

PERSPECTIVAS PARA LA UTILIZACION DE LAS MICORRIZAS ECTOTROFAS EN EL CULTIVO DE *Pinus caribaea* VAR. *caribaea*

ANAIRAD FERRER TERESA CABRERA Y SARA HERRERA

RESUMEN

Durante 1982, se estudió en la Estación Experimental Forestal de Topes de Collantes, la influencia de distintos hongos **ectomicorrizógenos** sobre el crecimiento de posturas de *Pinus caribaea* var. *caribaea*.

Las variantes experimentales consistieron en **inóculo estéril**, micorriza natural del suelo de pinaro **inóculo de *Pisolithus arrhizus***. Los valores medios de la altura (cm) y el diámetro del cuello de la raíz (mm) para los tratamientos fueron: **12,98 y 1,36; 21,14 y 2,99 y 27,64 y 4,64**, respec-

tivamente. Los mejores resultados se corresponden con las posturas micorrizadas; se observaron diferencias significativas (5 %) entre los tratamientos. Se sugiere continuar las investigaciones con distintos hongos ectomicorrizobgenos, así como analizar las ventajas económicas que se derivarían de la utilización y comercialización de las micorrizas ectótrofas en los viveros del país.

INTRODUCCION

Como es conocido, el "fenómeno" micorriza no es más que la asociación entre las raíces de las plantas y ciertos hongos. Se denomina micorriza ectótrofa o ectomicorriza, a aquella en la que los hongos envuelven como en una vaina, con sus hifas, a las pequeñas raíces laterales de las plantas, no sólo de las Pinaceae sino de otras familias como Fagaceae, Salicaceae y Betulaceae (Meyer, 1973).

La presencia de estos hongos en las raíces de las plantas ayuda al crecimiento y desarrollo de los árboles, a incrementar el área de absorción de la raíz, aumentar la acumulación de elementos nutritivos del suelo de formas normalmente no asequibles en formas asequibles y producir antibióticos que contrarrestan las infecciones de las raíces por patógenos (Sihanonth et al., 1982).

La necesidad de la asociación micorrizica para muchas especies forestales ha sido demostrada ampliamente en la literatura mundial (Hatch, 1936; Briscoe, 1959; Gibson, 1963; Gerdemann y Trappe, 1974; Marx, 1978, 1982).

Los hongos formadores de ectomicorrizas están adaptados, no solamente a determinadas especies o géneros de plantas, sino a ciertas condiciones de temperatura, humedad, nutrientes del suelo y otros factores. Por lo tanto, bajo ciertas condiciones ambientales, unos son más beneficiosos que otros para las plantas (Marx, 1978).

En Cuba, muy poco se ha estudiado sobre las micorrizas ectótrofas. Sin embargo, Kreissel (1971), encontró 20 especies de hongos formadores de micorrizas ectótrofas en árboles del género Pinus. Sobtky y Samek (1971) observaron micorrizas en posturas de pino provenientes de tres localidades de Pinar del Río. Herrera et al. (1981), describieron los tipos morfológicos de micorrizas encontradas en Pinus caribaea y Pinus tropicalis, en 18 localidades de la provincia anteriormente mencionada.

Hasta el momento, no conocemos de investigaciones en el país en las que se hayan introducido, artificialmente, posturas de pinos con cul-

tivos puros. Por ello, y por la importancia económica que podría brindar este método, es que nos propusimos los siguientes objetivos de trabajo;

Desarrollar, en condiciones asepticas y de laboratorio, el método de reproducción artificial del inóculo puro de Pisolithus arrhizus (pers.) Rauech.

Comparar el comportamiento, en el vivero, de las posturas de Pinus caribaea var. caribaea, sembradas en suelo estéril sin inocular (**E**), inoculadas con suelo micorrizado de pinar (MN) e inoculadas artificialmente con micelio vegetativo de Pisolithus arrhizus (**Pt**).

Según los resultados obtenidos calcular económicamente las ventajas que podrían derivarse del uso de la dosis de fertilizantes y esterilizantes recomendadas por Marx y Bryan (1975), en nuestras condiciones experimentales.

MATERIALES Y METODOS

Este experimento fue montado en la Estación Experimental Forestal de Topes de Collantes, provincia de Sancti Spiritus, desde febrero de 1982 hasta enero de 1983.

Las fases de trabajo efectuadas fueron las siguientes:

Reproducción del inóculo

El inóculo de P. arrhizus se produjo de acuerdo con el método descrito por Marx y Bryan (1975), utilizando perlita de expansión en vez de vermiculita. La cepa empleada fue la V-2 micorriza de Pinus taeda del cepario del Instituto de Botánica de la Academia de Ciencias de Cuba.

Preparación del terreno

Se construyeron canteros de 100 cm x 60 cm con separadores de concreto. El pH de la tierra depositada en estos espacios fue, aproximadamente, de 5,0. Posteriormente se esterilizó el suelo con bromuro de metilo (4509/12 m²), según la metodología de Marx y Bryan (1975). Las semillas de Pinus caribaea var. caribaea se sembraron a chorrillo, a razón de cinco hileras por cantero.

Tratamientos experimentales

El experimento estaba constituido por tres tratamientos: inóculo estéril (**E**), inóculo de micorrizas naturales de suelo de pinar (MN) e

inóculo de micelio vegetativo de Pisolithus arrhizus (Pt), con tres réplicas y 50 plántulas para cada uno de ellos.

Inoculación

Se realizó, aproximadamente, a los 50 días de germinadas las semillas. Para los tratamientos M N y P se extrajo de cada cantero una cantidad de tierra estéril que se mezcló en proporción de 2:1 (v/v) con el inóculo. En el tratamiento con micorriza natural, se sustituyó directamente el suelo estéril por suelo altamente infestado, del sitio donde normalmente se colecta la producción para los viveros forestales de Topes de Collantes.

Fertilización

Todos los tratamientos fueron fertilizados a los siete y nueve meses de germinadas las semillas a razón de 30 g de superfosfato simple por cantero.

Medidas efectuadas

Se controló mensualmente, a partir de la inoculación, la altura (cm) de 15 plantas al azar por cantero, con el objetivo de, al finalizar el experimento, seleccionar de ellas las 10 mayores plantas por tratamiento y efectuar las siguientes medidas:

- Altura final, cm
- Peso seco de follaje, g
- Peso seco de la raíz, g
- Diámetro del cuello de la raíz, mm
- Determinación de la relación de dependencia micorrizica
- Análisis estadístico.

Se realizó un análisis de varianza con un modelo de clasificación simple. Además, se aplicó la prueba de rangos múltiples de Duncan, para conocer si existían diferencias significativas entre los distintos tratamientos.

RESULTADOS Y DISCUSION

La velocidad de crecimiento de la colonia de Pisolithus arrhizus, a los 20 días, fue de 7-8 cm de diámetro. Marx (1982) plantea que una buena velocidad de crecimiento es de 6-8 cm de diámetro, entre los 15 y 20 días de sembrado el hongo. Es por esto que podemos afirmar que, en condiciones asépticas de laboratorio, la velocidad de crecimiento de nuestro hongo es satisfactoria.

La Tabla 1 muestra los resultados obtenidos al final del experimento.

TABLA I. Resultados de las medidas realizadas al final del experimento en las posturas seleccionadas.

Indicador	E	Tratamientos		E S
		MN	Pt	
Altura final, cm	12,98 ^a	21,14 ^b	27,67 ^c	+ 1,50
Peso seco del follaje, g	0,30 ^a	0,71 ^a	5,65 ^b	+ 0,50
peso sew de la raíz, g	0,04 ^a	0,26 ^b	0,79 ^c	+ 0,80
Diámetro del cuello de la raíz, mm	1,36 ^a	2,99 ^b	4,64 ^c	+ 0,21
RDM		2,4	18,8	-

n = 10 mayores posturas/tratamiento

RDM = Relación de dependencia micorrizica

P < 0,05

abc Medias en la misma línea sin letra en común difieren significativamente

Se encontró que las posturas que crecieron con inóculo de P. arrhizus (Pt), fueron significativamente mayores en todos los indicadores que las inoculadas con micorriza de suelo de pinar (MN) y que aquellas a las que se les añadió inóculo estéril (E).

De igual forma fueron observadas diferencias significativas entre todas las medidas efectuadas, excepto en el peso seco de follaje de las posturas inoculadas con micorriza natural (MN) y las estériles (E).

En 1975, Marx y Bryan, demostraron que las plántulas de Pinus taeda inoculadas con micelio vegetativo de P. arrhizus crecieron mejor, de forma significativa, que aquellas que fueron micorrizadas por otros hongos ectomicorrizógenos, entre ellos Telephora terrestris, dominante en los suelos de pinar, y que las posturas sin micorrizar. Estos resultados coinciden con los de nuestra investigación.

Al analizar el cálculo de la relación de dependencia micorrizica (Menge et al., 1977), vemos que fue para las posturas inoculadas con P. arrhizus (Pt) 18,8 veces más dependientes con relación a las pasturas estériles; mientras que para las plántulas con micorriza natural (MN) fue de 2,4 la dependencia micorrizica.

Esto confirma que el uso de las cepas puras del hongo ectomicarri-zógeno(en este caso Pisolithus arrhizus), en nuestras condiciones experimentales, parece ser más efectivo que la inoculación con micorri-za natural, lo cual se podría explicar si atendemos a que:

- Existe la seguridad de que el inóculo escogido contiene el hongo más deseable para la especie forestal (Marx, 1978), lo que evita la introducción de gran variedad de microorganismos per-juudiciales y de malas hierbas (Marx, 1975).
- No se destruye el ecosistema, por no ser necesario inocular con grandes volúmenes de suelo, sino con micelio vegetativo que se reproduce en condiciones asepticas y de laboratorio.

En la Figura 1 se ofrecen las curvas de crecimiento de las 10 mayores plantas de cada uno de los tratamientos experimentales.

A partir del tercer mes de inoculadas las posturas, se observa un incremento en el crecimiento, mayor en los tratamientos (pt) y (MN) que en las posturas estériles (E). Este comportamiento persistió durante todo el resto del experimento, y coincidió, en general, con lo referido en Pinus taeda por Marx y Bryan (1975).

Al comparar nuestros resultados con la media obtenida de las 100 mayores plántulas del vivero de producción, en el mismo periodo (a los ocho meses de sembradas las posturas), se manifiestan las ventajas del método experimental ensayado.

Una explicación de estas diferencias podría ser el uso de bromuro de metilo, ya que al eliminar las semillas de malas hierbas así como de hongos no deseables para la especie forestal y otros patógenos, hace que las posturas de pinos dispongan totalmente de los nutrientes del suelo.

Consideramos conveniente en este momento hacer el siguiente señalamiento: las ventajas aparentemente observadas en el crecimiento de nuestras posturas, no sólo podrían deberse a lo antes expuesto, sino también al procedimiento empleado por nosotros en la incorporación de la tierra micorrizada después de la siembra y no antes (a los 45 días) de la siembra como se hizo en el vivero de producción de Topes de Collantes, ya que es posible que exista la pérdida de la efectividad de la micorriza cuando se añade antes de la siembra.

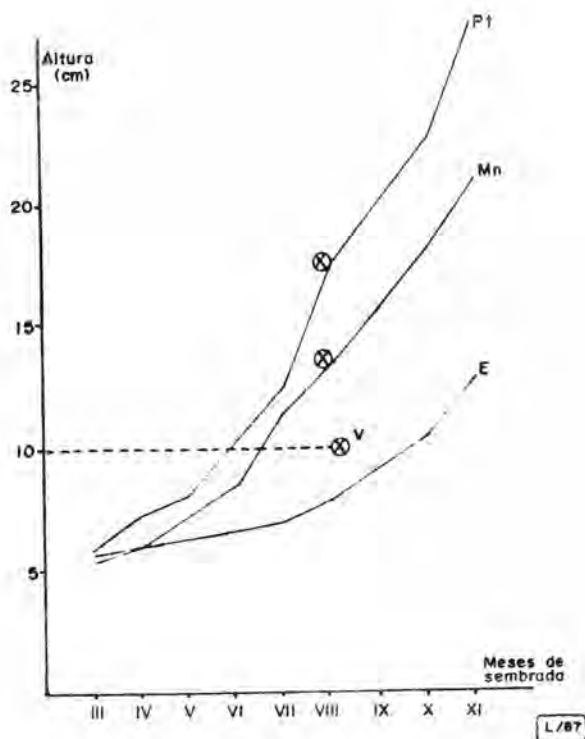


FIGURA 1. Curvas de crecimiento de los distintos tratamientos.

En la Tabla 2 se muestran las ventajas que se obtendrían por concepto de ahorro de fertilizantes en el vivero de producción, al aplicarse el método de Marx y Bryan (1975) ensayado por nosotros. El mismo es del orden de los \$142,00/0,5 ha, lo que a nivel nacional, de aplicarse el mismo procedimiento en 10 viveros de 0,5 ha ascendería, aproximadamente, a \$1 420,00 y se disminuiría la importación de fertilizante en 25 t de superfosfato triple.

Este beneficio podría ser mayor cuando determinemos las dosis mínima y óptima de fertilizante y esterilizante que debe aplicarse en nuestras condiciones ambientales. Además, es conveniente destacar que, aunque el bromuro de metilo y el superfosfato triple son productos de importación, y pese a que el precio del primero es más alto que el del segundo, no es menos cierto que su uso es económico, no sólo por

TABLA 2. Cálculo económico de nuestro experimento y del vivero de producción de Topes de Collantes.

	<u>Cantidad de fertilizante</u> (t/0,5 ha)	<u>Cantidad de esterilizante</u> (t/0,05 ha)	<u>Costo</u> (peso/0,05 ha)
Producción (ET)	2,5	-	670,00
T. experimental (SS)	0,5	0,2	528,00
Diferencia			142,00

Base de cálculo: Superfosfata simple (SS) \$170,00 t
 Su perfosfato triple (SP) \$248,00 t
 Bromuro de metilo \$2 215,00 t

concepto de volumen y tipo de fertilizante aplicado, sino que, como es lógico, disminuye las labores de escardo, mejora la calidad de las posturas, garantiza el equilibrio ecológico del área (cuando se aplique la inoculación con micelio vegetativo de determinado hongo ectomicorrizógeno) y permite contar con otra vía de obtención de posturas, de ocurrir el agotamiento de las reservas mundiales de fertilizantes fosfatados.

CONCLUSIONES

La reproducción en nuestras condiciones asépticas y de laboratorio del micelio vegetativo de Pisolithus arrhizus (Pers) Rauech es posible y satisfactoria.

El efecto de Pisolithus arrhizus (Pers) sobre el crecimiento de las posturas de Pinus caribaea var. caribaea y sobre el resto de los indicadores analizados en este experimento, es superior al producido por los hongos ectomicorrizógenos procedentes de la micorriza natural del suelo de pinar.

Si comparamos los niveles y tipos de fertilizantes fosfatados usados por la producción en el vivero de Topes de Collantes y el enseyado por nosotros, se produce un ahorro por este concepto último, de **2,5 t** de superfosfato simple y **\$585,00/0,5 ha**, lo que se reduce a **\$142,00/0,5 ha**, debido a la inoculación del bromuro de metilo.

Se ofrece otra vía de obtención de posturas de mejor calidad diferente al método convencional empleado en el país.

RECOMENDACIONES

Los resultados obtenidos con el inóculo Pisolithus arrhizus en Pinus caribaea var. caribaea **deben** probarse en otras condiciones climáticas y **edáficas**.

Debe continuarse investigando con otras cepas de **hongos** ectomicorrizógenos, para determinar las especies de hongos idóneos para las distintas especies de pinos cubanos.

Deben estudiarse, además, las dosis mínimas de fertilizantes y esterilizante en nuestras condiciones ambientales.

De considerarse aplicable en la producción los resultados obtenidos, debe realizarse el estudio económico correspondiente que permita contabilizar los beneficios que se derivarían **por** la aplicación del método ensayado, incluyendo todos los elementos de costo necesarios para evaluar la efectividad económica real que pueda resultar.

ABSTRACT

PERSPECTIVES OF USE FOR ECTOTROPHIC MYCORRHIZA IN THE PRODUCTION OF *Pinus caribaea* VAR. *caribaea*

In 1982, the influence of different ectomycorrhizal fungi on the growth of pine seedlings (*P. caribaea* var. *caribaea*) was studied at the Forest Research Station of Topes de Colantes.

Experimental variants consisted on: sterile inoculum, natural mycorrhiza from soil under pine plantations or and inoculum of Pisolithus arrhizus. Mean high values (cm) and root collar diameters (mm) with the different treatments were: 12,98 and 1,36; 21,14 and 2,99, as well as 27,64 and 4,64, respectively. Best results correspond to seedlings with mycorrhiza. There are significant differences between the treatments (5 %). It is suggested to keep up research with different ectomycorrhizal fungi and analyse the economical advantages arising from the use and merchandise of ectotrophic mycorrhiza in the nurseries of the country.

BIBLIOGRAFIA

- BRISCOE, C.B. Early results of mycorrhizal inoculation of pine in Puerto Rico. Carib. Forest. 20: 73-77, 1959.
- GERDEMANN, J.W. and J.M. TRAPPE. The Endogonaceae in the Pacific Northwest. Mycologia Memoir 5: 1-75, 1974.
- GIBSON, I. A. S. Eine Mitteilung über die Kiefernmykorrhiza in den Waldern Kennías. -- En: W. Rawold y H. Lyn Fischer (eds.). -- Mycorrhiza, Jona, 1963. -- p. 49.
- HATCH, A.B. The role of mycorrhiza in afforestation. J. Forest. 34: 22-29, 1936.
- HERRERA, S., R.A. HERRERA y R.L. FERRER. Algunos tipos de micorrizas ectótrofas en pinares de Pinar del Río. I Congreso Nacional de Ciencias Biológicas. La Habana, 29-30 de octubre, 1981. p. 103.
- KREISEL, H. Clave para la identificación de los macromicetos de Cuba. Ciencias Biológicas 4: 1-101, 1971.
- MARX, D.H. Mycorrhizae of exotic trees in the Peruvian Andes and synthesis of ectomycorrhizas on Mexican pines. Forest Sci. 21: 353-358, 1975.
- MARX, D.H. Ectomycorrhizal fungus inoculations: a tool for improving forestation practices. -- Ghana: International Foundation for Science, 1978. -- p. 173-217.
- MARX, D.H. Production of ectomycorrhizal fungus inoculus. -- Provisional Report of the Training Course on Mycorrhiza Research Techniques, Malaysia Foundation for Science, 1982. -- p. 59-78.
- MARX, D.H. and W.C. BRYAN. Growth and ectomycorrhizal development of loblolly pine seedlings in fumigated soil infested with the fungal symbiot Pisolithus tinctorius. Forest Sci. 21: 245-254, 1975.
- MENGE, J.A., H. LEMBRIGHT and E.L.V. JOHNSON. Utilization of micorrhizal fungi in citrus nurseries. Proc. Int. Soc. Citriculture 1: 129-132, 1977.

- MEYER, F.H. Distribution of ectomycorrhizae in native and man-made forest. -- London: Academic Press, 1973. -- p. 79-106.
- SIHANONTH, P., V. MAHAMONTRI, and V. BODHARAMIK, P.S. HANONTH, V. MAHAMONTRI y V. BODHARAMIK. Pure culture synthesis of ectomycorrhizal by Pisolithus tinctorius. -- Malaysia: International Foundation for Science, 1982. -- p. 149-157.
- SOBTKA, A. y V. SAMEK. Acerca de la micorriza de Pinus caribaea Morelet y Pinus tropicalis Morelet en Cuba Occidental. Ser. Forestal 7: 1-8, 1971.