mayo de 1980.

Se utilizó el método de canastas aéreas para medir la producción de "litter" y ésta se estimó en 9 ton/ha/año. El método de bolsas en el suelo fue utilizado para medir la descomposición de "litter" pero no se notaron cambios substanciales en el peso de las bolsas en relación con el peso inicial, probablemente debido a los factores climáticos.

Las poblaciones fúngicas estudiadas no varían significativamente de las encontradas en otras zonas tropicales. Los hongos dominantes del "litter" aéreo fueron Blakeslea trispora, Trichoderma viride y Cladosporium herbarum; los del "litter" del suelo fueron Rhizopus equinatus y Trichoderma viride.

La estructura de las comunidades fúngicas demuestra que la del "litter" aéreo no es homogénea; en cambio, la comunidad del "litter" del suelo es dominada por unos pocos taxa con alta densidad.

La similitud de las comunidades estudiadas fue de solamente 54.9% lo que indica que la micoflora del "litter" aéreo es reemplazada por una flora diferente cuando éste cae al suelo.

## 9. LITERATURA CITADA

- \* ARIAS, S. 1980. Análisis cualitativo y cuantitativo de las distribuciones mensuales de la micoflora del suelo y aire en la época seca de una comunidad del Cerro Verde. Departamento de Biología, Universidad de El Salvador, San Salvador (tesis de Licenciatura )(Ined.).
- \* ARX, J. A. von. 1970. The Genera of Fungi Sporulating in Pure Culture. J. Cramer, Lebre. 288 pp.
- \* BAKER, G. E., P. DUNN & W. S. SAKAI. 1979. Fungus communities associated with leaf surfaces of endemic vascular plants in Hawaii. Mycologia 71: 272 - 292.
- \* BARNETT, H. L. & HUNTER. 1972. Illustrated Genera of Imperfect Fungi. 3rd. ed. Burgess Publ. Co., Minneapolis. 241 pp.
- \* BARRON, 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. TWIN, J. S. WAID & V. 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 the composing conifer litter. *Mycologia* 61: 373 - 381.
- \* BURGUES, A. & F. RAW. 1971. *Biología del Suelo*. Edic. Omega, S.A., Barcelona, 596 pp.
- \* CARLISLE, A., H. BROWN & E. J. WHITE. 1966a. Litter fall, leaf production and the effects of defoliation by Tortrix viridana in a sessile oak (Quercus petraea) woodland, *J. Ecol.* 54: -- 65 - 68.
- \* DEACON, J. W. 1980. Introduction to Modern Mycology. Basic Microbiology, Vol. 7. Blackwell Scientific Publ. Oxford, 197 pp.
- \* DADE, H. A. & J. GUNNELL. 1969. Class work with Fungi 2nd. Ed. Commonwealth Mycological Institute, Kew. 64 pp.
- \* 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 # 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.

- \* FELL, J. W. & J. L. HUNTER. 1979. Fungi associated with the decomposition of the black rush, Juncus roemerianus in South Florida, *Mycologia* 71: 322 - 342.
- \* FOURNIER, L. A. & M. HERRERA de FOURNIER. 1978. Cambios de la micoflora del suelo en varias etapas de la sucesión en ciudad - Colón, Costa Rica, *Rev. Biol. Trop.* 26 (1) 103 - 112.
- \* FRANKLAND, J. C. 1966. Succession of fungi on decaying petioles of Pteridium aquilinum. *J. Ecol.* 54: 41 - 63
- \* GAMUNDI, J. J., A. M. ARAMBARRI & A. GIATOTTY. 1977. Micoflora de la hojarasca de Nothofagus dombeyi. *Darwiniana* 21: 81 - 113.
- \* 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.
- \* 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.
- \* GOSZ, J. R., G. E. LIKENS & F. H. BORMAN. 1973. Nutrient release from decomposing leaf and branch litter in the Hubbard Brook Forest, New Hampshire. *Ecol. Monogr.* 43: 173 - 191.

- \* HERNANDEZ, D. & K. P. MULLEN. 1975. Observaciones preliminares sobre la productividad primaria neta en un ecosistema de manglar-estuario (Guapi-Colombia). Memorias del II Simposio Latinoamericano sobre Oceanografía Biológica, -- Caracas. Vol. 2: 29 - 98.
- \* HOLDRIDGE, L. R. 1979. Ecología basada en zonas de vida. Edit. I.T. C.A., San José. 216 pp.
- \* HUDSON, H. J. 1968. The ecology of fungi on plant remains above the soil. *New Phytol.* 67: 837 - 874.
- \* 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.
- \* KRAMER, C. L., S. M. PADY & C. T. ROGERSON. 1959. Kansas aeromycology III: Cladosporium. *Trans. Kansas Acad. Sci.* 62(3); 200 - 207.
- \* KENDRICK, 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.
- \* LAUER, W. 1954. Las formas de la vegetación de El Salvador. *Comun. Inst. Trop. Invest. Cient.* 3(1): 41 - 45.

- \* LESSMAN, H. 1975. Introducción a la Meteorología. Fact. de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador, San Salvador, 250 pp.
- \* LÖTSCHERT, W. 1955. La vegetación de El Salvador, Comun. Inst. Tron. — Invest. Cient. 4(3/4): 65 - 80.
- \* MANN, G. 1970. Bases Ecológicas de la Explotación agropecuaria en América Latina. Serie Biología. Departamento de Asuntos Científicos Unión Panamericana - Secretaría General Organización de los Estados Americanos, Washington, D.C. 77 pp.
- \* MASON, C. F. 1977. Decomposition, Studies in Biology # 74. Edward Arnold Ltd., London. 68 pp.
- \* McCABE, D. E. & G. A. ESCOBAR. 1974. Chrysoconia, a gasteroid member of the Coniophoraceae. Mycotaxon 9: 239 - 242.
- \* MONTOYA, J. M. & V. M. ROSALES. 1977. Dominancia y distribución de plántulas del Cerro Verde: Comun. 1(1): 5 - 18.
- \* MOORE-LANDECKER, E. 1972. Fundamentals of the Fungi. Prentice Hall Inc., Englewood Cliffs, New Jersey - 482 pp.
- \* MUELLER-DOMBOIS, D. & H. ELLENBERG. 1974. Aims and Methods of Vegetation Ecology. John Wiley & Sons, Inc., New York. 547 pp.

- \* ODUM, E. 1976. Ecología, 13a. Edic. Compañía Editorial Continental, S.A., México, D.F., 201 pp.
- \* COSTING, H. J. 1956. The Study of Plant Communities. 2nd. ed. W. H. Freeman & Co., San Francisco. 440 pp.
- \* ORELLANA HENRIQUEZ, D. E 1981. Determinación de algunos hongos posiblemente relacionados con la descomposición de "papellillo" (Rondeletia lanniflora Benth). Departamento de Biología, Universidad de El Salvador, San Salvador, 84 pp. Tesis de Licenciatura.
- \* PUGH, G. J. F. 1980. Strategies in fungal ecology. Trans. Brit. Mycol. Soc. 75(1): 1 - 14.
- \* PUGH, G. J. F. & J. L. MULDER. 1971. Mycoflora associated with Typha latifolia. Trans. Brit. Mycol. Soc. 57(2): 273 - 282.
- \* 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 - 29.

- \* RUSCOE, Q. W. 1971. Mycoflora of living and dead leaves of Nothofagus truncata. Trans. Brit. Mycol. Soc. 56(3): 463 - 474.
- \* SERVICIO METEOROLOGICO. 1978. Almanaque Salvadoreño. Ministerio de Agricultura y Ganadería, San Salvador. 90 pp.
- \* SHAKES, R. E. & J. S. OLSON. 1961. First-year breakdown of leaf litter in southern Appalachian Forest. Science 134: 194 - 195.
- \* SHARMA, K. R. S. & U. G. MURKERJI. 1972. Succession of fungi on cotton leaves, Ann. Inst. Pasteur (Paris) 122(2): 425 - 454.
- \* SMITH, G. 1954. An Introduction to Industrial Mycology, 4th Ed. Edward Arnold Ltd., London, 378 pp.
- \* TANSEY, M. R. 1977. Microbial facilitation of plant mineral nutrition. In: E. D. Winberg (ed.), Microorganisms and Minerals. Marcel Dekker Inc., New York. pp 343 - 385.
- \* WALLACE, B. & C. R. DICKINSON. 1978. Peat microfungi in three habitats in the Florida Everglades. Mycologia 70: 1151 - 1163.

## A N E X O I

Análisis de muestra de suelo de la Ladera Nor-Oeste del Cerro Verde a 50 cm. de profundidad (análisis realizado en el Departamento de suelos del 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 100 gr. de suelo .....	7.76

\*\*\*\*\*

## A N E X O II

Promedios mensuales de los factores climáticos del Cerro Verde en el período comprendido entre 1975 a 1979.

M E S	Precip. mm	Temp. °C	Hum. Rel. %	Vel. Viento km/h
Enero	7	13.3	71	19.8
Febrero	3	14.1	69	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	14.4	80.0	19.8
Diciembre	33.5	13.7	78.4	19.3