

Las micorrizas y la producción de plántulas de *Pinus ponderosa* Dougl. ex Laws. en la Patagonia, Argentina

Mycorrhizas and *Pinus ponderosa* Dougl. ex Laws. seedlings production in Patagonia, Argentina.

CAROLINA BARROETA VEÑA^{1,2,*} Y MARIO RAJCHENBERG^{1,2}

¹ Area Protección Forestal, Centro de Investigación y Extensión Forestal Andino Patagónico (CIEFAP), C.C. 14, (9200) Esquel, Chubut, Argentina - ² Dpto. Ingeniería Forestal, Universidad Nacional de la Patagonia S.J. Bosco sede Esquel, Ruta 259 km. 4, (9200) Esquel, Chubut, Argentina.

*carolina@ciefap.cyt.edu.ar

SUMMARY

A survey to study the mycorrhizal status and its relationship with 6 morphometric parameters on bareroot 2+0, 1+1 and 2+1 ponderosa pine seedlings from 14 crops belonging to 8 nurseries from Río Negro and Chubut provinces (Argentina) was conducted, and species of mycorrhizal fungi fruiting in each of them were identified. Mycorrhizal colonization percentages were moderate (26-50%), with one exception which was high (54%). Morphotype diversity was slightly higher in 2+0 seedlings. Young nurseries and those never inoculated with mycorrhizal fungi, far away from pine plantations, presented the lowest morphotype diversity and mycorrhizal colonization values. Overall, 11 species of mycorrhizal fungi were found fruiting on nursery beds, with *Hebeloma mesophaeum* (Pers.: Fr.) Quél. and *Rhizopogon roseolus* (Corda) Th. Fr. as the more widely distributed species. A total of 15 mycorrhizal morphotypes were determined on the root systems. The range of mycorrhizal morphotype diversity per crop varied between 7-17, but most of the crops presented 9-11 morphotypes. Positive correlations were found between mycorrhization percentage and root system dry weight for most of the cases, and with root fibrosity, collar diameter and per plant mycorrhizal morphotype diversity in fewer cases. Morphotype diversity per plant correlated significantly in very few cases with morphometric parameters.

Key words: ponderosa pine, seedlings quality, nursery management, Patagonia Argentina, mycorrhizas

RESUMEN

Se realizó un estudio sobre el estado micorrícico y su relación con 6 parámetros morfométricos en plántulas 2+0, 1+1 y 2+1 de pino ponderosa correspondientes a 14 producciones provenientes de 8 viveros ubicados en Río Negro y Chubut (Argentina), y se identificaron las especies de hongos micorrícicos asociadas. El porcentaje de micorrización encontrado fue en general moderado (26-50%), con excepción de una producción que fue alta (54%). La diversidad de morfotipos tendió a ser levemente mayor en las producciones 2+0. Los viveros recién establecidos y los que no recibieron inoculaciones con hongos micorrícicos y están alejados de plantaciones de pino, presentaron los valores más bajos de diversidad y colonización micorrícica. Se encontraron 11 especies de hongos micorrícicos; *Hebeloma mesophaeum* (Pers.: Fr.) Quél. y *Rhizopogon roseolus* (Corda) Th. Fr. fueron las especies más ampliamente distribuidas. Se determinaron 15 morfotipos micorrícicos en las raíces. El rango de diversidad total de morfotipos por tipo de producción varió entre 7-14, aunque la mayoría presentó 9-11. Se halló repetidamente correlación entre el porcentaje de micorrización y el peso seco del sistema radical y, en menos casos, con la fibrosidad, el diámetro del cuello y la diversidad de morfotipos por planta. Esta última correlacionó significativamente en muy pocos casos con los parámetros morfométricos.

Palabras claves: pino ponderosa, calidad de plántulas, vivero, Patagonia Argentina, micorrizas.

INTRODUCCIÓN

La presencia de ectomicorrizas (EM) es un prerequisite fundamental para el crecimiento normal de las especies de Pináceas (Harley y Smith 1983, Meyer 1973). El beneficio de las micorrizas varía con las condiciones ambientales y con la asociación particular de las especies involucradas en la simbiosis mutualista (Trappe 1977, Bledsoe 1992). Las plántulas ectomicorrizadas son resistentes al estrés hídrico (Reid 1978, Duddridge *et al.* 1980, Boyd *et al.* 1986). Por ello, un buen desarrollo de EM en las raíces, se reflejará en una mayor supervivencia y mejor establecimiento en las plantaciones (Wright 1957, Wright 1971, Castellano y Molina 1989). En la región Andino Patagónica de Argentina, con un régimen de precipitación mediterráneo, la mayoría de los sitios de plantación se encuentran en zonas expuestas a severo estrés hídrico, por lo que la optimización de la simbiosis micorrícica es de vital importancia.

El pino ponderosa (*Pinus ponderosa* Dougl. ex Laws.) tiene una amplia distribución natural en América, que va desde el sur de British Columbia en Canadá hasta México, y desde la costa pacífica, siguiendo el límite entre Oregon y California hacia el este, hasta el oeste de Nebraska (Little 1971). Se han determinado numerosas especies micorrícicas en su área de distribución (Trappe 1962, States 1983, States 1984, Melichar *et al.* 1985, States y Gaud 1997, Stendell *et al.* 1999). En Patagonia, las zonas aptas para la forestación con esta especie se encuentran en el ecotono bosque-estepa. Las plantaciones se iniciaron hace 50 años, y actualmente existen aproximadamente 7800 ha plantadas dentro de la jurisdicción de Parques Nacionales y 50000 ha en campos privados; se estima que el ritmo de forestación fue aumentando hasta 10000 ha por año hasta 1998 (Raffaele y Schlichter 2000, Schlichter y Laclau 1998). El ecotono posee una flora autóctona típicamente vesículo-arbuscular (endotrófica), sin especies ectomicorrícicas (Godoy *et al.* 1994, Fontenla *et al.* 1998) que puedan colonizar al pino. Esto determina que las mismas deben ser introducidas junto al árbol, siendo la fase de vivero la más apropiada para este fin.

Actualmente, es poco lo que se conoce sobre las especies de hongos micorrícicos presentes en plantaciones y viveros de pino ponderosa en la Patagonia. Hay reportes de *Rhizopogon* sp., *Hebeloma* sp. y *Suillus luteus* (Fr.) S. F. Gray, fructificando en varias plantaciones inspeccionadas¹. Los trabajos de Peredo *et al.* (1989, 1992), en los que se da cuenta de inoculaciones realizadas en un vivero en la provincia de Neuquén, constituyen el único antecedente de este tipo en la región. Sabiendo, por información preliminar, que no ha habido programas de inoculación micorrícica en los viveros de Río Negro y Chubut, es esperable que la diversidad de especies sea baja. Si bien existen reportes sobre la calidad de los plántulas que se están produciendo en los viveros de la región (Contardi 1999), no se ha evaluado hasta ahora el estado de colonización micorrícica que estos alcanzan. Es esperable que dicha colonización no sea suficiente considerando que, especialmente en sitios con precipitación baja (300 a 500 mm), se debe reponer entre un 25 a 30 % de plantas luego del primer año de plantación, para obtener alrededor de un 85 % de prendimiento final².

Muchas especies de hongos micorrícicos no producen esporocarpos en determinadas condiciones, o sólo lo hacen ocasionalmente, por lo cual la producción de esporocarpos puede estar representando solo

-
1. Schroeder, J., P. Cwielong, M. Rajchenberg (Inédito). Zum Ectomykorrhizastatus von *Pseudotsuga menziesii* und *Pinus ponderosa* in Patagonien.
 2. Ing. Ftal. O. Troncoso, Dir. Gral. de Bosques y Parques de la Prov. de Chubut (Argentina), comunicación personal.

una fracción limitada de la comunidad de ectomicorrizas (Dahlberg 2001). Las ectomicorrizas, asociación entre el micelio fúngico y las raíces finas, pueden caracterizarse morfológicamente como morfotipos micorrícicos, y su diversidad es información complementaria necesaria para determinar la diversidad micorrícica real (Gardes y Bruns 1996, Jansen y De Nie 1988).

Por lo expuesto, se plantean como objetivos de este trabajo:

- Realizar un inventario de los hongos micorrícicos presentes en los viveros de pino ponderosa de las provincias de Río Negro y Chubut, Argentina.
- Evaluar el grado de micorrización y la diversidad de morfotipos presentes en las plántulas al momento del trasplante, con las prácticas que se efectuaron en los viveros en los años 1999 y 2000.
- Analizar la relación de los parámetros micorrícicos antes mencionados con los parámetros morfométricos de las plántulas.

El estudio de la flora micorrícica existente en los viveros y del estado micorrícico de las plántulas que se producen permitirá desarrollar programas de inoculación o manejo tendientes a mejorar la calidad de la producción, asegurando la supervivencia y el mejor crecimiento en plantación de esta especie forestal.

MATERIAL Y MÉTODOS

LUGAR DE ESTUDIO

Se estudiaron las producciones de 8 viveros ubicados en la región cordillerana de las provincias de Río Negro y Chubut (Argentina), comprendida entre los 71° 35' y 71° 21' longitud oeste y 41° 08' y 42° 55' latitud sur. La región presenta precipitaciones concentradas en el invierno, con valores anuales entre 550 y 1000 mm. Los establecimientos fueron: Forestal Patagonia (Lago Puelo, Pcia. Chubut), Emforsa (Dina Huapi, Pcia. Río Negro), Estación Experimental INTA Trevelin (Trevelin, Pcia. Chubut), Estación Forestal INTA Golondrinas (Las Golondrinas, Pcia. Chubut), El Arroyo (San Carlos de Bariloche, Pcia. Río Negro), Waiderlich (San Carlos de Bariloche, Pcia. Río Negro), Los Chucaos (Lago Puelo, Pcia. Chubut), Universidad Nacional de la Patagonia (Esquel, Pcia. Chubut). Las mismas se detallan en el Anexo 1.

En cada vivero se registraron las siguientes características y prácticas culturales: tipo de suelo, técnica de inoculación utilizada, uso de fertilizantes, fungicidas y herbicidas, cantidad de superficie sembrada, volumen de la producción, origen y tratamiento de las semillas, tipo de riego y cualquier otro dato relevante.

ESTUDIO DE LAS FRUCTIFICACIONES DE HONGOS MICORRÍDICOS PRESENTES EN LOS VIVEROS

Los esporocarpos se colectaron en las camas de todos los viveros muestreados, durante el otoño de 1999 y 2000, realizando una o dos visitas por temporada. Cada colección se rotuló con la fecha, la especie arbórea asociada y el nombre del vivero. Se secaron en estufa e incorporaron al herbario del CIEFAP. Para realizar las determinaciones se estudiaron macro y microscópicamente con lupa binocular y microscopio óptico, utilizando para los preparados microscópicos los reactivos floxina 1%, KOH 5% y reactivo de Melzer, y para las reacciones del basidiocarpo KOH 15%, FeSO₄ 10% y reactivo de Melzer (Moser 1983). Para las determinaciones taxonómicas se usaron las claves de Smith y Thiers (1964), Smith y Zeller (1966), Guzmán (1970), Eriksson y Ryvar den (1973), Smith *et al.* (1983), Smith y Smith (1973), Moser (1983), Arora (1986), Singer (1986), Mueller (1992) y Martín (1996).

ESTUDIO DE LAS PLÁNTULAS

Muestreo. Los muestreos se realizaron durante los otoños de 1999 y 2000. Se muestrearon producciones 1+1 (2 años con un transplante), 2+0 (2 años sin transplante) y 2+1 (3 años con un transplante) dependiendo del tipo de producción vigente en cada vivero. Cada muestra consistió en 30 plántulas elegidas al azar; se las removió cuidadosamente del suelo, y se las colocó en bolsas plásticas para transportarlas al laboratorio, donde permanecieron refrigeradas hasta ser examinadas. En el vivero 1, en el año 2000, se tomaron plantas 1+1 sometidas a dos tratamientos distintos: una muestra testigo sólo transplantada (1.1), y otra muestra con plantas sometidas a una poda y una aireación (1.2). Los viveros 2 y 7 poseían dos predios separados cada uno, cuyas características se discriminan en el Anexo 1, por lo que se muestreó cada predio por separado.

Clasificación de los morfotipos. Se lavaron todos los sistemas radicales con abundante agua corriente para remover al máximo la tierra adherida. Se separaron bajo la lupa puntas micorrícicas bien desarrolladas de todos los morfotipos detectados. Sobre la base de las metodologías de Agerer (1991) y de Goodman *et al.* (1996) los distintos morfotipos fueron clasificados y diferenciados por su color, el tipo de ramificación, el largo, la estructura del manto, el aspecto de la superficie externa, la presencia de rizomorfos y/o de hifas emanantes (HE) y se les asignó un nombre descriptivo (Amaranthus *et al.* 1996). Cada morfotipo fue clasificado como poco frecuente, cuando su frecuencia de aparición

promedio por año fue menor al 5% [calculada como: \sum abundancias/(30 x N° viveros muestreados) x 100], o como frecuente cuando superaba dicho valor.

Parámetros micorrícicos y morfométricos de las plántulas. Los parámetros micorrícicos evaluados fueron el porcentaje de micorrización y la diversidad de morfotipos. Para evaluar el porcentaje de micorrización de las plántulas, en el muestreo de 1999 se utilizaron dos métodos, uno visual (%MicoVi) y otro cuantitativo (%MicoCu), que fueron comparados con el fin de evaluar su representatividad y practicidad. El método visual (Grand y Harvey 1982), consistió en estimar visualmente el porcentaje de ápices micorrizados respecto del total de ápices presentes en el sistema radicular, de acuerdo con las siguientes categorías:

Valor	Equivalencia	Categoría
0	sin micorrizas	Nula
1	1-25 % de raicillas micorrizadas	Baja
2	26-50 % de raicillas micorrizadas	Moderada
3	51-75 % de raicillas micorrizadas	Alta
4	76-100% de raicillas micorrizadas	Muy alta

El método cuantitativo consistió en el conteo de ápices micorrizados de tres raíces secundarias elegidas al azar dispersas en una caja de petri de 9 cm de diám. con una grilla, donde se cuentan las intercepciones con las líneas (Giovannetti y Mosse 1980). La evaluación visual resultó, además de mucho más operativa, más representativa de la situación real de las plántulas ya que muchas quedaban sobre o subestimadas con el método cuantitativo (datos no mostrados). Evaluar exhaustivamente más raíces por planta resultó impráctico, por lo que se decidió, para el otoño de 2000, proseguir la evaluación en forma visual, tal como reportan muchos autores que trabajan con gran número de plántulas (Grand y Harvey 1982).

La diversidad de morfotipos se evaluó con la diversidad de morfotipos por planta (Div-MPP) que expresó el número de morfotipos distintos detectados en cada planta, la abundancia (Ab), que expresó la cantidad de plantas donde apareció determinado morfotipo en la muestra, y el porcentaje de abundancia (%Ab), que expresó la abundancia sobre el n muestral multiplicado por 100.

Los parámetros morfométricos medidos fueron: altura del vástago (AV), fibrosidad de la raíz (F) (expresada como el número de raíces laterales primarias), diámetro del cuello de la raíz (DC), peso

seco de la raíz (PSR), peso seco del vástago (PSV) y se calculó la relación PSV/PSR. El peso seco se tomó luego de secar las muestras 48 horas a 100 °C.

Análisis estadístico. Las diferencias entre medias de los parámetros entre viveros se analizaron con ANOVA, y para las comparaciones múltiples, se aplicó el test de Tuckey-HSD, ambos a nivel de significancia de 0.05. Para confrontar agrupadamente los tipos de producciones entre sí, se usó el Test de t para muestras independientes a nivel de significancia de 0.05. Se chequeó la homogeneidad de varianzas para cada test usando el Test de Levene. Para analizar la relación entre micorrizas y parámetros morfométricos, se efectuaron correlaciones entre %MicoVi y Div-MPP con cada uno de los parámetros morfométricos para cada muestra, usando el coeficiente de correlación de Pearson, también a nivel de significancia de 0.05. Todos los análisis se realizaron con el paquete estadístico SPSS versión 6.1.

RESULTADOS

1. CARACTERÍSTICAS DE LOS VIVEROS MUESTREADOS

En el Anexo 1 se especifican los datos de los 8 viveros muestreados. Se observó gran diversidad de características físicas y de manejo, y una baja o nula utilización de inóculo micorrícico. Este último fue aplicado, en la mayoría de los casos, en forma indirecta a través del mantillo de coníferas colocado sólo con fines de protección contra las heladas.

2. FRUCTIFICACIONES DE HONGOS MICORRÍCICOS PRESENTES EN LOS VIVEROS

Se encontraron fructificando en las camas de los viveros las especies *Hebeloma mesophaeum* (Pers.: Fr.) Quél., *Rhizopogon roseolus* (Corda) Th. Fr. (las más ampliamente distribuidas en los viveros), *Telephora terrestris* Ehrh.: Fr., *Laccaria montana* Singer, *Hebeloma hiemale* Bres., *Amphinema byssoides* (Fr.) J. Erikss., *Suillus luteus* (Fr.) S. F. Gray, *Scleroderma areolatum* Ehrenb., *Inocybe kauffmanii* A. H. Smith, *Tuber* sp., y *Amanita* sp. Su distribución en los viveros se presenta en el Cuadro 1.

Todas las especies halladas son nuevas citas para la región, con la excepción de *S. luteus* y *H. mesophaeum*, y correspondieron a géneros micorrícicos muy comunes de *Pinus* spp. En Cairney y Chambers (1999) se da cuenta de la facilidad para fructificar en vivero o en los primeros años de una plantación, por parte de especies de *Rhizopogon*, *Laccaria*, *Hebeloma* y *Scleroderma* en el hemisferio norte. *Telephora terrestris* y *A. byssoides* son muy comunes y están ampliamente distribuidas en los

viveros de Estados Unidos de Norteamérica (Castellano y Molina 1989). *Thelephora terrestris* y *S. luteus* resultaron las únicas citadas para plantaciones de Pináceas en el sur de Chile (Garrido 1986). Estudios realizados en plantaciones de *Pinus* spp. en el norte de Argentina hallaron los mismos géneros pero distintas especies (Salusso y Moraña 1995). Los géneros hallados han sido citados por Trappe (1962) para *P. ponderosa*, o están registradas en bases de datos³.

En relación a la riqueza de especies destacó en primer lugar el vivero más antiguo (vivero 1, con 8 especies), seguido por otro de edad intermedia (vivero 3, con 6 especies). Los demás presentaron muy poca (viveros 2a, 4, 7b y 8, con 3 especies) o nula riqueza (viveros 2b, 5, 6 y 7a), destacándose el caso de los viveros 5 y 7a que no presentaron fructificaciones a pesar de sus edades intermedias (25 y 16 años, respectivamente). La fructificación de hongos micorrícicos es un hecho fortuito y su abundancia y diversidad no necesariamente se corresponde con la de los morfotipos micorrícicos, tal como ha sido verificado en plantaciones (Gardes y Bruns 1996, Dahlberg *et al.* 1997, Dahlberg 2001, Yamada y Katsuya 2001). En viveros forestales, si bien la provisión de agua está garantizada, la fructificación de hongos micorrícicos puede estar limitada por la falta de un dosel arbóreo alto protector y creador de condiciones ambientales más propicias (v. gr., humedad). *Telephora terrestris*, por ej., sólo formó pequeñas fructificaciones crustosas, siendo que en plantaciones forma píleos efuso-reflejos grandes; *A. byssoides*, que normalmente forma basidiomas crustosos, se caracterizó por ser de tamaño reducido.

CUADRO 1

3. ANÁLISIS DE LAS PLÁNTULAS

3.1. Producción 1+1

Muestreo 1999. La Div-MPP y la fibrosidad no mostraron diferencias significativas entre viveros, pero en el resto de los parámetros sí hubo diferencias significativas (Cuadro 2). Presentaron varianzas no homogéneas el PSR y el PSV.

Las plántulas con mayor AV y mejores valores de PSV y/o PSR fueron las que presentaron mayor % de micorrización visual. Correspondieron a un vivero con suelo franco arcilloso que produce pino ponderosa hace tres años, y realizó incorporación de mantillo en los almácigos.

Muestreo 2000. Hubo diferencias significativas entre los viveros para todos los parámetros (Cuadro 2). Las varianzas no fueron homogéneas para los parámetros DC, AV, PSV, PSR y F.

3. Base de Datos, Herbario del Department of Forest Science, Oregon State University, Corvallis, Oregon, EEUU de Norteamérica (OSC).

El vivero 1, con suelo arcilloso, presentó la mayor riqueza de especies y también el mayor %MicoVi (54 y 47 % para el testigo 1.1 y las plantas con tratamiento 1.2, respectivamente). El testigo presentó mayor micorrización posiblemente debido a que las raíces no sufrieron impacto, permitiendo el mejor desarrollo de las micorrizas. El tratamiento de poda y aireación dió, a su vez, las plántulas más grandes en altura, DC, PSV y PSR, comparando con el resto de los viveros. Cabe aclarar que las plántulas testigo fueron seleccionadas por menor tamaño en el repique, lo que implica un sesgo.

Por el contrario, las plántulas del vivero 5 fueron las de menor Div-MPP y porcentaje de micorrización y también las de menor altura y PSR. Este vivero presentó un suelo franco arenoso, se encuentra en un lugar frío y en las camas de siembra sólo se agregó mantillo de pino oregón, lo que puede explicar la menor micorrización y la menor diversidad, dado que comparten sólo algunas especies micorrícicas.

Las plántulas del vivero 2, que también presentaron Div-MPP baja (=3), correspondieron a un vivero de repique nuevo, sin pinos alrededor y donde no se agregó mantillo; las micorrizas que tenían las plantas probablemente provinieron del vivero de siembra, que llevaba 3 años de producción.

CUADRO 2

3.2. Producción 2+0.

Muestreo 1999. Se detectaron diferencias significativas para todos los parámetros menos F y PSV/PSR (Cuadro 3). El PSR y PSV presentaron varianzas no homogéneas.

El %MicoCu (faltó el dato de %MicoVi en el vivero 7a) y la Div-MPP fueron significativamente más altos en el vivero 7; éste presentó un suelo franco limoso con abundante materia orgánica, que al favorecer la retención de agua podría estar favoreciendo el desarrollo de las micorrizas; por otra parte se encontraba en producción desde hacía 16 años, se le hicieron incorporaciones de mantillo ocasionalmente, y se encuentra rodeado por distintos pinos, todos factores que pudieron favorecer la incorporación del inóculo a sus almácigos; el vivero 4 era más nuevo, con suelo arenoso, y se le agregó mantillo sólo una vez, lo que explicaría los valores más bajos de micorrización. Los parámetros morfométricos fueron todos significativamente mayores para el vivero 4.

Muestreo 2000. Se detectaron diferencias significativas para todos los parámetros medidos (Cuadro 3). Las varianzas no fueron homogéneas para la AV y el PSR.

Las plántulas del vivero 8 presentaron valores significativamente más bajos de %MicoVi y de Div-MPP respecto de los demás viveros. Este vivero es nuevo, no había recibido ningún tipo de inoculación

con micorrizas, y las plantas muestreadas correspondieron a la primera producción realizada. Presentaron un buen desarrollo aéreo, pero bajo desarrollo radicular (F significativamente menor al resto, y relación alta de PSV/PSR).

El resto de los viveros no difirieron en el % de micorrización, aunque sí en el resto de los parámetros.

Confrontando los tipos de producción 1+1 y 2+0, agrupando los datos de los dos muestreos (Test de t para muestras independientes con nivel de significancia = 0.05), no se encontraron diferencias significativas entre los parámetros considerados, salvo la fibrosidad, que resultó mayor en la producción 2+0 [diferencia estimada: 3.83 (int. confianza: 0.45- 7.21), p=0.03].

CUADRO 3

3.3. Producción 2+1

Muestreo 1999. No se detectaron diferencias significativas entre los viveros para los parámetros AV, DC, %MicoVi, PSR y F (Cuadro 4). El PSV presentó varianza no homogénea.

El %MicoVi no difirió significativamente entre estos viveros, pero sí la Div-MPP, que resultó otra vez menor en el vivero 5, coincidentemente con lo encontrado en el muestreo del año 2000 en plantas 1+1 (Cuadro 2). Los parámetros morfométricos no mostraron diferencias significativas salvo en el PSV, que resultó mayor para el vivero 5. Esta similitud puede deberse a que las plantas del vivero 4 fueron el descarte de la producción 2+0 que se repicó, mientras que las del vivero 5 no pasaron por selección, y se produjeron en tres años debido a las condiciones adversas del vivero, a fin de que alcanzaran tamaño comercial. Cabe destacar que, a pesar de que las plantas permanecieron un año más en el vivero, no hubo un aumento en el grado de colonización ni en la diversidad respecto a las producciones de dos años.

CUADRO 4

3.4. Análisis de la diversidad y abundancia de morfotipos

Los caracteres morfológicos externos y los anatómicos, así como las estructuras microscópicas, permitieron distinguir 15 morfotipos micorrícicos cuyas descripciones se presentan en el Anexo 2. En el muestreo de 1999 se detectaron 15 morfotipos, y 12 en el muestreo de 2000 (Cuadros 5 y 6, respectivamente). Excepto un caso, todos los morfotipos se asignaron a grupos ‘Blancos’ o ‘Marrones’.

Es posible que dentro de estos grupos se incluyan estadios de desarrollo de una misma especie, debido a similitudes anatómicas y a algunos aspectos macroscópicos en común. Esto distorsionaría la interpretación sobre la diversidad, pero aún no es evidente que esto sea así, por lo que se prefirió mantenerlos como diferentes.

La diversidad de morfotipos por plántula, de acuerdo al tipo de producción, no presentó diferencias destacables ninguno de los dos años, aunque se detectó una tendencia a valores más altos en las producciones 2+0 comparadas con las 1+1 (diferencia promedio= 0.34).

CUADRO 5

CUADRO 6

Se encontraron un total de 4 morfotipos poco frecuentes en 1999 y dos en el 2000. El Marrón simpodial en cabezuelas y el Blanco en cabezuelas con rizomorfos, presentes en ambos muestreos, fueron poco frecuentes sólo en el muestreo 1999; el Marrón simpodial largo, presente en ambos muestreos, fue poco frecuente en el muestreo 2000; el Marrón simpodial con HE cepillo sólo apareció en 1999 y fue poco frecuente; el Blanco rosáceo fue poco frecuente en ambos muestreos.

Hubo 4 morfotipos que aparecieron en todos los viveros los dos años: el Marrón simple, el Marrón dicotómico, el Marrón simpodial corto y el Marrón simpodial, siendo los dos primeros los más abundantes en ambos años. En 1999 aparecieron también en todos los viveros el Marrón simpodial largo, el Marrón simpodial tierno y el Blanco con rizomorfos, y en 2000 apareció el Dicotómico/simple con HE amarillas. En cuanto a la abundancia, el Marrón simpodial, el Blanco con rizomorfos, el Dicotómico/simple con HE amarillas y el Blanco en parches siguieron en abundancia, pero variando el orden de un año a otro. Tres morfotipos: el Blanco, el Marrón y el Marrón simpodial con HE cepillo, solamente se detectaron en el muestreo de 1999.

Los morfotipos más abundantes en cada vivero se mantuvieron los dos años. El tipo Blanco apareció muy abundante en los viveros 7 y 4, y en el 2000 fueron reemplazados en abundancia por el Blanco con rizomorfos.

El rango de diversidad total de morfotipos por producción analizada varió entre 7 y 14, aunque la mayoría presentó 9 o 11 (Cuadros 5 y 6).

3.5. Relación entre la micorrización y los parámetros morfométricos

Las correlaciones entre el porcentaje de micorrización visual y la Div-MPP con los parámetros morfométricos en cada muestra se presentan en el Cuadro 7. Las correlaciones entre %MicoVi y PSR fueron significativas en 12 de los 14 muestras estudiadas, con la fibrosidad en 9, con DC en 8 y con Div-MPP en 7. La Div-MPP presentó correlaciones significativas en muy pocos casos. Las correlaciones significativas entre parámetros no parecen estar agrupadas según el año de muestreo o el tipo de planta.

CUADRO 7

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La diversidad total de hongos micorrícicos encontrados durante el estudio resultó baja considerando la diversidad de especies reportada en la zona de distribución natural del pino ponderosa (Trappe 1962, States 1983, States 1984, Melichar *et al.* 1985, States y Gaud 1997, Stendell *et al.* 1999). Sin embargo, considerando que 5 taxones fueron encontrados cada uno en un solo vivero, y que ambos años de muestreo fueron secos, puede pensarse que algunas especies no encontraron condiciones para fructificar, o lo hicieron en muy baja proporción, y no fueron captadas, por lo que sería necesario en el futuro continuar con muestreos periódicos a fin de completar la determinación de la diversidad presente en los viveros de la región. Los viveros más antiguos (1 y 3) presentaron la mayor diversidad de hongos micorrícicos, probablemente porque han tenido tiempo para recibir y propagar distintas cepas que se han introducido con agregados de mantillo de distintas plantaciones más el aporte aéreo de esporas de plantaciones vecinas. *Rhizopogon roseolus* y *Hebeloma mesophaeum*, las especies más comunes y abundantes en los viveros como así también en plantaciones de la especie⁴, se presentan como las candidatas más accesibles para los viveristas que deseen inocular sus producciones sin usar mantillo o tierra de viveros micorrizados.

Todas las especies encontradas resultaron exóticas a la micoflora de la región, a pesar que todos los viveros se hallan situados en el pedemonte cordillerano andino, rodeados o cercanos a la micoflora autóctona. Ello coincide con lo hallado por Garrido (1986) en plantaciones de Pináceas y otras exóticas en el sur de Chile, y refuerza la necesidad de programar las inoculaciones con micorrizas apropiadas. *Telephora terrestris* y *Hebeloma mesophaeum* han sido citadas en la micoflora de bosques de *Nothofagus* (Singer 1969), pero la posibilidad que cepas nativas puedan ser infectivas en plántulas de pinos aún no ha sido probada.

4. Barroetaveña C., datos no publicados

La tendencia de una diversidad de morfotipos por planta levemente mayor en las producciones 2+0 pudo deberse tal vez a la menor alteración y manipulación que sufrieron los sistemas radicales. Cabe destacar que el vivero 1, el más antiguo, con suelo arcilloso e inoculaciones periódicas con mantillo de pino ponderosa presentó, además de una alta diversidad de fructificaciones, valores altos de diversidad total de morfotipos y porcentaje de micorrización (de 10 a 12 morfotipos y valores de micorrización hasta 54%, Cuadro 8). La presencia de arcilla, con su capacidad para retener agua, podría favorecer la presencia de una mayor diversidad de especies micorrícicas.

CUADRO 8

El porcentaje de micorrización fue en general moderado, como se esperaba teniendo en cuenta las pérdidas de plantas que se reportan, sobre todo, en los sitios de plantación con bajas precipitaciones. La excepción fue la producción 1.1 (vivero 1, año 2000, Cuadro 3), que resultó con micorrización apenas alta. Los viveros más nuevos, los que nunca fueron inoculados y no poseen plantaciones de pino en las inmediaciones, presentaron los valores más bajos de diversidad de morfotipos y colonización micorrícica (vivero 5, vivero 2 en año 2000 y vivero 8). Esta realidad revela que la falta de manejo generalizado por parte de los productores de plantas en relación a la micorrización, manifiesta en las entrevistas previas a los muestreos, se tradujo en la pobre calidad micorrícica de sus producciones, y demuestra la importancia de implementar un plan de inoculación al comenzar con un vivero.

El porcentaje de micorrización de las plantas se encontró repetidamente correlacionado con el PSR y la fibrosidad, esperable ya que un sistema radical bien desarrollado puede generar más micorizas; la relación también repetida con el DC puede estar indicando un mejor crecimiento de las plantas con buena micorrización en sus raíces. La relación con la Div-MPP indica, como es esperable, que cuando hay más micorrización hay más especies fúngicas colonizando las raíces.

La demanda cada vez mayor de plantas de calidad, con buena expectativa de supervivencia en el campo, plantea un amplio campo para mejorar este aspecto de la calidad de las mismas; queda pendiente responder preguntas como cuál será la respuesta de las plantas si la colonización se lleva a niveles más altos, cuál será la eficiencia micorrícica de las distintas especies fúngicas presentes en los viveros y cuáles serían las más adecuadas según los sitios de plantación dónde se lleven las plantas; no obstante, la optimización de las especies hoy presentes en los viveros, la utilización de fuentes de inóculo existentes en plantaciones cercanas, o la introducción de nuevas cepas, son caminos posibles para tal fin.

BIBLIOGRAFÍA

- AGERER, R. 1991. Characterization of Ectomycorrhizae. En: Norris, Read y Varma (Eds.), *Methods in microbiology*, vol. 23. Techniques for the study of mycorrhiza. Academic Press, Londres. Pp: 25-73.
- AMARANTHUS, M.P., D. PAGE-DUMROESE, A. HARVEY, E. CAZARES, L.F. BEDNAR, 1996. Soil compactation and organic matter affect conifer seedling nonmycorrhizal and ectomycorrhizal root tip abundance and diversity. Res. Pap. PNW-RP 494, Portland, OR, USDA Forest Serv., PNW Res. St. 12 pp.
- ARORA, D. 1986. *Mushrooms demystified*. Ten Speed Press, Berkeley, USA. 959 pp.
- BLEDSE, C. S. 1992. Physiological ecology of ectomycorrhizae: implications and field application. En: Allen M. (Ed.), *Mycorrhizal functioning*. Chapman & Hall, Nueva York. Pp: 424-437.
- BOYD, R., R.T. FURBANK, D.J. READ. 1986. Ectomycorrhizae and water relation of trees. En: Gianinazzi-Pearson V., S. Gianinazzi (Eds.), *Physiological and Genetical Aspect of Mycorrhizae: Proceedings of the 1st. European Symposium on Mycorrhizae, July 1-5, 1985, Dijon, France*. Institut National de la Recherche Agronomique, Paris.
- CASTELLANO, M., R. MOLINA. 1989. Mycorrhizae. En: Landis, T., R. Tinus, S. Mc Donald, J. Barnett. *The Container Tree Nursery Manual vol. 5*. Agric. Handbk. 674. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture, Forest Service: 101-167.
- CAIRNEY, J.W.G., S.M. CHAMBERS (Eds.). 1999. *Ectomycorrhizae fungi: key genera in profile*. Springer, Berlin, 369 pp.
- CONTARDI, L.T. 1999. Producción de plantines de pino ponderosa: estado actual. Actas V Jornadas Técnicas de Viveristas Forestales de la Patagonia. San Martin de los Andes, Neuquén, Argentina, 18-19 noviembre. 31 pp.
- DAHLBERG, A. 2001. Community ecology of ectomycorrhizal fungi: an advancing interdisciplinary field. *New Phytologist* 150: 555-562.
- DAHLBERG, A., L. JONSSON, J.E. NYLUND. 1997. Species diversity and distribution of biomass above and below-ground among ectomycorrhizal fungi in old-growth Norway spruce forest in South Sweden. *Can. J. Bot.* 75: 1323-1335.
- DUDDRIDGE, J.A., A. MALIBARI, D.J. READ. 1980. Structure and function of mycorrhizal rhizomorphs with special reference to their role in water transport. *Nature* 287: 834-836.

- ERIKSSON, J., L. RYVARDEN. 1973. *The Corticiaceae of North Europe*. Fungiflora, Oslo, Norway. 261 pp.
- FONTENLA, S., R. GODOY, P. ROSSO, M. HAVRYLENKO. 1998. Root associations in *Austrocedrus* forests and seasonal dynamics of arbuscular mycorrhizas. *Mycorrhiza* 8: 29-33.
- GARDES, M., T. D. BRUNS. 1996. Community structure of ectomycorrhizal fungi in a *Pinus muricata* forest: above and below ground views. *Can. J. Bot.* 74: 1572-1583.
- GARRIDO, N. 1986. Survey of ectomycorrhizal fungi associated with exotic forest trees in Chile. *Nova Hedwigia* 43: 423-442.
- GIOVANNETTI, M., B. MOSSE. 1980. An evaluation of techniques for measuring vesicular-arbuscular infection in roots. *New Phytologist* 84: 489.
- GODOY, R., R. ROMERO, R. CARRILLO. 1994. Estatus micotrófico de la flora vascular en bosques de coníferas del sur de Chile. *Rev. Chilena Hist. Natural* 67: 209-220.
- GOODMAN, D. M., DURALL, D. M., TROFYNOW, J. A., S. M. BERCH (Eds.). 1996. *Concise descriptions of North American Ectomycorrhizae*. Mycologue publications. Canada.
- GRAND, L. F., A. E. HARVEY. 1982. Quantitative measurement of ectomycorrhizae on plant roots. En: Schenk, N. C. (Ed.), *Method and Principles of Mycorrhizal Research*. APS Press. St. Paul, Minnesota. Pp: 157-164.
- GUZMAN, G. 1970. Monografía del género *Scleroderma* Pers. emend. Fr. *Darwiniana* 16: 233-407.
- HARLEY, J. L., S. E. SMITH. 1983. *Mycorrhizal Symbiosis*. Academic Press, Nueva York. 605 pp.
- JANSEN A.E., H.W. DE NIE. 1988. Relations between mycorrhizas and fruitbodies of mycorrhizal fungi in Douglas fir plantations in The Netherlands. *Acta Bot. Neerl.* 37 (2): 243-249.
- LITTLE, E.L. 1971. Atlas of the United States trees, Vol. 1, Conifer and important hardwoods. USDA For. Serv. Misc. Publ. 1146.
- MARTIN, M.P. 1996. *The genus Rhizopogon in Europe*. Ediciones especiales de la Sociedad Catalana de Micología, Vol. 5. España. 173 pp.
- MELICHAR, M., B. DANIELS HETRICK, W. GEYER. 1985. Endemic ectomycorrhizal fungi of ponderosa pine in the central plains. En: R. Molina (Ed.), *Proceedings of the 6th North American conference on mycorrhizae*. Forest Res. Lab., Oregon, State Univ., Corvallis, Oregon.
- MEYER, F. H. 1973. Distribution of ectomycorrhiza in native and man made forest. En: Marks, G. C., T. T. Kozlowsky (Eds.), *Ectomycorrhizae, their ecology and physiology*. Academic Press. New York. Pp: 87-105.

- MOSER, M., 1983. *Keys for the Agarics and Boletes*. Whitefriars Press Ltd., Tonbridge, Gran Bretaña. 535 pp.
- MUELLER, G.M. 1992. Systematics of *Laccaria* (Agaricales) in the continental United States and Canada, with discussion on extralimital taxa and description of extant types. *Fieldiana Botany N.S.* 30: 1-158.
- PEREDO, H., O. ALONSO, E. VALENZUELA. 1989. Micorrhizal inoculations of *Pinus ponderosa* seedlings in a forest nursery from Junín de los Andes. *Turrialba* 11: 10-22.
- PEREDO, H., O. ALONSO, E. VALENZUELA. 1992. Inoculación micorrícica de *Pinus ponderosa* en el vivero forestal Junín de los Andes, Argentina. *Ciencia e Investigación Forestal* 6(2): 157-167.
- RAFFAELE, E., T. SCHLICHTER. 2000. Efectos de las plantaciones de pino ponderosa sobre la heterogeneidad de micrositios en estepas del noroeste patagónico. *Ecología Austral* 10: 151-158.
- REID, C.P.P. 1978. Mycorrhizae and water stress. En: A. Riedacker , J. Gagnaire-Michard (Eds.), *Proceedings of the IUFRO Symposium on Root Physiology and Symbiosis*, Sept. 11-15, 1978, Nancy, France.
- SALUSSO, M.M., C. MORAÑA. 1995. Estructura de la comunidad de hongos micorrícicos en bosques de *Pinus* spp. de Altos de la Sierra. *Rev. Chilena Hist. Natural* 68: 509-513.
- SCHLICHTER, T., P. LACLAU. 1998. Ecotono estepa-bosque y plantaciones forestales en la Patagonia norte. *Ecología Austral* 8: 285-296.
- SINGER, R. 1986. *The Agaricales in modern taxonomy*. Koeltz Scientific books. 912 pp.
- SMITH, A.H., EVENSON, U. S., H. MITCHEL. 1983. *The veiled species of Hebeloma in the western United States*. University of Michigan Press. Ann Arbor, USA.
- SMITH, A.H., H. D. THIERS. 1964. *A contribution toward a monograph oh North American species of Suillus*. Ann Arbor, Michigan, USA. 116 pp.
- SMITH, A.H., S.M. ZELLER. 1966. A preliminary account of the Norht American species of *Rhizopogon*. *Mem. New York Bot. Gard.* 14: 1-178.
- SMITH, H.V., A.H. SMITH. 1973. *How to know the non-gilled fleshy fungi*. Brown Company Publishers. USA. 402 pp.
- STATES, J.S. 1983. New records of hypogeous ascomycetes in Arizona. *Mycotaxon* 13: 396-402.
- STATES, J.S. 1984. New records of false truffles in pine forests of Arizona. *Mycotaxon* 14: 351-367.
- STATES, J.S., W.S. GAUD 1997. Ecology of hypogeous fungi associated with ponderosa pine. I. Patterns of distribution and sporocarp production in some Arizona forests. *Mycotaxon* 89 (5): 712-721.

- STENDELL, E.R., T.R. HORTON, T.D. BRUNS. 1999. Early effects of prescribed fire on the structure of the ectomycorrhizal fungus community in a Sierra Nevada ponderosa pine forest. *Mycol. Res.* 103 (10): 1353-1359.
- TRAPPE, J.M. 1962. Fungus associates of ectotrophic mycorrhizae. *Botanical Review* 28: 538-606.
- TRAPPE, J.M. 1977. Selection of fungi for inoculation in nurseries. *Annual Rev. Phytopathol.* 15: 203-222.
- WRIGHT, E. 1957. Importance of mycorrhizae to *Ponderosa pine* seedlings. *Forest Science* 3 (3): 275-280.
- WRIGHT, E. 1971. Mycorrhizae on douglas fir and ponderosa pine seedlings. Research Bulletin 13, Paper 670. Forest Research Lab., Oregon State University, Corvallis. 36 pp.
- YAMADA, A., K. KATSUYA. 2001. The disparity between the number of ectomycorrhizal fungi and those producing fruitbodies in a *Pinus densiflora* stand. *Mycol. Res.* 105: 957-965.

AGRADECIMIENTOS

Al Técn. Ftal. Luciano Taladriz por la ayuda de campo y laboratorio brindada. A los propietarios de los viveros que permitieron la realización de este estudio. Al Estudiante Daniel B. Martinez por la ayuda en el las mediciones. Al Dr. Efren Cazares por la colaboracióm en la determinación de fructificaciones y comentarios sobre el manuscrito de este trabajo. A la SAGPyA por el financiamiento a través del proyecto PIA 13/97. Carolina Barroetaveña es becaria y Mario Rajchenberg investigador del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (Argentina).

CUADRO 1

Presencia de fructificaciones de especies micorrícicas en viveros de *Pinus ponderosa* de las provincias de Río Negro y Chubut, Patagonia (Argentina).

Presence of mycorrhizal species fruit bodies in *Pinus ponderosa* nurseries from Río Negro and Chubut provinces, Patagonia (Argentina).

Vivero especie	1	2a	2b	3	4	5	6	7a	7b	8
<i>Rhizopogon roseolus</i>	x			x	x				x	x
<i>Hebeloma mesophaeum</i>	x	x			x				x	x
<i>Hebeloma hiemale</i>	x			x	x					
<i>Laccaria montana</i>	x	x		x						
<i>Telephora terrestris</i>	x	x		x						
<i>Amphinema byssoides</i>	x			x						
<i>Inocybe kauffmanii</i>	x									
<i>Scleroderma areolatum</i>	x									
<i>Suillus luteus</i>										x
<i>Amanita</i> sp.									x	
<i>Tuber</i> sp.				x						

CUADRO 2

Parámetros morfométricos y micorrícicos de plántulas de *Pinus ponderosa* 1+1, muestreos 1999 y 2000, provenientes de viveros de las provincias de Río Negro y Chubut, Patagonia (Argentina).

Morphometric and mycorrhizal parameters in 1+1 *Pinus ponderosa* seedlings, years 1999 and 2000, from Río Negro and Chubut provinces nurseries, Patagonia (Argentina).

Vivero	Año	AV (cm)	DC (mm)	%MicoVi	%Mico Cu	Div- MPP	PSV (gr)	PSR (gr)	PSV/ PSR	F
1	1999	9,4 a (2,6)	4,2 a (1,10)	33,2 a (14,7)	40,8 a (13,6)	3,6 a (0,8)	1,8 a (1,21)	1,4 a (0,9)	1.4 a (0.3)	9,2 a (2,4)
2a	1999	12,7 bc (3,0)	6,8 b (1,7)	43,0 b (15,0)	36,0 a (11,6)	3,3 a (0,9)	5,8 b (3,2)	3,2 b (1,9)	1.9 b (0.6)	10,2 a (3,1)
3	1999	11,1 ac (2,7)	4,9 a (0,9)	39,3 ab (14,1)	S/ medir	3,4 a (0,8)	3,1 c (1,5)	1,9 a (0,7)	1.7 b (0.5)	9,6 a (3,1)
2b	2000	14.1 c (3.0)	6.3 a (1.4)	41.7 bc (14.6)	S/ medir	3.0 ac (0.8)	6.7 c (3.0)	2.7 b (1.2)	2.5 a (0.6)	8,0 b (2,1)
6	2000	10.6 b (2.9)	3.8 c (0.9)	40.7 bc (12.4)	S/ medir	3.3 c (0.7)	1.3 a (0.8)	2.0 ab (1.5)	0.8 b (0.55)	15.3 a (7.4)
5	2000	6.1 a (1.5)	4.2 bc (1.0)	34.0 c (12.7)	S/ medir	2.5 a (0.6)	2.0 ab (1.2)	1.4 a (0.7)	1.3 b (0.3)	10.9 bc (4.6)
1.2	2000	16.9 d (3.7)	7.2 a (1.7)	47 ab (12.8)	S/ medir	3.9 b (0.7)	8.3 c (4.2)	4.3 c (1.8)	2.3 a (2.2)	10.3 bc (4.5)
1.1	2000	12.3 bc (2.6)	4.7 b (1.0)	54.0 a (13.4)	S/ medir	4.0 b (0.7)	3.3 b (1.7)	2.8 b (1.2)	1.2 b (0.3)	12,0 c (4,4)

Los ANOVA se realizaron entre producciones del mismo año. Los valores con distinta letra son significativamente distintos (Test de Tuckey-HSD, $p= 0.05$). Entre paréntesis aparecen los desvíos standard. AV: Altura del vástago; DC: diámetro del cuello de la raíz; %MicoVi: porcentaje de micorrización visual; %MicoCu: porcentaje de micorrización cuantificado; Div-MPP: diversidad de morfotipos por planta; PSV: peso seco del vástago; PSR: peso seco de la raíz; F: fibrosidad.

CUADRO 3

Parámetros morfométricos y micorrícicos de plántulas de *Pinus ponderosa* 2+0, muestreos 1999 y 2000, provenientes de viveros de las provincias de Río Negro y Chubut, Patagonia (Argentina).

Morphometric and mycorrhizal parameters in 2+0 *Pinus ponderosa* seedlings, years 1999 and 2000, from Río Negro and Chubut provinces nurseries, Patagonia (Argentina).

Vivero	Año	AV (cm)	DC (mm)	%Mico Vi	%Mico Cu	Div- MPP	PSV (gr)	PSR (gr)	PSV/ PSR	F
7a	1999	10,1 a (3,6)	4,0 a (0,9)	S/medir	59,7 a (16,8)	4,2 a (1,1)	2,0 a (1,2)	1,1 a (0,6)	1,8 a (0,5)	17,8 a (4,9)
4	1999	14,0 b (2,9)	5,4 b (1,1)	43,0 (16,4)	44,3 b (15,4)	3,6 b (0,9)	3,9 b (2,1)	2,1 b (1,14)	1,8 a (0,5)	17,4 a (4,5)
8	2000	17,9 b (3,8)	5,9 b (1,3)	34,5 a (13,3)	S/medir	2,9 a (0,7)	6,5 a (3,1)	2,6 a (1,2)	2,6 a (0,7)	9,3 a (3,1)
4	2000	19,1 b (4,8)	7,0 a (1,1)	44,7 b (12,9)	S/medir	3,9 bc (0,8)	8,8 b (3,0)	5,0 b (1,9)	1,8 b (0,6)	17,6 b (3,7)
7b	2000	14,9 c (3,7)	6,2 ab (1,2)	45,2 b (11,3)	S/medir	3,5 b (0,9)	7,3 ab (2,9)	3,0 a (1,1)	2,6 a (0,8)	12,3 c (2,7)
3	2000	12,3 a (2,1)	5,6 b (1,0)	46,7 b (11,4)	S/medir	4,2 c (0,9)	5,8 a (2,6)	3,5 a (1,1)	1,7 b (0,7)	12,6 c (3,9)

Los ANOVA se realizaron entre producciones del mismo año. Los valores con distinta letra son significativamente distintos (Test de Tuckey-HSD, $p=0.05$). En paréntesis aparecen los desvíos standard. AV: Altura del vástago; DC: diámetro del cuello de la raíz; %MicoVi: porcentaje de micorrización visual; %MicoCu: porcentaje de micorrización cuantificado; Div-MPP: diversidad de morfotipos por planta; PSV: peso seco del vástago; PSR: peso seco de la raíz; F: fibrosidad.

CUADRO 4

Parámetros morfométricos y micorrícicos de plántulas de *Pinus ponderosa* 2+1, muestreo 1999, provenientes de viveros de las provincias de Río Negro y Chubut, Patagonia (Argentina).

Morphometric and mycorrhizal parameters in 2+1 *Pinus ponderosa* seedlings, year 1999, from Río Negro and Chubut provinces nurseries, Patagonia (Argentina).

Vivero	Año	AV (cm)	DC (mm)	%MicoVi	%MicoCu	Div-MPP	PSV (gr)	PSR (gr)	PSV/ PSR	F
4	1999	13.5 a (3.1)	6.3 a (1.4)	36.4 a (12.2)	41.5 a (11.8)	3.8 a (0.9)	4.7 a (2.5)	3.7 a (1.7)	1.3 a (0.3)	10.8 a (3.0)
5	1999	15.1 a (3.9)	6.7 a (1.0)	39.4 a (10.8)	33.0 b (15.7)	3.0 b (0.8)	8.7 b (4.8)	2.9 a (1.5)	3.0 b (0.8)	11.0 a (3.0)

Los valores con distinta letra son significativamente distintos (Test de Tuckey-HSD, $p=0.05$). Entre paréntesis aparecen los desvíos standard.

AV: Altura del vástago; DC: diámetro del cuello de la raíz; %MicoVi: porcentaje de micorrización visual; %MicoCu: porcentaje de micorrización cuantificado; Div-MPP: diversidad de morfotipos por planta; PSV: peso seco del vástago; PSR: peso seco de la raíz; F: fibrosidad.

CUADRO 5

Diversidad, abundancia y porcentaje de abundancia por muestra de morfotipos micorrícicos en plántulas de *Pinus ponderosa*, muestreo 1999, provenientes de viveros de las provincias de Río Negro y Chubut, Patagonia (Argentina).

Mycorrhizal morphotypes diversity, abundance and abundance percentage per sample, year 1999, in ponderosa pine seedlings from Río Negro and Chubut provinces nurseries, Patagonia (Argentina).

Vivero Tipo de producción	3 (1+1)		2a (1+1)		4 (2+1)		4 (2+0)		1 (1+1)		5 (2+1)		7 (2+0)		subtotal	
	Ab	%Ab	Ab	%Ab	Ab	%Ab	Ab	%Ab	Ab	%Ab	Ab	%Ab	Ab	%Ab	Ab	%Ab
Marrón simple	30	100	29	97	30	100	29	100	30	100	26	87	27	90	201	96
Marrón dicotómico	21	67	28	93	29	97	25	83	25	83	17	57	15	50	160	76
Blanco en parches	6	20	7	23	12	40	3	10	18	60	18	60			64	30
Marrón simpodial	6	20	10	33	8	27	7	23	14	47	2	6	16	53	63	30
Blanco con rizomorfos	16	53	4	13	12	40	8	27	6	20	7	23			53	25
Blanco					2	6	17	57	3	10	1	3	23	77	46	22
Marrón simpodial tierno	6	20	5	17	1	3	1	3	7	23	6	20	9	30	35	17
Dicotómicos/ simples con HE amarillas	9	30			4	13	2	6	5	17	2	6	15	50	37	18
Marrón simpodial corto	4	13	5	17	3	10	4	13	1	3	7	23	7	23	31	15
Marrón simpodial largo	2	6	2	6	5	17	4	13	3	10	2	6	5	17	23	11
Marrón					4	13			1	3			7	23	12	5.7
Marrón					4	13			1	3			7	23	12	5.7
Marrón simpodial en cabezuelas					1	3	4	13							5	2.4
Marrón simpodial con HE cepillo			1	3	3	10									4	1.9
Blanco-rosáceo	1	3									1	3			2	0.9
Blanco en cabezuelas con rizomorfos					1	3									1	0.48
Riqueza de morfotipos por muestra	10		9		14		11		11		11		9		15	

Ab: Abundancia (= número de plantines que presentaban el morfotipo en la muestra). %Ab: porcentaje de abundancia. HE: hifas emanantes

CUADRO 6

Diversidad, abundancia y porcentaje de abundancia por muestra de morfotipos micorrícicos hallados en plántulas de *Pinus ponderosa*, muestreo 2000, provenientes de viveros de las provincias de Río Negro y Chubut, Patagonia (Argentina).

Mycorrhizal morphotypes diversity, abundance and abundance percentage per sample, year 2000, in *Pinus ponderosa* seedlings from Río Negro and Chubut provinces nurseries, Patagonia (Argentina).

Vivero Tipo de producción	3 (2+0)		1.1 (1+1)		1.2 (1+1)		7 (2+0)		4 (2+0)		2b (1+1)		8 (2+0)		5 (1+1)		6 (1+1)		subtotal		
	Ab	%Ab	Ab	%Ab	Ab	%Ab	Ab	%Ab	Ab	%Ab	Ab	%Ab	Ab	%Ab	Ab	%Ab	Ab	%Ab	Ab	%Ab	
Morfotipos																					
Marrón simple	23	77	25	83	24	80	25	83	21	70	30	100	23	77	24	80	24	80	219	81	
Marrón dicotómico	13	43	17	57	6	20	18	60	17	57	25	83	9	30	19	63	23	77	147	54	
Marrón simpodial	21	70	21	70	14	47	15	50	21	70	12	40	16	53	8	27	19	63	147	54	
Blanco con rizomorfos	19	63	16	53	14	47	20	67	18	60			19	63	1	3	7	23	114	42	
Marrón simpodial corto	15	50	12	40	13	43	8	27	6	20	2	7	4	13	3	10	9	30	72	27	
Marrón simpodial tierno	8	27	11	37	16	53	3	10			14	47	3	10	8	27	7	23	70	26	
Dicotómico s/simples con HE amarillas	4	13	8	27	17	57	7	23	14	47	1	3	5	17	4	13	6	20	66	24	
Blanco en parches	12	40	7	23	3	10			7	23	2	7	5	17	6	20	1	3	43	16	
Marrón simpodial en cabezuelas	8	27	1	3	7	23	3	10	7	23									26	9.6	
Blanco en cabezuelas con rizomorfos			1	3			5	17	6	20			2	7			3	10	17	6	
Riqueza de morfotipos por muestra	10		12		10		10		9		7		9		9		9		12		
Marrón simpodial largo	2	7	2	7	2	7	2	7							3	10			11	4	
Blanco-rosáceo			1	3															1	0.04	

Ab: Abundancia (= número de plantines que presentaban el morfotipo en la muestra). %Ab: porcentaje de abundancia. HE: hifas emanantes.

CUADRO 7

Coefficientes de correlación de Pearson entre el porcentaje de micorrización visual y la diversidad de morfotipos por planta con los parámetros morfométricos de plántulas de *Pinus ponderosa* en las producciones estudiadas

Pearson's correlation coefficients by sample between micorrization percentage and morphotype diversity per seedling with morphometric parameters in *Pinus ponderosa* seedlings

% MicoVi	AV	DC	Div-MPP	PSV	PSR	PSVPSR	F
V1-A1-T1	0.29 (0.12)*	0.56 (0.00)	0.25 (0.19)	0.51 (0.00)	0.57 (0.00)	-0.12 (0.53)	0.70 (0.00)
V2-A1-T1	0.18 (0.35)	0.44 (0.01)	0.04 (0.83)	0.38 (0.04)	0.51 (0.00)	-0.43 (0.02)	0.55 (0.00)
V3-A1-T1	-0.28 (0.13)	0.25 (0.19)	0.38 (0.04)	-0.02 (0.90)	0.18 (0.33)	-0.38 (0.03)	0.26 (0.17)
V5-A2-T1	0.21 (0.25)	0.44 (0.02)	0.58 (0.00)	0.49 (0.00)	0.52 (0.00)	0.26 (0.16)	0.6 (0.00)
V6-A2-T1	0.55 (0.00)	0.52 (0.00)	0.31 (0.10)	0.45 (0.01)	0.44 (0.01)	0.06 (0.75)	0.38 (0.04)
V9-A2-T1	-0.03 (0.87)	0.12 (0.54)	0.45 (0.01)	0.19 (0.30)	0.37 (0.04)	-0.40 (0.03)	0.35 (0.05)
V10-A2-T1	0.26 (0.17)	0.51 (0.00)	0.23 (0.22)	0.48 (0.01)	0.44 (0.01)	0.12 (0.52)	0.45 (0.01)
V3-A2-T2	-0.09 (0.62)	0.27 (0.15)	0.45 (0.01)	0.19 (0.33)	0.57 (0.00)	-0.38 (0.04)	0.33 (0.07)
V4-A1-T2	-0.02 (0.93)	0.37 (0.04)	0.13 (0.48)	0.22 (0.23)	0.46 (0.01)	-0.34 (0.06)	-0.14 (0.45)
V4-A2-T2	0.34 (0.06)	0.42 (0.02)	0.36 (0.05)	0.24 (0.20)	0.72 (0.00)	-0.38 (0.04)	0.57 (0.00)
V7-A1-T2	S/dato						
V8-A2-T2	0.45 (0.01)	0.49 (0.00)	0.54 (0.00)	0.49 (0.00)	0.65 (0.00)	-0.21 (0.26)	0.42 (0.02)
V11-A2-T2	-0.04 (0.84)	-0.12 (0.52)	0.41 (0.02)	-0.06 (0.76)	0.04 (0.84)	-0.15 (0.44)	-0.05 (0.78)
V4-A1-T3	0.37 (0.04)	0.20 (0.28)	0.32 (0.08)	0.32 (0.09)	0.39 (0.03)	0.02 (0.91)	0.13 (0.49)
V5-A1-T3	0.05 (0.80)	0.22 (0.24)	0.10 (0.58)	0.17 (0.37)	0.42 (0.02)	-0.37 (0.04)	0.44 (0.01)
Div MPP							
V1-A1-T1	0.32 (0.08)	0.20 (0.29)		0.33 (0.08)	0.35 (0.06)	-0.12 (0.74)	0.35 (0.06)
V2-A1-T1	-0.15 (0.45)	0.08 (0.67)		0.09 (0.63)	0.16 (0.40)	-0.15 (0.43)	0.03 (0.86)
V3-A1-T1	0.12 (0.53)	0.30 (0.10)		0.27 (0.15)	0.35 (0.06)	-0.08 (0.66)	0.25 (0.17)
V5-A2-T1	0.24 (0.19)	0.29 (0.12)		0.27 (0.14)	0.27 (0.15)	0.27 (0.15)	0.26 (0.16)
V6-A2-T1	0.52 (0.00)	0.37 (0.05)		0.46 (0.01)	0.38 (0.04)	0.10 (0.60)	0.43 (0.02)
V9-A2-T1	-0.01 (0.94)	-0.06 (0.72)		-0.05 (0.80)	0.03 (0.88)	-0.29 (0.12)	0.02 (0.91)
V10-A2-T1	0.16 (0.39)	-0.04 (0.83)		0.14 (0.45)	-0.20 (0.28)	0.38 (0.03)	0.14 (0.47)
V3-A2-T2	-0.30 (0.10)	-0.28 (0.14)		-0.29 (0.12)	0.13 (0.50)	-0.54 (0.00)	0.15 (0.44)
V4-A1-T2	-0.07 (0.71)	0.33 (0.08)		0.20 (0.29)	0.36 (0.05)	-0.10 (0.59)	-0.12 (0.51)
V4-A2-T2	0.21 (0.26)	0.04 (0.82)		-0.03 (0.86)	0.14 (0.46)	-0.19 (0.32)	0.18 (0.35)
V7-A1-T2	0.07 (0.69)	0.08 (0.68)		0.03 (0.88)	0.05 (0.80)	-0.37 (0.08)	0.28 (0.13)
V8-A2-T2	0.31 (0.09)	0.32 (0.08)		0.44 (0.01)	0.56 (0.00)	-0.12 (0.51)	0.36 (0.05)
V11-A2-T2	-0.11 (0.57)	-0.15 (0.43)		-0.13 (0.50)	-0.13 (0.50)	-0.05 (0.78)	-0.10 (0.60)
V4-A1-T3	-0.02 (0.91)	0.43 (0.02)		0.33 (0.08)	0.50 (0.00)	-0.17 (0.36)	0.52 (0.00)
V5-A1-T3	-0.14 (0.47)	-0.01 (0.95)		-0.04 (0.84)	0.02 (0.90)	-0.15 (0.43)	0.22 (0.24)

*Entre paréntesis los valores de probabilidad. V: vivero; A: año, 1: 1999, 2: 2000; T: tipo de producción, 1: 1+1, 2: 1+2, 3: 2+1.

% MicoVi: porcentaje de micorrización visual; AV: Altura del vástago; DC: diámetro del cuello de la raíz; Div-MPP: diversidad de morfotipos por planta; PSV: peso seco del vástago; PSR: peso seco de la raíz; PSV/PSR: relación peso seco del vástago y peso seco de la raíz; F: fibrosidad.

CUADRO 8

Relación entre el tipo de producción, el porcentaje de micorrización, la diversidad promedio de morfotipos por planta, la diversidad total de morfotipos de la muestra y el suelo en viveros de *Pinus ponderosa*

Relationship between production method, mycorrhization percentage, average morphotype diversity per plant, total morphotype diversity per sample and soil in ponderosa pine nurseries

Vivero	Tipo produc.	%MicoVi	Div-MPP	DTM	Suelo
1.2	1+1	47	3.9	10	Arcilloso
1.1	1+1	33.2/ 54	3.6/ 4	11/ 12	Arcilloso
2a	1+1	43	3.3	9	Franco arcilloso
2b	1+1	41.7	3	7	Franco limoso
6	1+1	40.7	3.3	9	Franco arenoso c/ pedras
3	1+1	39.3	3.4	10	Franco
5	1+1	34	2.5	9	Franco arenoso
3	2+0	46.7	4.2	10	Franco
7a	2+0	-	4.23	9	Franco limoso c/ pedras
7b	2+0	45.2	3.5	10	Franco arenoso
4	2+0	43/ 44.7	3.6/ 3.9	11/ 9	Arenoso
8	2+0	34.5	2.9	9	Franco arenoso
4	2+1	36.4	3.8	14	Arenoso
5	2+1	39.4	3.0	11	Franco arenoso

%MicoVi: porcentaje de micorrización visual; Div-MPP: diversidad promedio de morfotipos por planta; DTM: diversidad total de morfotipos en la muestra.

ANEXO I

Descripción de las características y del manejo de los viveros de *Pinus ponderosa* muestreados en las provincias de Río Negro y Chubut, Patagonia (Argentina).

Characteristics and management description of surveyed *Pinus ponderosa* nurseries in Río Negro and Chubut provinces, Patagonia (Argentina).

Vivero	1	2 a	2 b	3	4	5	6	7 a	7 b	8
Ubicación	Golondrinas (Ch)	Lago Puelo (Ch)	Lago Puelo (Ch)	Trevelin (Ch)	Lago Puelo (Ch)	Bariloche (RN)	Dina Huapi (RN)	Esquel (Ch)	Esquel (Ch)	Bariloche (RN)
Edad	40 años	3 años	2 años	20 años	5 años	25 años	3 años	16 años	2 años	2 años
Tipo producción	1+1	1+1	1+1	1+1 y 2+0	2+0 y 2+1	1+1 y 2+1	1+1	2+0	2+0	2+0
Suelo	Arcilloso	Franco-arcilloso	Franco limoso	Franco	Arenoso	Franco-arenoso	Franco arenoso c/piedra	Franco limoso c/piedras	Franco arenoso	Franco arenoso
Fertilización	Abono verde (Vicia y Avena)	Nitrofosca	No	No	No	Abono gallina, vaca y aserrín	No	NPK granulado y NPK foliar	NPK granulado y NPK foliar	Urea y compost de viruta+residuos cloacales
Inoculación	Mantillo de Pp y Pm para protección contra heladas	Mantillo para protección contra heladas	No. No hay pinos cerca. Sobre terreno hortícola	Mantillo de Po para tapar siembra	Mantillo sólo al iniciar el vivero	Mantillo de Po por heladas	Mantillo de Pp, Pm y Po después del repique	No	No. Había Po en el predio	No
Fungicidas	Captan	Caldo bordelés y Captan	No	Captan	Oxicloruro	No	Captan	Captan	Captan	Captan
Herbicidas	Koltar	Koltar	Koltar	Koltar	Koltar	No	Koltar	Koltar	Koltar	No
Riego	Aspersión	Aspersión	Aspersión	Aspersión	Aspersión	Aspersión	Aspersión	Aspersión	Aspersión	Microaspersión
Origen de semillas	Bolsón (desde San Ramon a Po Patriada)	Cerro Radal, Golondrinas, Puelo	S/I	Campo Ftal. INTA Trevelin	Epuyen- El Coihue (Bolsón)	Local del campo	Alrededores de Bariloche	Campo Ftal. INTA Trevelin	Campo Ftal. INTA Trevelin	San Ramón y Cuesta del Ternero
Tamizado	No. Sólo limpieza	No	S/I	No	No. Limpieza por flotación	No	No	No	No	Flotación 48 hs en agua
Estratificación	Natural	30-60 días en cámara	S/I	35 días en frío	48 hs agua y 1 mes en cámara	En bolsas a la intemperie	30-40 días en bolsas, en cámara	30 días en frío	30 días en frío	36 días a 3°C
Otros tratamientos	Repique en primavera; remoción c/rotocultivador antes de sembrar	Miño	Sólo plantas repicadas del vivero 2	2+0: 1 poda con pala y 1 descalce el 1º año.	1 poda basal (1º año) y 3 descalces. Repica el descarte 2+0.	Agregado de Miño. Semilla en H ₂ O ₂ 10% /24 hs. Repique con máquina.	Agregado de Miño. 1 repique en julio-setiembre del 2º año	S/I	S/I	Raíces podadas c/podadora; raleo manual en primavera 1999
Siembra	Otoño	Primavera	Primavera	Primavera	Primavera	Primavera	Primavera	Primavera	Primavera	Primavera
Densidad	45 gr./m ² . Repique: 85-90 plantas/ m ²	S/I	S/I	35 gr / m ²	50 gr / m ²	S/I	S/I	50 gr / m ²	50 gr / m ²	33 semillas / metro lineal

Nota: Ch: Chubut; RN: Río Negro; Pp: *Pinus ponderosa*; Po: *Pseudotsuga menziesii* Pm: *Pinus contorta*; S/I: sin información

ANEXO 2

Descripción de los morfotipos micorrícicos encontrados en plántulas de *Pinus ponderosa* en viveros de las provincias de Río Negro y Chubut, Argentina.

Description of mycorrhizal morphotypes found in *Pinus ponderosa* seedlings from Río Negro and Chubut provinces nurseries, Argentina,

Marrón

Ramificación dicotómica, puntas rectas. Largo del sistema 2520-4900 μm . Color castaño homogéneo, textura granular fina, lustre mate. Se ve a través del manto. Manto externo sinénquima regular y manto interno sinénquima irregular entrelazado. Hifas emanantes muy abundantes, color amarillento-pardas, de 2,5-3,5 μm de diám., fibuladas, con paredes engrosadas lisas. No forma cordones hifales

Marrón simpodial

Ramificación dicotómica, punta curvada. Color marrón-castaño con ápices blanco-amarillentos. Textura afieltrada a lisa, lustre mate a lustroso. Se ve a través del manto. Manto externo prosénquima neto a sinénquima neto, con hifas traslúcidas, fibuladas. Manto interno prosénquima neto con hifas castañas claras. Hifas emanantes comunes pero poco densas, de forma curvada, hialinas. No forma cordones hifales.

Marrón simpodial largo

Ramificación dicotómica (varias veces), puntas derechas a levemente curvadas. Largo del sistema 3920-7000 μm , ancho 280-504 μm . Color castaño pardos, ápices amarillentos. Textura afieltrada, lisa, lustre mate. Se ve a través del manto. Manto delgado, sin células especializadas. Sin hifas emanantes ni cordones hifales. Notas: ramificaciones más largas que el tipo marrón simpodial corto; el resto muy similar.

Marrón dicotómico ensanchado

Ramificación dicotómica con puntas rectas, cortas y abultadas. Color pardo amarillento con los ápices más claros. Textura lisa a finamente pruinosa, lustre brillante. Se ve a través del manto. No presenta hifas emanantes ni cordones hifales. Nota: es posible que sea un estadio joven del tipo simpodial.

Marrón simpodial en cabezuelas

Ramificación dicotómica en tres dimensiones. Color castaño con los ápices blancos. Textura afieltrada continua, lustre reflectivo. Se ve a través del manto. Manto externo sinénquima himeniforme, manto interno prosénquima neto a sinénquima neto, con hifas con septos simples y paredes engrosadas en algunas de manera irregular. No presenta hifas emanantes ni cordones hifales.

Marrón simpodial corto

Ramificación dicotómica, bifurcados 2-3 veces, puntas derechas a levemente curvadas. Largo del sistema 2100-8120 μm , ancho 332-560 μm . Color castaño claro, ápices blancuzcos. Textura lisa a afieltrada, lustre mate. Se ve a través del manto. Manto externo sinénquima neto, con hifas hialinas de paredes levemente engrosadas. Manto interno sinénquima irregular entrelazado. No se observaron hifas emanantes ni cordones hifales.

Marrón dicotómico múltiple con HE

Ramificación dicotómica múltiple en ramilletes, con ramas cortas. Color marrón claro con lo ápices amarillentos. Textura afieltrado lanosa, Lustre reflectivo. Se ve a través del manto. Manto externo prosénquima laxo, con hifas hialinas de 3 μm de diám., fibuladas, con paredes levemente engrosadas, manto interno sinénquima neto con hifas alargadas. No forma cordones hifales.

Marrón dicotómico /simple con HE amarillas

Ramificación dicotómica (solo una) o sin ramificación, puntas derechas. Largo del sistema 5040-8540 μm , ancho 280-364 μm . Color amarillento, ápices blanquecinos. Textura lanosa, lustre mate. En partes se ve a través del manto. Manto externo prosénquima laxo, manto interno sinénquima neto, en partes entrelazado, con hifas hialinas de 3-4 μm diám., con paredes levemente engrosadas. Hifas emanantes muy abundantes, de 3.5-5 μm de diám., con frecuencia regular de septos, fibulados.

Marrón dicotómico

Ramificación dicotómica (solo una), puntas derechas. Largo del sistema 2070-3920 μm , ancho 329-420 μm . Color pardo amarillento, ápices blancuzcos. Textura lisa, lustre reflectivo. Se ve a través del manto. Manto externo prosénquima a sinénquima, con hifas hialinas, fibuladas, con las paredes levemente engrosadas. Manto interno sinénquima entrelazado con hifas hialinas. Sin hifas emanantes ni cordones hifales.

Marrón simpodial con HE cepillo

Ramificación dicotómica, puntas curvadas a rectas. Largo del sistema 5180-12040 μm . Color castaño amarillento, ápices blancos. Textura finamente pruinosa, lustre mate. No se ve a través del manto. Manto externo sinénquima irregular no entrelazado, manto interno sinénquima irregular entrelazado. Hifas hialinas erectas, abundantes, hialinas, de 2-3 μm de diám. y de 65-85 μm de largo, con paredes engrosadas lisas, fibuladas, con la punta agusada y un septo simple en la base. No forma cordones hifales.

Blanco homogéneo

Ramificación dicotómica, puntas derechas. Largo del sistema 2220-3920 μm . Color blanco, ápices blancos. Textura afieltrado lanosa, lustre mate. No se ve a través del manto. Manto externo prosénquima neto con disposición circular en algunos sectores, hifas hialinas de 3-4 μm de diám. con paredes levemente engrosadas, con septos simples regulares. Manto interno sinénquima neto a prosénquima, con hifas hialinas de 3-4 μm de diám., con paredes levemente engrosadas, con septos simples regulares. Sin cordones hifales.

Blanco en parches

Ramificación dicotómica a irregular, puntas curvadas. Color blanco, ápices blancos o amarillentos. Textura afieltrada, discontinua, lustre reflectivo a nacarado. En sectores se ve a través del manto. Manto externo prosénquima neto a sinénquima neto, hifas hialinas de 3,5-4 μm de diám., con paredes

engrosadas y septos simples, con abundantes cristales sobre las paredes. Manto interno sinénquima neto. No forma cordones hifales.

Blanco rosados

Ramificación dicotómica, puntas rectas. Color rosa pálido y blanco, ápices blancos. Textura afieltrada continua, lustre céreo. No se ve a través del manto. Manto externo prosénquima neto, hifas hialinas 2-3 μm de diám., fibuladas, con paredes engrosadas. Manto interno sinénquima neto con hifas alargadas, hialinas, de 3-5 μm de diám. y paredes engrosadas. Hifas emanantes muy abundantes, de 2 μm de diám., hialinas, con paredes levemente engrosadas, fibuladas. No forma cordones hifales.

Blanco con rizomorfos

Ramificación dicotómica con ramas cortas, puntas curvadas. Color blanco, ápices blancos a amarillentos. Textura afieltrada, lustre mate a levemente brillante. No se ve a través del manto. Externamente cubiertos por abundantes cristales. Manto interno prosénquima neto a sinénquima neto, hifas con septos simples. Sin hifas emanantes. Cordones hifales abundantes, color blanco, con la superficie lisa, 15-25 μm de diám., con muchos cristales adheridos.

Blanco en cabezuelas con rizomorfos

Formado por puntas dicotómicas rectas dispuestas en tres dimensiones, cubiertas por un manto color blanco, afieltrado, con brillo mate. No se ve a través del manto. Posee rizomorfos blancos.

Blanco en parches con HE lanosas

Similar al tipo Blanco en parches, pero cubierto por un micelio (¿extraño?) que forma abundantes hifas emanantes de aspecto lanoso.