

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTOBAL DE
HUAMANGA**

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



**“COMPARATIVO DE DOS DOSIS Y TRES ESPECIES DE
HONGOS MICORRÍDICOS EN EL CRECIMIENTO DE
PLANTONES DE PINO (*Pinus radiata* D. Don.). EN
VILCASHUAMÁN - AYACUCHO A 3,415 m.s.n.m.”**

Tesis para Obtener el Título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

Presentado Por:

RICHARD HANS ALARCÓN FLORES

AYACUCHO - PERÚ

2013

Tesis
Ag 1005
Ala

**“COMPARATIVO DE DOS DOSIS Y TRES ESPECIES DE HONGOS
MICORRÍCICOS EN EL CRECIMIENTO DE PLANTONES DE PINO
(*Pinus radiata* D. Don.). EN VILCASHUAMÁN - AYACUCHO A 3,415
m.s.n.m.”**

Recomendado : 17/09/2013.

Aprobado : 27/09/2013.



DRA. NERY L. SANTILLANA VILLANUEVA
Presidente de Jurado



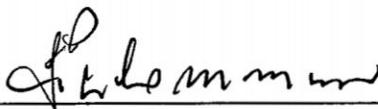
ING. WALTER AUGUSTO MATEU MATEO
Miembro de Jurado



M.Sc. MARHLENI CERDA GÓMEZ
Miembro de Jurado



BLGA. ROBERTA ESQUIVEL QUISPE
Miembro de Jurado



M.Sc. JUAN RAMIRO PALOMINO MALPARTIDA
Decano de la Facultad de Ciencias Agrarias

DEDICATORIA

Con mucho cariño para mis Padres Pedro y María Zoraida, quienes me dieron el mejor regalo "la vida", y con su ejemplo y amor, han hecho que nazca en mí, el deseo de superación como persona y como profesional.

A mis hermanos Giovanna, Danny, Cynthia, Mertyn, Mariela y Junior; con quienes he compartido juegos, sueños y todo aquello que solo se puede vivir con ustedes. Gracias por el cariño que siempre nos ha unido y porque sin ustedes todo hubiera sido diferente.

A Karina Nayda gracias por tu paciencia y comprensión hoy hemos alcanzado un triunfo más, porque los dos somos uno y mis logros son tuyos; Dios nos ha bendecido con 3 años de amor compartiendo alegrías y tristezas, nos tenemos el uno al otro para fortalecernos y seguir caminando en este mundo.

A la memoria de una gran amiga por las pláticas que tuvimos sobre nuestros proyectos y metas. Y que gracias a tu apoyo hoy consigo una de tantas. Descansa en paz Katy Jayacc De La Cruz.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, a la Facultad de Ciencias Agrarias y a la Escuela de Formación Profesional de Agronomía, alma máter de mi formación profesional.

A los Señores Docentes de la Facultad de Ciencias Agrarias, por sus valiosas enseñanzas y orientaciones que condujeron al logro de mis objetivos, con especial consideración al Ing. Walter Augusto Mateu Mateo, por su asesoramiento, aporte y colaboración en el desarrollo y conducción del presente trabajo de investigación.

A la Dirección Regional Agraria Ayacucho y la Agencia Agraria Vilcashuamán que me brindaron su apoyo y colaboración en las diferentes etapas de desarrollo del trabajo de investigación.

ÍNDICE

	Pág.
INTRODUCCIÓN	01
CAPITULO I	
REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	
1.1.- LAS MICORRIZAS Y SUS EFECTOS	04
1.1.1.- Micorrizas	04
1.1.2.- Tipos de Micorrizas	05
1.1.3.- Hongos Micorrícicos	08
1.1.4.- Beneficios de los Hongos Micorrícicos	11
1.1.5.- Micorrización	15
1.1.6.- Factores que Afectan la Formación de Micorrizas	20
1.2.- DEL PINO (<i>Pinus radiata D. Don.</i>)	22
1.2.1.- Taxonomía	23
1.2.2.- Descripción Botánica	23
1.2.3.- Requerimientos Edafoclimáticos	24
1.2.4.- Manejo y Producción	24
CAPÍTULO II	
MATERIALES Y MÉTODOS	
2.1.- Ubicación	31
2.2.- Características Climáticas	31
2.3.- Análisis Físico – Químico del Suelo	36
2.4.- Características de la semilla de Pino	37

2.5.- Factores Estudiados	38
2.6.- Tratamientos	39
2.7.- Diseño Experimental y Análisis Estadístico	39
2.8.- Características del Campo Experimental	41
2.9.- Croquis y Randomización de los Tratamientos	42
2.10.- Variables Evaluadas	42
2.11.- Conducción del Experimento	44

CAPITULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1.- Altura del plantón de Pino	52
3.2.- Diámetro del tallo de Pino	58
3.3.- Porcentaje de Plantones con micorrizas	63
3.4.- Color de las Acículas del plantón de Pino	65
3.5.- Vigor de los Plantones de Pino	66
3.6.- Cantidad de Micorrizas por Plantón	67

CAPITULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1.- Conclusiones	70
4.2.- Recomendaciones	71
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	72
ANEXOS	77

ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
01 Temperatura Máxima, Media, Mínima y Balance Hídrico correspondiente a la Campaña Agrícola 2012 – 2013.	34
02 Características físicas y químicas del sustrato.	36
03 Dosis de Inoculación y Especies de Hongos Micorrízicos estudiados.	38
04 Combinación de las dosis de inoculación y las especies de hongos micorrízicos de los tratamientos.	39
05 Análisis de variancia de la altura del plantón de pino en las dos dosis y tres especies de hongos micorrízicos.	52
06 Análisis de variancia del diámetro del plantón de pino en las dos dosis y tres especies de hongos micorrízicos.	58
07 Características de desarrollo de la parte aérea y radicular de plantas de <i>Pinus Radiata D. Don</i> . En los diferentes tratamientos.	64

ÍNDICE DE GRÁFICOS

	Pág.
01 Diagrama Ombrotérmico: T° vs Pp. y Balance Hídrico.	35
02 Prueba de Duncan de la altura promedio del plantón de pino alcanzado a los nueve meses después del repique.	53
03 Tendencia mensual (marzo a noviembre) de la altura de plantones de pino con tres hongos micorrícicos en la dosis media.	56
04 Prueba de Duncan del diámetro del tallo de plantones de pino alcanzado a los nueve meses después del repique.	59
05 Tendencia mensual (marzo a noviembre) del diámetro de plantones de pino con tres hongos micorrícicos en la dosis media.	61

RESUMÉN

El presente trabajo se realizó en el Vivero Colpapampa, distrito y provincia de Vilcashuamán, región Ayacucho, con los objetivos de: (1) Evaluar el efecto en el crecimiento de plantones de (*Pinus radiata* D. Don.) inoculadas con *Rhizopogón luteolus*, *Scleroderma* sp., y *Suillus* spp. (2) Determinar la mejor dosis de inoculación en los plantones de Pino (*Pinus radiata* D. Don.). Los hongos micorrícicos de las especies de *Rhizopogón luteolus*, *Scleroderma* sp y *Suillus* spp, recolectados de la misma zona fueron preparados en suspensión miceliar, obteniéndose el “líquido madre” que fue aplicado en dosis de 25 ml y 50 ml al momento del repique de las plántulas. Posteriormente se realizaron controles mensuales, efectuándose la evaluación final a los nueve meses considerando variables como altura, diámetro, color, vigor y porcentaje de micorrización. El diseño estadístico empleado fue bloque completamente ramdomizado, con arreglo factorial de 2D x 3M, con 3 repeticiones, utilizando la prueba de DUNCAN, llegando a las siguientes conclusiones: (1) Los hongos micorrícicos de *Rhizopogón*, *Scleroderma* y *Suillus*, tienen un efecto en el crecimiento de plantones de Pino que se manifestó en un aumento de altura, diámetro del tallo, porcentaje de micorrizas, color de acículas y vigor. (2) Las dosis de inoculo de 25 y 50 ml, aplicadas a las plántulas de pino, no tuvieron respuesta significativa en la altura, diámetro y porcentaje de micorrización. (3) La especie de *Rhizopogón luteolus* a una dosis de 50 ml, es la que alcanza los mejores resultados en altura (28.23 cm) y en diámetro (0.54 cm).

INTRODUCCION

Es evidente que los hongos micorrícicos juegan un papel importante en la forestación con plantas coníferas porque realizan asociaciones simbióticas a nivel de sus raicillas formando la llamada MICORRIZA, en la que los hongos absorben una mayor cantidad de nutrientes minerales del suelo (Nitrógeno, Fosforo y Potasio) además de proteger a las plantas de las sequias, altas temperaturas y ataque de patógenos, por su parte las plantas proporcionan a los hongos los carbohidratos elaborados para que puedan cumplir estas funciones.

La simbiosis hongo – planta se encuentra muy extendida en todo el ecosistema terrestre, ya que el 90-95% de las plantas superiores se encuentran micorrizadas. La degradación del planeta, el uso indiscriminado de sustancias químicas por el hombre, etc., han obligado a

éste a crear nuevas alternativas de acción, dando paso a actividades de tipo sostenible, entre éstas, se encuentra la utilización de inóculos micorrícicos. Desde esta perspectiva, se abre un amplio campo de estímulo a la investigación en micorrizas de plantaciones exóticas y en bosque nativo.

Por ello la presencia de hongos micorrícicos se considera como un pre requisito para el desarrollo de muchos árboles forestales y obligatorios para el género *Pinus*, porque estas plantas no pueden crecer bien cuando hay escasez o ausencia de estos hongos simbioses. Es así que las plantas micorrizadas desarrollan rápidamente y presentan acículas de color verde intenso (oscuro), permitiendo una mayor sobrevivencia de las plantas, mientras que las plantas sin micorrizas tienen un crecimiento retardado con acículas amarillentas y elevado porcentaje de mortandad.

En la producción forestal del departamento de Ayacucho, se observa lento crecimiento y desarrollo de la especie *Pinus radiata D. don*, que alcanza el tamaño óptimo de plantaciones luego de una permanencia en vivero de más de un año, lo cual repercute negativamente en la programación y ejecución de las plantaciones forestales en los lugares beneficiarios de la reforestación.

Mejorando las prácticas de micorrización es posible incrementar el crecimiento de los plántones de *Pinus radiata* D. Don., en condiciones de vivero.

Teniendo en cuenta las premisas consideradas se ha planteado el presente experimento bajo las condiciones de Colpapampa - Vilcashuamán, con los siguientes objetivos:

Objetivo General:

Comparar dos dosis y tres especies de hongos micorrícicos en el crecimiento de plántones de Pino (*Pinus radiata* D. Don.), bajo las condiciones de Vilcashuamán a 3,415 m.s.n.m.

Objetivos Específicos:

1. Evaluar el efecto en el crecimiento de plántones de *Pinus radiata* D. Don., inoculadas con *Rhizopogón luteolus*, *Scleroderma* sp., y *Suillus* spp.
2. Determinar la mejor dosis de inoculación de hongos micorrícicos en los plántones de Pino (*Pinus radiata* D. Don.).

CAPITULO I

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.- LAS MICORRIZAS Y SUS EFECTOS.

1.1.- MICORRIZAS

Riquelme (2011), menciona que la palabra micorriza, (del griego *mycos* = hongo, *rhizos* = raíces), se refiere a la asociación simbiótica mutualista, que se desarrolla entre las raíces de la mayoría de las plantas y ciertos hongos comunes en el suelo. En ella, el micelio del hongo infecta la corteza radical y proyecta sus hifas tanto al interior como al exterior de la raíz. Para este autor se trata de una simbiosis casi universal por el número de plantas susceptibles de ser colonizadas por hongos micorrícicos y por su existencia en la inmensa mayoría de los hábitats naturales. De hecho algunas plantas no parecen crecer y desarrollarse normalmente sin la presencia de micorrizas, de esta manera la condición micorrícica es la regla y tanto el hongo como la planta presentan mínima especificidad.

Así mismo, **Riquelme (2011)**, menciona que tal como ocurre en otras relaciones simbióticas, ambos participantes obtienen beneficios. En este caso la planta recibe del hongo principalmente nutrientes minerales y agua, y el hongo obtiene de la planta hidratos de carbono y vitaminas que él por sí mismo es incapaz de sintetizar mientras que ella lo puede hacer gracias a la fotosíntesis y otras reacciones internas.

De igual manera **Rosas (2007)**, afirma que las micorrizas se desarrollan a nivel del sistema radicular, como fruto de una asociación de mutuo beneficio, de hecho, la simbiosis micorrícica se considera la parte metabólicamente más activa de los órganos de absorción de nutrientes de las plantas que implica el establecimiento de una gran dependencia entre hongo y raíz, de manera tal que el hongo se integra al sistema radicular formando parte del mismo, dependiendo su desarrollo de la planta hospedera, la cual puede tener también un amplio nivel de dependencia del hongo, formando un sistema compacto y homogéneo.

1.2.- TIPOS DE MICORRIZAS

Harley – Smith (1983) citado por **Chung (2005)**, proponen una clasificación basada en las características morfológicas de las relaciones establecidas entre las hifas del hongo y las células de la planta y con su estructura, las micorrizas se dividen en tres tipos:

1.2.1.- ECTOMICORRIZAS

Las ectomicorrizas es la asociación externa que forman algunos hongos basidiomicetos y raíces de especies forestales como los pinos. En este caso el hongo no penetra las raíces, sino que forma una vellosidad alrededor de la raíz, haciendo veces de pelos radicales, conocida también como red de Harting, tal como lo menciona **Rosas (2007)**.

Esquivel (1986) menciona que las micorrizas frescas y activas van a presentar varios colores según el color del hongo simbiote, mientras que cuando están muertas toman un color negro y con arrugas. Habitualmente cada raíz corta provista de micorrizas no sobrepasa de 8 mm., de longitud y muchas veces no llega más que 4 a 6 mm. La mayoría de autores consultados señalan que las ectomicorrizas son frecuentes en coníferas.

1.2.2.- ENDOMICORRIZAS

Rosas (2007) afirma que las endomicorrizas se caracterizan por carecer de manto fúngico y las hifas del hongo penetran dentro de la corteza de la raíz ubicándose intracelularmente; así mismo menciona que las endomicorrizas no pueden ser diferenciadas a simple vista de una raíz no micorrizada porque no presentan estructuras típicas, sin embargo **Riquelme (2011)** menciona que las endomicorrizas son más carnosas que las raicillas normales, están desprovistas de los pelos absorbentes y que son más opacas por la presencia del hongo en el córtex.

De igual manera solo se puede detectar la presencia de endomicorrizas a través del examen microscópico, ubicándolas en muchas familias de plantas herbáceas y leñosas pero poco en especies de árboles y arbustos. Dentro de este grupo existen varios tipos. Los más interesantes para utilizar en varios cultivos son las micorrizas vesículo – arbusculares (VAM) que se encuentran en todos los continentes (excepto en la Antártida) y colonizan al 96% de las especies vegetales.

1.2.3.- ECTOENDOMICORRIZAS

Según **Rosas (2007)** se caracterizan por presentar un delgado manto y algunas hifas se encuentran intercelularmente y otros intracelularmente. Este tipo de micorrizas se presentan usualmente sólo en especies que forman ectomicorrizas. De igual manera **Harley – Smith (1983)**, citado por **Chung (2005)**, sostiene que en este caso las hifas crecen tanto dentro del tejido cortical como alrededor de él y pueden tener o no, un manto sobre las raíces absorbentes.

Sánchez (1999) menciona que estos hongos se encuentran asociados con coníferas, principalmente Ericales. Los hongos asociados son reconocidos como formadores de ectomicorrizas, lo cual se convierte en un argumento para que esta asociación se considere como un caso especial de este tipo de simbiosis. Así mismo son consideradas poco importantes, pero en la medida que se estudian, se encuentra que participan en la conservación de los ecosistemas naturales.

1.3.- HONGOS MICORRÍDICOS

1.3.1.- *RHIZOPOGÓN LUTEOLUS FR. & NORDHOLM (1817).*

A.- TAXONOMÍA.

Para **Muñoz (2002)** esta especie cuenta con la siguiente clasificación taxonómica:

REINO	: Fungi.
DIVISIÓN	: Basidiomycota.
CLASE	: Agaricomycetes.
SUB CLASE	: Agaricomycetidae.
ORDEN	: Boletales.
FAMILIA	: Rhizopogonaceae.
GÉNERO	: <i>Rhizopogón</i> .
ESPECIE	: <i>Rhizopogón luteolus Fr. & Nordholm</i> .

B.- CARACTERÍSTICAS

Para **Moreno, Gómez y Pulido (2005)** y **Muñoz (2002)** esta especie se caracteriza por ser semejante a una patata pequeña, con un carpóforo globoso de hasta 5 cm. inicialmente blanquecino, que presenta un color amarillento al aflorar a la superficie (es un hipogeo, crece bajo la tierra) y oscuro en la madurez. La gleba (interior del hongo) es primero blanca, y posteriormente va amarilleando hasta convertirse en polvo de tono oliva oscura.

En la base del hongo aparecen frecuentemente cordones del micelio. Aparece en épocas de lluvia en bosques de coníferas.

1.3.2.- *SCLERODERMA SP.*

A.- TAXONOMÍA.

Para **Muñoz (2002)** esta especie cuenta con la siguiente clasificación taxonómica:

REINO	: Fungi.
DIVISIÓN	: Basidiomycota.
CLASE	: Basidiomycete.
SUBCLASE	: Gasteromycetidae.
ORDEN	: Sclerodermatales.
FAMILIA	: Sclerodermateceae.
GÉNERO	: <i>Scleroderma</i> .
ESPECIE	: <i>Scleroderma sp.</i>

B.- CARACTERÍSTICAS

Según **Chung (2005)** esta especie se caracteriza por tener carpóforos entre 3 y 6 cm., de globoso a piriforme, achatado en la base. Peridio (piel) delgado con escamas poligonales irregulares de color parduzco, sobre fondo más claro. Pie (pseudo estípite) radicante, con numerosos cordones miceliares blanquecinos, mezclados con restos de tierra.

Al madurar, el peridio se abre irregularmente por la zona apical, enseñando una gleba pulverulenta grisácea. Además de poseer esporas reticuladas, equinuladas y con retículo. Gleba sin membrana y fibulas poco numerosas. Aparecen en épocas de lluvia.

1.3.3.- *SUILLUS SPP.*

A.- TAXONOMÍA.

Para **Muñoz (2002)** esta especie cuenta con la siguiente clasificación taxonómica:

REINO	: Fungi.
DIVISIÓN	: Basidiomycota.
CLASE	: Basidiomycete.
SUBCLASE	: Hymenomycetidae.
ORDEN	: Boletales.
FAMILIA	: Boletaceae.
GÉNERO	: <i>Suillus</i> .
ESPECIE	: <i>Suillus sp.</i>

B.- CARACTERÍSTICAS

Según **Campos y Arregui (2010)** esta especie se caracteriza por que morfológicamente tiene un sombrero convexo, que puede superar los 12 cm de diámetro, color pardo oscuro, una superficie muy viscosa (debido a un revestimiento mucilaginoso), un borde bastante regular y en

etapa juvenil es frecuente encontrarlo con restos del velo parcial. Posee tubos decurrentes, redondeados, de color amarillo claro y bastante largos. El pie es blanquecino cilíndrico, de tamaño proporcional al del sombrero, con un anillo membranoso amplio de color blanco violáceo, por debajo del anillo es viscoso y granuloso; por arriba, de carne gruesa, blanquecina o amarillenta, sin olor o sabor particular.

1.4.- BENEFICIOS DE LOS HONGOS MICORRÍZICOS

Los hongos micorrízicos benefician a las plantas de diferentes formas que se indica a continuación:

1.4.1.- PROTECCIÓN DE SEQUIAS Y ALTAS TEMPERATURAS

Esquivel (1986), menciona que la micorriza acrecienta la toma de agua y hace que la planta sea tolerante a la sequedad, reportando la sobrevivencia de 90% de almácigo de pinos a una temperatura de 45°C micorrizado con *Pisolithus tinctorius*, mientras las no micorrizadas solo sobrevivieron un 45%.

Carrillo (2000) afirma que la protección brindada por el hongo hace que, además, la planta sea más resistente a los cambios de temperatura y la acidificación del suelo derivada de la presencia de azufre, magnesio y aluminio. Por si todo esto fuera poco, algunas reacciones fisiológicas del hongo inducen a la raíz a mantenerse activa durante más tiempo que si no estuviese micorrizada.

1.4.2.- PROTECCIÓN DE PATÓGENOS

Padilla (1978), indica que el manto constituye una barrera mecánica que impide la entrada de patógenos ya que este segrega antibióticos; el mismo autor reporta la producción de antibióticos en cultivo puro por los hongos *Suillus* (Boletus), *Luteus* y *Lactarius deliciosus* que inhibe hasta 70 de patógenos incluyendo a *Phytophthora spp.*, y *Phytium spp.*

Esquivel (1986), indican que las ectomicorrizas, en particular, han demostrado ser resistentes al ataque de los patógenos del suelo. Por ejemplo se sabe que determinados tipos de micorrizas protegen a sus pinos huéspedes del ataque de patógenos como la *Phytophthora*, *Fusarium* y *Rhizoctonia*. Hay una serie de mecanismos por lo que esto ocurre, muchos de los cuales suceden simultáneamente.

- Producción de antibióticos por el hongo mismo, que inhibe a los patógenos de la raíz.
- La barrera física creada por el manto de las hifas.
- Producción de inhibidores químicos por el huésped, inducidos como reacción a la invasión por parte del hongo.
- El establecimiento de poblaciones de microbios que hacen una labor de protección en la rizosfera.

El mismo **Padilla (1978)**, menciona que el entorno y el cultivo estresan a las plantas, este estrés influencia a los vegetales en su capacidad para defenderse de enfermedades causadas tanto por bacterias como por otros factores. Las VAM reducen en un alto grado el estrés ambiental-nutricional (demasiado o demasiado poco), sequía, enfermedades de las raíces, toxicidad del suelo etc. Que predisponen a la planta a las enfermedades. El incremento de nutrientes, particularmente micronutrientes, que están encerrados en las partículas del suelo y que son inaccesibles si no es a través de las micorrizas, hacen que la planta sea menos susceptible da la entrada de patógenos.

1.4.3.- MAYOR CAPACIDAD DE ABSORCIÓN

Padilla (1978) y **Pessón (1978)**, indican que las micorrizas poseen mayor capacidad de absorción y de extracción de elementos nutritivos del suelo, este mayor porcentaje de absorción de nutrientes se debe a que las micorrizas estimulan la ramificación del sistema radicular permitiendo mayor diámetro y vida útil de raicillas absorbentes, además el manto de la micorriza actúa más eficientemente que los pelos absorbentes en la extracción de agua y nutrientes; así mismo las micorrizas tienen la capacidad de excretar sustancias como ácidos orgánicos que permiten aumentar la solubilidad de iones ligados a las partículas del suelo.

Padilla (1978), al realizar un análisis cuantitativo de plantas de pinos comprobaron que las plantas micorrizadas absorbieron 86% más de

nitrógeno, 75% más de potasio y 34% más de fósforo en relación a las no micorrizadas. Al igual como lo mencionan **Esquivel y Mackie (1988)**.

Así mismo **Pessón (1978)** ha confirmado, mediante el uso de isótopos marcados que elementos como K, Ca, S, Zn, Cu, Sr, etc., son absorbidos por las células fúngicas y trasvasados hasta la planta simbiote, debido a que el sistema enzimático y la distribución geométrica de los micelios fúngicos hacen que éstos sean más efectivos que las raíces de las plantas para la absorción de agua y nutrientes. Los filamentos hifales, se organizan formando cordones miceliares y rizomorfos (verdaderos tejidos conductores fúngicos que favorecen el transporte de nutrientes) son capaces de prospectar volúmenes de suelo mucho mayores que las raíces no micorrizadas.

1.4.4.- ESTIMULA MAYOR CRECIMIENTO, SOBREVIVENCIA Y ADAPTACIÓN

Esquivel (1986), afirma que el pino sin el hongo simbiote sólo crece 30 cm en 5 años, mientras que las plantas inoculadas alcanzaron entre 2 a 5 metros de altura sólo en 2 años, así mismo **Carrillo (2000)** al inocular pinos en viveros obtuvo a los 6 meses, plantas de 12 cm de altura cuando no se inoculó las plantas alcanzan sólo 6 cm. Muchos de los autores consultados indican que las plantas inoculadas son muy superiores en su desarrollo frente a las no inoculadas.

Padilla (1978) y **Pessón (1978)** mencionan que se producen exitosamente los pinos sin micorrizar en viveros fertilizados y fumigados pero sin embargo, al ser trasplantados al campo definitivo se retrasan en su crecimiento y no es segura la sobrevivencia.

Honrubia, Torres, Díaz y Cano (1992) afirman que no todos los hongos micorrícicos funcionan igual en un ambiente determinado, como tampoco un hongo concreto es el más efectivo en todos los ambientes. Es fundamental, por tanto, conocer bien la biología de las especies fúngicas y sus exigencias ecológicas, para utilizar la más adecuada, según los distintos ecosistemas donde se ubicarán las plántulas micorrizadas.

1.5.- MICORRIZACIÓN

Esquivel (2008), afirma que a la luz de las informaciones expuestas, resulta evidente la importancia de la producción de una micorrización controlada en el vivero, con el fin de garantizar una buena calidad de la planta y un mayor porcentaje de supervivencia a la hora de realizar las repoblaciones.

Así mismo **Galloway y Borgo (1983)**, mencionan que existen varias técnicas para la micorrización en vivero. Siendo una de estas técnicas más sencillas la que consiste en la selección de las especies de hongos micorrizantes que serán lavadas, troceadas y trituradas con una licuadora en agua destilada.

El líquido obtenido, llamado "líquido madre" puede conservarse hasta seis meses en condiciones de refrigeración. Para inocular las plantas, se toma una alícuota de este preparado, se diluye en agua y se rocía sobre la plantación. Un riego tras esta acción favorece el paso del hongo al sustrato, del mismo modo que la repetición del proceso varias veces mejora los resultados.

PRONAMACHSC (1998), menciona que la dosis recomendada para una buena micorrización es de, al menos, 1 mg de hongo por planta a micorrizar. La aparición de ectomicorrizas se detecta a simple ojo, ya que los cepellones de las plantas micorrizadas muestran las redes de hifas que, como una tela de araña, rodean las raíces de la planta hospedante. Mientras que **Esquivel (2008)** sugiere que para sembrar pinos es obligatoria la micorrización, teniendo en cuenta las siguientes formas:

1.5.1.- MICORRIZACIÓN CON SUELO FORESTAL

Esquivel y Mackie (1988) mencionan que se utiliza tanto en hongos endomicorrícicos como ectomicorrícicos y consiste básicamente en la utilización de suelo impregnado con propágulos de una especie o ecotipo determinado de hongo (esporas, micelio, raíces con vesículas y arbusculos, etc.) y se caracteriza por su grado de infectividad suele ser elevado y su manipulación sencilla, lo que le confiere un considerable interés de aplicabilidad.

Es un método bien utilizado, siempre y cuando, el lugar donde se encuentre el vivero y el suelo forestal sea cercana, pero presenta algunas desventajas como la que al momento de recoger el suelo forestal, también se pueden recoger organismos patógenos que pueden infectar todo el vivero, además de incrementar el costo de producción en el transporte del suelo.

1.5.2.- MICORRIZACIÓN CON ESPORAS

Esquivel y Mackie (1988) afirman que los hongos ectomicorrícicos pueden aislarse de tejidos del cuerpo fructífero (esporóforo), esclerocios, rizomorfos y esporas. Para aislar el cuerpo fructífero se hace una colecta de hongos, de preferencia aquellos que son más carnosos y que son jóvenes sin ataque de insectos u otros organismos, sin embargo la desventaja está en que no todas las esporas son viables y la recolección de las esporas (setas), no es todo el año, sino sólo en épocas de lluvia.

Los hongos formadores de micorrizas arbusculares producen, normalmente, esporas a partir del micelio externo, y también en algunos casos, las forman en el interior de la raíz a partir de micelio interno. Las esporas de resistencia pueden permanecer inalteradas en el suelo por mucho tiempo, mientras que las hifas del hongo se colapsan tras una permanencia en suelo de 2 a 4 semanas si no encuentran una raíz hospedadora.

1.5.3.- MICORRIZACIÓN EN BANCO DE MICORRIZAS

Esquivel y Mackie (1988) señalan que este método es el más apropiado, sin embargo se requiere buen tiempo para la obtención de suelo con las micorrizas y micelios, en vista que para obtener suelo con micorrizas y micelios se tiene que plantar a raíz desnuda en sustratos apropiados y mantener mínimamente por 6 meses.

Al germinar las semillas en sustratos micorrizados, se desencadena un proceso simbiótico que comienza cuando las esporas son atraídas por las sustancias que segregan las raicillas de la plántula. Las esporas de las micorrizas maduran, se convierten en hifas e inician la aproximación a las raíces, estas hifas invaden el interior de las raíces y forman las estructuras arbusculares que almacenan las sustancias que han extraído las hifas del suelo.

1.5.4.- MICORRIZACIÓN CON SUSPENSIÓN MICELIAL

Esquivel y Mackie (1988) afirman que este método consiste en la producción de inóculos en el propio laboratorio; el cual se puede obtener a partir de varias fuentes: por aislamiento de cultivos de tejidos fúngicos extraídos directamente de los carpóforos, por germinación in vitro de esporas, o por cultivo del micelio a partir de las propias estructuras micorrícicas.

Para ello se limpian los carpóforos recolectados, retirando la cutícula y cortando el pie en el caso de los hongos epigeos y sacando la tierra de los hongos hipogeos para luego fragmentarlos y triturarlos. Hay ventaja de utilizar inóculo puro y de cepas de hongos eficientes y seleccionados; sin embargo no es tan apropiado el uso a nivel de suspensión miceliar, porque hay posibilidad de que algunas células mueren por efecto de los rayos solares, cuando estas se exponen fuera del sustrato.

1.5.5.- MICORRIZACIÓN CON MICELIO EN SOPORTE DE TURBA

Esquivel y Mackie (1988) mencionan que el crecimiento miceliar del hongo en un soporte sólido (turba-vermiculita) suplementado con solución nutritiva, y su incorporación al sustrato o suelo del vivero, ha sido uno de los métodos más utilizados para la producción y aplicación de inóculos ectomicorrícicos. Esta técnica de producción de inóculo ha sido adoptada universalmente y se ha utilizado con éxito, incluso a escala comercial, para la inoculación de distintas especies forestales.

Es uno de los métodos más apropiados para la micorrización, porque los micelios de los hongos simbioses están adaptados a un sustrato turba y hay mayor seguridad de que no sean afectados por los rayos solares hasta que se forme las micorrizas.

1.6.- FACTORES QUE AFECTAN LA FORMACIÓN DE MICORRIZAS

Hay factores que condicionan la formación de micorrizas en un vivero forestal, tal y como lo mencionan **Honrubia, et al., (1992)** los cuales se describen a continuación:

1.6.1.- SUSTRATO

Honrubia, et al., (1992) afirman que el sustrato utilizado en los viveros debe adaptarse de manera adecuada al crecimiento y desarrollo del material fúngico, ya que esta debe contar con un buen aporte de materia orgánica (que le permita canalizar los nutrientes al pino para producir carbohidratos asimilables por los hongos) y permita una buena aireación y drenaje suficientes (porque los hongos simbiotes son inhibidos por el encharcamiento a falta de oxígeno y presencia de sulfuros), para el buen desarrollo del micelio fúngico. Conviene evitar suelos ácidos, silíceos, yesosos, salinos, turbosos o hidromorfos, así como lugares que reciban o acumulen un exceso de escorrentía superficial por el riesgo de encharcamientos prolongados.

1.6.2.- RIEGO

Honrubia, et al., (1992) afirman que las ectomicorrizas facilitan el transporte de agua a las raíces de la planta hospedante, ya que las hifas extramatriciales y los rizomorfos actúan como extensiones del sistema radical y se comportan como estructuras de absorción de agua y nutrientes.

Mientras que **Carrillo (2000)** menciona que las micorrizas son hongos beneficiosos que aumentan la tolerancia de las plantas que colonizan en condiciones de carencia hídrica y salinidad, al facilitar una adecuada evapo-transpiración y un mejor funcionamiento fisiológico.

1.6.3.- FERTILIZACIÓN

Carrillo (2000), afirma que el nivel de fertilidad del suelo y algunas prácticas como la fertilización afectan el proceso de formación y desarrollo del sistema hongo – raíz. La aplicación excesiva de fertilizantes químicos fosforados y nitrogenados afecta negativamente la formación de la simbiosis, es decir, condicionan la selección de hongos adaptados a la formación de la simbiosis en suelos fértiles o fertilizados. Señala también, que disminuye notablemente la colonización con la adición de niveles elevados del fosforo. Además, las micorrizas permiten ahorrar hasta un 50% del volumen de los productos químicos necesarios, lo que favorece la reducción de los insumos y de los costos, e influye en el ejercicio de una agricultura sostenible y ecológicamente más sana.

Honrubia, et al., (1992), mencionan que estos nutrientes, también pueden afectar a los hongos indirectamente, puesto que la asimilación de nutrientes consume energía y carbohidratos, lo cual puede reducir el carbono disponible para el desarrollo de la cepa fúngica. Altos niveles de nitrógeno y fósforo, reducen la cantidad de carbohidratos en las raíces a niveles demasiado bajos para mantener al hongo simbiote.

1.6.4.- PESTICIDAS

Carrillo (2000), afirma que muchos de los fungicidas que se utilizan en vivero para controlar las enfermedades que afectan a las plantas, pueden afectar también al desarrollo de ectomicorrizas. También menciona que algunos estudios en plántulas de pino muestran el efecto de varios fungicidas sobre el desarrollo de ectomicorrizas, tanto naturales en condiciones de campo como las obtenidas por inoculación en condiciones de vivero.

2.- DEL PINO (*Pinus radiata* D. Don.)

Fernández (2007), menciona que el *Pinus radiata*, es conocido comúnmente como pino insigne o pino monterrey, es originario de la costa occidental de los Estados Unidos de Norteamérica, específicamente de California; donde se encuentra en estado natural formando rodales puros.

Fue introducido al Perú a fines del siglo XIX, logrando adaptarse exitosamente al clima y suelo del país, además presenta crecimientos superiores que los alcanzados en su país de origen. Su altura oscila entre 30 a 50 metros, en su juventud presenta una forma piramidal que con el paso de los años se hace más globosa.

Posee una madera de color blanca amarillenta, ligera, esponjosa y blanda, su fibra es larga y la facilidad que presenta en el blanqueo la hacen muy apetecible en la industria de la celulosa.

2.1.-TAXONOMÍA

Jara (2003), manifiesta que esta especie taxonómica se ubica de la siguiente manera:

REINO	: Plantae.
DIVISIÓN	: Gymnospermae.
CLASE	: Coniferas.
ORDEN	: Pinales.
FAMILIA	: Pináceae.
GÉNERO	: <i>Pinus</i> .
ESPECIE	: <i>Pinus radiata</i> D. Don.

2.2.- DESCRIPCION BOTÁNICA

Fernández (2007), manifiesta que el *Pinus radiata* es una especie que en estado natural tiene la siguiente descripción botánica:

El árbol alcanza de 15 a 50 m de altura. Mientras que la raíz es larga y penetrante, además tiene muchas raíces secundarias oblicuas, largas, que proporcionan una fuerte sujeción al suelo. Así mismo las hojas son perennifolias, las flores masculinos (estaminados) son de color amarillo y ocurren abundantemente en racimos en vástagos nuevos, usualmente en la región inferior de la copa, mientras que las femeninas (pistilados) son de color purpúreo, tienen espinas deciduas y aparecen de manera solitaria o en grupos.

Los frutos son conos maduros largos, ahusándose hacia el ápice, por lo general sésiles pero rara vez sub-sésiles, con un reflejo asimétrico, ligeramente curvos, de un color lustroso que va de gris a marrón, apareciendo en grupos de tres a seis, con una longitud de 4 a 12 cm y un ancho de 2.5 a 4 cm. Las semillas son Ortodoxas de tamaño pequeño (3 mm), de color de marrón claro a negro y con alas de color marrón.

2.3.- REQUERIMIENTOS EDAFOCLIMÁTICOS

Galloway y Borgo (1983); Indican que la producción de *Pinus radiata* se centra en la serranía peruana, con una temperatura de 11,9 °C y 17,4 °C con una altura promedio entre los 2200 y 3500 m.s.n.m. con una precipitación anual que va desde los 500 hasta los 2000 mm, con suelos Franco – arenosos y bien drenados que permitan buen anclaje exigentes en Fósforo, Boro y Zinc, además requieren alta luminosidad.

2.4.-MANEJO Y PRODUCCIÓN EN VIVERO

2.4.1.-MANEJO DE SEMILLA

Galloway y Borgo (1983); mencionan que para iniciar la producción, hay que tener en cuenta la calidad de semilla, la misma que debe ser certificada (libres de plagas y enfermedades), vigorosas, con buena producción de frutos, y preferentemente de fuste recto sin ramificaciones a baja altura.

Las semillas se almacenan con facilidad hasta por un año a temperatura ambiente en contenedores cerrados, por varios años cuando secadas y selladas en jarros herméticos y hasta por 21 años en almacenamiento en frío.

Además **Padilla (1978)**, aduce que las semillas de pino no requieren tratamiento Pre-Germinativo ya que no presentan latencia, pero que es favorable dejarlas remojar en agua a temperatura ambiente por 24 horas.

2.4.2.- ALMACIGADO

Según **PRONAMACHCS (1998)** para el establecimiento de un almácigo, hay que considerar los siguientes aspectos: un sustrato apropiado con buena aireación y buen drenaje, desinfección del sustrato para evitar el ataque de plagas como el grillo y enfermedades como la chupadera; la siembra debe realizarse uniformemente y las semillas deberán ser sembradas superficialmente a no más de 6 mm de la superficie, preferiblemente irrigadas con un rocío fino para evitar el movimiento excesivo de las semillas con una densidad de siembra de 1,500 a 2,000 plántulas x m².

Así mismo el riego debe ser el adecuado solo con el fin de dar humedad sin provocar encharcamientos y por último se le debe brindar una protección adecuada contra los cambios climáticos adversos tales

como la luz, temperatura y la humedad, por ello se deben establecer ciertas protecciones usando tinglados con "ichu", carrizos, paja u otro material que pueda proteger la cama de almácigo.

2.4.3.- REPIQUE

Galloway y Borgo (1983) y Villar (1980), mencionan que en esta fase de la producción de plántones, es la más problemática en los Viveros de la Sierra Peruana. Ellos recomiendan en el caso del Pino, repicarlo cuando los cotiledones han emergido del suelo y cuando la raíz principal aún no tiene raíces secundarias; este estado se llama "fosforito".

Galloway y Borgo (1983), recomiendan hacer primero un hoyo en el centro de la bolsa, lo suficientemente grande para que las raíces no se vayan a doblar y estén distanciados; esto último se logra empleando un repicador de madera que es una estaca aguzada de 12 cm. De largo y de 2.5 a 3 cm. de diámetro, aunque estas medidas pueden variar con la dimensión de las raíces y de la bolsa. La plántula se introduce con el cuello ligeramente bajo el nivel del sustrato de la bolsa, y en el caso del micorrizado de pinos se añaden los gramos de micorriza de 3 a 4, o 1 ml, de solución micorrícica. Si las plántulas tuvieran raíces de más de 5 a 6 cm. hay que podarlas con tijeritas, para evitar que se doblen y por otra parte estimular el desarrollo de las raíces laterales. Algunas veces se remoja las raíces en una mezcla de arcilla con agua, para que cuelguen mejor y no se doblen.

2.4.4.- LABORES CULTURALES EN EL VIVERO

A.- CONTROL DE PLAGAS Y ENFERMEDADES

Padilla (1984), menciona que las enfermedades más importantes en la producción de pinos en viveros en la sierra Peruana son:

- La chupadera: es la más importante y es causado por los hongos: *Rhizoctonia solani*, *Phytophthora infestans*, *Fusarium sp.*, *Phytium sp.*, los cuales se desarrollan en el sustrato. Se caracteriza por atacar las semillas que los pudre llamándole chupadera pre-emergente y a las plántulas las ataca desde la primera y la segunda semana después de la germinación, afectándolas en el cuello o más abajo, haciéndolas doblar el talluelo, esta es la chupadera post-emergente y la más común.

Esta enfermedad se presenta cuando se emplean suelos pesados, una alta humedad, mal drenaje, alta temperatura y un pH 7 a más, con mucho nitrógeno o materia orgánica (M.O); así como alta densidad de plántulas.

En el pino se puede prevenir su aparición empleando sustrato con 75% de arena y 25% de arcilla, además el contenido de materia orgánica debe estar entre 2.5 % y 5 % y debe tener un pH de 4.5 a 6.5, ya que pH altos no ayudan a la formación de micorrizas.

- El Moho Gris: Esta enfermedad ataca los plantones de 20 a 25 cm de altura y se inicia con las manchas en las hojas, luego en los tallos y si no se controla mata a los plantones. El hongo se llama *Botrytis cineria*, por ello la enfermedad es conocida como “Botritis”, se previene evitando el riego excesivo y se combate de varias maneras.
- Pudrición de las raíces: Producido por Hongos de las especies de *Trichoderma* y *Fusarium*, esta enfermedad aparece poco después del repicado de las plántulas; se puede prevenir con poco riego y sustrato suelto, cuando estas atacan a las plantas hay que fumigar con fungicidas sistémicos.
- Doblado de Yema Terminal: Esta enfermedad es producida por varios hongos y se caracteriza por el amarillamiento de acículas seguido de la aparición de pequeños grumos de resina en las yemas terminales y termina con el secado de los brotes terminales. Esta enfermedad se previene con sulfato de cobre (Caldo Bórdales).

Así mismo **Trujillo (1992)**, afirma que las plagas que afectan en mayor cantidad a los pinos en el vivero, tenemos al grillo y a los roedores, quienes atacan principalmente a la semilla, cuando esta se encuentra en etapa de almacigado, para ello es necesario prevenir con algún insecticida y proteger con un tinglado bien tapado.

B.- FERTILIZACIÓN

PRONAMACHCS (1998) recomienda aplicar fertilizantes foliares en dosis 20-20-20 (N-P-K) cada quince días, en tres ocasiones. También es recomendable aplicar fertilizantes de liberación lenta (micromódulos 30-15-10); además de las micorrizas ya que estas permiten ahorrar hasta un 50% del volumen de los productos químicos necesarios, lo que favorece la reducción de los insumos. La aplicación de esporas al sustrato puede ser por riego o con la adición de raíces jóvenes de pino.

C.- REMOCIÓN Y SELECCIÓN DE PLANTONES

Trujillo (1992), menciona que esta labor consiste en el traslado de los plantones con sus respectivas bolsas de un lugar a otro para podar las raíces que han sobrepasado la bolsa y eliminar plantones dañados, muertos y enfermos. Así también la selección se realiza de acuerdo al tamaño, realizándolo entre los 2 ó 3 meses después del repique.

El mismo **Trujillo (1992)**, afirma también que es necesario realizar el recalce en la cual se cambian las plántulas que no han prendido por diferentes factores (factores medio ambientales, plagas, exceso de agua, etc.) y las que tienen que ser reemplazadas por otras vivas, realizándolo lo más pronto posible para evitar la diferencia de crecimiento entre las plantas del vivero.

D.- DESHIERBO

PRONAMACHCS (1998), Galloway y Borgo (1983), entre otros mencionan que el deshierbe continuo de los pasillos y al interior de los envases que contienen las plantas evitará problemas de competencia por luz, agua y nutrientes; además favorecerá condiciones de sanidad. El deshierbo se realiza en forma permanente, es decir no dejar que las bolsas se llenen de hierbas, para esto se debe estar en constante observación, para una vez detectado, realizar el deshierbo.

E.- RIEGO

Padilla (1984), menciona que regar es importante para la producción de pino, pero hay que tener en cuenta la frecuencia y la cantidad de agua, ya que el pino requiere mayores cantidades en su crecimiento inicial y solo debe hacerse con regadera para no dañar el almacigo, pero poco a poco hay que reducir la cantidad de agua con la que se va regar y la frecuencia (esta dependerá de las condiciones del clima). Así mismo recomiendan que el riego debe hacerse siempre en las primeras de horas de la mañana, así las plantas pueden soportar mejor la insolación.

CAPITULO II

MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. UBICACIÓN

El presente trabajo experimental se realizó en el Vivero forestal de Colpapampa a 6.5 Km., de la ciudad de Vilcashuamán, situado entre las coordenadas de 13°39'20" Latitud Sur y 73°57'11" Longitud Oeste, a una altitud de 3,415 m.s.n.m., en el Departamento de Ayacucho, provincia y distrito de Vilcashuamán.

2.2. CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS:

La provincia de Vilcashuamán se encuentra ubicada en la micro cuenca Pampas comprendida en las cuencas de Atlántico y Pacífico y está ubicada a los 3,415 m.s.n.m., que según la clasificación de las Regiones Naturales del Perú del Doctor Javier Pulgar Vidal, se encuentra dentro de la Región Quechua, comprendida entre los 2,000 m y 3,500 m.s.n.m. vertiente oriental.

En esta zona el terreno es muy accidentado y el clima en esta región es templado y particularmente seco, con lluvias periódicas y abundantes desde el mes de Diciembre hasta el mes de Marzo, y con sequía durante los otros meses del año. Durante el invierno y la primavera, la atmósfera presenta algunas nubes y predomina el sol brillante.

El clima de la zona, propio de la sierra sur, con precipitaciones pluviales que se presentan con mayor intensidad en los meses de diciembre a marzo (500 – 850 mm); la temperatura promedio anual de esta zona se encuentra en un valor de 11°C; presentándose valores extremos de – 0.7°C.

En el Cuadro 01, indica que las temperaturas promedio de máxima, mínima y media mensuales, fueron de 18.26, 3.32 y 10.79 °C respectivamente, la precipitación promedio total anual para la campaña fue de 758.10 mm.

La temperatura fue favorable para la producción de plantones de *Pinus radiata* D. Don, cuyo rango óptimo oscila entre 14 a 16 °C de temperatura para climas fríos y templados, los cuales son considerados como moderados para el funcionamiento del sistema fisiológico de la planta.

Del balance hídrico se tuvo exceso de agua en los meses de Enero, Febrero y Marzo del 2012 y los meses de Abril a Noviembre del 2012 se tuvieron un déficit. El trabajo experimental, fue instalado en un vivero volante en el mes de Enero y se condujo bajo riego desde el inicio hasta el mes de noviembre para evitar estrés de la planta.

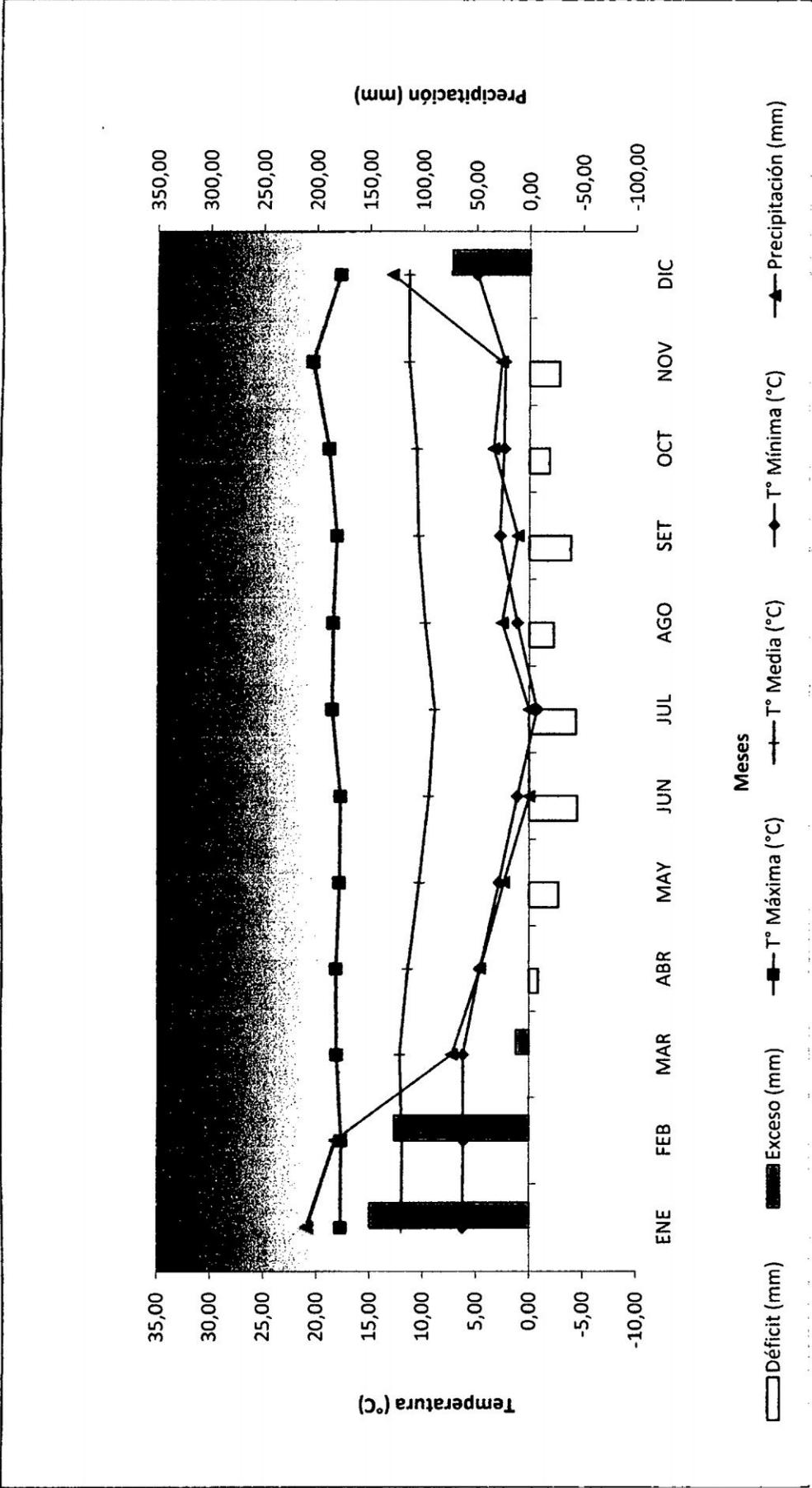
Uno de los indicadores muy importantes para la agricultura de secano es la humedad del suelo. El balance hídrico propuesta por la **ONERN (1984)**, relaciona la precipitación con evapotranspiración (evaporación de agua del suelo y la transpiración del cultivo), quienes a su vez están estrechamente relacionadas con la temperatura máxima, mínima y media registradas durante el día. Todo este conjunto de datos determinan las características climáticas de Vilcashuamán, y específicamente de la zona de Colpapampa.

Cuadro 01: Temperatura Máxima, Media, Mínima y Balance Hídrico correspondiente a la Campaña Agrícola 2012 - 2013, de la Estación Meteorológica de AGRORURAL en la comunidad de Colpapampa.

Distrito : Vilcashuamán. Altitud : 3, 415 m.s.n.m.
 Provincia : Vilcashuamán. Latitud : 13°39'20" Sur.
 Dpto. : Ayacucho. Longitud : 73°57'11" Oeste.

AÑO	2012													
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL	PROM
T° Máxima (°C)	17.70	17.65	18.08	18.13	17.82	17.73	18.50	18.44	18.08	18.88	20.34	17.75		18.26
T° Mínima (°C)	6.23	6.14	6.19	4.61	2.83	1.10	-0.76	1.13	2.77	2.37	2.30	4.91		3.32
T° Media (°C)	11.97	11.90	12.14	11.37	10.33	9.42	8.87	9.79	10.43	10.63	11.32	11.33		10.79
Factor	4.96	4.65	4.96	4.80	4.96	4.80	4.96	4.96	4.96	4.96	4.80	4.96		
ETP(mm)	59.35	55.31	60.19	54.58	51.21	45.19	44.00	48.53	51.71	52.70	54.34	56.20	633.30	1.1971
Precipitación (mm)	209.00	182.00	72.40	45.90	23.70	0.00	0.00	25.60	10.80	33.70	26.10	128.90	758.10	
ETP Ajust. (mm)	59.35	55.31	60.19	54.58	51.21	45.19	44.00	48.53	51.71	52.70	54.34	56.20		
H del suelo (mm)	149.65	126.69	12.21	-8.68	-27.51	-45.19	-44.00	-22.93	-40.91	-19.00	-28.24	72.70		
Déficit (mm)				-8.68	-27.51	-45.19	-44.00	-22.93	-40.91	-19.00	-28.24			
Exceso (mm)	149.65	126.69	12.21									72.70		

Fuente: Estación Meteorológica de Agrorural - Vilcashuamán, Ayacucho.



Fuente: Estación Meteorológica de Agrorural - Vilcashuamán, Ayacucho.

Gráfico 01 Diagrama Ombrotérmico: T° vs Pp. y Balance Hídrico

2.3. ANÁLISIS FÍSICO – QUÍMICO DEL SUSTRATO.

Para el análisis del suelo experimental se tomó muestras del sustrato preparado para el repicado de plántulas en las bolsas de polietileno, el cual consistió en la mezcla homogénea de tierra negra, tierra agrícola y arena, en proporciones de 3 : 2 : 1, respectivamente, la que se llevó para su Análisis Físico – Químico al Laboratorio de Suelos del Programa de Pastos y Ganadería de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, cuyos resultados se muestran en el cuadro 02.

Cuadro 02: Características físicas y químicas del sustrato. Vilcashuamán a 3,415 m.s.n.m. Ayacucho, 2012.

Propiedades Químicas	Unidad	Valor	Método	Interpretación
pH		5.49	Potenciométrico	Fuertemente Ácido
M.O	(%)	5.36	Walkley - Black	Alto
N-Total	(%)	0.26	Semi Micro-Kjeldahl	Muy Alto
P-Disp	(ppm)	45.1	Bray Kurtz I	Alto
K-Disp	(ppm)	140.9	Extracción con Acetato de Sodio	Medio
C.I.C.	(Cmol/Kg)	16.5	Saturación con acetato de amonio	Medio
Arena	(%)	34.9	Hidrométrico	
Limo	(%)	47.6		
Arcilla	(%)	17.5		
Clase Textural				Franco – Limoso

En base a los resultados obtenidos se realizó la interpretación respectiva, determinándose que el pH de 5.49, el mismo que se encuentra en un rango óptimo para viveros de coníferas, tal y como lo señala **PRONAMACHCS (1998)**, que los valores ideales de pH del sustrato preparado para la producción de pinos en viveros esta entre 5 y 6.

De acuerdo a la clasificación de suelos por su contenido de materia orgánica pertenece a un suelo mineral; y en función al nivel de materia orgánica en suelos minerales, es alto. Así mismo el contenido de nitrógeno total es muy alto. El contenido de fósforo disponible es alto. El potasio es considerado como medio. La textura del suelo de acuerdo a sus componentes de arena, limo y arcilla corresponde a la Clase Textural Franco- Limoso. **Ibáñez y Aguirre (1983)**.

2.4. CARACTERÍSTICAS DE LA SEMILLA DE PINO.

Las características de la semilla para la producción de plantones, según los análisis realizados en campo y otros fueron las siguientes:

♣ Lugar de Procedencia	: Porcón.
♣ Distrito	: Cajamarca.
♣ Provincia	: Cajamarca.
♣ Altitud	: 3,750 m.s.n.m.
♣ N° semillas x Kg.	: 28,000.
♣ % Pureza	: 95.0% – 99.0%.

- ♣ % Germinación : 80.0% - 90.0%.
- ♣ Peso de 1000 Semillas : 35.72.
- ♣ Rango de Adaptación : 1,600 a 3,600 msnm.

2.5. FACTORES ESTUDIADOS

Cuadro 03: Dosis de Inoculación y Especies de Hongos Micorrícicos estudiados. Vilcashuamán a 3,415 m.s.n.m. Ayacucho 2012.

DOSIS	DOSIS 1 (50 ml/ Planta)		DOSIS 2 (25 ml/ Planta)
	m1	m2	m3
ESPECIE HONGO MICORRÍCICO	<i>Rhizopogón luteolus.</i>	<i>Scleroderma sp.</i>	<i>Suillus spp.</i>

A. DOSIS DE INÓCULO (D)

Las dosis de inoculación estudiados en el presente trabajo fueron los siguientes:

- ✓ Dosis1 = 50 ml. / Planta.
- ✓ Dosis 2 = 25 ml. / Planta.

B. ESPECIE DE HONGOS MICORRÍCICOS (M)

Las especies de hongos micorrícicos estudiados en el presente trabajo fueron las siguientes:

- ✓ m1 = *Rhizopogón luteolus.*
- ✓ m2 = *Scleroderma sp.*
- ✓ m3 = *Suillus sp.*

2.6. TRATAMIENTOS

El cuadro siguiente muestra la Combinación de las dosis de inoculación y las especies de hongos micorrícicos de los tratamientos conjuntamente con el testigo para la producción de *Pinus radiata*. Vilcashuamán 3,415 m.s.n.m. Ayacucho 2012.

Cuadro 04 Combinación de las dosis de inoculación y las especies de hongos micorrícicos de los tratamientos. Vilcashuamán, 3,415 m.s.n.m. Ayacucho 2012.

TRATAMIENTO	COMBINACIÓN	DESCRIPCIÓN
T1	d1m1	1 dosis / <i>Rhizopogón luteolus</i> .
T2	d1m2	1 dosis / <i>Scleroderma sp.</i>
T3	d1m3	1 dosis / <i>Suillus sp.</i>
T4	d2m1	2 dosis / <i>Rhizopogón luteolus</i> .
T5	d2m2	2 dosis / <i>Scleroderma sp.</i>
T6	d2m3	2 dosis / <i>Suillus sp.</i>

2.7. DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANALISIS ESTADISTICO

El experimento se condujo con el Diseño Bloque Completo Randomizado (DBCR) en 6 tratamientos, con arreglo factorial de 2D (Dosis) x 3M (Hongos Micorrícicos), con tres repeticiones.

Con los resultados de las variables evaluadas se realizaron los análisis de variancia (ANVA), la prueba de contraste Tukey y el análisis de regresión correspondiente, utilizando la metodología descrita por **Tineo (2002)**. Se hizo uso del Software SAS y de la hoja de cálculo Excel.

En cuanto al modelo aditivo lineal, a cada observación le corresponde una ecuación lineal de la siguiente forma:

$$Y_{ijk} = U + \beta_k + \delta_i + \alpha_j + (\delta\alpha)_{ij} + \epsilon_{ijk}$$

Dónde:

- Y_{ijk} = Observación cualquiera en la unidad experimental.
- U = Promedio General.
- β_k = Efecto del k-ésimo bloque o repetición.
- δ_i = Efecto del i-ésimo dosis de micorrización.
- α_j = Efecto del j-ésimo especie de hongo micorrícico.
- $(\delta\alpha)_{ij}$ = Efecto de la interacción entre el i-ésimo dosis de micorrización y el j-ésimo especie de hongo micorrícico.
- ϵ_{ijk} = Efecto del error aleatorio.

Alcance de los subíndices:

$i = 1, 2$ (Niveles del factor dosis de micorrización)

$j = 1, 2, 3$ (Niveles del factor especie de hongo micorrícico)

$k = 1, 2, 3$, (Número de repetición)

2.8. CARACTERISTICAS DEL CAMPO EXPERIMENTAL

BLOQUES:

- Número de bloques : 3
- Ancho de bloques : 1.08 m
- Largo de bloques : 7.56 m
- Área total del bloque : 8.16 m²
- **Área total de bloques : 24.48 m²**

PARCELA EXPERIMENTAL:

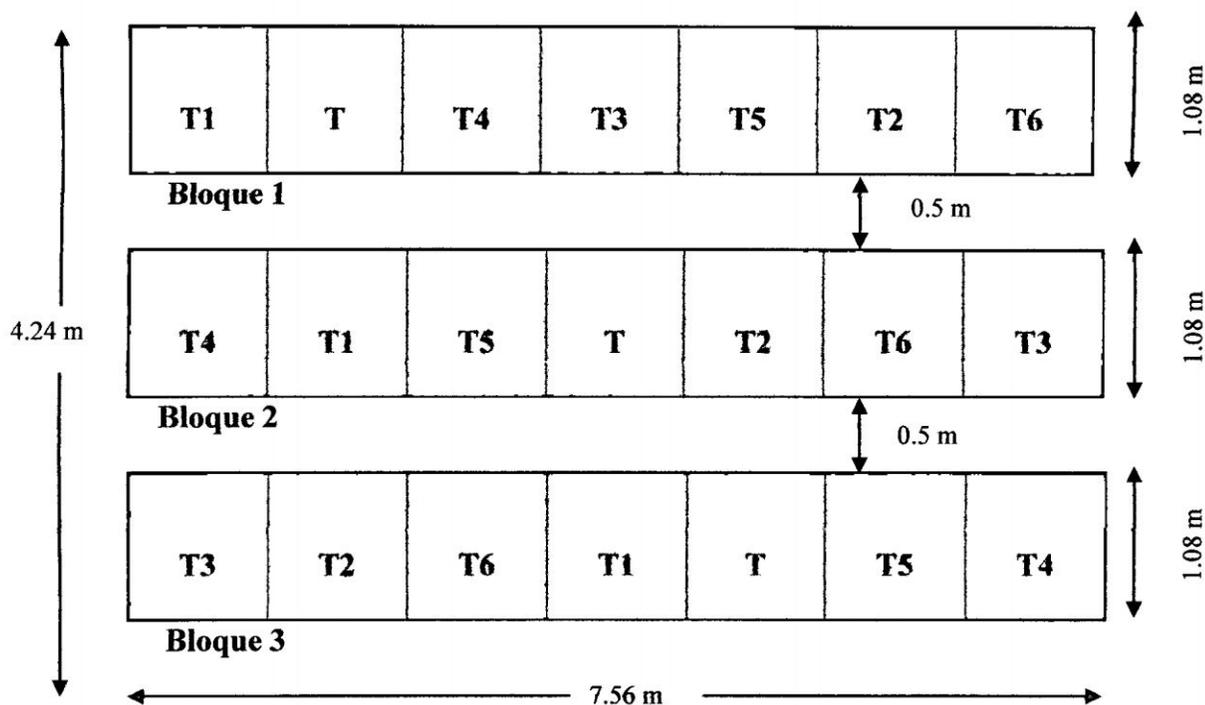
- Número de Parcelas por Bloque : 7.
- Número total de Parcelas : 21.
- Longitud de las Parcelas : 1.08 m.
- Ancho de las Parcelas : 1.08 m.
- Área de las Parcelas : 1.16 m².
- Número de embolsados por parcela : 196.
- Número de embolsados por bloque : 1,372.

CALLES:

- Largo de la Calle : 7.56 m.
- Ancho de la Calle : 0.50 m.
- Número Total de Calles : 2.
- **Área Total de Calles : 7.56 m².**

AREA TOTAL DEL EXPERIMENTO : 32.05 m²

2.9. CROQUIS Y RANDOMIZACION DE LOS TRATAMIENTOS.



2.10. VARIABLES EVALUADAS

2.10.1. DEL PINO

A.- ALTURA DEL PLANTÓN DE PINO

En la parcela experimental se evaluó mensualmente la altura desde el ápice de la planta, hasta el cuello de la raíz, para ello se tomaron al azar 10 plantones por cada tratamiento y por cada repetición.

B.- DIÁMETRO DEL TALLO DE PINO

En la parcela experimental se evaluó mensualmente el diámetro del cuello del tallo, utilizando un vernier, para ello se tomó al azar 10 plantones por cada tratamiento y por cada repetición.

C.- PORCENTAJE DE PLANTONES CON MICORRIZAS

Se determinó el porcentaje de plantas micorrizadas de acuerdo al número de plantas con micorrizas, para ello finalizado el experimento se evaluó al azar 10 plantones de pino por cada tratamiento y por cada repetición, los cuales se determinaron de acuerdo a la escala dada por **Tateishi (2003)**, citado por **Chávez, Pereira y Machuca (2005)**.

D.- COLOR DE LAS ACÍCULAS DEL PLANTÓN DE PINO

En la parcela experimental se determinó el color de las acículas, factor que determina el prendimiento de las micorrizas, siendo éstas de color verde oscuro, verde normal y/o verde amarillento, según se dé el caso. Este parámetro se evaluó una vez finalizado el experimento tomándose al azar 10 plantones de pino por cada tratamiento y por cada repetición.

E.- VIGOR DEL PLANTÓN DE PINO

En la parcela experimental una vez finalizado el experimento se evaluó el vigor de los plantones de pino en la escala de M = Malo, R = Regular, B = Buena y MB = Muy Buena, para ello se evaluaron al azar 10 plantones por cada tratamiento y por cada repetición.

2.10.2. DE LA MICORRIZA

A.- CANTIDAD DE MICORRIZAS POR PLANTÓN

En la parcela experimental se determinó la cantidad de micorrizas por planta, para ello finalizado el experimento se evaluó al azar 10 plantones de pino por cada tratamiento y por cada repetición, los cuales se determinaron de acuerdo a la escala de poca, regular y abundante, según sea el caso.

2.11. CONDUCCIÓN DEL EXPERIMENTO

2.11.1. PREPARACIÓN DEL TERRENO

Antes del inicio de la preparación del terreno, primero se realizó la verificación de la existencia del vivero forestal de Colpapampa, quien pertenece al Proyecto Forestación Vilcashuamán y con la ayuda del personal de la Agencia Agraria Vilcashuamán, se realizó la limpieza manual del terreno, eliminando arbustos, raíces, hierbas, escombros y cualquier otro material no aprovechable, que interfiera con el área del Vivero. Esta actividad se realizó del 04 al 08 de Enero del 2012.

2.11.2. ESTACADO Y DEMARCACIÓN DEL TERRENO

Una vez realizada la limpieza del terreno, se realizó el estacado y demarcación del terreno del vivero, de acuerdo al croquis del experimento utilizando yeso para el marcado; además de cordel, wincha y estacas de madera, con los que se procedió a demarcar las camas, las calles y los bloques. Esta actividad se realizó el 11 de Enero del 2012.

2.11.3. PREPARACIÓN DE CAMA DE ALMÁCIGO

Las camas de almacigo se construyeron sobre el nivel del suelo con madera corriente con distanciamientos de 2.5 m de largo x 1 m de ancho y una altura de 0.20 m. y con un techo de malla raschell, que permitieron colocar el sustrato y proteger al germinador de los rayos solares, también fue necesario darles una pendiente no mayor del 0.25%, para mantener un buen sistema de drenaje. Esta actividad se realizó del 12 al 13 de Enero del 2012.

2.11.4. PREPARACIÓN DE CAMAS DE REPIQUE

Esta actividad se realizó del 14 al 21 de Enero del 2012, donde se construyeron 3 camas de repique sobre el nivel del suelo con un ancho de 1.08 m y un largo de 7.56 m, haciendo un área total de 8.16 m² x cama, llegando a 24.48 m².

Las camas de repique es el lugar donde se colocaron las bolsas con sustrato, en nuestro experimento de investigación las camas fueron sobre el nivel del suelo, por lo que las bolsas de sustrato con plántulas estuvieron protegidas por estacas de madera de 2" de diámetro y 0.50 m de longitud, las que quedaron unidas mediante dos hiladas de alambre negro N° 16 por el perímetro de la cama. Esto con el fin de enfilearlas adecuadamente y con orden.

2.11.5. PREPARACIÓN DEL TINGLADO

Debido a que el experimento se encontraba en una zona de condiciones climatológicas desfavorables, se ha construido un tinglado para las camas de repique con rollizos de eucalipto y cobertura de malla rashell, que protegió a los plantones de los cambios bruscos de temperatura durante la noche y durante el día disminuyó la intensidad de la luz en un 65%.

Así mismo en todo el perímetro se colocaron malla arpillera color negro, esto para aumentar las condiciones de temperatura dentro del vivero, que facilitaron el crecimiento y desarrollo de los plantones de pino. Esta actividad se realizó del 22 al 31 de Enero del 2012.

2.11.6. PREPARACIÓN DE SUSTRATO

Para la preparación de sustrato se tuvieron en cuenta la preparación de 2 tipos de sustrato para almacigo y para repique, para ello en caso del sustrato para almacigado se utilizó solamente tierra negra y arena fina, en proporción 1 : 1: y para el repique se utilizó tierra negra, tierra agrícola y arena fina, en proporción 3:2:1. Para esta labor fue necesario pasar estos insumos por una zaranda acerada de $\frac{1}{2}$ " x $\frac{1}{2}$ ", que evito que partículas grandes, raíces y otros elementos extraños se mezclen con el sustrato e impidan la normal germinación y crecimiento de las plántulas en el almacigo y repique.

En ambos casos los insumos mencionados se mezclaron manualmente con palas cuchara, hasta obtener una mezcla homogénea. De igual manera estos sustratos fueron esterilizados o desinfectados con la finalidad de descartar el ataque de hongos, bacterias y otros.

Para ello se utilizó la técnica del agua caliente descrita por Villanueva (2010); llegándose a preparar 1.5 m³ de sustrato para almácigo y 5.0 m³ de sustrato para repique. Esta actividad se ejecutó del 1 al 5 de febrero del 2012.

2.11.7. ALMACIGADO DE SEMILLAS

Esta actividad se desarrolló el 6 de febrero del 2012, previamente se desinfectaron las semillas antes de sembrarlas, ello con la finalidad de evitar el taque de plagas y enfermedades, por ello antes de almacenar las semillas se desinfectaron con Vitavax a una dosis de 10gr./0.5 kg.

El almacenado se realizó a una densidad de 2000 semillas/ m² y el sistema de siembra utilizada fue al voleo combinando con un poco de arena fina. Posteriormente se tapó la semilla a razón de 3 veces al diámetro de la semilla, también se tuvo en cuenta el riego, el cual debe ser ligero y solamente con regadera, para evitar que las semillas se remuevan con la cantidad de agua. Se han almacenado 160 gr. de semilla de Pino.

2.11.8. EMBOLSADO DE SUSTRATO

El sustrato preparado fue llenado completamente en bolsas de polietileno de 5"x7"x0.002", sin compactar demasiado el sustrato, que se consiguió dando tres golpecitos con los dedos y varias sacudidas rápidas sobre el piso del suelo, obteniéndose un buen embolsado que mantenga la forma cilíndrica de la bolsa. Se han embolsado la cantidad de 4,116 embolsados. Esta actividad se desarrolló del 7 al 9 de Febrero del 2012.

2.11.9. RECOLECCIÓN DE HONGOS MICORRÍDICOS

Los hongos micorrícicos fueron recolectados de un bosque de pinos de la comunidad de Colpapampa, tal como lo mencionan **Campos y Arregui (2010)** en el caso de *Suillus*; y **Moreno, et al., (2005)** en el caso de *Rhizopogón* y *Scleroderma*. Donde se buscaron los carpóforos de *Suillus* y las glebas de *Rhizopogón* y *Scleroderma*. Posterior el material fúngico recolectado en campo fue trasladado a laboratorio, donde bajo condiciones de asepsia se diseccionaron los carpóforos extrayendo tejido inmediatamente por encima del himenio en el caso de *Suillus spp.* y en la zona central de la gleba en *Rhizopogón luteolus* y *Scleroderma sp.*

Seguidamente las especies de hongos seleccionadas fueron fragmentadas y trituradas en una licuadora manual con agua desionizada, de donde se obtuvo el "líquido madre" que es similar a una malteada de chocolate espesa.

2.11.10. MICORRIZACIÓN

La micorrización se realizó utilizando el “líquido madre” preparado con la técnica descrita por **Chávez, et al., (2009)**, la misma que indica realizar la micorrización y/o inoculación de plántulas de pinos al momento del repique.

Las especies de *Rhizopogón luteolus*, *Scleroderma sp* y *Suillus spp* fueron aplicadas a las plántulas de *Pinus radiata D. Don.*, tomando de la suspensión del inóculo esporal las dosis según correspondan para ser aplicados con jeringa en tres puntos alrededor de las plántulas, quedando éste en contacto directo con el sistema radicular de la plántula. Las dosis utilizadas en la micorrización fueron de 50 ml/planta, en la dosis 1, mientras que en la dosis 2 fue de 25 ml/planta.

2.11.11. REPICADO DE PLÁNTULAS DE PINO

El repicado se realizó cuando los cotiledones del pino emergieron del suelo y la raíz principal todavía no tenía raíces secundarias “Estado Fosforito”, debiendo regar primero la cama de almacigo para facilitar la extracción de las plántulas, las que fueron colocadas con cuidado en un recipiente, tratando de que las raíces no se aplasten, ni se dañen. El repicado consistió en hacer un hoyo en la parte central del sustrato contenido en el embolsado con la ayuda de un repicador; el hoyo debe ser de tamaño de longitud de la raíz.

Luego se colocaron en el hoyo las plántulas agarrándolas de los cotiledones para que sus raíces no se maltraten, procurando que no queden dobladas y si en caso que estas eran muy largas se les podaba para evitar que se doblen.

Al tiempo que las plántulas eran colocadas en el hoyo se realizaba también la micorrización con el "liquido madre", tal y como se describe en el ítem anterior. Finalmente se culminó con el llenado del hoyo con sustrato preparado, presionando ligeramente alrededor para no dejar vacíos en el interior.

2.11.12. RIEGO

La frecuencia y la cantidad de agua para el riego dependió del estado fisiológico de la planta, ya que en algunas etapas el requerimiento de humedad es menor que en el crecimiento inicial. El riego se realizó siempre en las primeras horas de la mañana. El riego en el almacigo fue solo con regadera y en las camas de repique se realizó con manguera, pero a manera de lluvia procurando no dañar las plántulas.

2.11.13. CONTROL DE PLAGAS Y ENFERMEDADES

El control de plagas y enfermedades se realizó utilizando métodos naturales y/o químicos como la aplicación de fungicidas e insecticidas de acuerdo a la presencia de las plagas y enfermedades en el vivero. En el presente estudio se utilizaron fungicidas e insecticidas tales como:

- Vitavax: Se utilizó al momento de la siembra en la cama de almacigo, para prevenir el ataque de los hongos que producen la chupadera del Pino. El mismo se aplicó en la cama de almacigo a una dosis de 20 ml / mochila fumigadora de 15 L.
- Ciperklin: Se utilizó al momento de la siembra en la cama de almacigo, para prevenir el ataque de grillos, que pueden dañar la semilla y la plántula al momento de la germinación del Pino. El mismo que se aplicó en la cama de almacigo a una dosis de 25 ml / mochila fumigadora de 15 L.

2.11.14. DESHIERBO

Se realizó para evitar la competencia de nutrientes y luz entre las plantas objetivo (Pinos) y las malas hierbas. Debiendo realizarse en forma permanente para evitar que las bolsas se llenen de hierbas.

CAPITULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 ALTURA DEL PLANTÓN DE PINO

Cuadro 05 Análisis de variancia de la altura del plantón de pino en las dos dosis y tres especies de hongos micorrícicos. Vilcashuamán 3,415 msnm.

F. Variación	GL	SC	CM	Fc	Pr>F
Bloque	2	0.5158	0.2579	1.103	0.363 ns
Dosis (D)	1	0.1820	0.182	0.778	0.394 ns
Especies (E)	2	6.9161	3.45805	14.791	<0.0005 **
Inter (D x E)	2	0.1844	0.0922	0.394	0.6825 ns
Factor VS Testigo	1	799.7978	799.7978	3420.86	<0.0001 **
Error	12	2.8057	0.2338083		
Total	20	810.4018			

C.V. = 1.95 %

El cuadro 05 muestra el ANVA de la altura del plantón de pino que alcanzó a los nueve meses después del repique. Se observa que no existe diferencia estadística entre las dosis de inoculación utilizadas, pero existe una alta significación estadística entre las especies, además los tratamientos con micorrizas superan al testigo.

El coeficiente de variación es un valor de alta precisión que nos proporciona buena confianza en los resultados.

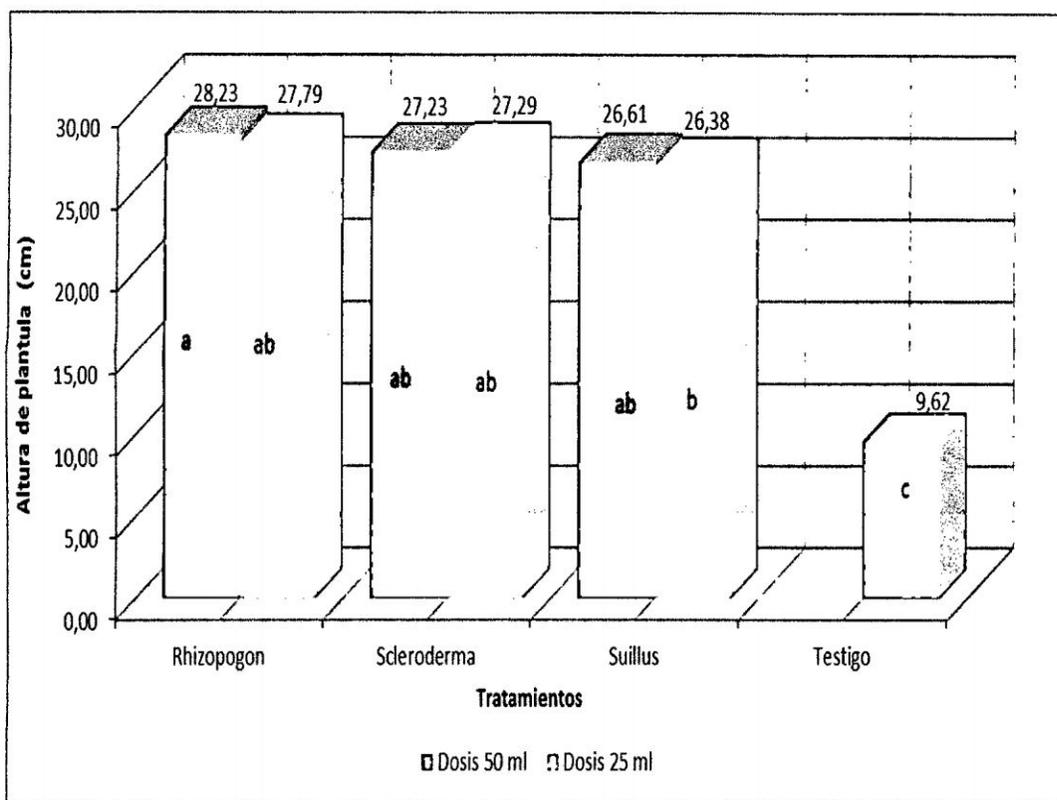


Grafico 02 Prueba de Duncan de la altura promedio del plantón de pino alcanzado a los nueve meses después del repique. Vilcashuamán. 3,415 msnm.

En relación al gráfico 02, muestra una gran respuesta de las especies micorrícicas frente al testigo que alcanzó una altura de 9.62 cm a los nueve meses después del repique. Se puede observar también que el tratamiento T1 (género *Rhizopogón* con la dosis de 50 ml), alcanza un valor de 28.23 cm, superando a los tratamientos que obtuvieron valores de T2 (27.79 cm), T3 (27.23 cm), T4 (27.29 cm), T5 (26.61 cm) y T6 (26.38 cm) respectivamente.

Gianinazzi (1991), señala que las ectomicorrizas al aumentar la capacidad de absorción de agua y nutrientes afectan el balance hormonal de las plantas hospederas como ácido abscísico, auxinas, citoquininas, giberelinas, vitaminas y compuestos volátiles. Estas hormonas ayudan a mejorar el crecimiento y desarrollo vegetal de las plantas, aumentando de esta manera en altura del tallo.

Lo antes citado coincide con los resultados obtenidos ya que los demás tratamientos como el T2 (27.23 cm); T3 (26.61 cm); T4 (27.29 cm); T5 (27.24 cm) y T6 (26.38) también superan al testigo significativamente, de ello concluimos que los plantones de pinos micorrizados muestran una modificación en el balance hormonal y por lo tanto presentan un mejor crecimiento en altura que los plantones no micorrizados (testigo).

Desde el punto de vista nutricional, el incremento en la absorción de P por parte de las plantas, genera mayor crecimiento tal como lo menciona **Duñabeitia (2005)**.

De los resultados obtenidos podemos mencionar que el género de *Rhizopogón* alcanza los mayores valores tanto en la dosis 1 y dosis 2 lo que concuerda con los resultados obtenidos por **Chávez, et al., (2009)**, utilizando varias especies fúngicas y varios métodos de micorrización, donde la especie *Rhizopogón luteolus* produjo efectos significativos en el

crecimiento en altura del *Pinus radiata* d. Don., alcanzando en condiciones de invernadero a los 11 meses de instalado las plántulas, alturas promedio de 30 cm a más, lo que demuestra la influencia positiva de la especie fúngica en el desarrollo aéreo de las plantas.

De igual manera se han encontrado resultados contradictorios, como los obtenidos por **Esquivel (1986)**, en los que se obtuvo una altura promedio de *Rhizopogón* valor de 14.1 cm, ello puede deberse a que no todos los hongos micorrícicos funcionan igual en un ambiente determinado, como tampoco una especie es la más efectiva en todos los ambientes; por ello es fundamental conocer bien la biología de las especies fúngicas y sus exigencias ecológicas, para utilizar la más adecuada tal como lo menciona **Honrubia, et al., (1992)**.

En trabajos similares en producción de pino con suspensiones esporales de tres especies ectomicorrícicas: *Rhizopogón luteolus*, *Rhizopogón roseolus* y *Scleroderma citrinum*; **Duñabeitia (2004)** encontró que las plantas micorrizadas con *Rhizopogón luteolus* mostraron un crecimiento de su parte aérea significativamente mayor que las plantas no micorrizadas. No obstante, los tres hongos inducen un incremento significativo en comparación con las plantas no inoculadas, y mejoraban el estado fisiológico de las plantas de vivero: aumentando la actividad enzimática radical, incrementando el contenido en nutrientes, favoreciendo la fotosíntesis neta y mejorando la eficiencia en el uso del

agua. De lo que podemos aseverar que la variable altura se relaciona con la capacidad fotosintética y la superficie de transpiración de las plantas.

De los resultados obtenidos, se han hallado resultados similares en los trabajos de **Pera y Parladé (2005)**, en los géneros de *Scleroderma* y *Suillus*, donde se ha obtenido alturas promedio de 17.8 cm. y 18.3 cm, respectivamente ello en condiciones de invernadero a un periodo de evaluación de 6 meses, lo que coincide con nuestros resultados en *Scleroderma* (27.23 y 27.29 cm.) y *Suillus* (26.61 y 26.38 cm.), esto en condiciones de vivero a un periodo de evaluación de 9 meses.

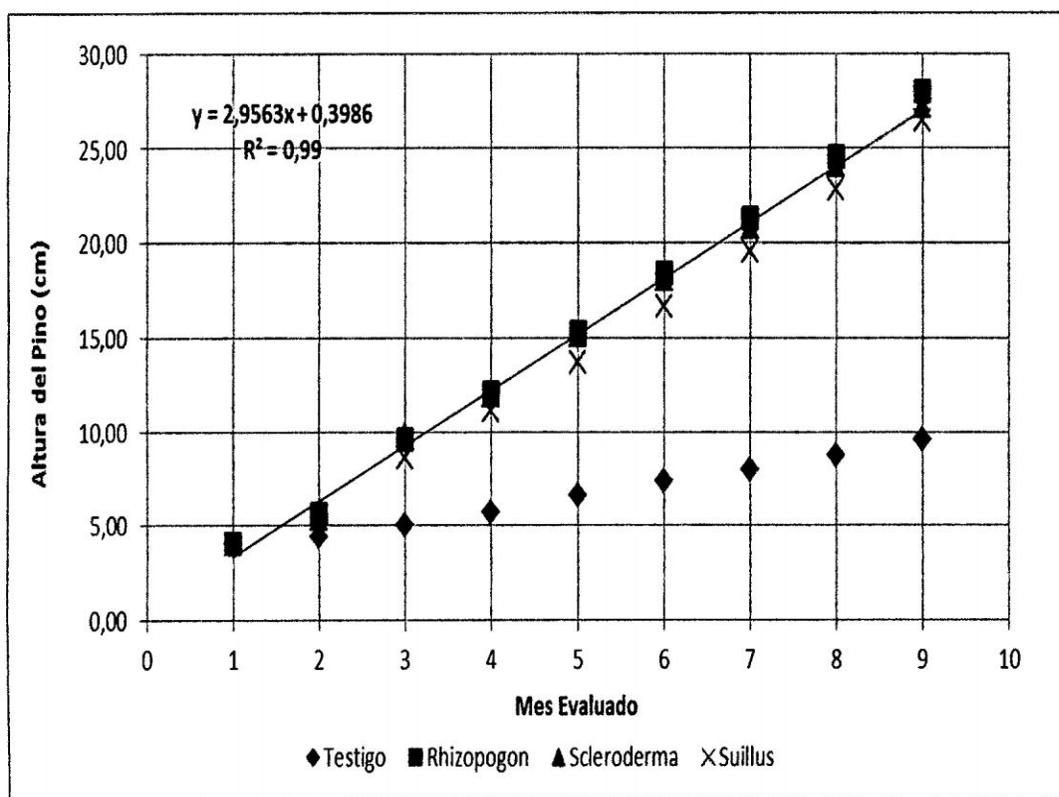


Grafico 03 Tendencia mensual (marzo a noviembre) de la altura de plantones de pino con tres hongos micorrícicos en la dosis media. Vilcashuamán 3,415 msnm.

En el Grafico 03 observamos la tendencia lineal mensual del crecimiento del pino con alta correlación positiva, esta se nota claramente con una mayor respuesta con el género *Rhizopogón*, superando a los dos géneros en evaluación. La ecuación mostrada nos explica que por cada mes existe un crecimiento de 2.956 cm.

El testigo sin inoculación de ningún tipo de especies micorrícicas muestra un menor crecimiento por debajo de los tres géneros de hongos micorrícicos, estos resultados nos muestran claramente la gran importancia de la inoculación de las micorrizas en el desarrollo del pino y su posterior adaptación y vigor frente a la presión del medio ambiente de la región andina. La concentración de microorganismos en el nivel medio es el más adecuado en vista de que con esta concentración se alcanza una mayor altura con un valor de 28 cm a los 9 meses después del repique.

Se ha determinado que existe correlación entre la altura al momento de plantación y la supervivencia y el crecimiento años después en varias especies. Por ello es preferible considerar que la planta seleccionada en vivero tenga la altura que le permita competir y desarrollarse en campo. Así estudios realizados por **PRONAMACHCS (1998)** y **CENFOR (2006)**, indican que los plantones de *Pinus radiata D. Don.*, producidas en contenedores o bolsas de polietileno, deben tener una altura de planta entre 20 a 35 cm, para poder llevar al campo

definitivo para su plantación, en el presente estudio se alcanzó una altura de planta de más de 20 cm a los 7 meses, con el género *Rhizopogón*, lo que nos indica que las ectomicorrizas ayudan en el crecimiento de altura de los plantones de pinos micorrizados, superando a ambos autores que alcanzan esas alturas a los 12 meses y 10 meses respectivamente. Claro que para llevarlos a campo definitivo hay que tener en cuenta otros atributos morfológicos tales como diámetro del tallo, vigor, etc.

3.2 DIÁMETRO DEL TALLO DE PINO

Cuadro 06 Análisis de variancia del diámetro del plantón de pino en las dos dosis y tres especies de hongos micorrícicos. Vilcashuamán 3,415 msnm.

F. Variación	GL	SC	CM	Fc	Pr>F
Bloque	2	0.00058	0.00029	1.102	0.363 *
Dosis (D)	1	0.00035	0.00035	1.33	0.271 ns
Especies (E)	2	0.02601	0.013005	49.44	<0.0001 **
Inter (D x E)	2	0.00047	0.00023	0.893	0.434 ns
Factor VS Testigo	1	0.10402	0.10402	395.51	<0.0001 **
Error	12	0.00315	0.00026		
Total	20	0.13458			

C.V. = 3.53 %

El análisis de variancia del diámetro del tallo del pino en el Cuadro 06 muestra alta significación estadística para el efecto principal para las diferentes especies en forma independiente, no existe significación para la dosis, tampoco para la interacción de dosis por especies, además se observa alta diferencia estadística de los tratamientos del factorial mostrándose superior en el diámetro del pino frente al testigo.

El coeficiente de variación muestra un valor de buena precisión en las repeticiones que lo hacen muy confiable los resultados obtenidos.

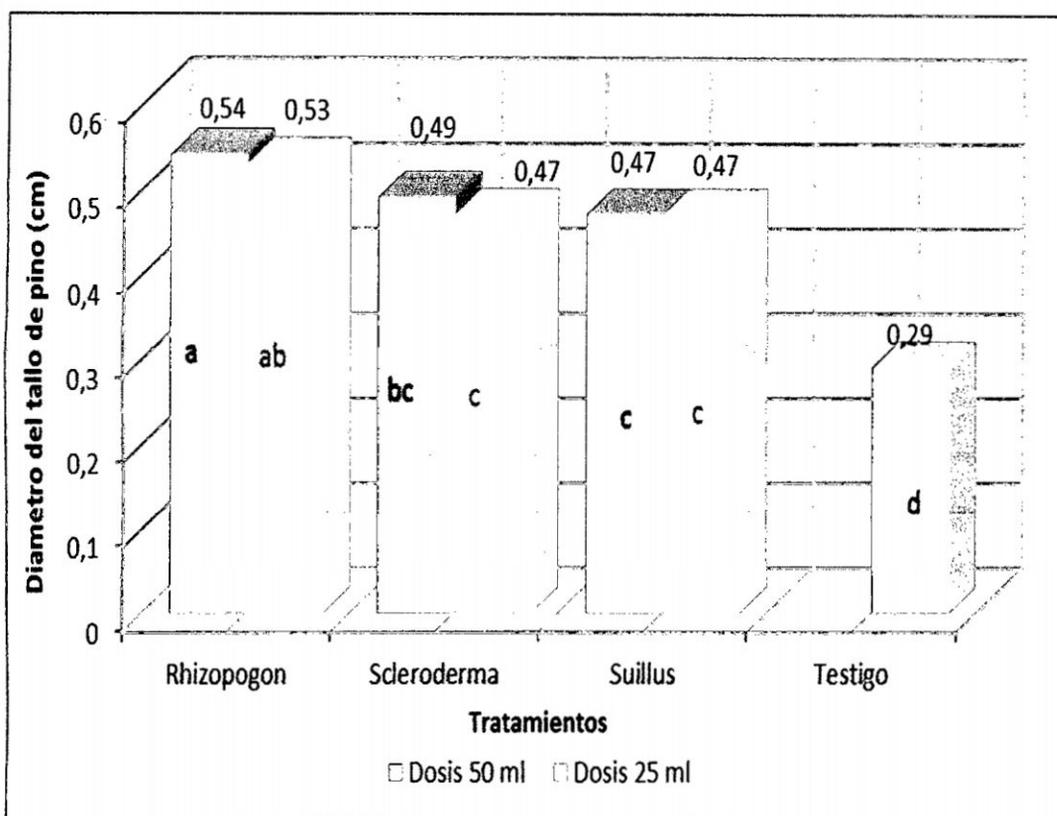


Grafico 04 Prueba de Duncan del diámetro del tallo de plántones de pino alcanzado a los nueve meses después del repique. Vilcashuamán 3,415 msnm.

El Grafico 04 muestra una buena respuesta de las especies micorrízicas frente al testigo sin inoculación que alcanzo un diámetro de 0.29 cm que comparado con el mejor tratamiento a los nueve meses después del repique es más casi el doble del diámetro.

El género *Rhizopogón* supera estadísticamente con un diámetro de 0.54 cm a los demás géneros de micorrizas. La mayor concentración de

micorrizas (50 ml) favorece a un mayor desarrollo del diámetro sin diferencia estadística. El diámetro del tallo, el cual presentó poca diferencia entre los tratamientos inoculados T1 (0.54 cm); T2 (0.49); T3, T5 y T6 (0.47 cm) y T4 (0.53 cm), sin embargo, al comparar con las plantas testigo éstas mostraron un tallo más delgado, que además indicó diferencia estadísticamente significativa (Grafico 04).

Así mismo los resultados concuerdan con los obtenidos por **Chávez, et al., (2009)**, utilizando varias especies fúngicas y varios métodos de micorrización, donde la especie *Rhizopogón luteolus* produjo efectos significativos en el crecimiento del diámetro a la altura del cuello del *Pinus radiata D. Don.*, alcanzando a los 11 meses en condiciones de invernadero diámetros promedio de 0.45 cm a más, lo que demuestra la influencia positiva de la especie fúngica en el diámetro de las plantas.

De igual manera se han hallado resultados similares en las especies de *Scleroderma* y *Suillus* tal como menciona **Pera y Parladé (2005)**, donde se han obtenido diámetros promedio de 0.38 cm. y 0.35 cm, respectivamente ello en condiciones de invernadero a un periodo de evaluación de 6 meses, lo que coincide con nuestros resultados en *Scleroderma* (0.48 cm.) y *Suillus* (0.44 cm.), esto en condiciones de vivero a un periodo de evaluación de 9 meses.

De los resultados obtenidos, podemos mencionar que los diámetros del tallo de la especie *Rhizopogón* (0.54 cm) los mismos que son superiores a los resultados obtenidos por **Esquivel (1986)**, en los cuales se obtuvieron un diámetro a la altura del cuello promedio de *Rhizopogón* valor de 0.32 cm. La medición de esta variable es importante porque se debe asegurar que la planta posea un buen tallo para su sostenimiento y lograr su supervivencia a la hora de trasladarla del vivero al campo definitivo.

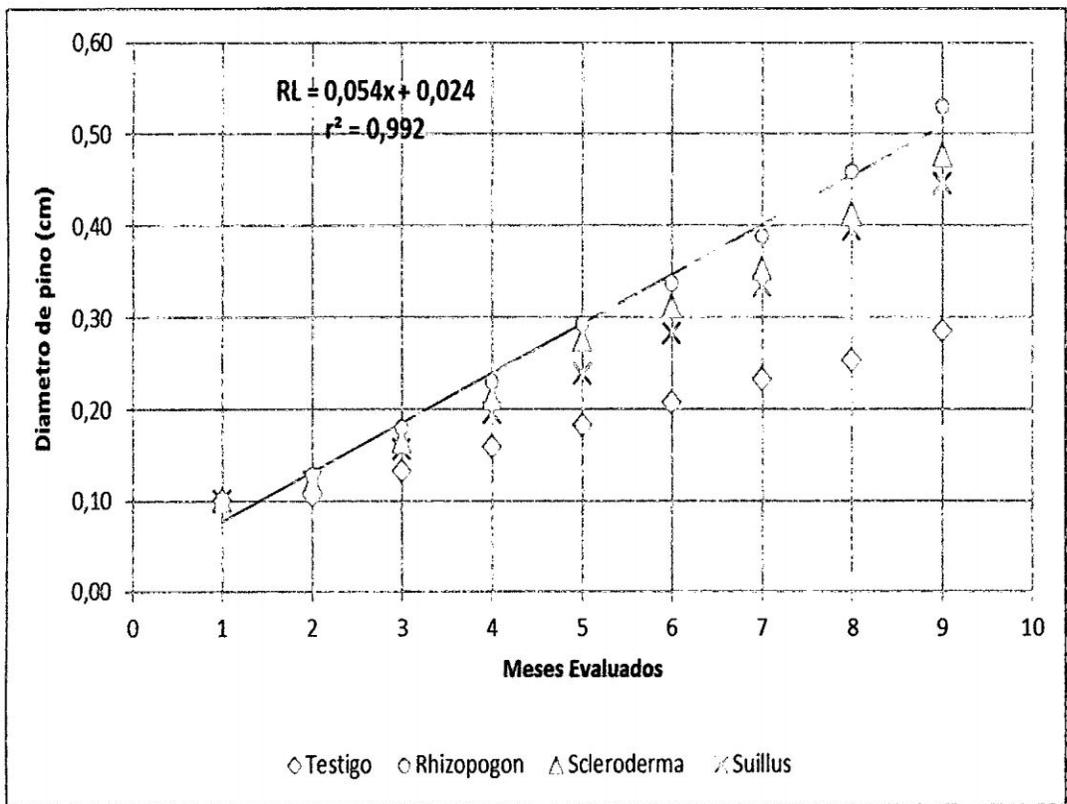


Gráfico 05 Tendencia mensual (marzo a noviembre) del diámetro de plantones de pino con tres hongos micorrícicos en la dosis media. Vilcashuamán 3,415 msnm.

El Grafico 06 muestra la tendencia mensual lineal del diámetro de tallo de pino en la dosis promedio de concentración donde la especie de *Rhizopogón luteolus* es la que muestra una mayor respuesta en el diámetro de tallo. El testigo sin micorriza está por debajo de las tres especies evaluadas. Esta tendencia nos muestra cuán importante es la inoculación de la micorriza por la precocidad que alcanzan a los nueve meses fecha en la que se puede llevar a campo definitivo por las condiciones óptimas de la plántula que comparado con el testigo, que al mismo periodo alcanza 0.29 cm de diámetro y necesita más tiempo para engrosar el tallo.

El diámetro del tallo define la robustez y se asocia con el vigor de las plantas; así mismo es indicador de la resistencia mecánica y de la capacidad que tiene para tolerar temperaturas extremas en la superficie del suelo. Plantas con diámetro mayor o igual a 0.44 cm, soportan daños causados por animales e insectos y están mejor aisladas del calor en comparación con las de diámetro menor. **Quiroz, et al., (2012).**

Por el contrario estudios realizados por **PRONAMACHCS (1998)** y **CENFOR (2006)**, indican que los plantones de *Pinus radiata D. Don.*, producidas en bolsas de polietileno, deben tener un diámetro a la altura del cuello mayores a 0.35 cm, para poder llevar al campo definitivo para su plantación, en el presente estudio se alcanzó un diámetro a la altura del cuello de más de 35 cm a los 7 meses, con el género *Rhizopogón*, lo

que nos indica que las ectomicorrizas ayudan en el desarrollo del tallo de los plántones de pinos micorrizados, superando a ambos trabajos que alcanzan esas alturas a los 12 meses y 10 meses respectivamente.

3.3 PORCENTAJE DE PLANTONES CON MICORRIZAS

En el cuadro 07 se presentan los resultados del porcentaje de micorrización logrado por las plantas de *Pinus radiata* D. Don., las cuales fueron evaluadas de acuerdo a la clasificación dada por Tateishi (2003), citado por Chávez, et al., (2005), se considera en general de medio a alto ya que las categorías de colonización son: 1 = Ninguna; 2 = Baja (1% - 25%); 3 = Media (26% - 75%) y 4 = Alta (76% al 100%).

La obtención de resultados positivos de micorrización con las tres especies de hongos micorrícicos introducidas confirma la compatibilidad de las mismas para la formación de ectomicorrizas con *Pinus radiata* D. Don., así como la efectividad en mayor o menor medida de las técnicas aplicadas. Si bien nuestros resultados han sido óptimos en las tres especies fúngicas y dosis aplicadas, no concuerdan con los datos obtenidos por Carrillo (2000) y Pera, et al., (1998), quienes hallaron porcentajes de micorrización menores a 60%, bajo condiciones similares.

Cuadro 07 Características de Desarrollo de la Parte Aérea y Radicular de plantas de *Pinus Radiata D. Don.* En los diferentes tratamientos. Vilcashuamán 3,415 msnm.

TRATAMIENTO	PARTE AÉREA					PARTE RADICULAR	
	ALTURA (Cm.)	DIÁMETRO (Cm.)	VIGOR	COLOR	% DE PLANTAS CON MICORRIZAS	CANTIDAD DE MICORRIZAS	
T1	28.23	0.54	Buena	Verde Oscuro	100.00	Abundante	
T2	27.23	0.49	Buena	Verde Oscuro	100.00	Abundante	
T3	26.61	0.47	Buena	Verde Oscuro	100.00	Abundante	
T4	27.79	0.53	Buena	Verde Oscuro	100.00	Abundante	
T5	27.29	0.47	Buena	Verde Oscuro	100.00	Abundante	
T6	26.38	0.47	Buena	Verde Oscuro	100.00	Abundante	
TESTIGO	9.62	0.29	Regular	Verde Amarillento	0.00	Nula	

Dónde:

T1: *Rhizopogón luteolus* (50 ml)

T2: *Escleroderma sp.* (50ml)

T3: *Suillus sp.* (50 ml)

T4: *Rhizopogón luteolus* (25 ml)

T5: *Escleroderma sp.* (25 ml)

T6: *Suillus sp.* (25 ml)

Esquivel (1986) ha encontrado resultados óptimos de micorrización con géneros como *Boletus* y *Cyathus*, más no así, con el género *Rhizopogón* donde solo obtuvo un 25%, esto hace entender que una adecuada selección de las especies de hongos micorrícicos como simbiontes y su posterior manipulación, tanto en laboratorio como en vivero, pueden ser aspectos claves para lograr con éxito el establecimiento de muchas especies vegetales en campo.

El fenómeno de especificidad es importante, ya que los hongos ectomicorrícicos presentan diferencias en lo referente al número de hospederos con los que pueden asociarse. Cabe señalar que los hongos de hábito epigeo tienen un in ter va lo más amplio de hospederos, en comparación con los de hábito hipogeo.

3.4 COLOR DE LAS ACÍCULAS DEL PLANTÓN DE PINO

En el cuadro 07 se presentan los resultados del color de las acículas de los plantones de *Pinus radiata* D. Don., las cuales fueron evaluadas de acuerdo a la clasificación citada por **Esquivel (1986)**, con las categorías de VA = Verde Amarillento; VN = Verde Normal y VO = Verde Oscuro.

En el presente trabajo se han obtenido resultados de Verde oscuro en todos los tratamientos con inoculación de hongos micorrícicos, y para el testigo el resultado fue de Verde amarillento, lo que concuerda con los

resultados obtenidos por **Esquivel (1986)** y **Rincón (1998)** que manifiesta que la inoculación con hongos ectomicorrícicos ayuda a absorber nutrientes como el N, evitando formar plantones cloróticos (color verde amarillento de las acículas).

3.5 VIGOR DE LOS PLANTONES DE PINO

En el cuadro 07 se presentan los resultados del vigor de los plantones de *Pinus radiata* D. Don., las mismas que fueron evaluadas de acuerdo a la clasificación citada por **Esquivel (1986)**, de acuerdo a las categorías de M = Malo, R = Regular, B = Buena y MB = Muy Buena.

En el presente trabajo se han obtenido resultados de MB = Muy Buena en todos los tratamientos con inoculación de hongos micorrícicos, y para el testigo el resultado fue de R = Regular, lo que concuerda con los resultados obtenidos por **Carrillo (2000)**, quien manifiesta que esto se debe a que las plantas micorrizadas multiplican por tres la eficiencia en las actividades enzimáticas, con respecto a las plantas sin micorrizar.

Dicho de otra manera la planta micorrizada es más competitiva en un mismo medio que la planta sin micorrizar, manifestándose claramente en la mayor capacidad de crecimiento, vigor y sanidad que poseen, además de que tienen mayor tolerancia en condiciones adversas como lo están las plantas en los estados iniciales de crecimiento en el campo

definitivo, garantizando de esta manera el establecimiento de una plantación con excelente rentabilidad.

3.6 CANTIDAD DE MICORRIZAS POR PLANTÓN

En el cuadro 07 se presentan los resultados del vigor de los plantones de *Pinus radiata* D. Don., las mismas que fueron evaluadas de acuerdo a la clasificación citada por **Esquivel (1986)**, de acuerdo a las categorías de 0 = Nula, 1 = Poca, 2 = Regular y 3 = Abundante. En el presente trabajo se han obtenido resultados de 3 = Abundante en todos los tratamientos con inoculación de hongos micorrícicos, y para el testigo el resultado fue de 0 = Nulo, lo que concuerda con los resultados obtenidos por **Esquivel (1986)**.

Estos resultados demuestran que la efectividad de la inoculación en condiciones de producción de planta en vivero no depende únicamente de la capacidad simbiótica del hongo ectomicorrícico seleccionado, sino que también desempeña un papel importante la calidad y la viabilidad del inóculo producido, así como su capacidad para sobrevivir durante el período comprendido entre la inoculación y la formación de micorrizas. El inóculo de un hongo micorrícico, aun siendo capaz de formar ectomicorrizas en condiciones axénicas, puede fallar totalmente al ser aplicado en vivero.

La utilización de suspensiones miceliarias en prácticas de inoculación en vivero es recomendable, siempre y cuando se establezcan las dosis óptimas de aplicación. Se han realizado estudios para determinar las concentraciones de suspensión miceliar óptimas para la capacidad de colonización de las esporas donde se estudió el crecimiento de los plantones de distintas especies forestales en condiciones de vivero, probándose dosis de aplicación de 10 ml hasta 100 ml de concentrado por cada plántula, determinando que para las especies de hongos estudiadas las concentraciones varían entre 20 ml a 50 ml. Las cuales no han tenido mayor significación en el presente trabajo. **Pera y Parladé (2005)**.

La inoculación con suspensiones miceliarias presenta muchas ventajas frente a otros tipos de inóculos. Puede ser introducido en cualquier estadio de la producción de la planta, cuando el desarrollo del sistema radical presenta ya las raíces receptivas a la micorrización, es más rápido y manejable de producir y de aplicar que otros tipos de inóculo y sobre todo, por su uso potencial en la inoculación a media-gran escala en condiciones de vivero.

Pero tal como menciona **Honrubia, et al., (1992)**, tiene algunas desventajas como sucede con otros métodos de inoculación, no todos los hongos pueden ser inoculados de manera efectiva con este método.

El inóculo no está libre de otros organismos, pero en años de experiencia con este tipo de inóculo, no se ha encontrado ningún efecto dañino en las plantas que han sido tratadas. Los cuerpos reproductores usados para la preparación de la suspensión sólo están disponibles en ciertas épocas del año.

Trabajos realizados por **PRONAMACHCS (1998)** mencionan que las tres especies en estudio, pertenecientes a los géneros de *Rhizopogón*, *Scleroderma* y *Suillus*, son recurrentes en los bosques de *Pinus radiata D. Don.*, en la sierra del Perú, presentándose con mayor o menor abundancia dependiendo de las condiciones climáticas de los sitios. Estas especies son consideradas pioneras en el establecimiento de algunos sistemas boscosos, condición que les proporciona un alto potencial para ser consideradas en micorrización controlada.

Finalmente, los beneficios económicos se derivan de una mayor y más uniforme producción, una mayor rapidez de crecimiento y entrada en producción de las plantas, una mejor calidad de la cosecha y un ahorro en fertilizantes, riego y productos fitosanitarios.

CAPITULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De los resultados obtenidos del trabajo experimental en la localidad de Vilcashuamán se llega a las siguientes conclusiones:

4.1 Conclusiones

1. Los hongos micorrícicos de *Rhizopogón*, *Scleroderma* y *Suillus*, tienen un efecto en el crecimiento de plantones de Pino (*Pinus radiata* D. Don.). en condiciones de vivero.

2. Los niveles de dosis de inóculo preparado, aplicadas a las plántulas de pino en 25 y 50 ml., no tuvieron respuesta significativa en las variables de altura, diámetro y porcentaje de micorrización.

3. La especie de *Rhizopogón luteolus* a una dosis de 50 ml, es la que alcanza los mejores resultados en altura (28.23 cm) y en diámetro (0.54 cm) en comparación a los demás tratamientos evaluados.
4. El efecto de la micorrización en plantas de pino se manifestó en el aumento considerable de los parámetros de altura, diámetro del tallo, porcentaje de micorrizas, color de acículas y vigor.

4.2 Recomendaciones

1. Recomendar como práctica obligatoria el proceso de micorrización en la producción de plántulas de *Pinus radiata* D. Don., en condiciones de vivero. De igual manera se recomienda micorrizar con los géneros de *Rhizopogón*, *Scleroderma* y *Suillus* por su efectividad y respuesta en la altura del tallo y el diámetro del pino.
2. En vista de la importancia que tienen estos hongos para la forestación es necesario seguir impulsado este campo de investigación en sus diferentes aspectos, ampliando este estudio a otras plantas forestales de importancia para Ayacucho.
3. Se recomienda que para la instalación en campo definitivo las plántulas deben tener una altura y un diámetro de tallo de 20 y 0.35 cm respectivamente.

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1. **CAMPOS, J. Y ARREGUI, A. 2010.** “Manual de buenas prácticas y Guía de Setas de Guadalajara”. Guadalajara – México. 207 Pág. 140-142 pp.
2. **CARRILLO, C. 2000.** “Técnicas de micorrización en vivero con hongos ectomicorrícicos”. Centro Nacional de Mejora Forestal “EL SERRANILLO”. Guadalajara – España. 19 Pág. 1-16 pp.
3. **CENFOR (Centro Tecnológico de la Planta Forestal). 2006.** “Norma Chilena 2957”. Índice de Calidad de Plantones Forestales y Madera de las Especies de Pinos, Eucalipto y Raulí a Nivel de América latina. Concepción – Chile. 278 Pág.
4. **CHÁVEZ, M., PEREIRA, C. Y MACHUCA A., 2009.** “Efecto de tipos de inóculos de tres especies fúngicas en la micorrización controlada de plántulas de *Pinus radiata D. Don.*”. Artículo de la revista BOSQUE. Universidad de Concepción – Chile. pág. 4 – 9.
5. **CHUNG, P. 2005.** “Hongos micorrícicos comestibles. Opción productiva aplicada a las plantaciones forestales” Impreso por Instituto Forestal Chileno. Concepción – Chile. 55 Pág. 5 – 13 pp.
6. **DUÑABEITIA, M. 2004.** “Respuesta diferencial de las tres especies de hongos a los factores ambientales y su papel en la micorrización de *Pinus radiata D. Don.*” Tomo 6, pp. 248 - 253.

7. **DUÑABEITIA, M. 2005.** “Control de calidad en sistema de producción de *Pinus radiata* D. Don.” Trabajo Académico Universidad del País Vasco. Bilbao – España. 78 Pág. 12 – 56 pp.
8. **ESQUIVEL, R y MACKIE, F. 1988.** “Curso de Actualización en Nutrición y Alimentación Animal, Suelos, Rhizobiología, Micorrizas, Pastos y Forrajes, Maquinaria Agrícola y Riegos”. Programa de Pastos y Ganadería. UNSCH. 131 Pág. 54 – 61 pp.
9. **ESQUIVEL, R. 1986.** “Aislamiento de Hongos Micorríficos y su Efecto en el Crecimiento de *Pinus radiata* en Condición de Invernadero”. Tesis Biología – Microbiología. UNSCH. Ayacucho – Perú. 48 Pág. 1-38 pp.
10. **ESQUIVEL, R. 2008.** “Buenas Practicas Forestales: Utilización de Hongos Micorríficos en Pinos”. Impreso por la Dirección Regional Agraria Ayacucho. 12 Pág.
11. **FERNÁNDEZ, E. 2007.** “Sistemas Silvopastoriles establecidos con *Pinus radiata* D. Don. Y *Betula alba* L. en Galicia - Sumideros de Carbono”. Tesis Doctorado Universidad Santiago de Compostela. Galicia – España. 239 Pág. 14 – 15 pp.
12. **GALLOWAY, G. y BORGIO, G. 1983.** “Manual de Viveros Forestales en la Sierra Peruana”. Lima – Perú. Proyecto FAO/Holanda/INFOR. 123 p. 27-98 pp.

13. **GIANINAZZI, S. 1991.** "Fisiología de las micorrizas vesículo-arbusculares en: Fijación y Movilización biológica de Nutrientes". Vol. II, Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Madrid, Pág.175-202.
14. **HONRUBIA, M.; TORRES, P.; DÍAZ, G.; CANO, A. 1992.** "Manual para Micorrizar Plantas en Viveros Forestales". Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Proyecto LUCDEME VIII. 44 Pág.
15. **IBAÑEZ Y AGUIRRE. 1983.** "Manual de Prácticas de Fertilidad de Suelos". UNSCH. Ayacucho – Perú.
16. **JARA, F. 2003.** "Evaluación de Tres Especies Forrajeras Nativas Bajo una Plantación de Pino (*Pinus radiata d. Don.*) en el Cotilo, Provincia de Chimborazo". Tesis Ingeniero Forestal. Escuela Politécnica de Chimborazo. Riobamba – Ecuador. 60 Pág. 4 – 5 pp.
17. **MORENO, B., GÓMEZ, J. Y PULIDO, E. 2005.** "Tesoros de nuestros montes: Trufas de Andalucía". Edita Consejería del Medio Ambiente de Andalucía. Córdoba – España. 352 Pág. 259 – 261 pp.
18. **MUÑOZ, J. 2002.** "Setas: Como reconocer y clasificar los principales hongos de la península ibérica". Editorial Everest S.A. Madrid - España. 288 Pág.
19. **ONERN 1984.** Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales. Perfil Ambiental del Perú. Lima.
20. **PADILLA, M. 1978.** "Comparativo de 5 Hongos Micorríticos en Plántulas de *Pinus radiata D. Don.* en Cajamarca". CICAFOR Publicación N° 05. 30 Pág. 5 – 27 pp.

21. **PADILLA, S. 1984.** "Manual Silvo Agropecuario: Producción y Usos de Suelo y Agua" Tomo V. Impreso por la Junta de acuerdo de Cartagena – Comunidad Económica Europea - Universidad Nacional de Cajamarca. 385 Pág. 22 – 98 pp.
22. **PERA, J., ÁLVAREZ I. Y PARLADÉ J. 1998.** "Eficacia del Inoculo Miceliar de 17 Especies de Hongos Ectomicorrícos para la Micorrización controlada de: *Pinus Pinaster*, *Pinus Radiata* y *Pseudotsuga Menziesii*, en contenedor. Investigación Agrícola de Sistema de Recursos Forestales. Vol. 7 (1 y 2), Pág. 139 – 153.
23. **PERA. J. Y PARLADÉ, J. 2005.** "Inoculación Controlada con Hongos Ectomicorrícos en la Producción de Planta destinada a Repoblaciones Forestales". Investigación agraria del Sistema de Recurso Forestal Barcelona – España. Artículo de Pág. 419 – 433.
24. **PESSON, P. 1978.** "Ecología Forestal". Editorial Mundi-Prensa. Madrid – España. 393 Pág. 156 - 204 pp.
25. **PRONAMACHCS, 1998.** "Manual de Producción de Plantas Forestales en la Sierra Peruana". PROYECTO FEMAP (Forestería en Microcuencas Altoandinas del Perú). Cajamarca – Perú. 140 Pág. 38 – 87 pp.
26. **QUIROZ, I., GUTIÉRREZ, B. y GARCÍA, E. 2012.** "Bases para un Reglamento de Semillas y Plantas de Especies Forestales utilizadas en Chile". Centro Tecnológico de la Planta Forestal - Instituto Forestal. 74 Pág. 53 – 67 pp.

27. **RINCÓN A. 1998.** “Identificación y evaluación de hongos para la micorrización controlada de *Pinus pinea* L. producido en contenedor”. Tesis Doctoral. Universidad de Barcelona. 194 pp.
28. **RIQUELME, C. 2011.** “Estudio del Medio de Cultivo Melin – Norkrans (Mmn) para el Crecimiento de Hongos Ectomicorrízico *Rhizopogón roseolus* (Corda) Th. Fr. Tesis Biotecnología. Universidad San Sebastián. Concepción – Chile. 87 Pág. 5 – 16 pp.
29. **ROSAS, A. 2007.** “Agricultura Orgánica Práctica”. Editorial Grupo Agrovereda. Bogotá – Colombia. 5ta Edición 578 Pág. 143-156 pp.
30. **SANCHEZ, M. 1999.** “Endomicorrizas en Agroecosistemas Colombianos”. Departamento de Ciencias Básicas. Universidad Nacional de Colombia, sede Palmira. 227 Pág. 95-97 pp.
31. **TINEO, A 1997.** “El Análisis Funcional de la Variancia”. Oficina General de Investigación U.N.S.C.H. Ayacucho-Perú.
32. **TRUJILLO, E, 1992.** “Manejo de Semillas, Viveros y Plantación Inicial”. Centro de Estudios del Trabajo. Bogotá. Colombia. 152 Pág. 57 – 95 pp.
33. **VILLANUEVA, J. 2010.** “Desinfección de Suelos y Sustratos Agrícolas”. Universidad Autónoma de Chapingo – México. 1ra edición. 40 pág.
34. **VILLAR L. 1980.** “Acción de *Schizophillum sp.* en pinos (*Pinus radiata*) inoculadas al almacigo y repique en el vivero forestal de la Universidad Nacional de Cajamarca”. Tesis. Cajamarca – Perú. 106 Pág. 16-103 pp.

ANEXOS

ANEXO N° 01

CALCULOS DE CANTIDAD DE PLANTONES A PRODUCIR

PROYECTO : COMPARATIVO DE DOS DOSIS Y TRES ESPECIES DE HONGOS MICORRIZICOS EN EL CRECIMIENTO DE PLANTONES DE PINO.

LUGAR : VILCASHUAMÁN - AYACUCHO

FECHA : SETIEMBRE 2013.

ESPECIES	PLANTACION		CANTIDAD DE PLANTAS				CAMAS DE ALMACIGO			CAMAS DE REPIQUE		MEDIDAS DEL VIVERO		SUSTRATO PARA CAMAS DE REPIQUE (M3)				
	SUPERFICIE A PLANTAR (ha)	DENSIDAD TOTAL DE PLANTACION (Plantas/ha)	CANTIDAD TOTAL PLANTONES A PRODUCIR (plantones)	DENSIDAD EFECTIVA DE PLANTACION (Plantas/ha)	CANTIDAD EFECTIVA A PLANTAR (Plantas)	DENSIDAD (Plantulas/m2)	ANCHO	LARGO	DIMENSIONES DE CAMAS DE ALMACIGO	SUPERFICIE REQUERIDO (m2)	CANTIDAD DE CAMAS (1x2,5x2,5M2) 2,5	DENSIDAD (Plantones/m2)	SUPERFICIE REQUERIDO DE CAMAS (m2)	ANCHO	LARGO	VOLUMEN DE SUSTRATO POR PLANTA	VOLUMEN TOTAL DE SUSTRATO (+15%)	VOLUMEN DE SUSTRATOS
PINO	4	1111	4798,41	1100	4751	2000	1	2,50	2,50	2,50	1,00	196	24,48			0,00097	5,00	Tn = 3 Ta = 2 Af = 1
TOTAL	4,32		4.798,41		4.750,90		1	2,50	2,50	1,00			24,48				5,00	

ANEXO N° 02

CALCULO DE VOLUMEN DE SUSTRATO PARA UNA BOLSA DE POLIETILENO DE 5" x 10" X 0.002"

PROYECTO: COMPARATIVO DE DOS DOSIS Y TRES ESPECIES DE HONGOS MICORRICICOS EN EL CRECIMIENTO DE PLANTONES DE PINO EN VILCASHUAMÁN - AYACUCHO.

FECHA : SETIEMBRE 2013.

		Dimensiones de la bolsa	
		Pulgada	cm
Ancho de bolsa	a =	5	13
Altura de la bolsa	H =	7	18
Espesor de la bolsa	e =	0,002	0,0051

Cálculos

Circunferencia de la bolsa	C =	26		
Diámetro de la bolsa	D =	8,3	cm	0,083 m
Área de la circunferencia	A =	54,1	cm ²	0,0054 m ²
Altura de la bolsa	h =	18	cm	0,18 m
Volumen de sustrato	V =	973,800	cm ³	0,00097 m ³

Volumen de sustrato en una bolsa de 5" x 7" x 0.002" = 0,0009720 m³

Proporción de sustrato en una bolsa

Tierra Negra	Tn =	3	50	0,000486 m ³
Tierra agrícola	Ta =	2	33,3	0,000323676 m ³
Arena fina	Af =	1	16,7	0,000162324 m ³
		6	100	0,0009720

Proporción de sustrato en un m²

Cantidad de bolsas		196	bolsas/m ²	
Tierra Agrícola	Ta =	3	0,095256 m ³	0,095 m ³
Turba	Tu =	2	0,063440 m ³	0,063 m ³
Arena fina	Af =	1	0,031816 m ³	0,032 m ³

Volumen de sustrato por m² 0,19051 m³

Cálculo para 4288 plantas de Pino
Desperdicios 15%

Tipo de suelo	Proporción	Cantidad de Sustrato	15% + Por Desp
Tierra Agrícola	Ta = 3	2,08397 m ³	2,50076 m ³
Turba	Tu = 2	1,38792 m ³	1,66551 m ³
Arena fina	Af = 1	0,69605 m ³	0,83525 m ³
	6	4,16794 m³	5,00152 m⁵

ANEXO N° 03

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS

Partida	03.01.01	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL					
Rendimiento	m2/DIA	150,0000	EQ. 150,0000	Costo unitario directo por : m2		0,33611	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra							
0147010004	PEON	hh	2,0006	0,10670	3,00000	0,32010	
						0,32010	
Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5,00000	0,32010	0,01601	
						0,01601	
Partida	03.01.02	TRAZO Y REPLANTEO PARA VIVERO VOLANTE					
Rendimiento	m2/DIA	300,0000	EQ. 300,0000	Costo unitario directo por : m2		0,34650	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra							
0147010004	PEON	hh	4,0013	0,10670	3,00000	0,32010	
						0,32010	
Materiales							
0229060002	YESO EN BOLSAS DE 25 kg	bis		0,00240	7,00000	0,01680	
						0,01680	
Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3,00000	0,32010	0,00960	
						0,00960	
Partida	03.02.01	CONSTRUCCION DE CAMAS DE ALMACIGO					
Rendimiento	m2/DIA	8,0000	EQ. 8,0000	Costo unitario directo por : m2		3,32100	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra							
0147010004	PEON	hh	1,0000	1,00000	3,00000	3,00000	
						3,00000	
Materiales							
0298010180	Flexometro	u		0,01100	21,00000	0,23100	
						0,23100	
Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3,00000	3,00000	0,09000	
						0,09000	
Partida	03.03.01	CONSTRUCCION DE CAMAS DE REPIQUE					
Rendimiento	m2/DIA	20,0000	EQ. 20,0000	Costo unitario directo por : m2		3,26745	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra							
0147010004	PEON	hh	2,0000	0,80000	3,00000	2,40000	
						2,40000	
Materiales							
0202000010	ALAMBRE NEGRO # 16	kg		0,11990	5,50000	0,65945	
0203020004	ACERO CORRUGADO 1/2"	kg		0,01400	5,00000	0,07000	
0265000108	FIERRO DE CONSTRUCCIÓN DE 1/2" X 9 m	u		0,00200	33,00000	0,06600	
						0,79545	
Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3,00000	2,40000	0,07200	
						0,07200	
Partida	03.04.01	CONSTRUCCION DE TINGLADO PARA CAMAS DE ALMACIGADO.					
Rendimiento	m2/DIA	5,0000	EQ. 5,0000	Costo unitario directo por : m2		8,26744	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra							
0147010004	PEON	hh	1,000	1,60016	3,00000	4,80048	
						4,80048	
Materiales							
0202000010	ALAMBRE NEGRO # 16	kg		0,03490	5,50000	0,19195	
0246030073	MALLA RASHELL 65% DE LUZ	rl		0,00300	750,00000	2,25000	
0265900014	ALAMBRE GALVANIZADO # 12	kg		0,03200	8,00000	0,25600	
0298010184	ARPILLERA	m2		0,25000	2,50000	0,62500	
						3,3295	
Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3,00000	4,80048	0,14401	
						0,14401	

Partida 03.04.02

CONSTRUCCION DE TINGLADO PARA CAMAS DE REPIQUE

Rendimiento m2/DIA 8,0000 EQ. 8,0000 Costo unitario directo por : m2 6,69090

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0147010004	PEON	hh	1,0000	1,00000	3,00000	3,00000
3,00000						
Materiales						
0202010022	CLAVOS DE MADERA 4"	kg		0,01400	5,50000	0,07700
0246030073	MALLA RASHELL 65% DE LUZ	rlf		0,00312	750,00000	2,34000
0252040009	ROLLIZOS DE EUCALIPTO DE 4" X 2.0 M	u		0,10000	4,96000	0,49600
0265900014	ALAMBRE GALVANIZADO # 12	kg		0,02750	8,00000	0,22000
0298010183	RAFIA CONO DE 1.0 KG PARA COCER	u		0,00650	15,00000	0,09750
0298010213	THINER	gal		0,00530	18,00000	0,09540
0298010214	PINTURA ESMALTE	gal		0,00530	36,00000	0,19080
0298010216	NYLON DE PESCAR	m		0,42100	0,20000	0,08420
3,60090						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3,00000	3,00000	0,09000
0,09000						

Partida 03.05.01

PROTECCIÓN DEL PERIMETRO DEL TINGLADO

Rendimiento m/DIA 50,0000 EQ. 50,0000 Costo unitario directo por : m 6,08640

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0147010004	PEON	hh	5,0000	0,80000	3,00000	2,40000
2,40000						
Materiales						
0252040009	ROLLIZOS DE EUCALIPTO DE 4" X 2.0 M	u		0,09000	4,96000	0,44640
0265900014	ALAMBRE GALVANIZADO # 12	kg		0,03100	8,00000	0,24800
0298010182	GRAPAS DE 2"	kg		0,03000	9,00000	0,27000
0298010183	RAFIA CONO DE 1.0 KG PARA COCER	u		0,01000	15,00000	0,15000
0298010184	ARPILLERA	m2		1,00000	2,50000	2,50000
3,61440						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3,00000	2,40000	0,07200
0,07200						

Partida 04.01.01

PREPARACIÓN DEL SUSTRATO PARA ALMACIGO

Rendimiento m3/DIA 4,0000 EQ. 4,0000 Costo unitario directo por : m3 71,87400

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0147010004	PEON	hh	0,8000	1,60000	3,00000	4,80000
4,80000						
Materiales						
0204000000	ARENA FINA	m3		0,33000	30,00000	9,90000
0204000008	TURBA Y/O TIERRA NEGRA	m3		0,67000	80,00000	53,60000
0230990119	PLASTICO DE POLIETILENO	m2		1,00000	2,50000	2,50000
0298010215	FORMOL COMERCIAL AL 40 %	L		0,31000	3,00000	0,93000
66,93000						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3,00000	4,80000	0,14400
0,14400						

Partida 04.01.03

PREPARACIÓN DEL SUSTRATO PARA REPIQ. DE PINO

Rendimiento m3/DIA 4,0000 EQ. 4,0000 Costo unitario directo por : m3 87,87940

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0147010004	PEON	hh	1,0000	2,00000	3,00000	6,00000
6,00000						
Materiales						
0204000000	ARENA FINA	m3		0,20400	30,00000	6,12000
0204000008	TURBA Y/O TIERRA NEGRA	m3		0,60000	80,00000	48,00000
0204000012	TIERRA AGRICOLA	m3		0,25000	45,00000	11,25000
0230990119	PLASTICO DE POLIETILENO	m2		0,70000	2,50000	1,75000
0246030075	MALLA PARA ZARANDA COCADA (1/4")	m2		0,04199	90,00000	3,77910
0298010215	FORMOL COMERCIAL AL 40 %	L		0,00010	3,00000	0,00030
70,89940						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3,00000	6,00000	0,18000
0,18000						
Subcontratos						
0402010004	FLETE DE TRANSPORTE DE TIERRA DE BOSQUE	vje		0,02000	540,00000	10,80000
10,80000						

Partida	04.02.02	ALMACIGO DE SEMILLAS DE PINO					33,31600
Rendimiento	m ² /DIA	20,0000	EQ. 20,0000	Costo unitario directo por : m ²			
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra							
0147010004	PEON	hh	1,0000	0,40000	3,00000	1,20000	
						1,20000	
Materiales							
0204000009	DESINFECTANTE DE SEMILLAS(BENOMILLO)	kg		0,02000	31,00000	0,62000	
0204000011	SEMILLA DE PINO	kg		0,14300	220,00000	31,46000	
						32,08000	
Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3,00000	1,20000	0,03600	
						0,03600	
Partida	04.03.01	EMBOLSADO DE SUSTRATO PARA REPIQ BOLS. POLIETIL. 5" x 7" x 0.02 mm					50,97491
Rendimiento	m ² /DIA	0,7000	EQ. 0,7000	Costo unitario directo por : mil			
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra							
0147010004	PEON	hh	1,000	11,42971	3,00000	34,28913	
						34,28913	
Materiales							
0230990118	BOLSAS DE POLIETILENO 5" X 7"	mil		1,00000	16,00000	16,00000	
						16,00000	
Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		2,00000	34,28913	0,68578	
						0,68578	
Partida	04.04.02	ENFILADO DE BOLSAS DE POLIETIL.5" X 7 X 0.02 MM.					8,16001
Rendimiento	m ² /DIA	3,0000	EQ. 3,0000	Costo unitario directo por : mil			
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra							
0147010004	PEON	hh	1,0000	2,66667	3,00000	8,00001	
						8,00001	
Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		2,00000	8,00001	0,16000	
						0,16000	
Partida	04.05.01	REPIQUE DE PLANTULAS DE PINO					24,89700
Rendimiento	m ² /DIA	0,8000	EQ. 0,8000	Costo unitario directo por : mil			
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra							
0147010004	PEON	hh	0,8000	8,00000	3,00000	24,00000	
						24,00000	
Materiales							
0230990106	INOCULO MICORRITO	g		0,03000	13,90000	0,41700	
						0,41700	
Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		2,00000	24,00000	0,48000	
						0,48000	
Partida	04.06.01	MANEJO Y CONTROL DE ENFERMEDADES FUNGOSAS EN CAMAS DE ALMACIGO.					74,06400
Rendimiento	Aplic./DIA	1,0000	EQ. 1,0000	Costo unitario directo por : Aplic.			
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra							
0147010004	PEON	hh	1,8000	14,40000	3,00000	43,20000	
						43,20000	
Materiales							
0230990117	FUNGICIDA	L.		0,25000	120,00000	30,00000	
						30,00000	
Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		2,00000	43,20000	0,86400	
						0,86400	
Partida	04.06.03	MANEJO Y CONTROL DE PLAGAS Y/O INSECTOS.					93,84000
Rendimiento	Aplic./DIA	1,0000	EQ. 1,0000	Costo unitario directo por : Aplic.			
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra							
0147010004	PEON	hh	1,7500	14,00000	3,00000	42,00000	
						42,00000	
Materiales							
0230990109	INSECTICIDA CIPERMETRINA	L		0,50000	70,00000	35,00000	
0230990115	ADHERENTE LISSOPOL	L		0,50000	32,00000	16,00000	
						51,00000	
Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		2,00000	42,00000	0,84000	
						0,84000	

Partida		04.06.07		MICORRIZACIÓN DE PLANTAS REPICADAS.			
Rendimiento	Aplic./DIA	1,000	EQ. 1,000	Costo unitario directo por : Aplic.		210,10860	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/	Parcial \$/	
Mano de Obra							
014701004	PEON	hh	1,7500	4,0000	3,00000	42,00000 42,00000	
Materiales							
0298010186	ESPORAS DE HONGO MICORRITICO	ml		12,0000	13,90000	166,80000 166,80000	
Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3,00000	42,00000	1,26000 1,26000	
Subcontratos							
0402010004	FLETE DE TRANSPORTE DE HONGOS DE BOSQU vje			0,00009	540,00000	0,04860 0,04860	
Partida		04.06.08		DESHIERBO EN LAS CAMAS DE REPIQUE.			
Rendimiento	mes/DIA	1,000	EQ. 1,000	Costo unitario directo por : mes		6.18	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/	Parcial \$/	
Mano de Obra							
0147010004	PEON	hh	1,0000	2,00000	3,00000	6,00000 6,00000	
Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3,00000	6,00000	0.18 0.18	
Partida		06.01		VIVERISTA(03)			
Rendimiento	mes/DIA	1,000	EQ. 1,000	Costo unitario directo por : mes		2.250,00000	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/	Parcial \$/	
Mano de Obra							
0147000037	VIVERISTA	gib		1,00000	2.250,00000	2.250,00000 2.250,00000	

ANEXO N° 04

COSTO DE PRODUCCIÓN

PROYECTO : COMPARATIVO DE DOS DOSIS Y TRES ESPECIES DE HONGOS MICORRIZICOS EN EL CRECIMIENTO DE PLANTONES DE PINO.
 LUGAR : VILCASHUAMÁN - AYACUCHO
 FECHA : SETIEMBRE 2013.

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	METRADO	Costo Unitario	Costo Parcial	TOTAL
01.00	CONSTRUCCION DE VIVEROS VOLANTES					471,57
01.01	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	m2	32,5	0,34	10,92	10,92
01.02	TRAZO Y REPLANTEO EN TERRENO NORMAL	m2	32,5	0,35	11,26	11,26
01.03	CONSTRUCCION DE CAMAS DE ALMACIGO	m2	2,5	3,32	8,30	8,30
01.04	CONSTRUCCION DE CAMAS DE REPIQUE	m2	24,48	3,27	79,99	79,99
01.05	CONSTRUCCION DE TINGLADO	m2	32,5	6,69	217,45	217,45
01.06	PROTECCION DEL PERIMETRO DEL TINGLADO	ML	23,6	6,09	143,64	143,64
02.00	PRODUCCION DE PLANTONES					871,55
02.01	PREPARACION DE SUSTRATO PARA CAMAS DE ALMACIGO	m3	1,5	71,87	107,81	107,81
02.02	PREPARACION DEL SUSTRATO PARA REPIQUE DE PINO	m3	5	87,88	439,40	439,40
02.03	ALMACIGADO DE SEMILLAS DE PINO	m2	0,5	33,32	16,66	16,66
02.04	EMBOLSADO DE SUSTRATO EN BOLSA DE POLIETILENO 5" X 7" X 0.02 mm.	mil	4,2	40,20	168,84	168,84
02.05	ENFILADO DE BOLSAS DE POLIETILENO 5" X 7" X 0.02 mm.	mil	4,2	8,16	34,27	34,27
02.06	REPIQUE DE PLANTULAS DE PINO	mil	4,2	24,90	104,57	104,57
03.00	LABORES CULTURALES					328,58
03.01	MANEJO Y CONTROL DE ENFERMEDADES FUNGOSAS	Aplic.	1	74,06	74,06	74,06
03.02	MANEJO Y CONTROL DE PLAGAS Y/O INSECTOS.	Aplic.	1	93,84	93,84	93,84
03.03	MICORRIZACION DE PLANTAS REPICADAS.	Aplic.	0,5	210,11	105,05	105,05
03.04	DESHIERBO EN LAS CAMAS DE REPIQUE.	mes	9	6,18	55,62	55,62
04.00	ASISTENCIA TECNICA					2250,00
	VIVERISTA	Glb	1	2250,00	2250,00	2250,00
	TOTAL DE PRESUPUESTO				1671,70	1671,70
	GASTOS GENERALES (15%)				250,75	250,75
	PRESUPUESTO TOTAL : \$/.				1922,45	1922,45

Para 4,116 plantones ----- s/. 1,922.45
 1 plantón----- X

X = 0,47

1 Plantón Cuesta s/. 0,47

ANEXO N° 05

DATOS DE EVALUACIÓN DE LA ALTURA DEL PINO EN LOS DIFERENTES DOSIS Y TRATAMIENTOS

REPETICIÓN 1										
TAMAÑO DEL TALLO DEL PINO (<i>Pinus radiata</i>) 2 DOSIS										
TRATAMIENTOS	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
TESTIGO	4,00	4,25	4,93	5,69	6,78	7,31	7,96	8,82	9,32	
zhopogon Luteolus	4,00	6,08	9,45	12,96	15,69	18,71	21,74	24,76	28,79	
Escleroderma Sp.	4,00	6,48	11,06	13,27	16,80	17,98	20,04	23,28	26,52	
Suillus Spp.	4,00	5,96	7,92	9,88	11,84	13,80	17,72	21,64	27,22	

REPETICIÓN 1										
TAMAÑO DEL TALLO DEL PINO (<i>Pinus radiata</i>) 1 DOSIS										
TRATAMIENTOS	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
TESTIGO	4,00	4,22	4,85	5,64	6,72	7,16	7,85	8,54	9,24	
zhopogon Luteolus	4,00	5,06	9,51	10,92	14,58	18,24	20,07	23,72	27,37	
Escleroderma Sp.	4,00	4,28	9,65	10,63	14,36	18,08	19,95	23,67	27,32	
Suillus Spp.	4,00	4,32	8,29	11,92	14,04	18,30	20,43	22,56	26,81	

TAMAÑO DEL TALLO DEL PINO (<i>Pinus radiata</i>) 2 DOSIS										
TRATAMIENTOS	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
TESTIGO	4,00	4,56	5,12	5,86	6,45	7,58	8,26	8,97	9,85	
zhopogon Luteolus	4,00	6,14	9,82	12,46	15,79	18,62	21,67	24,78	28,05	
Escleroderma Sp.	4,00	5,98	9,27	11,97	14,68	17,85	21,43	23,99	27,80	
Suillus Spp.	4,00	5,96	9,31	11,78	14,54	17,88	20,39	23,67	26,28	

TAMAÑO DEL TALLO DEL PINO (<i>Pinus radiata</i>) 1 DOSIS										
TRATAMIENTOS	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
TESTIGO	4,00	4,67	4,93	5,75	6,82	7,25	7,92	8,94	9,98	
zhopogon Luteolus	4,00	5,12	9,74	12,07	14,94	18,82	21,76	24,85	28,14	
Escleroderma Sp.	4,00	4,86	9,72	11,93	14,79	18,65	21,54	24,93	27,75	
Suillus Spp.	4,00	4,65	8,56	10,66	13,94	17,13	20,85	23,95	26,44	

TAMAÑO DEL TALLO DEL PINO (<i>Pinus radiata</i>) 2 DOSIS 50ml										
TRATAMIENTOS	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
TESTIGO	4,00	4,28	4,98	5,67	6,53	7,14	7,85	8,48	9,58	
zhopogon Luteolus	4,00	6,35	9,64	12,33	15,51	18,29	21,47	24,52	27,84	
Escleroderma Sp.	4,00	5,96	9,86	12,48	15,48	18,54	21,43	24,40	27,36	
Suillus Spp.	4,00	6,08	8,23	11,36	13,85	16,26	18,77	21,28	26,32	

TAMAÑO DEL TALLO DEL PINO (<i>Pinus radiata</i>) 1 DOSIS 25 ml										
TRATAMIENTOS	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
TESTIGO	4,00	4,56	5,12	5,77	6,53	7,77	8,19	8,91	9,72	
zhopogon Luteolus	4,00	5,12	9,48	11,69	15,43	17,94	20,94	24,86	27,87	
Escleroderma Sp.	4,00	4,87	9,26	11,33	14,96	17,40	20,73	24,36	26,79	
Suillus Spp.	4,00	4,79	9,13	11,02	13,85	16,78	19,25	23,89	25,88	

ANEXO N° 06

DATOS DE EVALUACIÓN DEL DIÁMETRO DEL PINO EN LOS DIFERENTES DOSIS Y TRATAMIENTOS

REPETICIÓN 1										
DIÁMETRO DEL TALLO DEL PINO (<i>Pinus radiata</i>) 2 DOSIS										
TRATAMIENTOS	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
TESTIGO	0,10	0,10	0,12	0,15	0,17	0,20	0,22	0,23	0,26	
hopogon Luteolus	0,10	0,12	0,16	0,18	0,25	0,28	0,35	0,47	0,53	
Escleroderma Sp.	0,10	0,12	0,15	0,16	0,22	0,27	0,33	0,42	0,49	
Suillus Spp.	0,10	0,11	0,14	0,16	0,20	0,25	0,30	0,38	0,45	

REPETICIÓN 1										
DIÁMETRO DEL TALLO DEL PINO (<i>Pinus radiata</i>) 1 DOSIS										
	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
TESTIGO	0,10	0,10	0,13	0,15	0,18	0,20	0,23	0,26	0,28	
hopogon Luteolus	0,10	0,11	0,17	0,20	0,27	0,30	0,34	0,44	0,50	
Escleroderma Sp.	0,10	0,12	0,16	0,19	0,25	0,28	0,31	0,37	0,47	
Suillus Spp.	0,10	0,11	0,14	0,18	0,22	0,26	0,30	0,38	0,46	

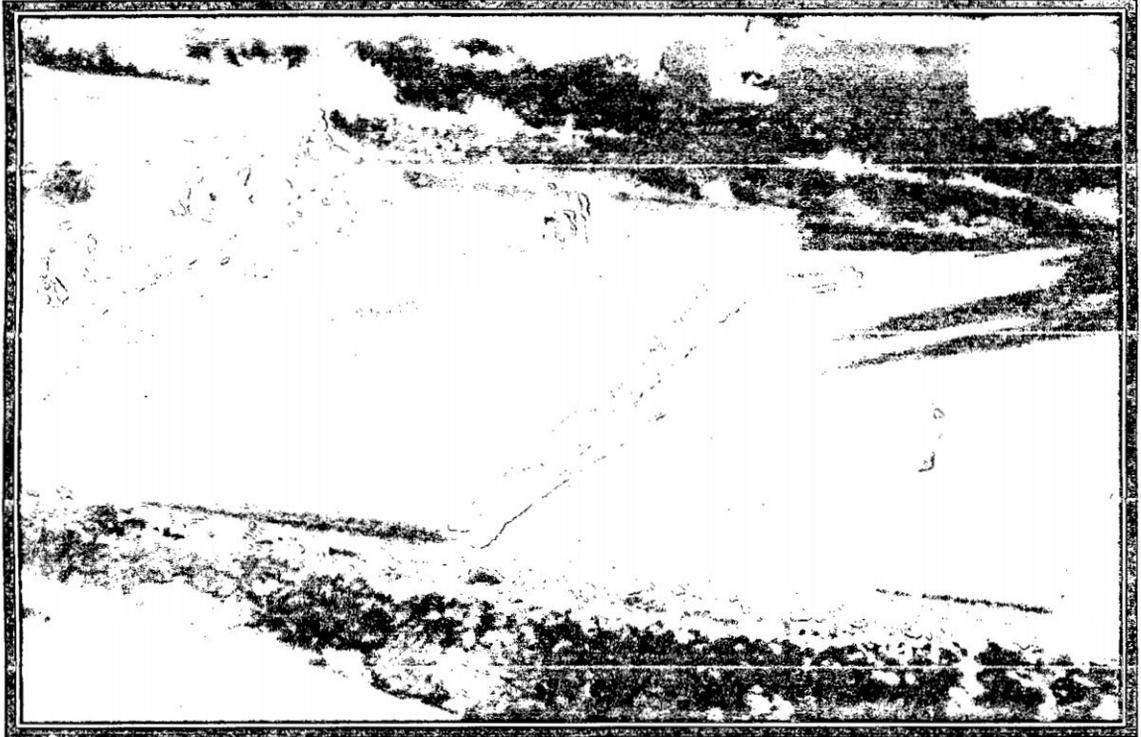
REPETICIÓN 2										
DIÁMETRO DEL TALLO DEL PINO (<i>Pinus radiata</i>) 2 DOSIS										
TRATAMIENTOS	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
TESTIGO	0,10	0,11	0,14	0,17	0,19	0,21	0,24	0,26	0,31	
hopogon Luteolus	0,10	0,14	0,20	0,26	0,31	0,37	0,42	0,45	0,55	
Escleroderma Sp.	0,10	0,12	0,17	0,24	0,31	0,34	0,37	0,42	0,48	
Suillus Spp.	0,10	0,13	0,16	0,22	0,28	0,31	0,36	0,39	0,44	

REPETICIÓN 2										
DIÁMETRO DEL TALLO DEL PINO (<i>Pinus radiata</i>) 1 DOSIS										
	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
TESTIGO	0,10	0,11	0,14	0,16	0,18	0,21	0,23	0,26	0,28	
hopogon Luteolus	0,10	0,13	0,18	0,23	0,29	0,34	0,39	0,43	0,54	
Escleroderma Sp.	0,10	0,13	0,18	0,22	0,28	0,33	0,37	0,41	0,45	
Suillus Spp.	0,10	0,12	0,16	0,19	0,24	0,30	0,34	0,40	0,44	

REPETICIÓN 3										
DIÁMETRO DEL TALLO DEL PINO (<i>Pinus radiata</i>) 2 DOSIS										
TRATAMIENTOS	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
TESTIGO	0,10	0,10	0,13	0,16	0,19	0,22	0,24	0,26	0,30	
hopogon Luteolus	0,10	0,13	0,20	0,26	0,31	0,35	0,41	0,48	0,54	
Escleroderma Sp.	0,10	0,12	0,18	0,24	0,30	0,33	0,38	0,43	0,50	
Suillus Spp.	0,10	0,13	0,19	0,22	0,25	0,31	0,36	0,42	0,45	

REPETICIÓN 3										
DIÁMETRO DEL TALLO DEL PINO (<i>Pinus radiata</i>) 1 DOSIS										
	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
TESTIGO	0,10	0,12	0,14	0,17	0,19	0,21	0,24	0,26	0,27	
hopogon Luteolus	0,10	0,14	0,17	0,25	0,33	0,38	0,42	0,49	0,52	
Escleroderma Sp.	0,10	0,12	0,15	0,22	0,29	0,32	0,36	0,43	0,47	
Suillus Spp.	0,10	0,13	0,15	0,21	0,24	0,27	0,35	0,41	0,44	

FOTOGRAFÍAS



Fotografía N° 01. Ubicación del vivero forestal Colpapampa – Vilcashuamán.



Fotografía N° 02. Estacado y demarcación del terreno donde se ubicara el vivero.



Fotografía N° 03. Preparación de las camas de almacigo.



Fotografía N° 04. Preparación de las camas de repique.



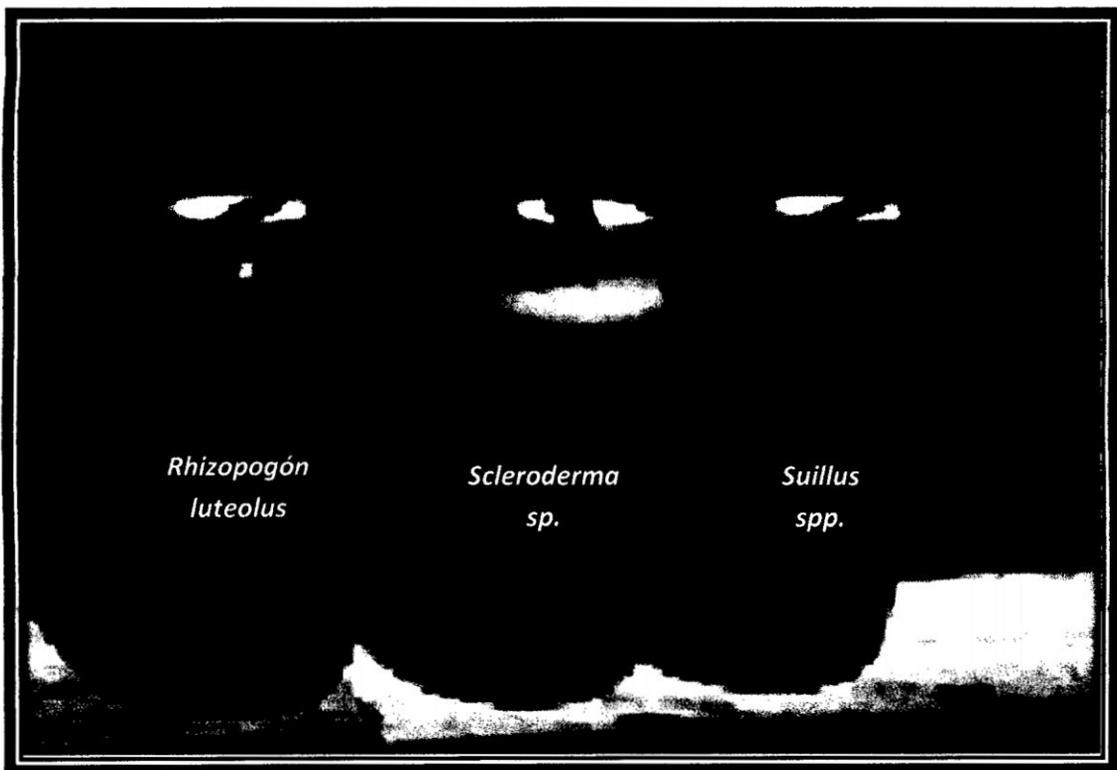
Fotografía N° 05. Desinfección de la semilla para su almacigado.



Fotografía N° 06. Embolsado y enfilado de bolsas de polietileno de 5"x 7"x 0.002".



Fotografía N° 07. Reconocimiento y recolección de los hongos micorrícicos.



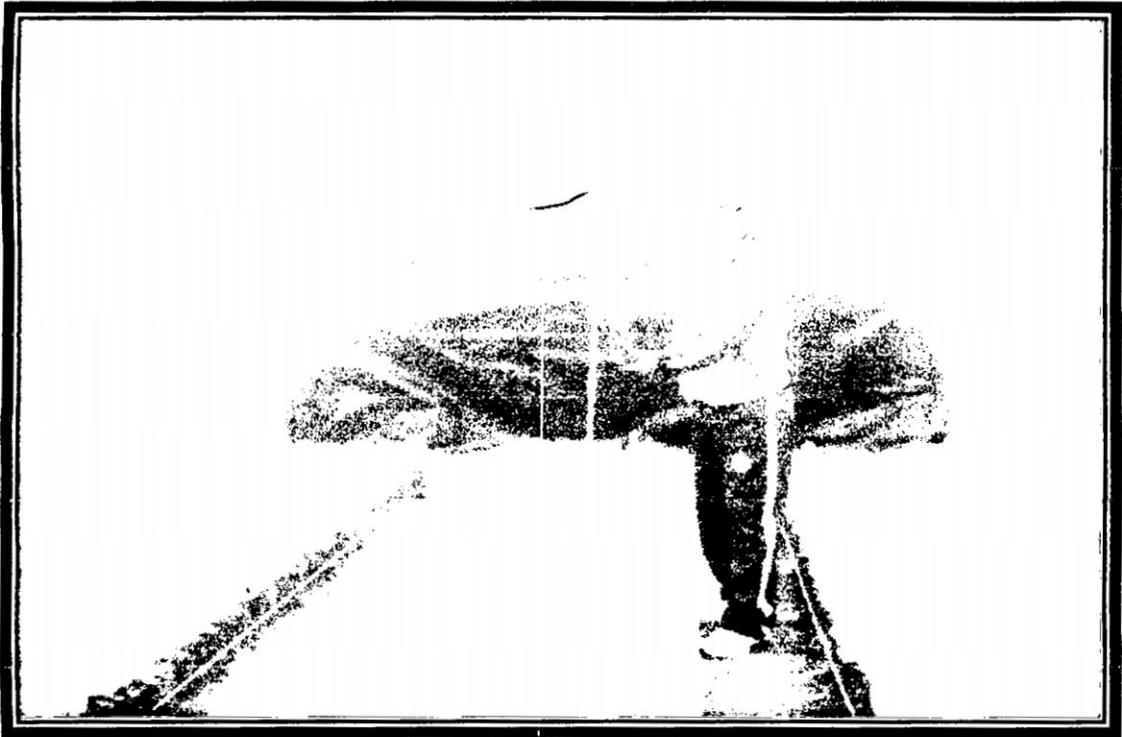
Fotografía N° 08. Inoculo de hongos micorrícicos preparado para la micorrización.



Fotografía N° 09. Extracción de plántulas listas para el repique.



Fotografía N° 10. Repicado de las plántulas de pino conjuntamente con la micorrización.



Fotografía N° 11. Evaluación mensual de los plantones de pino.



Fotografía N° 12. "Plantando árboles, sembrando vida"