



REVISTA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS

UNIVERSIDAD JAVERIANA

CONTENIDO

	Pág.
EDITORIAL	7
TRABAJOS DE INVESTIGACION	9
Sistemas de producción y cambios en la fertilidad del suelo en la reserva integral "La Macarena": Germán Amat & Orlando Vargas	11
Estudio del Fitoplancton durante las primeras etapas de llenado de la Central Hidroeléctrica de Betania (Huila-Colombia): Santiago Duque & John Ch. Donato	29
Micorrizas en <i>Decussocarpus rospigliosi</i> (Pilger) De Laubenfls. Una Podocarpaceae del bosque andino: Eduardo Guerrero & Elizabeth Hodson de Jaramillo	53
Propagación vegetativa de <i>Alnus acuminata</i> H.B.K. por cultivo de tejidos vegetales: Elizabeth Hodson de Jaramillo. Carmen E. Rodríguez & Alexandra Chemás J.	67
Anillos de Boole. Segunda Parte: Carlos Ruiz S.	79
NOTAS	101
¿Y la Matemática para qué: Iván Castro Ch.	103
Notas sobre la vegetación acuática de Colombia. I: Estructura: Udo Schmidt-Mumm	107
Registro de una Colonia de Nidación de "Guacharos" <i>Steatornis caripensis</i> Humboldt (STEATORNITHIDAE): Enrique Zerdá O. & Jaime E. Correa Q.	123
DISTINCIONES	131
PROGRAMA DE POSTGRADO	135
Maestrías en Biología y Microbiología	
Especialización en Microbiología Médica	140
LIBROS	143
RESUMENES DE TESIS	145

**MICORRIZAS EN *Decussocarpus rospigliossi* (Pilger) De
Laubenfels, UNA PODOCARPACEA DEL BOSQUE ANDINO¹**

Eduardo Guerrero Forero²
Elizabeth Hodson de Jaramillo²

RESUMEN

*El presente trabajo buscó profundizar en el conocimiento de la asociación micorrizal encontrada en *Decussocarpus rospigliossi* (Pilger) De Laubenfels, conífera nativa de las montañas andinas y de gran importancia tanto ecológica como económica. Se confirmó la presencia de asociación endomicorrizal. Los resultados encontrados permiten suponer que se trata de una especie altamente micotrófica en la que ocurre una temprana infección micorrizal. Se evidenciaron seis endosimbiontes posibles de la familia ENDOGONACEAE, los cuales fueron caracterizados como pertenecientes a los géneros *Acaulospora* y *Glomus*.*

ABSTRACT

*The present work intended to look for a better understanding of the mycorrhizal association found in *Decussocarpus rospigliossi* (Pilger) De Laubenfels, which is a native conifer of the Andean mountains and has great ecological and economic importance. The presence of an endomycorrhizal association was confirmed. The results obtained led to assume that this is a highly mycotrophic species with an early mycorrhizal infection. Six possible endosymbionts of the ENDOGONACEAE family belonging to the genus *Acaulospora* and *Glomus*, were found.*

-
1. Trabajo financiado por la Fundación para la Promoción de la Investigación y la Tecnología del Banco de la República (Colombia).
 2. Unidad de Biología Vegetal, Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Javeriana, Apartado Aéreo 56710 Bogotá-Colombia.

INTRODUCCION

La presencia de micorrizas en la mayor parte de las especies de la flora terrestre evidencia la importancia de esta asociación simbiótica raíz-hongo como elemento que hace más eficiente la absorción de nutrientes minerales del suelo (*Azcón y Barea, 1980*).

En el caso de ecosistemas forestales en el trópico, la micorriza es considerada como un factor de primer orden en la dinámica de un ciclo cerrado de nutrientes que puede explicar, en parte, la complejidad, diversidad en especies y alta biomasa propios de estos sistemas sustentados, con frecuencia, sobre suelos pobres (*Redhead, 1980; Patiño, 1984*).

Consecuentemente, las tecnologías forestales para el aprovechamiento de cualquier árbol nativo del trópico deberían tener en cuenta las características de la asociación micorrizal de cada especie en el ambiente en el cual se desarrolla.

El propósito de este estudio fue contribuir al conocimiento de la micorriza de una valiosa especie arbórea de la flora colombiana: *Decussocarpus rospigiosii* (Pilger) De Laubenfels ('pino romerón'), conífera nativa del trópico andino perteneciente a la familia Podocarpaceae (*De Laubenfels, 1969*).

El pino romerón es un árbol de gran porte que alcanza hasta 40 metros de altura y un DAP superior a un metro. Su área de distribución abarca la porción norte de los Andes, y su habitat son los bosques nublados entre los 1700 y 2800 m sobre el nivel del mar (*Veillon, 1962; Rodríguez y Peña, 1984*).

En cuanto a los usos, la especie es muy apreciada en ebanistería y carpintería general por su madera fina, blanda y durable, fácil de trabajar; y es citada como fuente de pulpa para papel, y como proveedora de principios tánicos (*Torres, 1983*). Se considera, al igual que muchas otras especies forestales nativas, de gran valor en la protección de suelos y cuencas hidrográficas; y es apreciada, además, por su atractivo como árbol ornamental especialmente apto para parques y amplios espacios verdes.

Desafortunadamente, en Colombia las poblaciones naturales de *D. rospigiosii* se encuentran bastante diezmadas a causa de una intensa y selectiva explotación que se remonta a la época de la colonia (*Patiño, 1974*), lo cual la hace merecedora de especial atención por su condición de especie amenazada (*Fernández, 1978*).

Un rasgo característico del 'pino romerón', así como de toda la familia Podocarpaceae, es la presencia, en sus raíces, de nódulos que han despertado gran interés biológico y que se supone juegan un papel importante en la asociación micorrizal (*Khan, 1967; Konary Oberoi, 1969; Mosse, 1975*). Se ha determinado, que esta familia de gimnospermas forma naturalmente micorriza de tipo endo-

trófico con hongos de la familia Endogonaceae (Khan, 1967, 1970; Baylis, 1969ab, Mosse, 1975; Johnson, 1977), lo cual se ha establecido también en el caso de *D. rospigliosii* en los Andes venezolanos (Furman, 1970).

En el presente trabajo se hace una aproximación a aspectos biológicos básicos de la micorriza del pino romerón, con el objeto de orientar futuros estudios y hacer algunas observaciones prácticas sobre el manejo de este factor biológico.

La investigación se centró en aspectos específicos como morfología de la raíz nodulada micorrizada, grado de infección micorrizal en raíces, población de esporas micorrizógenas y, caracterización de hongos micorrizógenos.

MATERIALES Y METODOS

El material biológico utilizado consistió en raíces de *D. rospigliosii* y suelo rizosférico provenientes de plantas de invernadero y de campo.

El material de invernadero se obtuvo a partir de árboles de aproximadamente 50 cm. de altura y 5-8 años de edad mantenidos en bolsas de polietileno en el invernadero de la U. Javeriana, Bogotá; mientras que el material de campo se obtuvo en la localidad de San Francisco (Cundinamarca) a partir de plántulas y de árboles de distintos tamaños (1.5 a 20 m de altura) en terrenos antrópicos (pastizales y sistemas agroforestales de café, plátano y cítricos).

San Francisco está localizado al nor-occidente de Bogotá, sobre la vertiente occidental de la Cordillera Oriental, a una altitud de 1.700-1.800 m.s.n.m., con una temperatura media de 22-24°C y una precipitación anual media de 1.780 mm.

Las muestras de raíces y de suelo fueron obtenidas en el campo entre 0 y 20 cm. de profundidad. Las raíces fijadas en AFA (etanol-formol-ac. acético, 8:1:1) y el suelo se almacenó en nevera hasta el momento de su análisis.

Para la preparación de placas histológicas de raíz se utilizó la técnica de tinción con safranina-fast green descrita por Roth (1964).

La tinción de las raicillas para observación de la infección micorrizal se realizó con azul de tripano según el método empleado por Sieverding (1983); mientras que la determinación del porcentaje de infección en raicillas teñidas se basó en la técnica descrita por Christie et al (1978) en la cual se utiliza una escala de infección 0-4 en cada campo microscópico observado.

En el caso particular de *D. rospigliosii*, por causa del grosor de las raicillas, fue necesario desprender con aguja de disección y bisturí las cortezas de los segmen-

tos de raíz teñidos, para obtener así extendidos de corteza translúcidos sin el obstáculo del oscuro cilindro vascular que entorpece el paso de la luz.

Para el aislamiento y cuantificación de esporas de hongos micorrizógenos se adoptó la técnica de tamizado húmedo y centrifugación en solución saturada de azúcar citada por Sieverding (1983), tomando 40 gr. por muestra de suelo, y usando dos tamices: uno de 425 y otro de 45 de micras de poro. Los resultados se expresaron en número de esporas por 100 gr. de suelo seco.

Las esporas aisladas fueron caracterizadas de acuerdo con su forma, tamaño, color, textura de la superficie, tipo de hifa de soporte y procedencia. Y se prepararon, en cada caso, placas de referencia sobre las cuales se trabajó para identificar los hongos con el apoyo de claves y descripciones actualizadas (Trappe, 1982; Schenck et al, 1984; Sieverding, 1984b; Berch y Trappe, 1985).

RESULTADOS

Morfología de la raíz nodulada

a. Anatomía

La raíz de una plántula de *D. rospigliosii* presenta la estructura propia de un sistema radical primario, es decir raíz principal y ramificaciones laterales.

Las raíces, de color amarillo, son característicamente noduladas. El orden más fino de ramificación (raicillas) es relativamente grueso, con un diámetro que oscila entre 0.4 y 1 mm. Estas raicillas presentan en su longitud engrosamientos que corresponden a brotes de crecimiento resurgente. El sistema carece de pelos radicales (Figura 1).

Los nódulos se desarrollan tanto en raicillas como en raíces de mayor grosor. Su tamaño oscila entre 0.5 y 1.5 mm de diámetro. Son de apariencia blanco-hialina cuando jóvenes y se tornan crema a amarillo opaco a medida que maduran (Figura 2).

En raíces de árboles adultos se contaron hasta 25 nódulos por cm. (en promedio), siendo común el desarrollo de racimos en los que nuevos brotes nodulares emergen a partir de nódulos subyacentes.

En muestras provenientes del campo se encontraron con frecuencia raicillas de pino romerón atravesando trozos de materia orgánica en descomposición, e igualmente raicillas de plantas vecinas explorando racimos de nódulos.

Los primordios de nódulo y de raicilla son anatómicamente similares en un principio, pero pronto se distinguen uno del otro porque mientras el primero

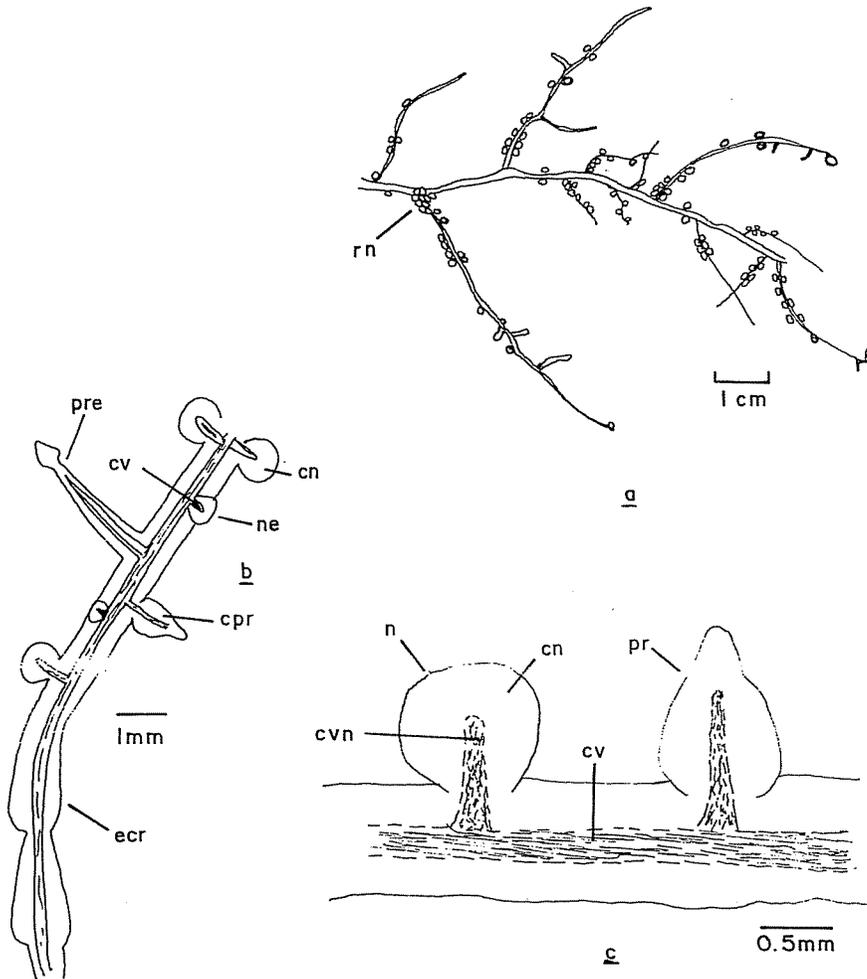


Figura 1. Anatomía de raíces noduladas en *Decussocarpus rospilossi*. a) raicillas jóvenes con nódulos; b) nódulos y primordios de raíz en distintas etapas de su desarrollo; c) comparación entre nódulo y primordio de raíz. n = nódulo; cn = corteza del nódulo; cpr = corteza del primordio de raíz cvn = cilindro vascular del nódulo; rn = racimo nodular; ne = nódulo emergiendo; pr = primordio de raíz; pre = primordio de raíz elongándose; ecr = engrosamiento de crecimiento resurgente.

adquiere una forma globosa-esférica, el segundo exhibe un patrón piriforme (Figura 1).

b. Histología

Las raíces jóvenes de pino romerón presentan un crecimiento secundario temprano caracterizado por el pronto desarrollo de una capa de felógeno que encierra y delimita claramente el cilindro central separándolo de la corteza

primaria la cual, según se evidencia al examinar raíces de mayor grosor, se va desprendiendo para dejar paso a los consecuentes desarrollos peridermales.

Los nódulos tienen un origen endógeno a partir del periciclo y emergen a través de la corteza acompañados por una columna central de tejido vascular (Figura 3). Mediante sucesivos crecimientos resurgentes, se producen nuevos nódulos a partir de los nódulos primarios hasta formar racimos. La corteza nodular ocupa más de dos tercios del diámetro del nódulo y permanece intacta a pesar de la pérdida de la corteza de la raíz madre.

En cuanto a la penetración del hongo micorrizógeno éste invade tanto la raíz como el nódulo, restringiéndose en ambos casos a la zona cortical. La infección corresponde al tipo de endomicorriza vesículo-arbuscular (VAM) (Figuras 6 y 7).

Las hifas muestran cambios irregulares de grosor en su trayecto longitudinal y exhiben curvaturas caprichosas y enortijamientos, especialmente en los nódulos. Las vesículas son estructuras de aparición frecuente y abundante (Figura 6). La forma de las mismas varía entre globosa, oval y óvalo-alargada. En ocasiones se aprecian vesículas colapsadas. Muy ocasionalmente se observan estructuras semejantes a arbuscúlos en el material examinado y cuando se hallaron fueron de difícil observación puesto que parecen ubicarse preferencialmente en niveles interiores de la corteza (Figura 7).

Grado de infección y población de esporas VAM

Los porcentajes de infección micorrizal encontrados fueron; Plántulas en campo: 32%; árboles en campo: 66% y; árboles en invernadero: 61% (Figura 4).

Las poblaciones de esporas micorrizógenas asociadas a la rizósfera de árboles en campo fueron en promedio 51 por 100 gr de suelo seco; mientras que en el caso de árboles mantenidos en invernadero llegaron a 183 por 100 gr de suelo seco (Figura 5).

Caracterización de hongos micorrizógenos

Se caracterizaron varios hongos Zygomycetes de la familia Endogonaceae formadores de micorriza vesículo-arbuscular, a los cuales se les asignó un código con el fin de facilitar su reconocimiento.

UJ-1 *Acaulospora mellea* Spain et Schenck (Figura 8)

Forma: globosa a subglobosa

Tamaño: 110-132 micras de diámetro

Color: contenido de la espóra, amarillo; pared externa, café

Superficie: lisa

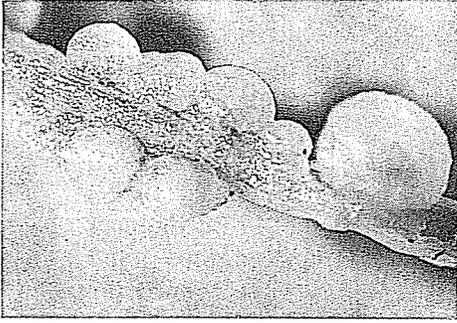


Figura 2. Nódulos de pino romerón (20x).



Figura 3. Corte histológico de nódulo (100 x).



Figura 6. Vesículas en la corteza radical (250x).

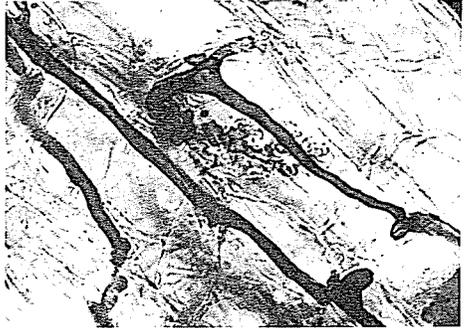


Figura 7. Arbúsculo en la corteza radical (1000x).

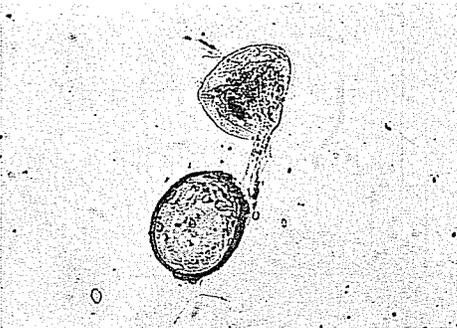


Figura 8. *Acaulospora mellea* Spain et Schenck.

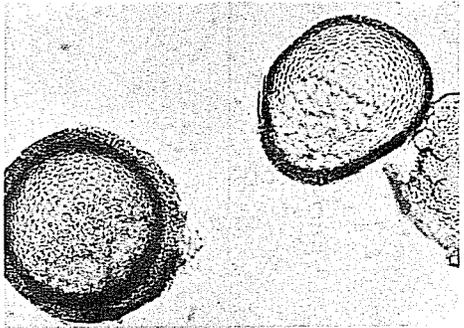


Figura 9. *Acaulospora appendicula* Spain, Sieverding et Schenck.

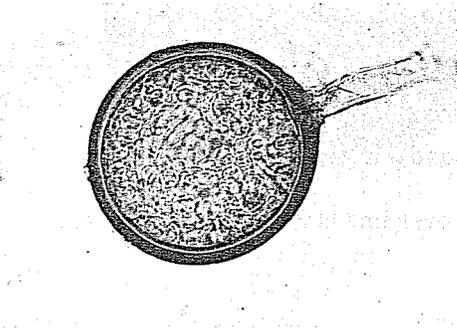


Figura 10. *Glomus* sp.

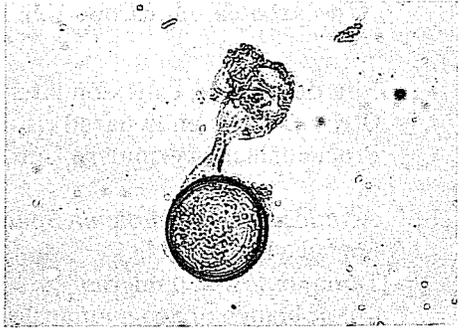


Figura 11. *Acaulospora* sp.

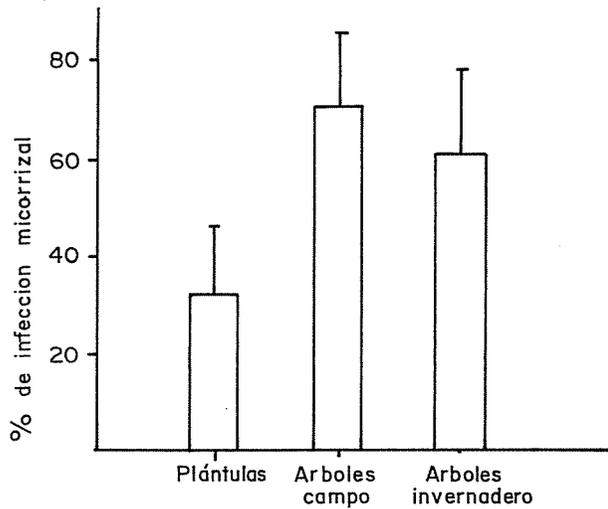


Figura 4. Grado de infección micorrizal promedio encontrado en plántulas, árboles en campo y árboles en invernadero de *D. rospegliosi*.

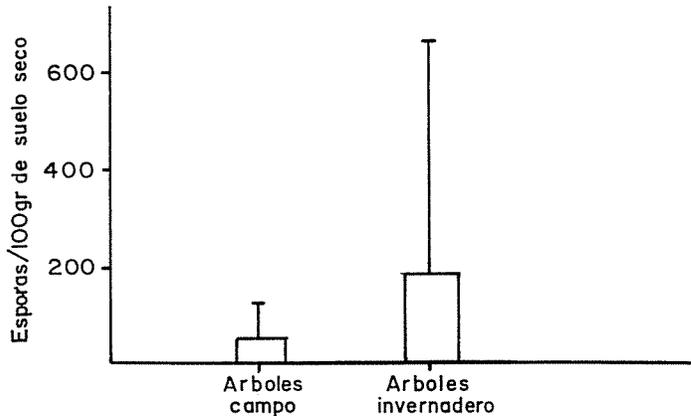


Figura 5. Población de esporas micorrizogenas VA asociadas a la rizosfera de árboles en campo y en invernadero.

Hifa de soporte: conexión lateral, hifa terminal dilatada

Otros: 5 capas en la pared

Procedencia: invernadero Universidad Javeriana

UJ-2 *Acaulospora appendicula* Spain, Sieverding et Schenck (Figura 9)

Forma: globosa

Tamaño: 176-220 micras

Color: blanco opaco a amarillo crema

Superficie: ornamentación con depresiones
Otros: 2 capas en la pared fácilmente separables
Procedencia: invernadero Universidad Javeriana

UJ-3 *Glomus sp* (*Glomus macrocarpum?*) (Figura 10)

Forma: globosa
Tamaño: 88-110 micras
Color: contenido amarillo; pared café rojiza
Superficie: lisa
Otros: contenido globular
Procedencia: San Francisco (Cundinamarca)

UJ-4 *Acaulospora sp* (Figura 11)

Forma: globosa
Tamaño: 110-130 micras
Color: amarillo claro brillante, pared café ladrillo
Superficie: lisa
Hifa de soporte: conexión lateral, hifa terminal dilatada
Otros: contenido granular
Procedencia: invernadero Universidad Javeriana

UJ-5 *Acaulospora sp* (Figura 12)

Forma: globosa-subglobosa

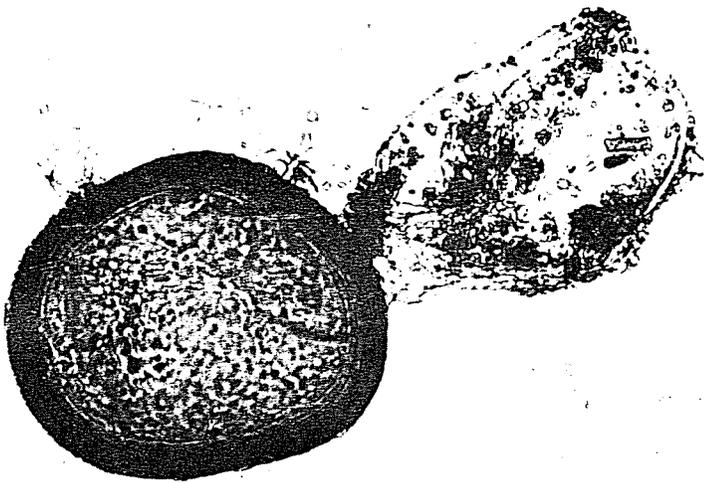


Figura 12. *Acaulospora sp*.

Tamaño: 180-240 micras
Color: amarillo-anaranjado claro; pared café
Superficie: lisa
Hifa de soporte: conexión lateral, hifa terminal dilatada
Otros: contenido granular
Procedencia: invernadero Universidad Javeriana

Además de las anteriores cepas, caracterizadas debido a su abundancia, fueron observados otros tipos de esporas tanto en muestras de invernadero como de campo (San Francisco). Se considera de interés destacar que no se encontraron representantes de los géneros *Gigaspora* y *Sclerocystis*.

DISCUSION

Los resultados obtenidos confirman que *Decussocarpus rospigliosii* establece una asociación micorrizal del tipo vesículo-arbuscular; aunque, en el material examinado, no se aprecian arbuscúlos típicos sino estructuras semejantes a arbuscúlos de hallazgo infrecuente (Figura 7). Ya *Furman* (1970) había descrito el desarrollo de micorriza de tipo endotrófico en esta especie arbórea, pero sin especificar su carácter VA.

Los datos sobre el grado de infección micorrizal (Figura 4) sugieren que las plántulas sufren una temprana infección micorrizal la cual alcanza rápidamente niveles altos en árboles pequeños comparables a los de árboles adultos.

Las poblaciones de esporas micorrizógenas en suelos de invernadero, donde no se pierden por lixiviación, y escorrentía dan una idea del potencial de esporulación de los hongos en suelos francos. Por otro lado, la elevada desviación estándar de los datos sugiere que la esporulación se produce en 'pulsos' que conducen a una gran heterogenidad de las cantidades de esporas en función de espacio y tiempo (Figura 5).

La observación y aislamiento de diferentes tipos de esporas de la familia Endogonaceae a partir de suelo rizosférico asociado a árboles de esta especie, evidencian la variedad de endosimbiontes posibles, en concordancia con la conocida inespecificidad de este tipo de micorriza (*Azcon y Barea, 1980; Sieverding, 1984a*).

Con base en los altos porcentajes de infección registrados, incluso en plántulas (Figura 4), se puede catalogar al pino romerón como especie altamente micotrófica, lo cual se refuerza fundamentándose en características morfológicas asociadas a alto micotrofismo. A este respecto *Baylis (1975)* y *Ferrer et al (1986)* sugieren que la ausencia de pelos radicales es una característica de sistemas radicales dependientes de micorriza; mientras que *Janos (1980)* plantea que poseer semillas grandes es ventajoso para plantas que dependen de

micorriza, porque las plántulas cuentan así con reservas minerales mientras se desarrolla la simbiosis. *D. rospigliosii* encaja dentro de los anteriores criterios, a los cuales se suman el elevado grosor de las raicillas y la presencia de nódulos que contribuyen a la retención del endofito, todo lo cual apoya la hipótesis sobre una alta dependencia de la especie en cuanto a la absorción de nutrientes que realice el micelio extramático VAM en el suelo.

Ese carácter de alto micotrofismo debe afectar, en consecuencia, el comportamiento ecológico del pino romerón en las comunidades vegetales de que haga parte. *Reeves (1985)* sugiere que en una línea de sucesión vegetal, las especies de elevado micotrofismo son características de la comunidad climax.

En cuanto al papel de los nódulos radicales en la simbiosis, estos pueden ser considerados, en concordancia con *Khan (1967)*, estructuras adicionales para la retención del endofito, gracias a su amplia corteza, teniendo en cuenta la pérdida importante de corteza que sufre el sistema radical por causa de un temprano crecimiento secundario de las raicillas.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Decussocarpus rospigliosii (pino romerón) desarrolla en sus raíces micorrizas de tipo vesículo-arbuscular y puede ser considerado como una especie altamente micotrófica de acuerdo con los resultados obtenidos en esta investigación.

Como recomendación para el manejo del pino romerón en el vivero y en el campo se sugiere que, dado ese carácter de alto micotrofismo, conviene garantizar en el suelo fuentes adecuadas de hongos micorizógenos, bien sea que se trate de hongos indígenas o introducidos artificialmente, y estimular mediante prácticas silviculturales apropiadas un saludable desarrollo de la simbiosis.

En estudios posteriores sería conveniente establecer de una manera directa el grado de dependencia de la especie frente a la micorriza, mediante comparación, en suelo estéril, entre plantas micorizadas y no micorizadas; así como estudiar las interacciones ecológicas entre la micorriza y otros componentes biológicos de la rizosfera.

AGRADECIMIENTOS

A la Fundación para la Promoción de la Investigación y la Tecnología del Banco de la República por el soporte financiero que permitió la realización de esta investigación. Al grupo de investigadores y asistentes del Proyecto Micorriza-CIAT (Palmira), especialmente al Dr. Ewald Sieverding, por su asistencia en la adecuación de la metodología y en la identificación de esporas. A Marina de

Restrepo (Universidad Nacional de Colombia) por su colaboración en la producción de los micropreparados para el estudio histológico. A Amanda Lozano (Universidad Nacional de Colombia) quien facilitó equipo necesario para el aislamiento de esporas.

LITERATURA CITADA

1. AZCON-G DE AGUILAR, C. y BAREA, J.M. 1980. Micorrizas. *Investigación y Ciencia*, 47: 8-16.
2. BAYLIS, G.T.S. 1969a. Synthesis of mycorrhizas in *Podocarpus* and *Agathis* with *Endogone* spores. *Nature*, 221: 1267-1268.
3. BAYLIS, G.T.S. 1969b. Mycorrhizal nodules and growth of *Podocarpus* in nitrogen-poor soil. *Nature*, 223: 1385-1386.
4. BAYLIS, G.T.S. 1975. The magnolioid mycorrhiza and mycotrophy in root systems derived from it. En: *Endomycorrhizas* (ed. por F.E. Sanders, B. Mosse y P. B. Tinker). Academic Press; pp. 373-389.
5. BERCH, S. M. y TRAPPE, J.M. 1985. Revisión of Trappe's 1982 synoptic keys to genera and species of ENDOGONACEAE. U.S.D.A. Forest Service.
6. CHRISTIE, P; NEWMAN, E.I. y CAMPBELL, R. 1978. The influence of neighbouring grassland plants on each others endomycorrhizas and root surface microorganisms. *Soil Biology and Biochemistry*, 10: 521-527.
7. DE LAUBENFELS. 1969. A revision of the Malasian and Pacific rain forest conifers, 1. *PODOCARPACEAE*. *Journ. Arn. Arb.*, 50 (2-3): 274-364.
8. FERNANDEZ-PEREZ, A. 1978. The preparation of the endangered species list of Colombia. En: *Memorias del II Congreso Iberoamericano del Medio Ambiente*, Bogotá; pp. 117-127.
9. FERRER, R. L. RUIZ, M; RODRIGUEZ, A. y HERRERA, R.A. 1986. Características micotróficas de dos formaciones vegetales de la Estación Ecológica de Sierra del Rosario. En: *Proceedings del Primer Simposio Cubano de Botánica*.
10. FURMAN, T. E. 1970. The nodular mycorrhizae of *Podocarpus rospigliosii* Amer. J. Bot., 57 (8): 910-915.
11. JANOS, D. P. 1980. Vesicular arbuscular mycorrhizae affect lowland tropical rain forest plant growth. *Ecology*, 61 (1): 151-162.
12. JOHNSON, P. N. 1977. Mycorrhizal ENDOGONACEAE in a New Zealand forest. *New Phytol.*, 78: 161-170.
13. KHAN, A.G. 1967. *Podocarpus* root nodules in sterile culture. *Nature*, 215: 1170.

14. KHAN, A.G. 1970. Mycorrhizal associations in Gymnosperms of West Pakistan. *Pakistan J. Bot.*, 2 (1): 9-18.
15. KONAR, R. N. y OBEROI, Y. P. 1969. Anatomical studies on *Podocarpus gracillior* Phytomorphology, junio: 122-133.
16. MOSSE, B. 1975. A microbiologist's view of root anatomy. En: *Soil Microbiology, a critical review* (ed. por N. Walker). John Wiley & Sons; pp. 53-54.
17. PATIÑO, H. 1984. Las micorrizas como componentes simbióticos de los sistemas selváticos tropicales-Implicaciones ecológicas y agronómicas. En: *Investigaciones sobre Micorrizas en Colombia, Memorias del I Curso Nacional sobre Micorrizas*. Universidad Nacional de Colombia, Palmira; pp. 82-95.
18. PATIÑO, V. M. 1974. *Plantas Cultivadas y Animales Domésticos en América Equinoccial*, tomo VI: *Plantas Ornamentales*. Imprenta Departamental, Cali; pp. 32-33.
19. REDHEAD, J. F. 1980. Mycorrhiza in natural tropical forest. In: *Tropical Mycorrhiza Research* (ed. por P. Mikola), Clarendon Press-Oxford; 127-142.
20. REEVES, F. B. 1985. Survival of VA mycorrhizal fungi; interactions of secondary succession, mycorrhizal dependency in plants, and resources competition. En: *Proceedings of the 6th North American Conference on Mycorrhizae*, Oregon State University; pp. 110-113.
21. RODRIGUEZ, J. O. y PEÑA, J. R. 1984. Flora de los Andes: Cien especies del Altiplano Cundi-boyacense (dirección científica: E. Plata). CAR, Bogotá; pp. 150-155.
22. ROTH, I. 1964. *Microtécnica Vegetal*. U. Central de Venezuela, Caracas; 88 pp.
23. SCHENCK, N. C.; SPAIN, J. L.; SIEVERDING, E. y HOWELER, R.H. 1984. Several new and unreported vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi (Endogonaceae) from Colombia. *Mycologia*, 16: 685-699.
24. SIEVERDING, E. 1983. *Manual de Métodos para la Investigación de la Micorriza Vesículo-arbuscular en el laboratorio*. CIAT, Cali; 120 pp.
25. SIEVERDING, E. 1984a. Aspectos básicos de la investigación de la micorriza vesículo-arbuscular. En: *Investigaciones sobre Micorrizas en Colombia, Memorias del I Curso Nacional sobre Micorrizas*, Universidad Nacional, Palmira; pp. 1-14.
26. SIEVERDING, E. 1984b. Aspectos de la taxonomía y la identificación de hongos formadores de micorriza vesículo-arbuscular. En: *Investigaciones sobre Micorrizas en Colombia, Memorias del I Curso Nacional sobre Micorrizas*, Universidad Nacional, Palmira; pp. 209-223.
27. TORRES, J. H. 1983. Contribución al conocimiento de las Plantas Tánicas registradas en Colombia. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia (Biblioteca J. J. Triana N° 2); pp. 23-26.

28. TRAPPE, J. M. 1982. Synoptic keys to the genera and species of Zygomycetous mycorrhizal fungi. *Phytopathology*, 72: 1102-1108.
29. VEILLON, J. P. 1962. Los Podocarpus. Talleres Gráficos Universitarios, Universidad de los Andes, Mérida (Venezuela); pp. 118-134.



REPRESENTANTE PARA COLOMBIA DE:

SYBRON Thermolyne • HORNOS, MUFLAS, PLATOS Y MANTAS DE CALENTAMIENTO

 **Jouan** • CENTRIFUGAS E INCUBADORAS

BAUSCH & LOMB  • MICROSCOPIOS Y ESTEREOSCOPIOS

MILTON ROY COMPANY • ESPECTROFOTOMETROS Y REFRACTOMETROS

 **EXTECH** • pH-METROS, TURBIDIMETROS Y TODO EN ANALISIS DE AGUAS

 **SARGENT-WELCH** • EQUIPOS PARA INVESTIGACION INDUSTRIA ETC

HAAKEBUCHLER • ELECTROFORESIS, ROTAVAPORES, DENSITOMETROS