

FORMAS DE INOCULACIÓN Y NIVELES DE HONGOS MICORRÍDICOS EN LAS CARACTERÍSTICAS DE PLANTONES DE *Pinus radiata* EN VIVERO, AYACUCHO 2017

Rómulo A. Solano Ramos, Roberta Esquivel Quispe, Oshin Chaupín Mejía¹

Unidad de Investigación e Innovación de Ciencias Agrarias

Programa de Investigación en Cultivos Alimenticios

E-mail: qenhua@outlook.com

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en el Vivero de alta tecnología de AGRORURAL-Ayacucho con la finalidad de determinar la influencia de formas de inoculación y niveles de hongos micorrízicos en las características de plantones de pino de calidad en Ayacucho. La producción de *Pinus radiata* fue en bolsas de polietileno de 5" x 7" x 0.002"; se utilizó el diseño experimental Completamente Randomizado de 2 x 5 con 4 repeticiones. Se realizó el análisis de variancia y la prueba de contraste de Tukey cuyo resultado señala que los plantones con nivel de 16 g de suelo micorrizado son los que influyen directa y positivamente en la altura y peso seco de plantón, diámetro de tallo y longitud de raíz del plantón mientras que el nivel 8 g de micorriza comercial permite obtener mayor peso seco de raíz. Además, al realizar la evaluación de la raíz del plantón y del sustrato se observa mayor abundancia de micorrizas en los tratamientos con suelo micorrizado procedentes de los pinares de Tambo La Mar que la micorriza comercial.

Palabras clave: Micorrizas, *Pinus radiata*, micelios, esporas y producción de plantones.

FORMS OF INOCULATION AND LEVELS OF MYCORRHIZAL FUNGI THE CHARACTERISTICS OF PLANTONES OF *Pinus radiata* IN VIVERO, AYACUCHO 2017

ABSTRACT

The present research work was carried out in the high technology nursery of AGRORURAL-Ayacucho with the purpose of determining the influence of inoculation forms and levels of mycorrhizal fungi on the characteristics of quality pine seedlings in Ayacucho. The production of *Pinus radiata* was in polyethylene bags of 5 "x 7" x 0.002 "; the experimental design was completely randomized 2 x 5 with 4 repetitions. The analysis of variance and the Tukey contrast test were performed, the result of which shows that seedlings with a level of 16 g of mycorrhized soil are those that directly and positively influence the height and dry weight of the seedling, stem diameter and root length. Of the seedling while the level 8 g of commercial mycorrhiza allows to obtain greater root dry weight. In addition, when evaluating the root of the seedling and the substrate, a greater mycorrhizal abundance is observed in the mycorrhizal soil treatments from the La Mar Tambo pine forests than the commercial mycorrhiza.

Keywords: Mycorrhizae, *Pinus radiata*, mycelia, spores and production of seedlings.

INTRODUCCIÓN

Los nutrientes proporcionados mediante diferentes fuentes son esenciales para el crecimiento y desarrollo de las plantas; sin embargo, algunas de ellas, como los fertilizantes de origen químico, son costosos y tienen un impacto muy negativo sobre la salud y el medio ambiente provocando pérdidas de fertilidad biológica y física del suelo; razón por la cual, en la actualidad se viene impulsando la disminución paulatina del uso de los fertilizantes sintéticos reemplazándolo con microorganismos que posibiliten una fertilización del suelo mediante la simbiosis con las raíces de plantas además de otras bondades, como la empatía con el medio y propiciar una agricultura sostenible. Además se desconocen los tipos de inóculo a utilizar y los niveles adecuados de micorrizas de modo que, no se desperdicien la cantidad de micorrizas al aplicar y se conozca el inóculo adecuado y compatible con la especie cultivada.

Considerando todo lo anterior, se ha planteado determinar el tipo de inóculo y los niveles de hongos micorrízicos adecuados en la evaluación de las características de plantones de pino (*Pinus radiata*) en el vivero.

Razón por la cual nos planteamos el siguiente problema, ¿Es posible que el tipo de inóculo y los niveles de hongos micorrízicos influyen en las características de los plantones de pino de calidad en vivero?

Objetivo

General

- Determinar la influencia de las formas de inoculación y los niveles de hongos micorrízicos en las características de plantones de pino de calidad en Ayacucho.

Específico

- Determinar la influencia de formas de inoculación de hongos micorrízicos en las características de plantones de pino de calidad en Ayacucho.
- Determinar la influencia de niveles de hongos micorrízicos en las características de plantones de pino de calidad en Ayacucho.

¹Colaborador

MATERIAL Y MÉTODOS

1. Ubicación del Ensayo

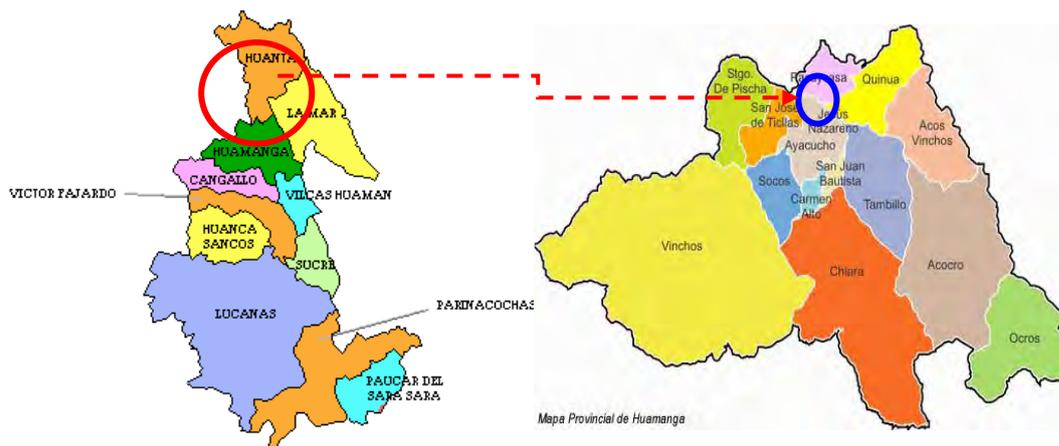


Figura 1. Ubicación del distrito de Mariscal A. Cáceres

El vivero forestal de alta tecnología Canaán Bajo es un invernadero tipo “túnel” con riego presurizado, ocupa un área de 2 Ha. y se encuentra cerca de las instalaciones del Instituto Nacional de Investigación Agraria Canaán-Ayacucho (INIIA).

2. Características del Vivero Forestal

Tiene una capacidad de producción de un millón de plántulas por campaña, cuenta con 2 túneles almacigueros y 15 túneles de producción. Presenta túneles con soporte de arcos metálicos cubierto con una malla de 50% de sombra para el control de la luminosidad y plástico transparente UV para el control de la humedad y temperatura dentro del túnel. El riego tecnificado se suministra por micro – aspersión.

Pertenece a la zona estepa montano bajo subtropical, según la clasificación de las zonas de vida propuesta por Holdridge (1987); caracterizado por la presencia de un clima semiárido con una vegetación de matorrales espinosos (huarango, opuntias, cabuyas, etc.) y árboles de zonas semiáridas como el molle.

El clima es de templado a frío por la variabilidad de temperaturas, pero semiárido de acuerdo a la pluviometría con una t° máxima promedio de 24.3°C , temperatura mínima promedio 9.05°C y una t° media de 16.6°C ; la precipitación total anual es de 655.7 mm , valor por encima del total histórico que es de 560 mm/año . Presenta dos épocas, la lluviosa, se inicia a mediados de octubre y se prolonga hasta marzo con exceso de agua de lluvia mientras que la época seca se inicia en abril culminando en setiembre con un déficit de agua.

3. Materiales e Insumos:

• Materiales

- Placa de Petri, Gradilla, Laminillas, tubos de prueba, Pinza, tijera y bolsas de polietileno de $5'' \times 7'' \times 0.002$.
- Azul de tripano modificado al 0.1%, Hidróxido de Potasio (KOH), Ácido Clorhídrico (HCL) y agua destilada.

• Equipos

- Centrifugadora, Estufa, Balanza, Altímetro

• Herramientas.

- pala

• Insumos

- Semillas de *Pinus radiata*, Micorrizas: Suelo micorrizado y Micorriza comercial y tierra agrícola, tierra negra y arena

4. Planeamiento del ensayo.

4.1. Factores en estudio

Los factores en estudio son:

- Tipos de Inóculo:
 1. Tierra micorrizada y 2) micorriza comercial
- Niveles de micorriza:
 1. 0, 4, 8, 12 y 16 g de tierra micorrizada
 2. 0, 2, 4, 6 y 8 g de micorriza comercial.

Se utilizó el Diseño Experimental Completamente Randomizado, con 10 tratamientos, que resultaron de la aplicación de 5 niveles del factor micorriza comercial más 5 niveles del factor suelo micorrizado, con 4 repeticiones, haciendo en total 40 unidades experimentales con 10 plantas cada una (sub muestra), que en total serán 400 plantas.

5. Metodología

- a. La producción de plántulas de pino se efectuarán utilizando las técnicas pertinentes pasando por selección, tratamiento, almacigado directo de las semillas de pino en las bolsas de polietileno color negro de $5'' \times 7'' \times 0.02\text{ mm}$.
- b. El sustrato y la adición de micorrizas será de acuerdo a los niveles preestablecidos.
- c. La crianza de plántulas en vivero seguirá la técnica establecida, evaluándose mensualmente los parámetros preestablecidos hasta su etapa final, al cabo del cual los plántulas muestra se llevará al laboratorio para determinar peso seco de la planta así como la presencia de micelios.
- d. Presencia de micelios.
Las raíces de las plantas muestra se procederán de acuerdo a la técnica de Sieverding, se lavarán ligeramente con cuidado, para su observación macroscópica con la ayuda de un estereoscopio para determinar la presencia de micelios.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1. Altura de plánton

Tabla 1. ANVA de la altura de plánton de pino.

F. Variación	GL	SC	CM	Fc	Pr>F
Tratamiento	9	546.052	60.672	46.20	<.0001 **
Error	30	39.397	1.313		
Total	39	585.449			

C.V. = 3.53 %

En la tabla 1. se presenta el análisis de variancia de la altura de plánton de pino, donde se observa que existe diferencia estadística altamente significativa para tratamiento, lo que significa que por lo menos uno de los tratamientos es diferente, por lo que, se ha realizado la prueba de contraste de Tukey, la misma que se muestra en la tabla 3.2., donde se observa que el tratamiento suelo micorrizado (16 g) es superior estadísticamente con 38.67 cm de altura a todos los demás tratamientos con excepción de los tratamientos con 12 y 8 g de suelo micorrizado.

Tabla 2. Prueba de Tukey (0.05) de la altura de plánton de pinos.

Tratamiento	Promedio	ALS (T)
Suelo Micorrizado (16 g)	38.67	A
Suelo Micorrizado (12 g)	36.55	A B
Suelo Micorrizado (8 g)	36.00	A B
Micorriza comercial (8g)	34.10	B C
Micorriza comercial (6 g)	32.85	C D
Suelo micorrizado (4 g)	32.17	C D
Suelo micorrizado (0 g)	30.97	D E
Micorriza comercial (4 g)	28.32	E F
Micorriza comercial (2 g)	28.10	F
Micorriza comercial (0 g)	27.22	F

Al respecto podemos indicar que los tres primeros tratamientos corresponden a suelo micorrizado mientras que los tratamientos con Micorriza comercial y testigo son los que presentan los menores valores en altura de plánton (28.32, 28.10 y 27.22 cm).

Estos valores posiblemente se deben a que el suelo micorrizado proviene de un pinar de Tambo, San Miguel y por lo tanto son específicos para la especie influyendo directa y positivamente en el crecimiento de la altura del plánton de *Pinus radiata*.

2. Peso seco del plánton

Tabla 3. ANVA del peso seco de plánton.

F. Variación	GL	SC	CM	Fc	Pr>F
Tratamiento	9	34.693	3.854	35.00	<.0001 **
Error	30	3.304	0.110		
Total	39	37.997			

C.V. = 5.42 %

En la tabla 3. se muestra el análisis de variancia del peso seco del plánton donde se observa que existe diferencia estadística altamente significativa para tratamiento, lo que significa que por lo menos uno de los tratamientos es diferente, por lo que se ha realizado la prueba de contraste de Tukey, la misma que se muestra en la tabla 4, donde se observa que el tratamiento suelo micorrizado (16 g) es superior estadísticamente con

7.83 g de peso seco a todos los demás tratamientos con excepción de los tratamientos con nivel de 12 g de suelo micorrizado y micorriza comercial con nivel de 8 g. Al respecto podemos indicar que los dos primeros tratamientos corresponden a suelo micorrizado mientras que el tratamiento de micorriza comercial con 2 g y el testigo presentan los menores valores en peso seco de plánton (5.07 y 4.81 g, respectivamente).

Tabla 4. Prueba de Tukey (0.05) del peso seco del plánton de pino.

Tratamiento	Promedio	ALS (T)
Suelo Micorrizado (16)	7.83	A
Suelo Micorrizado (12)	7.26	A B
Micorriza comercial (8)	7.13	A B
Micorriza comercial (6)	6.94	B
Suelo micorrizado (8)	6.57	C
Suelo micorrizado (0)	5.93	C
Suelo micorrizado (4)	5.92	C
Micorriza comercial (4)	5.84	C D
Micorriza comercial (2)	5.07	D E
Micorriza comercial (0)	4.81	E

3. Longitud de raíz

Tabla 5. ANVA longitud de raíz de pino.

F. Variación	GL	SC	CM	Fc	Pr>F
Tratamiento	9	985.490	109.498	14.58	<.0001 **
Error	30	202.712	7.507		
Total	39	1209.4277			

C.V. = 5.67 %

En la tabla 5 se muestra el análisis de variancia de la longitud de raíz del plánton de pino donde se observa que existe diferencia estadística altamente significativa para tratamiento, lo que significa que por lo menos uno de los tratamientos es diferente.

Tabla 6. Prueba de Tukey (0.05) de la longitud de raíz de pino.

Tratamiento	Promedio	ALS (T)
Suelo Micorrizado (16)	58.45	A
Micorriza comercial (8)	53.32	B
Suelo Micorrizado (12)	52.62	B
Micorriza comercial (6)	49.55	B C
Micorriza comercial (4)	46.85	C D
Suelo micorrizado (8)	46.82	C D
Micorriza comercial (2)	45.95	C D
Suelo Micorrizado (0)	44.70	D E
Suelo Micorrizado (4)	42.77	D E
Micorriza comercial (0)	41.62	E

En consecuencia, se ha realizado la prueba de contraste de Tukey que se muestra en la tabla 6, donde se observa que el tratamiento suelo micorrizado (16 g) es superior estadísticamente con 58.45 cm. de longitud a todos los demás tratamientos seguido del tratamiento con 8 g de micorriza comercial con 53.32 cm. mientras que el tratamiento suelo micorrizado con 4 gr y el testigo presentan los menores valores en longitud de raíz del plánton con 42.67 cm y 41.62 cm, respectivamente. Asimismo, no se evidencia una tendencia la respuesta de cada tipo de inóculo, variando indistintamente para cada nivel de los dos tipos de inóculo de micorrizas.

a. Peso seco de raíz**Tabla 7. ANVA peso seco de raíz de *Pinus radiata***

Tratamiento	9	4.696	0.521	14.61	<.0001 **
Error	30	1.071	0.035		
Total	39	5.767			

C.V. = 7.11 %

En la tabla 7 se muestra el análisis de variancia del peso seco de raíz de pino donde se observa que existe diferencia estadística altamente significativa para tratamiento, lo que significa que por lo menos uno de los tratamientos es diferente, por lo tanto, se ha realizado la prueba de contraste de Tukey que se muestra en la tabla 8, donde se observa que el tratamiento micorriza comercial (8 gr) con 3.25 g de peso seco de la raíz es igual estadísticamente a los tratamientos suelo micorrizado (16 y 12 g) con 3.24 g y 2.80 g, pero superiores a todos los demás tratamientos, mientras que los tratamientos Micorriza comercial testigo (2.31 g) y con 2g (2.23 g) presentan los menores valores en peso seco de raíz de pino.

Tabla 8. Prueba de Tukey (0.05) del peso seco de la raíz de pino.

Tratamiento	Promedio	ALS (T)
Micorriza comercial (8)	3.25	A
Suelo Micorrizado (16)	3.24	A B
Suelo Micorrizado (12)	2.80	A B C
Suelo Micorrizado (8)	2.78	B C
Suelo Micorrizado (0)	2.62	C D
Micorriza comercial (6)	2.51	C D
Suelo Micorrizado (4)	2.41	C D
Micorriza comercial (4)	2.39	C D
Micorriza comercial (0)	2.31	D
Micorriza comercial (2)	2.23	D

b. Micorrizas**Tabla 9. Cantidad y formas de micorrizas en la raíz de pino.**

Tratamientos	Monopodiales	Dicotómicas
T1	0	0
T2	12	1
T3	13	3
T4	16	5
T5	21	12
T6	0	0
T7	10	3
T8	5	1
T9	25	2
T10	56	2

En la tabla 9, se presenta la cantidad de micorrizas observadas en las raíces de los plantones de *Pinus radiata*, donde se observa que a niveles mayores tanto de micorriza comercial como de suelo micorrizado se incrementa la presencia de micorrizas. Es muy evidente este incremento en el inóculo suelo micorrizado (56). Posiblemente se debe a que el inóculo proviene de los suelos de los pinares de Tambo, La Mar. Mientras que el inóculo comercial, según la información comercial señala que es un conglomerado de especies de micorrizas, lo cual limita su propagación (21).

Además, la cantidad y forma de micorrizas que abunda son las Monopodiales mientras que las dicotómicas son escasas.

Las conclusiones son las siguientes:

1. El inóculo suelo micorrizado de los pinares de Tambo-La Mar influye en la altura y peso seco del plantón y longitud de raíz mientras que la micorriza comercial permite obtener mayor peso seco de la raíz.
2. El nivel 16 g de suelo micorrizado permite obtener mayores resultados en altura y peso seco del plantón y longitud de la raíz mientras que con el nivel 8 g de micorriza comercial se obtiene mayor peso seco de la raíz.
3. A niveles altos, tanto de micorriza comercial como de suelo micorrizado se incrementa la presencia de micorrizas en las raíces, en especial cuando se adiciona el inóculo suelo micorrizado (56) mientras que con el inóculo comercial, la propagación de micorrizas es menor (21).
4. La cantidad y forma de micorrizas que mayormente abunda son las Monopodiales mientras que las dicotómicas son escasas.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Alexopoul, J. (2007). Introducción a la Micología. 5ta. Edición. Editorial Universitaria de Buenos Aires. Argentina. 562 p.

Araujo, P. y Gordillo, J. (2000). Cultivo de la Tara. Agencia Adventista de Desarrollo y Recursos Asistenciales (ADRA). Obra Filantrópica de Asistencia Adventista (OFASA). Lima, Perú.

Calderón, G. C. (2004). Caracterización Agroecológica de las zona Productoras de Tara (*Caesalpinia spinosa*) en Ayacucho. Tesis. Ing. Agrónomo. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Ayacucho, Perú.

Calle, C. (1999). La Tara Recurso Natural con Grandes Ventajas. Documento de Trabajo. Lima, Perú.

Encarnación, F. (1983). Nomenclatura de las Especies Forestales del Perú. Documento de Trabajo N° 7 PNUD/FAO/Lima.

Irrazabal, G. (2004). Inefectividad y Diversidad de Hongos Micorrícicos Arbusculares de la Rizósfera de Talares de Magdalena. Provincia de Buenos Aires. Argentina.

Ore, M, J. (1999). Medio Geográfico Huanta: Aspectos Físicos. 1ra. Edic. Edit. Gráfica Regional Siglo 21 S:A: Lima, Perú.

Padilla, M. S. (2007). Micorrización de un Vivero Forestal. Curso Internacional: Técnicas de Producción Forestal en Vivero para la Sierra Andina. INIA-CICAFOR-SIERRA. Cajamarca, Perú.

Pretell, J. et al. (1985). Apuntes sobre algunas especies forestales nativas de la sierra peruana. Proyecto FAO/Holanda/INFOR. Lima, Perú.

Roncal, M. (2007). Revista Científica de la Escuela de Postgrado de la Universidad de Cajamarca. Volumen 3, No.

2. Agosto-Diciembre. Cajamarca, Perú.

Solano, R.R. (2013). Forestación. Texto Universitario. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Ayacucho, Perú. 100 p.

Solid. (2008). Conociendo la Cadena Productiva de Tara en Ayacucho. Ayacucho. 103 p.

IDESI Y SNV. (2006). Análisis Participativo de la Cadena Productiva de Tara en Ayacucho. Ayacucho, Perú. 80 p.

Young, A. R. (2007). Introducción a las Ciencias Forestales. 3ra. Edición. Editorial H. B. LUME. España. 128 p.



Evaluacion Previo al Secado en la Estufa.



Observación de las Raíces de Pino con el Estereoscopio.



Raíces de Pino en una Placa de Petri.