

## ESTUDIOS CUALI Y CUANTITATIVOS DE LOS HONGOS DEL SUELO DEL BOSQUE DE NOTHOFAGUS DOMBEYI (1)

Alicia M. Godeas (2)

Dep. Ciencias Biológicas. Fac. Ciencias Exactas y Naturales. II Pabellón.  
Ciudad Universitaria. 1428 - Buenos Aires

### RESUMEN

Se investigó la flora fúngica de dos bosques de coihue (*Nothofagus dombeyi*). Los estudios cualitativos se hicieron usando el método de lavado de suelo y los estudios cuantitativos se realizaron usando una técnica de observación directa. Los resultados indican que las poblaciones fúngicas de los horizontes orgánicos, en ambos suelos es semejante. Los hongos aislados de los horizontes minerales del suelo son más variados, pero ciertos géneros como: *Penicillium*, *Trichoderma*, *Mortierella*, *Mucor* y los micelios estériles son los más frecuentes. Las frecuencias relativas de las especies de los hongos del suelo del bosque de coihue no presentan distribución estacional. Los estudios cuantitativos muestran en todos los suelos que el contenido miceliano decrece con la profundidad desde el humus.

Una comparación de los dos sitios muestra una amplia variación en el largo del micelio fúngico variando desde 50 m/g de suelo seco en Quettrihue en enero (horizonte denominado ceniza) hasta 4648 m/g de suelo seco, en Quettrihue en octubre (horizonte H). Los datos estacionales muestran un pico en el contenido de micelio en agosto en Gutierrez y Quettrihue (excepto horizonte H y A).

Palabras claves: hongos del suelo, bosque de coihue, longitud de micelio en cada horizonte, frecuencia de especies fúngicas en el suelo.

### QUALITATIVE AND QUANTITATIVE STUDIES ON SOIL FUNGI IN NOTHOFAGUS DOMBEYI FOREST

#### ABSTRACT

The fungus flora from two "coihue" (*N. dombeyi*) forests was investigated. Qualitative studies were carried out using a soil washing method whereas quantitative investigations were performed using a direct observation technique. Results indicate that the fungus populations on organic horizons from both forest soils are fairly similar. The fungi isolated from the mineral soil horizons were more varied in nature, but certain genera were found frequently: these included; *Penicillium*, *Trichoderma*, *Mortierella*, *Mucor*, and a sterile hyaline mycelium. A detailed investigation of "coihue" forests at Gutierrez and Quettrihue revealed no distinct seasonal patterns in the relative frequencies of the species of fungi. Quantitative studies showed that in all soils, mycelial content decreased with depth from the humus layer.

A comparison of the two sites showed a wide variation in length of fungal mycelium varying from 50 m/g dry soil at Quettrihue in January (ash named horizon) to 4648 m/g dry soil at Quettrihue in October (H horizon). Seasonal data indicate a peak in mycelial content during August at Gutierrez and Quettrihue (except H and A horizons).

Key words: soil fungi, coihue forest, length of mycelium, frequency of soil fungi.

- 1) Resumen del trabajo presentado como tesis para optar al grado de Doctor en Ciencias Biológicas. F.C.E.N. U.B.A.
- 2) Investigador CONICET.

## INTRODUCCION

Los hongos, por ser organismos heterotróficos están confinados a una existencia saprofítica, parasítica o simbiótica. En el suelo actúan como descomponedores de la materia orgánica, como agentes productores de enfermedades y como participantes de asociaciones micorríticas (Parkinson, 1981).

Hasta 1935, en base a datos aportados por Jensen (1912), Waksman (1917), Bisby et al (1933, 1935), se elabora una idea básica: en el suelo existe una flora constante.

Waksman separaba los hongos en dos grupos: Habitantes normales del suelo e invasores del suelo. Posteriormente Burges (1939) hizo hincapié en la relación hongo-sustrato. De cualquier forma, durante este período, debido a los métodos de aislamiento y a la forma en que se presentaban los datos, se consideró que la microflora estaba distribuida uniformemente en todo el perfil del suelo y aún en los distintos tipos de suelo.

Harley (1948) y posteriormente Garret (1951) establecieron que el suelo es un mosaico de microhabitats donde cada grupo ecológico de hongos al poseer una determinada propiedad fisiológica o bioquímica explota un sustrato dado. Garret postula cinco grupos ecológicos distintos de hongos: saprófitos del azúcar, habitantes de la raíz, descomponedores de la lignina, coprófilos y hongos predadores.

Hudson (1968) y Hayes (1979) determinan estadios de sucesión en la descomposición de la materia orgánica. El patrón de sucesión marca tres pasos fundamentales 1) saprófitos y parásitos débiles sobre hoja viva, 2) saprófitos primarios comunes durante la senescencia de la hoja y 3) en hojarasca, hongos de la celulosa y la lignina que se encuentran asociados a Mucorales del suelo u hongos del azúcar.

En los años '70 los ecólogos enfatizan la importancia del ciclaje de los nutrientes en el estudio de la descomposición de la materia orgánica, donde los hongos juegan un papel preminente en los primeros estadios de este fenómeno en el que intervienen varios organismos, contribuyendo así a la economía energética y de nutrientes del suelo.

Con el cambio de enfoque en los estudios de los hongos del suelo, también cambiaron los métodos utilizados. Al comienzo se usó el método de dilución y más tarde, Warcup (1950) desarrolló el método de placas de suelo. Estos procedimientos hacen que las esporas presentes en el suelo desarrollen en forma de colonia: por lo tanto no pueden ser usados para calcular biomasa fúngica; solo son utilizados para calcular cantidad de esporas presentes en el suelo.

Posteriormente, se desarrollaron otros sistemas para aislar hongos activos presentes en el suelo. Chester

(1940) introduce el método de inmersión de un tubo con medio de cultivo el cual fue sucesivamente modificado por Thornton (1952), Parkinson (1957), Anderson y Huber (1965) y Luttrell (1967). Warcup (1955) propone el aislamiento directo de hifas del suelo.

Más recientemente se empleó el método de lavado de partículas, que saca la mayoría de las esporas presentes en la superficie de las mismas, aumentando así la probabilidad de aislar hongos presentes como hifas (Williams et al., 1965).

En los últimos años, la preocupación fundamental de los investigadores (Parkinson et al, 1971; Parkinson, 1973, 1980; Frankland et al, 1978) fue la de cuantificar las comunidades fúngicas presentes en forma activa en el suelo. Así se analizaron los métodos que permiten obtener número de hongos por gramo de suelo, observación de cortes de suelo para determinar la cantidad de micelio presente, película de agar etc.; lográndose acuerdo en que el método de Jones y Mollison (1948) modificado por Thomas et al. (1965) es uno de los más adecuados para este propósito.

Con el fin de contribuir al conocimiento de la distribución de la flora fúngica en suelos bajo bosque de *Nothofagus dombeyi*, en el presente trabajo se utilizan los métodos de lavado para realizar los estudios cualitativos y el método de la película de agar para determinar la cantidad de micelio. Se trabajó con los horizontes orgánicos (capa F y H) y A<sub>1</sub> de dos andosoles. No se incluyó el estudio de la capa L que fue estudiada oportunamente por Gamundí et al. (en preparación).

## DESCRIPCION DEL HABITAT

### ELECCION DEL SITIO

Se eligieron para este estudio dos lugares donde el bosque de coihue (*N. dombeyi*) se encuentra asociado al ciprés (*Austrocedrus chilensis*). Se trata de bosques con poca o ninguna perturbación ya que se encuentran dentro de las áreas de Parques Nacionales.

Estos lugares son: a) Península de Quetruhue, Dto. Los Lagos (Neuquén), latitud sur 40° 47' 30" y longitud oeste 70° 39' 30" y b) Lago Gutierrez Dto. Bariloche (Río Negro), Latitud sur 41° 11' longitud oeste 71° 27'.

### FACTORES DEL MEDIO

#### a) Fisiografía

La estación Lago Gutierrez se encuentra a 800 metros de la orilla del lago que lleva el mismo nombre,

con un microrelieve de ondulaciones amplias y suaves, donde la pendiente general es de 12° a 15° hacia el este. Es un bosque muy abierto con poco sotobosque; el mantillo, constituido por hojas de coihue, llega a alcanzar en algunas zonas 5 cm.

La estación Quettrihue se encuentra en la península del mismo nombre, siendo esta una estrecha faja de tierra que se interna en el lago Nahuel Huapi.

El bosque es más cerrado con un sotobosque importante, gran cantidad de madera caída y cubierta de vegetación criptogámica (líquenes, hepáticas y musgos).

La pendiente de la zona es muy escasa, 4-6° hacia el este y su temperatura media anual es de 7° C. Si bien se registran heladas a lo largo de todo el año en la zona abierta, dentro del bosque no se produce acumulación de nieve.

#### b) Características del suelo \*

En ambos casos se trata de 2 andosoles (FAO) que poseían las siguientes distribución de horizontes:

Lago Gutierrez: O<sub>1</sub> (0-4 cm), O<sub>2</sub> (4-12 cm), A<sub>11</sub> (13-17 cm), A<sub>12</sub> (17-45 cm), B<sub>2</sub> (45-52 cm), B<sub>3</sub> (52-105 cm) y C (105-130 cm).

Península de Quettrihue: O<sub>1</sub> (0-5 cm), O<sub>2</sub> (5-8 cm), A<sub>1</sub> (8-13 cm), A<sub>3</sub> (13-26 cm), B<sub>2</sub> (26-40 cm), C (40-55 cm), II C (55-72 cm) y III C (72 cm en adelante).

A lo largo del trabajo el horizonte A<sub>1</sub> de este último sitio se designa como horizonte "ceniza", por

el elevado tenor de este material que lo constituye. El horizonte A<sub>3</sub>, pasa a designarse "A".

#### c) Humedad del suelo

Se tomaron 5 submuestras de cada uno de los horizontes en cada muestreo, se llevó a peso seco en estufa a 105°C hasta peso constante. Los valores obtenidos se muestran en la Tabla 1.

#### d) pH del suelo

Las mediciones se hicieron en pasta, con potenciómetro y sobre muestras no secadas. En cada caso se promediaron los valores obtenidos de cinco submuestras. Los valores se muestran en la Tabla 2.

#### e) Balance hídrico

Los datos obtenidos en cada una de las estaciones se analizaron según el esquema propuesto por Burgos y Vidal (1951), los valores encontrados se muestran en la Tabla 3.

### FACTORES BIOTICOS

#### a) Comunidades de plantas superiores

En Lago Gutierrez y Quettrihue aparecen *Nothofagus dombeyi* (Mirb.) Blume, *Austrocedrus chilensis*

TABLA 1: Variación de la humedad en el suelo \*

| Sitio y horizontes             | Octubre/1975 | Enero/1976  | Abril/1976 | Agosto/1976 |
|--------------------------------|--------------|-------------|------------|-------------|
| <b>Lago Gutierrez</b>          |              |             |            |             |
| F                              | 43 ± 4,9     | 24,5 ± 10,6 | 17,9 ± 2,3 | 70,1 ± 7,8  |
| H                              | 51 ± 5,8     | 43,7 ± 6,2  | 20,5 ± 4,3 | 52,1 ± 5,4  |
| A                              | 41,7 ± 5,0   | 17,7 ± 2,2  | 8,6 ± 0,8  | 45,6 ± 4,3  |
| <b>Península de Quettrihue</b> |              |             |            |             |
| F                              | 65,5 ± 6,9   | 5,6 ± 0,6   | 33,0 ± 3,9 | 58,4 ± 6,1  |
| H                              | 56,7 ± 6,0   | 36,4 ± 0,8  | 39,0 ± 4,5 | 41,7 ± 6,2  |
| Ceniza                         | 22,9 ± 3,4   | 22,8 ± 3,0  | 6,9 ± 0,8  | 30,9 ± 3,8  |
| A                              | 43,2 ± 4,9   | 37,1 ± 3,2  | 18,2 ± 2,0 | 29,7 ± 4,2  |

\* Los valores son promedio de cinco submuestras ± desviación standard.

\* El estudio y clasificación del suelo fue realizado por Alicia E. Martínez.

TABLA 2: Variación vertical y estacional del pH del suelo \*

| Sitio y horizontes             | Octubre/1975 | Enero/1976 | Abril/1976 | Agosto/1976 |
|--------------------------------|--------------|------------|------------|-------------|
| <b>Lago Gutierrez</b>          |              |            |            |             |
| F                              | 5,2 ± 0,2    | 5,1 ± 0,5  | 6,0 ± 0,8  | 6,2 ± 1,3   |
| H                              | 6,3 ± 1,1    | 5,8 ± 0,9  | 6,1 ± 0,9  | 6,0 ± 0,6   |
| A                              | 5,6 ± 0,8    | 5,0 ± 0,3  | 5,6 ± 1,1  | 6,1 ± 0,3   |
| <b>Península de Quetrichue</b> |              |            |            |             |
| F                              | 6,3 ± 0,8    | 5,7 ± 0,9  | 6,6 ± 0,7  | 5,7 ± 0,4   |
| H                              | 6,5 ± 0,5    | 6,3 ± 2,0  | 6,4 ± 0,2  | 6,1 ± 0,2   |
| Ceniza                         | 5,8 ± 1,2    | 5,4 ± 0,9  | 5,9 ± 0,9  | 5,8 ± 0,7   |
| A                              | 6,0 ± 0,8    | 4,9 ± 0,4  | 5,7 ± 0,7  | 5,3 ± 0,6   |

\* Los valores son promedio de cinco submuestras ± desviación standard

(Don.) Flor et Bout., *Lomatia hirsuta* (Lam.) Diels, *Maytenus disticha* (Hook.) Urb., *Maytenus boaria* Mol., *Berberis buxifolia* Lam., *Berberis darwinii* Hook, *Mutisia decurrens* Cav., apareciendo como especies acompañantes *Osmorrhiza chilensis* H. et A. y *Perrettia poeppigii* (DC) Klotzsch. Esta comunidad típica en Gutierrez ha sido clasificada como *Austrocedro-Nothofagetum dombeyi pernettyetosum* var típica Eskuche, 1968).

En Quetrichue la comunidad es básicamente la misma apariencia además *Myrceugenia apiculata* (DC) Kausel y *Myrceugenia exsucca* (DC) Berg, con lo que se la clasifica como *Austrocedro nothofagetum pernettyetosum* var *Myrceugenia apiculata*.

#### b) Historia de la vegetación

En los Andes patagónicos los bosques establecidos como vegetación climax aparecen sin que lo hayan precedido ni los estados pioneros ni los cambios intermedios o finales. Esta sucesión (incompleta) es común en las regiones montañosas donde la topografía y factores ambientales determinan que sean los árboles los primeros invasores de la roca desnuda. En las grietas de las rocas se desarrolla un bosque climax, no obstante aceptarse que, lógicamente, en estas grietas tuvo lugar la formación previa de un limitado sustrato sucesional (Dimitri, 1972).

## MÉTODOS

### MUESTREO

#### a) Horizonte O<sub>1</sub> (F y H)

Las muestras de la capa F y H fueron recolectadas tratando de minimizar la contaminación con los otros horizontes, por lo cual se la retiró con pinzas estériles y se las guardó en bolsas de polietileno esterilizadas previamente con formol gaseoso.

#### b) Horizontes minerales (A)

Una vez retirado el horizonte O<sub>1</sub> se abrió un pozo de 50 cm de lado, retirando con una espátula estéril muestras de los distintos horizontes minerales. Todas las muestras fueron conservadas a baja temperatura, siendo procesadas tan pronto como fue posible.

### ESTIMACIÓN DE LAS POBLACIONES FUNGICAS

#### a) Estudio cuantitativa

Se utilizó el método descrito por Jones y Molli-son (1948) en el cual se pesa 1 g de suelo (tamizado por 2 mm), y colocándolo en un erlenmeyer junto con 5 ml de agua estéril. El sobrenadante se pasa a un

TABLA 3: Balance hídrico.

|                              | Lago Gutierrez                          | Península de Quetritue                  |
|------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------|
| Índice hídrico               | 165,5                                   | 353,3                                   |
| Tipo climático               | perhúmedo                               | perhúmedo                               |
| Índice de aridez             | 6,12 (r) nula o con pequeña deficiencia | 0,07 (r) nula o con pequeña deficiencia |
| Índice de eficiencia térmica | c <sub>2</sub> : microtermal            | c <sub>2</sub> : microtermal            |
| Concentración estival        | 44%. Tipo a'                            | 43%. Tipo a'                            |

TABLA 4: Distribución en profundidad del micelio \* a lo largo del año (metros de micelio por gramo de suelo seco).

| Sitio y horizontes            | Octubre/1975  | Enero/1976 | Abril/1976    | Agosto/1976   |
|-------------------------------|---------------|------------|---------------|---------------|
| <b>Lago Gutierrez</b>         |               |            |               |               |
| F                             | 274 ± 30,8    | 185 ± 32,8 | 939 ± 60,6    | 1.001 ± 70,6  |
| H                             | 542 ± 21,4    | 623 ± 74,9 | 778 ± 50,7    | 2.084 ± 100,6 |
| A                             | 448 ± 30,5    | 289 ± 30,5 | 412 ± 28,6    | 1.650 ± 180,4 |
| <b>Península de Quetritue</b> |               |            |               |               |
| F                             | 1.043 ± 100,6 | 329 ± 43,6 | 1.149 ± 97,9  | 1.286 ± 184,3 |
| H                             | 4.648 ± 387,6 | 76 ± 5,1   | 2.100 ± 118,6 | 1.826 ± 77,6  |
| Ceniza                        | 141 ± 20,1    | 54 ± 2,6   | 240 ± 45,0    | 478 ± 61,4    |
| A                             | 200 ± 10,8    | 178 ± 30,1 | 645 ± 80,3    | 473 ± 48,6    |

\* Los valores son promedios ± desviación standard.

erlenmeyer, recogiendo en él el agua proveniente de otros nueve lavados. Esta suspensión se agrega a 50 ml de agar agua al 2,5% y se preparan placas de agar usando cámaras de Neubauer.

Las películas se secan a temperatura ambiente y se colorean con azul de anilina.

De cada horizonte, se tomaron cinco submuestras, y de cada una se realizaron 4 películas de agar, practicándose en cada una 20 lecturas. Se promedian los datos y se calcula la cantidad de micelio (metros) por gramo de suelo seco.

Con el objeto de standarizar el método, Thomas et al (1965), establecieron una serie de normas para realizar las películas de agar. Dado que el método empleado difiere algo del propuesto, fue necesario calcular un factor de corrección para poder comparar estos

resultados con los obtenidos por otros autores. Los valores se muestran en la Tabla 4.

#### b) Estudios cualitativos

El método utilizado es el de lavado, el cual difiere según el horizonte de que se trate. Del horizonte O<sub>1</sub> (F) se lavaron, por agitación, 15 hojas de cada uno. Se realizaron 30 lavados de dos minutos cada uno. En los horizontes minerales, en cambio se utilizó el aparato de lavado ideado por Parkinson y Williams (1961), modificado por Hering (1966), que permitió además separar las partículas de acuerdo con su tamaño: hasta 1,2 mm; 0,7 mm y 0,2 mm. En estas muestras también se realizaron 30 lavados de dos minutos cada uno.

En todos los casos, las muestras se secaron y se

sembraron 50 partículas de cada una en medio de Cooke (1954).

Al desarrollarse las colonias, estas se repicaron en agar malta (Ainsworth, 1971) para su posterior identificación.

Los resultados obtenidos se expresan como porcentajes de frecuencia del hongo en cada horizonte de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$\% \text{ de frecuencia} = \frac{\text{Nº de partículas en que aparece el hongo}}{\text{Nº total de partículas sembradas}} \times 100$$

En el número total de partículas no se incluyen:

- 1) Las partículas contaminadas por el aire.
- 2) Las partículas en las que creció más de un hongo.
- 3) Las partículas en que no creció nada.

Los datos así obtenidos se graficaron, (Figuras 1 y 2) descartándose aquellos en que la suma de las frecuencias en los horizontes considerados era menor al 5%.

#### DISCUSION DE LOS RESULTADOS

a) Los estudios cuantitativos realizados en Lago Gutierrez y Península de Quettrihue demuestran que los cambios de actividad debido a las variaciones de pH son inexistentes. Por otro lado, los cambios de actividad debido a la variación de la temperatura no son tan marcados como los que ocurren en períodos consecutivos de sequedad y humedad.

Es evidente que los efectos de los cambios estacionales de temperatura están amortiguados por la humedad del suelo y la hojarasca en descomposición ya que nunca baja de 1.5°C en estos horizontes.

Esto fue observado por Flucker (1958), quien encontró una considerable reducción en la variación de la temperatura con la profundidad y siendo más marcado en suelos con su superficie aislada de la radiación solar directa y donde el calor es transferido a través de la capa de la hojarasca en descomposición.

Los trabajos de Widden y Parkinson (1973) muestran cambios estacionales; en primavera y verano hay un pico de actividad y una declinación en otoño e invierno, mientras que Nagel-de-Boois y Jansen (1966) encontraron un máximo de primavera y otro en otoño.

Widden y Parkinson (op. cit.), Nagel-de-Boois y Jansen (op. cit.), Nicholas y Parkinson (op. cit.) y Parkinson et al. (1968) coinciden con los resultados de este trabajo en que la cantidad de micelio disminu-

ye con la cantidad de materia orgánica disponible, alcanzando ambos su máximo en la capa H.

Solo dos puntos escapan a esta constante y son: enero en Quettrihue y abril en Gutierrez. Esto puede deberse a: 1) mayor cantidad de materia orgánica disponible y 2) mayor proporción de micelio muerto en la medición de micelio total.

b) Los datos cualitativos obtenidos permitieron establecer que los sitios muestreados no exhiben diferencias florísticas notables (Tabla 5). En base a estos datos se calculó el índice de Sorensen obteniéndose un grado de similitud de 70%. El análisis de las frecuencias promedio obtenidas en estos lugares posibilitaron la aplicación del índice de Kulczynski dado un grado de afinidad entre ambas poblaciones del 62 por ciento.

La flora fúngica del suelo tampoco refleja cambios estacionales. Esta se mantiene constante en número de especies y porcentaje de frecuencia, observándose mayor variación entre las poblaciones que colonizan los distintos horizontes de un suelo que entre horizontes equivalentes de ambas estaciones (Gutierrez y Quettrihue).

Esta constancia se debe a que el impacto de los factores climáticos se ven amortiguados por la capa superficial y que estos no son tan extremos como para influir drásticamente en la distribución estacional de las especies (Williams y Parkinson, 1964).

En Lago Gutierrez (Figura 1) si se suma la frecuencia de las especies de *Trichoderma* y *Penicillium*, que actúan como celulolíticas, se encuentran que es mayor en la capa F, disminuyendo en profundidad en los meses de octubre y enero que es cuando la cantidad de materia orgánica disponible es grande.

En abril, la frecuencia de aparición de estos dos géneros en conjunto es similar en todos los horizontes.

En agosto, la máxima frecuencia se encuentra en los horizontes más profundos que son aquellos que mantienen la temperatura a medida que las capas más superficiales se enfrían.

En las especies de *Mucor* se encontraron dos picos de aumento de frecuencia; uno en octubre y otro en agosto, correspondiendo con los valores más altos de azúcares libres presentes en el suelo.

Las especies de *Absidia* son habitantes normales de las capas orgánicas (F y H) mientras que las especies de *Mortierella* lo son de las capas más profundas.

La mayor diversidad de especies se encuentra en el mes de octubre coincidiendo con la caída primaveral de las hojas de coihue, esta aporta nuevo sustrato susceptible de ser atacado.

En la Península de Quettrihue las poblaciones son mucho más estables en cuanto al número de especies

# LAGO GUTIERREZ: Distribución vertical y estacional de los hongos del suelo

del bosque de *N. dombeyi* (en % de frecuencia)

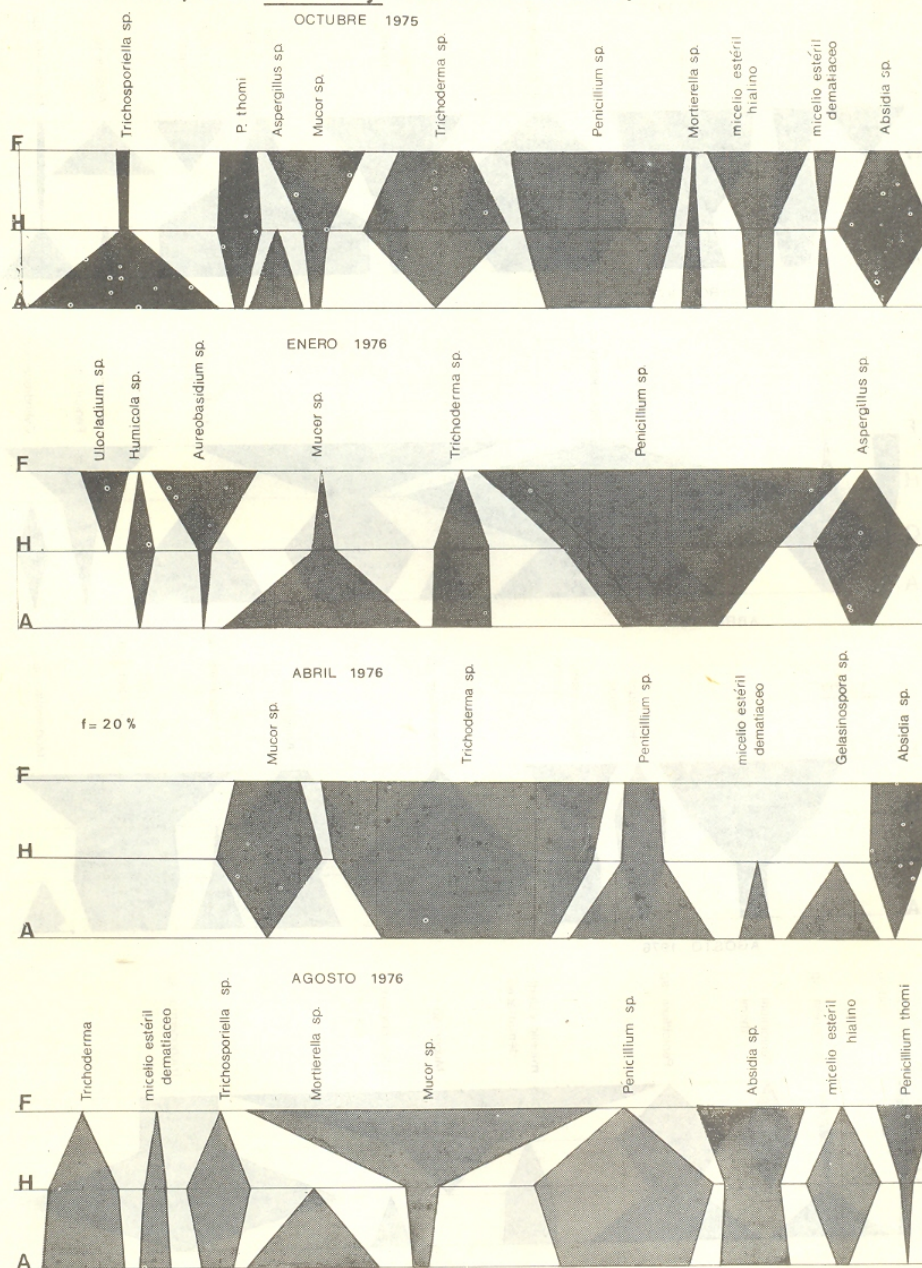


Figura 1: Lago Gutierrez: Distribución vertical y estacional de los hongos del suelo del bosque de *N. dombeyi* (en % de frecuencia)

PLA. QUETRIHUE: Distribucion vertical y estacional de los hongos del suelo  
del bosque de *N. dombeyi* (en % de frecuencia)

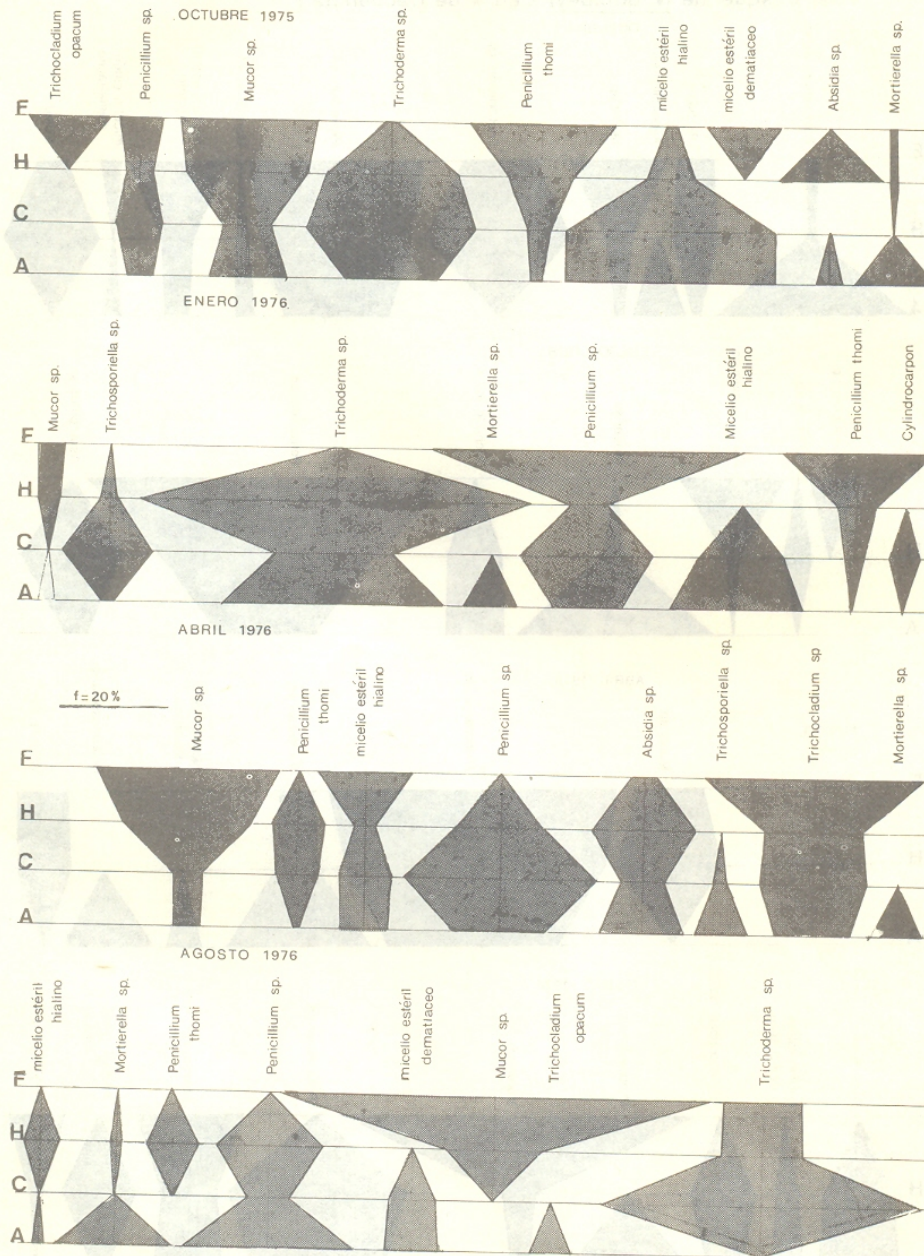


Figura 2: Peninsula Quetrichue: Distribución vertical y estacional de los hongos del suelo del bosque de *N. dombeyi* (en % de frecuencia).

**TABLA 5: Porcentaje de frecuencia de los hongos aislados en el suelo del bosque de *Nothofagus dombeyi*.**

| Especie/Lugar                  | Península de Quetrihue | Lago Gutierrez |
|--------------------------------|------------------------|----------------|
| Absidia californica            | 8,5                    | 8,4            |
| Absidia coerulea               | 7,0                    | 4,1            |
| Absidia cylindrospora          | 2,4                    | 6,4            |
| Alternaria spp                 | 1,2                    | 4,2            |
| Aphanocladium sp               | 2,2                    | 0              |
| Aspergillus citrosporus        | 5,2                    | 9,8            |
| Aspergillus flavus             | 1,6                    | 0              |
| Aspergillus fumigatus          | 2,3                    | 0              |
| Aspergillus ustus              | 0                      | 2,2            |
| Aureobasidium pullulans        | 0                      | 10,9           |
| Basidiomicete                  | 2                      | 0,9            |
| Beauveria bassiana             | 2,3                    | 2,1            |
| Cephalosporium sp              | 2,2                    | 1,0            |
| Chaetomium globosum            | 0                      | 2,1            |
| Chaetomium piluliferoides      | 0                      | 4,2            |
| Chrysosporium pannorum         | 0                      | 1,2            |
| Cladosporium cladosporioides   | 1,6                    | 0              |
| Coniochaeta tetraspora         | 0                      | 1,1            |
| Cylindrocarpon didymum         | 3,1                    | 4,2            |
| Dematiaceo 5529                | 1,0                    | 0              |
| Eladia saccula                 | 0                      | 1,2            |
| Gelasinospora reticulispota    | 1,3                    | 17,5           |
| Gilmaniella humicola           | 0                      | 8,0            |
| Humicola grisea                | 0                      | 3,8            |
| Humicolopsis cephalosporioides | 2,4                    | 0              |
| Mortierella vinacea            | 9,0                    | 6,3            |
| Mucoral 3028                   | 1,3                    | 1,0            |
| Mucor fragilis                 | 0                      | 3,2            |
| Mucor hiemalis                 | 17,5                   | 15,6           |
| Mucor plumbeus                 | 3,1                    | 1,0            |
| Myxotrichum stipitatum         | 0                      | 1,0            |
| Micelio estéril dematiaceo     | 6,9                    | 4,4            |
| Micelio estéril hialino        | 15,8                   | 9,4            |
| Paecilomyces puntonii          | 0                      | 2,3            |
| Papulospora sp                 | 0                      | 0,6            |
| Penicillium sp                 | 18,8                   | 27,8           |
| Penicillium thomi              | 13,0                   | 5,1            |
| Phoma sp                       | 0,6                    | 4,5            |
| Pithomyces chartarum           | 0                      | 3,7            |
| Trichocladium opacum           | 11,8                   | 3,6            |
| Trichoderma koningii           | 12,6                   | 8,3            |
| Trichoderma polysporum         | 9,0                    | 12,9           |
| Trichoderma saturnisporum      | 0                      | 6,0            |
| Trichoderma viride             | 13,4                   | 20,2           |
| Trichosporiella hyalina        | 7,5                    | 9,0            |
| Truncatella ramulosa           | 1,3                    | 1,3            |
| Ulocladium botrytis            | 0                      | 3,4            |
| Verticillium cephalosporum     | 1,8                    | 0              |

\* Los datos de frecuencia fueron utilizados para calcular el grado de afinidad y el índice de similitud, siendo estos resultados el promedio de las frecuencias obtenidas en cada uno de los muestreos y horizontes.

presentes en las distintas estaciones (Figura 2). Los géneros *Penicillium* y *Trichoderma* son importantes en las capas F y H en verano disminuyendo su frecuencia de aparición al aumentar la profundidad. En otoño desaparece del perfil *Trichoderma* y *Penicillium* aumenta su frecuencia hacia los horizontes minerales.

El micelio estéril hialino está presente a lo largo de todo el año siendo muy importante en los horizontes A y Ceniza, faltando en los demás en alguna estación. El mismo comportamiento lo exhibe *Mortierella vinacea*.

Garret (1963) postula la secuencia de colonización de los hongos sobre los tejidos de las hojas en descomposición. Posteriormente Hudson (1968) la modifica, agregando al esquema original el primer paso que corresponde al ataque de la hoja viva.

En el bosque de *Nothofagus dombeyi* la sucesión comienza en la hoja viva con el ataque de parásitos estrictos y saprófitos. Estos son reemplazados por los saprófitos primarios (según Hudson) o parásitos leves (según Garret) que acompañan a la hoja hasta su caída y comienzos de descomposición; están en este caso representados por hongos imperfectos tales como *Aureobasidium pullulans*, *Beauveria bassiana*, *Cladosporium cladosporioides*, y *Alternaria* spp, que llegan hasta el horizonte F alcanzando rara vez el horizonte H.

El horizonte de humificación (H) reúne probablemente los estados I, II, y III de Garret o los saprófitos secundarios de Hudson ya que en este horizonte se encuentran en activa descomposición la celulosa y la

lignina y existen gran cantidad de azúcares libres que son aprovechados por algunas Mucorales tales como *Mucor*, *Absidia* y *Mortierella* y algunas especies de los géneros *Penicillium* y *Aspergillus*.

La celulosa en este caso es hidrolizada por *Phoma* sp, *Chaetomium globosum*, *Ch. piluliferoides*, *Humicola* sp. asociados siempre a *Trichoderma* spp.

La lignina es hidrolizada por Basidiomicetes. Estos, a pesar de que se han visto en las placas de agar con una frecuencia mayor del 30%, rara vez fueron aisladas. También la hidrólisis de la lignina contribuye con azúcares libres al suelo, lo que permite la proliferación de las Mucorales.

En los horizontes A y "ceniza" se encuentran los habitantes normales del suelo, *Aspergillus* spp, *Trichocladium opacum*, micelio estéril dematiaceo, micelio estéril hialino, *Trichosporiella hyalina*, *Penicillium thomii*, que se distribuyen a lo largo del perfil, utilizando como fuente carbonada materia orgánica en distintos estados de descomposición.

Estas consideraciones acerca de los hongos del suelo bajo bosque de *Nothofagus dombeyi*, difieren poco de lo encontrado en hojas de *Pinus* sp. por Widden y Parkinson (1973) y por Kendrick y Burges (1962); lo cual es razonable si se tiene en cuenta que las sucesiones que se establecen al descomponer un determinado sustrato están reguladas por las fuentes de hidratos de carbono disponibles. Las condiciones ambientales, influirán, cambiando solo detalles en el esquema de descomposición.

#### BIBLIOGRAFIA

- Ainsworth, G., 1971. Ainsworth and Bisby's Dictionary of the fungi. Comm. Myc. Inst. Kew. Inglaterra. 6 ta. Ed. 663 pp.
- Anderson, A. L. y D. M. Huber, 1965. The plate profile technique for isolating soil fungi and studying their activity in the vicinity of roots. *Phytopathology* 55: 592-594.
- Bisby, G. R., N. James y M. I. Timonin, 1933. Fungi isolated from Manitoba soil by the plate method. *Can. J. Res. Sect. C* 8: 253-275.
- Bisby, G. R., N. James y M. I. Timoni, 1935. Fungi isolated from soil profiles in Manitoba. *Can. J. Res. Sect. C* 13: 47-65.
- Burges, N. A., 1939. Soil fungi and root infection. *Broteria* 8: 64-81.
- Burgos, J. J. y A. Vidal, 1951. Los climas de la República Argentina según la nueva clasificación de Thornthwaite. *Meteoros* 1: 3-32.
- Chester, C. G. C., 1940. A method for isolating soil fungi. *Trans. Br. Mycol. Soc.* 24: 352-355.
- Cooke, W. B., 1954. The use of antibiotics in media for the isolation of fungi from polluted water. *Antibiotics and Chemotherapy* 4: 657-662.
- Dimitri, M. J., 1972. La región de los Bosques andino-patagónicos. Colección científica del INTA Tomo X 381 pp.
- Escuche, N., 1968. Fisionomía y sociología de los bosques de *Nothofagus dombeyi* en la región de la Nahuel Huapi. *Vegetatio* 16 (1-4): 192-204.
- Flucker, B. J., 1958. Soil, temperatures. *Soil Sci.* 86: 35-46.
- Frankland, J. C., D. K. Lindley y M. J. Swift., 1978. A comparison of two methods for the estimation of mycelial biomass in leaf litter. *Soil Biol. and Biochem.* 10: 323-333.

- Garret, S. D., 1951. Ecological groups of soil fungi: a survey of substrate relationships. *New Phytol.* 50: 149-166.
- Garret, S. D., 1963. Soil fungi and soil fertility. Pergamon Press. The Macmillan Co. Nueva York. 165 pp.
- Harley, J. L., 1948. Mycorrhiza and soil ecology. *Biol. Rev. Cambridge Philos. Soc.* 23: 127-158.
- Hayes, A. J., 1979. The microbiology of plant litter decomposition. *Sci. Prog. Oxf.* 66: 25-42.
- Hering, T. F., 1966. An automatic soil washing apparatus for fungal isolation. *Plant and soil* 25: 195-200.
- Hudson, H. J., 1968. The ecology of fungi remains above the soil. *New Phytol.* 67: 837-874.
- Jensen, C. N., 1912. Fungus flora of the soil. N. Y., Agric. Exp. Stn., Ithaca Bull. 315: 414-501.
- Jones, P. C. T. y J. E. Mollison, 1948. A technique for the quantitative estimation of soil micro-organisms. *Jour. Gen. Microb.* 2 (1): 54-70.
- Kendrick, W. B. y A. Burges, 1962. Biological aspects of the decay of *Pinus sylvestris* leaf litter. *Nova Hedwigia* e: 314-342.
- Luttrell, E. S., 1967. A strip bait for studying the growth of fungi in soil and aerial habitats. *Phytopathology* 57: 1.266-1.267.
- Nagel-De-Boois, H. M. y E. Jansen, 1966. The growth of fungal mycelium in forest soil layers. *Rev. Ecol. Biol. Sol* 8: 509-520.
- Nicholas, D. P. y D. Parkinson, 1967. A comparison of methods for assessing the amount of fungal mycelium in soil samples. *Pedobiología* 7: 23-41.
- Parkinson, D., 1957. New methods for the qualitative and quantitative study of fungi in the rhizosphere. *Pedologie Gand.* 7: 146-154.
- Parkinson, D., 1973. Techniques for the study of soil fungi. *Bull. Ecol. Res. Commun.* 17: 29-36.
- Parkinson, D., 1980. Filamentous fungi. In: *Methods of soil analysis*. ASA Monogr. Nueva York.
- Parkinson, D., 1981. Ecology of soil fungi. In: *Biology of conidial fungi*. Vol. 1. (Cole, G. T. y B. Kendrick Ed.). Academic Press. pp 277-294.
- Parkinson, D., y S. T. Williams, 1961. A method for isolating fungi from soil micro-habitats. *Plant and soil* 13: 347-355.
- Parkinson, D., I. Balassoriya y K. Winterhalder, 1968. Studies on fungi in a pinewood soil III. Fungal growth and total microbial activity. *Rev. Ecol. Biol. Sol* 5: 637-645.
- Parkinson, D., T. R. G. Gray y S. T. Williams, 1971. *Methods for studying the ecology of soil micro-organisms*. IBP Handbook No 19. Blackwell Sci. Pu. Oxford. 116 pp.
- Thomas, A., D. P. Nicholas y D. Parkinson, 1965. Modifications of the agar film technique for assaying lengths of mycelium in soil. *Nature (London)* 205: 105.
- Thornton, R. H., 1952. The screened immersion plate. A method for isolating soil microorganism. *Research. London* 5: 190-191.
- Waksman, S. A., 1917. Is there any fungus flora of the soil? *Soil Sci.* 3: 565-589.
- Warcup, J. H., 1950. The soil plate method for isolation of fungi from soil. *Nature (London)* 166: 117-118.
- Warcup, J. H., 1955. Isolation of fungi from hyphae present in soil. *Nature (London)* 175: 953-954.
- Widden, P. y D. Parkinson, 1973. Fungi from canadian coniferous forest soils. *Can. J. Bot.* 51: 2.275-2.290.
- Williams, S. T. y D. Parkinson, 1964. Studies of fungi in a podzol I. Nature and fluctuation of fungus flora of the mineral horizons. *J. Soil Sci.* 15: 331-341.
- Williams, S. T., D. Parkinson y N. A. Burges, 1965. An examination of the soil washing technique by its application to several soils. *Pl. and Soil* 22: 167-186.