

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL
DE HUAMANGA**

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROFORESTAL



**Sustratos supresivos en la prevención de “Chupadera
fungosa” del *Pinus tecunumanii* en vivero, distrito
de Pichari, Cusco, 550 msnm**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO AGROFORESTAL**

**PRESENTADO POR:
Jhonatan Víctor Méndez Quispe**

Ayacucho – Perú

2019

A Dios nuestro creador y protector.

A mis padres Víctor Méndez Roca y María Amparo Quispe Cancho por ser el pilar de mi formación personal, profesional y por ser mi motivación y estímulo de superación.

AGRADECIMIENTO

A mi alma mater, por haber hecho de mi un profesional capaz de investigar y hacer de la sociedad un poco mejor.

A la Facultad de ciencias agrarias en especial mi Escuela Profesional de Ingeniería Agroforestal, por darme la oportunidad para conseguir mis metas y permitirme llegar a la culminación de mi formación profesional

A mi asesor, Ing. Carlos Malpica Ramos, a mi coasesor, Dr. Rómulo A. Solano Ramos por su dedicación, paciencia y consejos para guiarme en el desarrollo del presente trabajo de investigación científica y del informe.

A los docentes, involucrados en mi formación como profesional, al personal administrativo de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroforestal.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice general.....	iv
Índice de tablas	vi
Índice de figuras.....	viii
Índice de anexos.....	ix
RESUMEN	1
INTRODUCCIÓN	2
CAPÍTULO I	
MARCO TEÓRICO	4
1.1. Antecedentes de la investigación	4
1.2. Aspecto temático.....	7
1.2.1. La chupadera fungosa	7
1.2.2. Pinos.....	12
1.2.3. Sustrato.....	14
1.3. Aspectos conceptuales	15
1.3.1. La enfermedad de la chupadera fungosa.....	15
1.3.2. Sustrato.....	15
CAPÍTULO II	
METODOLOGÍA	16
2.1. Ubicación	16
2.1.1. Límites del distrito de Pichari	16
2.1.2. Límites del campo experimental	16
2.2. Características edafoclimáticas del distrito de Pichari.....	18
2.2.1. Temperatura	18
2.2.2. Evapotranspiración.....	19
2.2.3. Precipitación.....	20
2.2.4. Humedad relativa	20

2.2.5. Horas de sol.....	21
2.2.6. Características de los suelos del distrito de Pichari	22
2.3. Actividad agrícola en Pichari	22
2.4. Recursos hídricos	23
2.5. Características agroedafológicas del centro experimental	24
2.5.1. Caracterización de suelo	24
2.6. Plantación en la parcela experimental.....	25
2.7. Materiales, herramientas e insumos	26
2.8. Factores en estudio.....	27
2.9. Diseño experimental	27
2.10. Parámetros de evaluación.....	27
2.11. Conducción del experimento	27
2.11.1. Instalación de vivero	27
2.11.2. Preparación de semillas.....	28
2.11.3. Siembra	28
2.11.4. Preparación de sustratos.....	28
2.11.5. Repique de plántulas	28
2.11.6. Evaluación de variables	28

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN	29
3.1. Del marchitamiento foliar	29
3.2. De los daños en el tallo	30
3.3. De los daños en la raíz	32
3.4. De la mortalidad de plantones.....	33
3.5. De los plantones sanos	34
3.6. Del agente causal	36
3.7. De la correlación entre las variables en estudio.....	36
CONCLUSIONES	44
RECOMENDACIONES	45
REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA	46
ANEXOS.....	47

ÍNDICE DE TABLAS

		Pág.
Tabla 2.1.	Temperatura mensual enero a diciembre 2016 distrito de Pichari	19
Tabla 2.2.	Evapotranspiración potencial mensual enero a diciembre	20
Tabla 2.3.	Humedad relativa, enero 2012 a diciembre 2017 (540 msnm)	21
Tabla 2.4.	Horas de sol, enero 2009 a diciembre 2017 (540 msnm)	21
Tabla 2.5.	Tierras de Pichari según su uso	22
Tabla 2.6.	Cultivos más importantes en el distrito de Pichari	23
Tabla 2.7.	Principales ríos y quebradas del distrito de Pichari	24
Tabla 2.8.	Caracterización de suelo – parcela experimental	25
Tabla 2.9.	Especies forestales en la parcela experimental –EPIAF- UNSCH	25
Tabla 2.10.	Plantación en el jardín botánico – UNSCH-EPIAF	25
Tabla 2.11.	Plantación en sistemas agroforestales – UNSCH-EPIAF	26
Tabla 3.1.	Análisis de variancia del porcentaje de marchitamiento foliar del <i>Pinus tecunumanii</i> en cuatro tipos de sustratos	29
Tabla 3.2.	Prueba de Tukey del porcentaje de marchitamiento foliar del <i>Pinus tecunumanii</i> en cuatro tipos de sustratos	30
Tabla 3.3.	Análisis de variancia del porcentaje de daños en el tallo de <i>Pinus tecunumanii</i> en cuatro tipos de sustratos	30
Tabla 3.4.	Prueba de Tukey del porcentaje de daños en el tallo en cuatro tipos de sustratos	31
Tabla 3.5.	Análisis de variancia del porcentaje de daños en la raíz de <i>Pinus tecunumanii</i> en cuatro tipos de sustratos	32
Tabla 3.6.	Prueba de Tukey del porcentaje de daños en la raíz de <i>Pinus tecunumanii</i> en cuatro tipos de sustratos	32
Tabla 3.7.	Análisis de variancia del porcentaje de mortalidad de plántones de <i>Pinus tecunumanii</i> en cuatro tipos de sustratos	33
Tabla 3.8.	Prueba de Tukey del porcentaje de mortalidad de plántones de <i>Pinus tecunumanii</i> en cuatro tipos de sustratos	34
Tabla 3.9.	Análisis de variancia del porcentaje de plántones sanos de <i>Pinus tecunumanii</i> en cuatro tipos de sustratos	34
Tabla 3.10.	Prueba de Tukey del porcentaje de plántones sanos en cuatro tipos de sustratos	35

Tabla 3.11.	Correlación entre las variables en estudio	36
Tabla 3.12.	Análisis de variancia del porcentaje de <i>Fusarium oxysporum</i> en <i>Pinus tecunumanii</i> producidos en cuatro tipos de sustratos	36

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 2.1. Mapa de ubicación del distrito de Pichari.....	17
Figura 2.2. Mapa de ubicación del ensayo.....	18
Figura 2.3. Diagrama de precipitación 2016, Pichari, Cuzco.....	20
Figura 3.1. Prueba de Tukey del % de <i>Fusarium oxysporum</i> en <i>Pinus tecunumanii</i> en cuatro tipos de sustratos.....	37

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Análisis de variancia del agente causal <i>Fusarium oxysporum</i>	44
Anexo 2. Datos originales en porcentaje del trabajo de investigación.....	45
Anexo 3. Datos originales transformados.....	46
Anexo 4. Panel fotográfico.....	47

RESUMEN

El trabajo de investigación, Sustratos supresivos en la prevención de “Chupadera fungosa” del *Pinus tecunumanii* en vivero, distrito de Pichari – Cusco, 550 msnm, tiene como objetivo evaluar el efecto de cuatro tipos de sustratos; 1) 70% de tierra negra, 25 % tierra agrícola, 3% arena fina de río, 2 % de cascarilla de arroz y la aplicación quincenal de protexin (fungicida comercial). Sustrato 2) 65% de tierra agrícola, 25% tierra negra, 5% de acícula de pino), 4.5 % de arena de río y 0.5 % de micorrizas. Sustrato 3) 55% de tierra agrícola, 30% tierra negra, 10% de corteza de pino, 5% de arena de río y microorganismos eficientes. Sustrato 4) compuesto por 50% de tierra agrícola, 30% de tierra negra y 20% de arena de río, en la prevención de “chupadera fungosa” del *Pinus tecunumanii* en condiciones de vivero. Se utilizó el Diseño Completamente Randomizado (DCR) con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones con 20 plantas por unidad experimental. Los datos fueron sometidos al análisis de variancia (ANVA) y a la prueba de contraste de Tukey, cuyos resultados señalan que el tratamiento (sustrato) A supera estadísticamente con 91.6%) a los demás tratamientos en porcentaje de plántones sanos, seguido del tratamiento B con 86.3%, el tratamiento C con 43.8% y el testigo con cero de porcentaje de plántones sanos de *Pinus tecunumani*, asimismo, el tratamiento A presenta un mayor control de daños causadas por la chupadera fungosa en hojas, tallo, raíz y mortalidad de los plántones. La correlación entre las cinco variables estudiadas presenta una alta correlación positiva y directa, mientras que la variable plántones sanos presenta una alta correlación negativa e inversa con las otras cuatro variables estudiadas. El agente causal es el *Fusarium oxysporum*.

Palabras clave: Sustratos, chupadera fungosa, pino, *Fusarium oxysporum*.

INTRODUCCIÓN

Nadie duda la importancia de realizar plantaciones con fines; técnicos, sociales, económicos y ambientales, ahora que buscamos mitigar los efectos del cambio climático y la degradación del suelo.

Para tal propósito, es necesario contar con plántones forestales de calidad, es decir, con un buen tamaño, adecuada lignificación, plántones vigorosos y sanos. Sin embargo, muchas veces, especialmente en lugares tropicales, es muy difícil cumplir con nuestros anhelos debido a la presencia y ataque de enfermedades causadas por hongos o un complejo de hongos como es el caso del Damping off que muchas veces alcanzan a dañar el 100% de los plántones producidos en viveros, no obstante, utilizar fungicidas cada vez más “letales” con precios cada vez más elevados encareciendo el costo de producción del plánton en vivero.

Esta realidad nos permitió plantear el presente trabajo de investigación utilizando diversos sustratos en el control o disminución del ataque del complejo de hongos durante la producción de plántones en el vivero del Campo Experimental de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroforestal de la Facultad de Ciencias Agrarias de la UNSCH, con los siguientes objetivos.

Objetivo general

Determinar el efecto de los sustratos supresivos en la prevención de la “Chupadera fungosa” en *Pinus tecunumanii* en vivero en el distrito de Pichari, Cusco.

Objetivos específicos

1. Evaluar el o los efectos de los cuatro sustratos supresivos en la prevención de la “Chupadera fungosa” en plántones de *Pinus tecunumanii* en condiciones de vivero, Pichari-Cusco.

2. Identificar el o los agentes causales de la Chupadera fungosa en plántones de *Pinus Tecunumanii* en condiciones de vivero, Pichari-Cusco.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Se realizaron nuevos experimentos sobre el Control de la Chupadera Fungosa de los Pinos en el Perú. Se informa sobre dos experimentos efectuados sobre control de la chupadera fungosa de los Pinos (*Pinus radiata* Don) en el Perú: uno en La Molina (250 m.s.n.m.) y con alta infección por los hongos *Rhizoctonia solani*, *Fusarium sp.* y *Phythium sp.*; y el otro en el Vivero del Servicio Forestal y de Caza (800 m.s.n.m.), con regular infección por esos patógenos. En ambos, el tratamiento más satisfactorio ha resultado nuevamente la mezcla Aserrín (75%) y Tierra (25%). El uso de esta mezcla para almácigos de pinos, es así sumamente ventajoso tanto desde el punto de vista de control de la chupadera fungosa, como por su economía y facilidad de transporte, punto este último de particular importancia en el Perú, especialmente en la Sierra (Belázquez, 2015).

Hasta la creación del instituto de investigaciones forestales, no se había hecho en el Perú, ningún estudio relacionado con la determinación de la etiología de la chupadera fungosa de los pinos.

En cuanto a su control, el año 1946 la autora en coordinación con el servicio forestal efectuó experimentos con diversos fungicidas en los almácigos de pinos, del vivero forestal de caja de agua, llegándose a la conclusión de que el único producto que controlaba en algo a esta enfermedad era el óxido de zinc usándose como espolvoreos a razón de 80 g por metro cuadrado (Belázquez, 2015).

En el vivero de servicio forestal y pasturas de Cajamarca, se vienen realizando pruebas con plantas de *Pinus* de varias especies, con el fin de encontrar las mejores posibilidades de adaptación a la zona, y poder reforestar extensas áreas con aquellas que puedan

desarrollarse sin problemas. Los primeros resultados obtenidos en plántulas de pino fueron muy heterogéneos debido a fuertes ataques de hongos productos de chupadera. Al comienzo, los almácigos fueron en cajas de madera con suelo común de vivero.

Posteriormente, se usó bandejas metálicas y como medio germinador, arena lavada y desinfectada con formol en solución al 2%; a su vez, la semilla fue desinfectada con pomarsol en dosis de 200 gr para 100 kg habiéndose logrado controlar de esta manera, en gran parte, la aparición de la chupadera fungosa en la fase del almacigo se constató el ataque de damping off en 1%. Sin embargo, después del repique se volvía a presentar esta enfermedad ocasionando severas pérdidas (Pajares, 2015).

En un experimento anterior efectuado por el personal del Laboratorio de Fitopatología del Instituto de Investigaciones Forestales, sobre control de la Chupadera fungosa de los Pinos en el Perú, se llegó a la conclusión de que el mejor tratamiento fue el uso de una mezcla de Aserrín (75%) y Tierra común de almacigo (25%).

Además, resultaron también satisfactorios los siguientes tratamientos: tratamiento del suelo con el fungicida Cobox (Oxicloruro de Cobre), a razón de 500 gramos por metro cuadrado; pulverizaciones semanales de una solución en agua de Polyram-Z, al uno por mil, usándose un litro por metro cuadrado, o dos pulverizaciones de Plantvax, a razón de 0.200 gramos por litro de agua y metro cuadrado (De Segura, 2015).

La enfermedad de la chupadera fungosa (damping off) es de gran importancia económica en el Perú, en los almácigos de especies forestales, especialmente del género *Pinus*, sus efectos son en algunas zonas del país realmente desastrosos, pues en muchas de ellas, se llega perder por solo esta enfermedad el cien por ciento de las semillas y plántulas (Pajares, 2015).

Se ha detectado en los EE. UU de N.A que los agentes más importantes de la chupadera fungosa en almácigos de pinos son los hongos *Fusarium sp*, *Cylindrocladium sp*, *Botrytis* y *Pestalotia sp*. Asociados con bacterias y nematodos saprofitos (Ferreiro, 2000).

En la ejecución de los programas de reforestación, uno de los problemas más serios que se presentan en la etapa inicial de producción de plantas en vivero, lo constituye la enfermedad conocida como chupadera fungosa. Este término se usa para designar síntomas de diversas enfermedades más que para referirse a una sola entidad etiológica bien definida (Ferreiro, 2000).

Actualmente, estudios con micorrizas han demostrado que la asociación hongo raíz produce ciertos antibióticos que inhiben el desarrollo de los hongos que originan la chupadera, lo cual merecería estudios específicos. En el laboratorio de micorrizas del servicio de forestación y pasturas de Cajamarca, se han aislado sepas puras de hongos micorríticos y propagados en frascos con granos de trigo estéril los que servirán para inocular el sustrato empleado para el repique y comprobar la acción de estos (Ferreiro, 2000).

El mismo autor, señala que la cola de caballo (*Equisetum arvense*) se utiliza como fungicida (control de hongos) por su alto contenido en sílice y la presencia de una saponina tóxica para los hongos llamada Equisetonina, las cuales son eficaces para el control de diversos tipos de hongos que infectan a la planta como: la Roya (heridas en las hojas), Oidiosis (polvo blanco sobre las hojas), Mildiu (manchas blanquecinas debajo de las hojas), *Phytophthora* sp (pudrición y marchitez de plantas), *Septoria* (manchas oscuras en hojas), *Botrytis* sp. (Pudrición de brotes, flores y frutos), *Alternaria* (manchas oscuras en hojas), etc.

Su principal mecanismo de acción se basa en que favorece el engrosamiento de las paredes celulares, lo que impide la penetración de los hongos. Su uso se recomienda tanto como preventivo (evita que el hongo se instale en la planta), como curativo (Elimina al hongo ya instalado en la planta).

En un experimento en La Molina se ha confirmado que la mezcla de aserrín (75%) y tierra (25%), controla en forma satisfactoria y significativa la chupadera fungosa de los pinos, aun cuando esa mezcla sea efectuada con suelos altamente infectados. En estas últimas condiciones aparentemente, los tratamientos con cobre, zinc y otros no controlan la enfermedad (Ferreiro, 2000).

1.2. ASPECTO TEMÁTICO

1.2.1. La Chupadera fungosa

De Segura (2015) señala que ha quedado demostrado que mediante el aislamiento e inoculaciones que los agentes causantes de esta enfermedad en el Perú, son los siguientes hongos: *Rhizoctonia solani*, *Fusarium oxysporum*, *Phythium sp.*, *Alternaria sp.*, *Phytophthora sp.*

Perrin (1990) al experimentar sobre el control de la Chupadera Fungosa de los Pinos, comprobó una alta infección por los hongos *Rhizoctonia solani*, *Fusarium oxysporum* y *Phythium sp.*

Según Soldevilla (1995) La chupadera fungosa está considerado como el complejo fitopatológico que produce más bajas en los viveros e invernaderos forestales. Asimismo, señala que los síntomas que desarrolla la enfermedad se pueden englobar en tres formas diferentes, en estrecha relación con la edad de la plántula:

a) Chupadera fungosa de pre-emergencia

Los daños se producen antes de emerger la planta del sustrato, produciendo marras de nacencia por podredumbre total de la pequeña radícula.

b) Chupadera fungosa de post-emergencia

Desde los 0 a los 3 meses. La plántula emerge por encima del sustrato, pero es invadida por el hongo a través de la radícula, hasta el hipocótilo y pudriendo el cuello radicular. La parte aérea presenta una decoloración pardo-rojiza de sus hojas cotiledonales sin que llegue a producirse defoliación dando como resultado la caída en el suelo.

Este síntoma da nombre a una de las acepciones con que se conoce la enfermedad en nuestro país, «**caída de plántula**», término equívoco ya que la misma sintomatología terminal puede ser desarrollada por factores ambientales como sequía, helada o por otros factores bióticos como larvas de *Melolonthinos*, *Tipúlidos* o imagos de *Gryllotalpa gryllotalpa*.

c) **Chupadera fungosa tardía**

Desde los 3 meses a los 2 años, coincidiendo con el inicio de la lignificación del tallo y finalizando con dos savias, edad máxima de las plántulas en el vivero. Los marchitamientos y decoloraciones en el follaje de la planta, producen una lenta podredumbre del sistema radical, seguido de grietas longitudinales en la zona del cuello, dando como resultado final el estrangulamiento definitivo de la raíz.

Pero en relación con los problemas de enfermedades producidas en vivero carecemos de información necesaria siendo pocas las reseñas bibliográficas (Muñoz, 1991). En España, la patología forestal se ha centrado en las enfermedades de manifestación aérea, con una sintomatología clara y de fácil tipificación en un amplio abanico de especies.

En la ejecución de los programas de reforestación, uno de los problemas más serios que se presentan en la etapa inicial de producción de plantones de vivero. Lo constituye la enfermedad conocida como chupadera fungosa (“damping-off”). Este término se usa para designar síntomas de diversas enfermedades más que para referirse a una sola entidad etiológica bien definida. Este mal es causado por hongos habitantes del suelo, que son parásitos facultativos débiles, no selectivos de especies hospederas, pero que bajo condiciones favorables pueden llegar a hacerse patógenos (Gonzalez, 2004).

La chupadera fungosa de las plantas en general, puede ser controlada en cierta medida, por medidas agronómicas, como bajo contenido de materia orgánica del suelo, evitar el exceso de humedad, hacer los almácigos en los meses cuya temperatura no sea favorable a los agentes patógenos y buena aireación en los almácigos. En el caso especial de los pinos un pH de 5 se cree que ayudan a las plantitas a defenderse contra la enfermedad (De Segura, 2015).

Los síntomas de *Fusarium* se diferencian de los de otros patógenos porque, con escasas excepciones, se observa una coloración rojiza en los tejidos dañados o el oscurecimiento de los tejidos internos del tallo (Muñoz, 1991).

En el ataque de *Pythium* el síntoma apenas se percibe por debajo del nivel del suelo, dependiendo de la humedad y de la profundidad de la siembra. El micelio consume el

contenido celular y destruye la pared celular, provocando necrosis del área afectada. En las plántulas, la invasión y la muerte ocurren rápidamente.

Por el contrario, en plantas más desarrolladas, la lesión crece durante cierto tiempo bajo el nivel del suelo, hasta que logra sobrepasarlo; ahí la lesión es mayor y limita la translocación del agua, por lo que la planta muere, en etapas de mayor madurez, el hongo se limita al punto de infección, ya que las gruesas paredes y la lignificación de los tejidos impiden la formación de una lesión de mayor tamaño (Muñoz, 1991).

El ataque del patógeno *Phytophthora* destruye el sistema radical completo, lo que se traduce en la muerte más o menos rápida de toda la planta. Las especies más afectadas son los pinos. El hongo sobrevive en forma de oosporas, clamidosporas o micelio en las raíces infectadas o en el suelo. Las oosporas pueden germinar, en tanto que el micelio produce esporangios que luego germinan e infectan (Muñoz, 1991).

Según Solano (2013) el mal de talluelo se clasifica en pre-emergente, post-emergente y tardío. En el pre-emergente los microorganismos dañan la semilla o matan las plantas antes de que germinen, manifestándose por la necrosis del hipocótilo y de los cotiledones.

En el post emergente las plantas son atacadas por los hongos a nivel de superficie o un poco más abajo, generalmente en el suelo, lo que produce estrangulamiento del tallo caída de hojas y muerte de la planta en uno o dos días.

Algunos hongos relacionados con esta enfermedad pueden infectar la plántula semanas después de germinar y atacan el tejido leñoso de las raíces. Las partes aéreas presentan clorosis del follaje o marchitez de la parte superior del tallo, síntomas producto de la pudrición del sistema radicular.

- ***Rhizoctonia solani***

Este es un hongo ampliamente distribuido en todo el mundo, tanto en suelos cultivados como no cultivados, que pueden actuar como saprofita o ser un patógeno de las plantas. Morfológicamente se caracteriza por presentar un micelio de color pardusco (en medio artificial), filamentoso, ramificado en ángulo recto, con una ligera constricción en los

septos cerca del punto de ramificación. No produce esporas en condiciones naturales ni en medio de cultivo, por lo que las características del micelio son básicas para su identificación. Produce esclerocios de 0,2 a 2 mm de diámetro, que constituyen su principal medio de supervivencia.

Del mismo modo, el autor menciona que, durante el desarrollo de la plántula, las hifas rodean los tejidos del hospedero y luego lo penetran; el micelio avanza inter e intracelularmente y mata la planta por anillamiento profundo del talluelo, generalmente cerca del nivel del suelo.

La diseminación ocurre por fragmentación del micelio producida por el movimiento de las partículas del suelo (que portan fragmentos de hifa con esclerocios) por efecto de las prácticas culturales, el riego o la lluvia. La supervivencia ocurre sobre tejidos en descomposición, en forma de micelio o esclerocios.

El ataque pre-emergente se evidencia por la falla en la emergencia de la plántula. La segunda manifestación de la enfermedad se presenta en post-emergencia, próxima al momento del repique; aparece un anillo en la base del tallo, que posteriormente causa el volcamiento.

En estados más desarrollados no hay volcamiento, solo anillamiento del tallo, marchitamiento del follaje y, posteriormente, la muerte de la plántula. El anillamiento se produce cerca de la base del tallo y se puede apreciar a simple vista, sobre todo en las plántulas más desarrolladas, porque la lesión es de color oscuro. La enfermedad se distribuye en focos (Lannamico, 2002).

- ***Fusarium sp.***

Es un parásito facultativo que habita normalmente en el suelo. Entre las especies que ejercen su acción patogénica en los viveros, los que se han observado con mayor frecuencia son: *F. centricosum*, *F. moniliforme*, *F. oxysporum* y *F. solani*. Este hongo se encuentra distribuido por todo el mundo y tiene una amplia gama de hospederos, entre los que se destaca la teca.

El hongo produce un crecimiento algodonoso blanco sobre los tejidos afectados, compuesto por micelio septado, con clamidosporas y una multitud de conidios (macro y microconidios). En los medios de cultivo se observan colonias de color blanco; en algunas, dependiendo de la especie, se produce un pigmento rojizo o morado bajo la colonia. La temperatura óptima para su desarrollo está entre los 25 y los 30 ° C (Lannamico, 2002).

- ***Pythium sp.***

Es un hongo que habita en el suelo y actúa como parásito facultativo. Tiene vida saprofita y ocasionalmente puede atacar a las plantas, sobre todo durante las primeras semanas del crecimiento, cuando se desarrollan en condiciones de alta humedad.

Asociado con *Rhizoctonia* y *Fusarium* produce el “mal del talluelo” y parece ser el agente más importante cuando la enfermedad se produce en pre y post-emergencia. Produce un micelio blanco y filamentoso sobre el material infectado, muy ramificado y de rápido crecimiento. La infección se efectúa por medio de micelio proveniente de residuos de cosecha, que avanza internamente y produce esporangios, que luego libera en el suelo.

Si la temperatura es superior a los 18° C, los esporangios germinan y forman una nueva hifa; si la temperatura está entre los 18 y los 10° C, el esporangio germina, liberando zoosporas que nadan y se enquistan para, después de cierto tiempo de latencia, germinar y reiniciar el proceso de infección (Lannamico, 2002).

- ***Phytophthora sp.***

Hay varias especies de *Phytophthora* que causan pudrición de raíces. Las plántulas pueden morir en pocos días o en algunas semanas; en las plantas adultas, la pudrición de raíces puede ser lenta o rápida, dependiendo del inóculo y de las condiciones ambientales.

Al igual que *Pythium*, en temperaturas comprendidas entre los 10 y los 12° C, *Phytophthora* libera zoosporas del esporangio que también pueden infectar una vez que hayan germinado. El ataque es más severo en los viveros, donde se mantiene alta humedad y temperaturas de entre 15 y 23° C (Casas, 2004 y Pajares, 2015).

La enfermedad “chupadera fungosa” está causada por hongos patógenos del género *Phytophthora* que se encuentran, en la mayoría de los casos, en los semilleros, plántulas y esquejes de cannabis. El “chupadera fungosa” se produce a causa del exceso de humedad en los suelos.

1.2.2. Pinos

AGROBYTE (2011) señala que son conocidos comúnmente como pinos, es un género de plantas vasculares pertenecientes al grupo de las coníferas y, dentro de éste, a la familia de las pináceas. Es uno de los más importantes géneros, desde el punto de vista forestal, tanto por la cantidad de especies como por el valor que tienen muchas de ellas, tanto en sus países de origen como también introducidas.

Reino	: Plantae
División	: Pinophyta
Clase	: Pinopsida
Orden	: Pinales
Familia	: Pinaceae
Género	: <i>Pinus</i>
Especie	: <i>Tecunumanii</i>
Nombre Científico	: <i>Pinus tecunumani</i>

a) Origen y distribución

Los pinos son nativos del Hemisferio Norte, con sólo una especie encontrada al sur del Ecuador, en la isla de Sumatra (pino de Sumatra).

En Norteamérica se ubican desde los 66 N en Canadá (pino Jack) hasta los 12 N por el sur en Nicaragua (pino caribeño).

Las montañas subtropicales y tropicales de México albergan la mayor diversidad de especies de este género, con cerca de 47.

El oeste de Estados Unidos (California) es el segundo lugar del planeta con más diversidad de pinos. En Eurasia se encuentran desde las Islas Canarias y Escocia por el oeste hasta el lejano oriente ruso, y por el sur desde las Filipinas hasta los 70 N en Noruega y Siberia Oriental (pino escocés y pino enano siberiano respectivamente). Siete

especies son nativas y originarias de la Península Ibérica y zonas aledañas y han sobrevivido y desarrollado desde tiempos remotos. En el norte de África existen pinos en las zonas montañosas, así como en los Himalayas y en el sureste asiático.

Se han introducido pinos en áreas templadas y subtropicales del Hemisferio Sur, incluyendo Argentina, Brasil, Chile, Ecuador, Uruguay, Paraguay, Nueva Zelanda y Australia, donde crecen extensamente como recurso maderero, e inclusive algunas especies se han convertido en invasoras (ECURED, s.f.)

b) Descripción botánica

Árbol monoico, de copa irregular con ángulo de ramificación variable; ramas finas y relativamente ralas. Alcanza alturas de hasta 45cm, con diámetros de 75 a 90cm. El fuste es recto y cilíndrico, la corteza fuertemente fisurada de 5 a 10 cm de grueso; se descortezaba en largas bandas irregulares, escamosas de color rojizo oscuro a grisáceo.

Las hojas son acículas de 14 a 25 cm de largo y hasta 1.5mm de ancho, con tres a 8 canales resiníferos normalmente septables, de color verde brillante, erguidas, gruesas y ásperas, con los bordes finamente aserrados; unidas en grupos de cinco.

Las vainas de los fascículos son persistentes, oscuras de 15 a 25mm de largo. Los estróbilos masculinos son estaminadas, de 1 a 3 cm de largo por 1cm de ancho y los estróbilos femeninos son de mayor tamaño y producen en el extremo de las ramitas en cantidad mucho mayor que los masculinos.

La madera presenta una ligera diferencia entre albura y duramen, la albura es de color amarillo cremoso y el duramen café pálido, textura fina, con brillo de mediano a alto, vetado pronunciado, con anillos de crecimiento visibles (Montesinos, s.f.)

c) Certificación y control de semillas de pino

La instauración de un sistema de control oficial, en todo el proceso de recolección y comercialización, es básico a la hora de garantizar al usuario la identidad genética del material forestal de reproducción. Cada país debe designar una Autoridad responsable que supervise el cumplimiento de las normas (Arriaga, 2009).

En España esto corresponde al Instituto Nacional de Semillas y Plantas de Vivero, el cual ha delegado muchas de sus funciones en los Servicios de las Instituciones Autonómicas.

Las semillas, para que puedan comercializarse, deben ir acompañadas de una etiqueta, según modelo tipo establecido para todos los países miembros, en la que se indica la categoría de la semilla y las normas por las que se certifica. Asimismo, la semilla deberá ir acompañada del Certificado correspondiente emitido por la Autoridad competente (Iglesias, 1993).

1.2.3. Sustrato

a) Características del sustrato ideal

Perreira (2003) menciona que el mejor medio de cultivo depende de numerosos factores como son el tipo de material vegetal con el que se trabaja (semillas, plantas, estacas, etc.), especie vegetal, condiciones climáticas, sistemas y programas de riego y fertilización, aspectos económicos, etc.

Según www.infoagro.com para obtener buenos resultados durante la germinación, el enraizamiento y el crecimiento de las plantas, se requieren las siguientes características del medio de cultivo:

b) Propiedades físicas

Elevada capacidad de retención de agua fácilmente disponible, suficiente suministro de aire, distribución del tamaño de las partículas que mantenga las condiciones anteriores, baja densidad aparente, elevada porosidad, estructura estable, que impida la contracción (o hinchazón del medio) (INFOAGRO, s.f.)

c) Propiedades químicas

Baja o apreciable capacidad de intercambio catiónico, dependiendo de que la fertirrigación se aplique permanentemente o de modo intermitente, respectivamente; suficiente nivel de 5 nutrientes asimilables, baja salinidad, elevada capacidad tampón y capacidad para mantener constante el pH, mínima velocidad de descomposición (INFOAGRO, s.f.)

d) Otras propiedades

Libre de semillas de malas hierbas, nematodos y otros patógenos y sustancias fitotóxicas; reproductividad y disponibilidad, bajo coste, fácil de mezclar, fácil de desinfectar y estabilidad frente a la desinfección, resistencia a cambios externos físicos, químicos y ambientales (INFOAGRO, s.f.)

1.3. ASPECTOS CONCEPTUALES

1.3.1. Sustrato

Es todo material sólido distinto del suelo natural, de síntesis o residual, mineral u orgánico que, colocado en un contenedor, en forma pura o en mezcla, permite el anclaje del sistema radicular de la planta, desempeñando, por tanto, un papel de soporte para la planta. El sustrato puede intervenir o no en el complejo proceso de la nutrición mineral de la planta (INFOAGRO, s.f.)

1.3.2. La enfermedad de la chupadera fungosa

En los viveros se puede presentar el ataque de un complejo de hongos del suelo que produce un daño conocido como “mal de talluelo”, “mal de semillero”, “pudrición de raíces”, “chupadera”, o “damping off” y que induce síntomas de clorosis, volcamiento de plántulas, estrangulamiento del tallo y pudrición de las raíces. En la mayoría de casos es provocado por hongos como *Rhizoctonia solani*, *Fusarium sp.*, *Pythium sp.*, *Phytophthora sp.*, *Cylindrocladium sp.* o *Botrytis cinerea* (Willan, 2007).

CAPÍTULO II

METODOLOGÍA

2.1. UBICACIÓN

El presente trabajo de investigación se realizó en el Campo Experimental de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroforestal de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga, ubicado en el distrito de Pichari, Provincia La Convención, Región Cusco, cuya posición con GPS es 0626760 Este, 8615000 Norte, a una altitud de 550 msnm, cuya ubicación geográfica es Latitud Sur 12° 13' 00" y Longitud Oeste 73° 49' 30".

2.1.1. Límites del distrito de Pichari

- Por el Norte : distrito de rio Tambo, provincia de Satipo, región Junín.
- Por el Sur : distrito de Kimbiri, provincia la Convención, región Cusco.
- Por el Este : distrito de Echarate, provincia la Convención, región Cusco.
- Por el Oeste : rio Apurímac, distrito de Ayna, provincia de la Mar, y distrito de Sivia y Llochegua, provincia de Huanta de la región Ayacucho.

2.1.2. Límites del campo experimental

- Por el Norte : Comando especial del valle de los ríos Apurímac, Ene y Mantaro.
- Por el Sur : Maestranza de la Municipalidad distrital de Pichari.
- Por el Este : Instituto Tecnológico de Quillabamba filial Pichari.
- Por el Oeste : Rio Pichari



Mapa Político del Perú

Mapa del Departamento de La Convención



Mapa del Distrito de Pichari

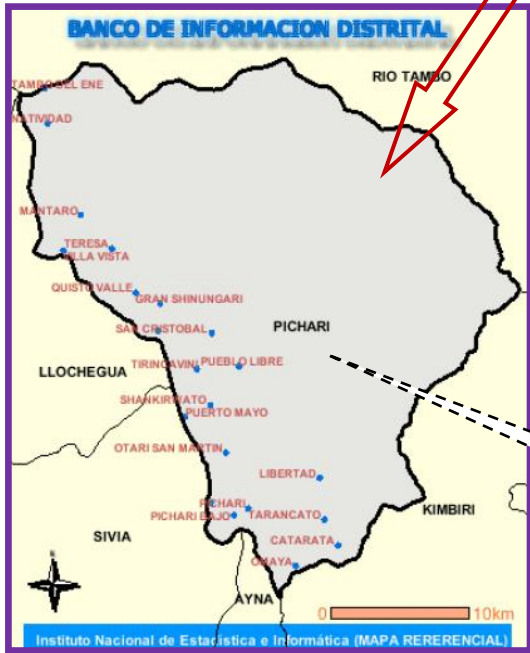


Figura 2.1. Mapa de ubicación del distrito de Pichari

Fuente: Municipalidad distrital de Pichari

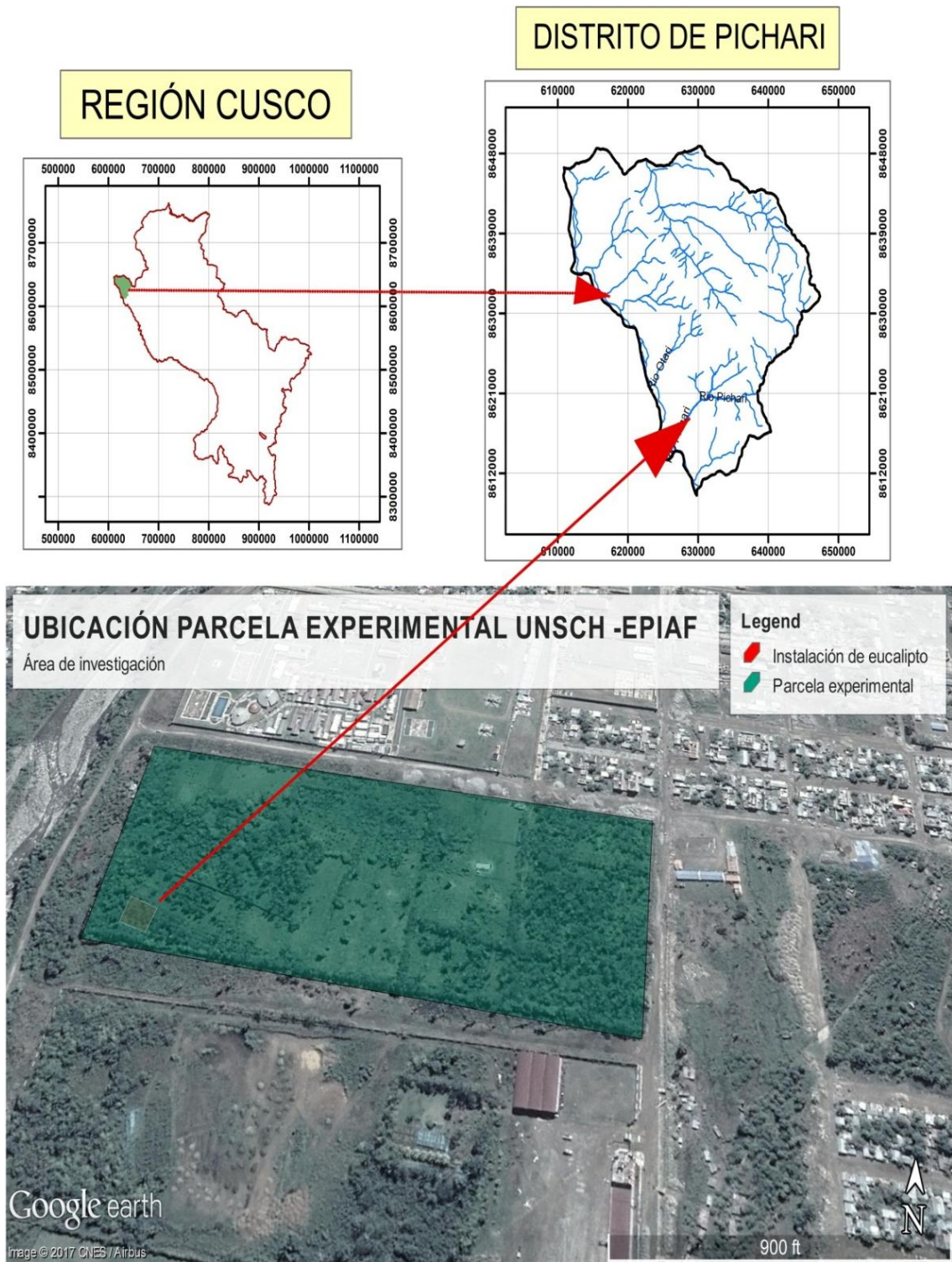


Figura 2.2. Mapa de ubicación del ensayo

Fuente: Elaboración propia – 2017.

2.2. CARACTERÍSTICAS EDAFOCLIMÁTICAS DEL DISTRITO DE PICHARI

2.2.1. Temperatura

La temperatura máxima para el distrito de Pichari hasta los 32°C en el mes de abril - zona baja próxima al río Apurímac, esta temperatura máxima en el punto más elevado

del área de estudio alcanza hasta los 10°C registrado en el mes de febrero, anualmente la temperatura máxima oscila entre 16°C a 32°C; la temperatura mínima desciende hasta los -2°C en el mes de Julio el cual se presenta en la zona alta del distrito, para la zona baja próxima al río Apurímac la temperatura mínima es de 16°C en el mes de junio, anualmente la temperatura mínima oscila entre -2°C a 16 °C.

Tabla 2.1. Temperatura mensual enero a diciembre 2016 distrito de Pichari

Estación : PICHARI

Longitud : 12°31'19.9" W

Distrito : PICHARI

Latitud : 73°50'22.28" S

Altitud : 540 msnm

Región : CUSCO

T°	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	T° ANUAL
MÍNI	20	20	19	19	17	16	16	17	17	19	19	19	18
MÁX	31	31	31	32	31	30	30	31	30	32	31	31	31
MEDIA	25	25	25	25	24	23	23	24	24	25	25	25	25

Fuente: Estación Meteorológica Pichari 2016 citado por Micro ZEE - OT- Pichari - 2017.

La temperatura en el distrito de Pichari es muy variada en los meses, para el año 2016 la mínima registro en los meses de junio y julio, mientras que la mayor se dio en los meses de abril y octubre, con un promedio anual mínimo de 18°C y 31°C máximo.

2.2.2. Evapotranspiración

En el mes de febrero se registra 120 mm/mes mínimo valor, el máximo valor es de 162 mm en el mes de noviembre (Estación Meteorológica Pichari 2016, citado por Micro ZEE - OT- Pichari - 2017).

Tabla 2.2. Evapotranspiración potencial mensual enero a diciembre (540 msnm)

PARÁMETRO DE CÁLCULO	UNIDAD	MESES											
		E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Temperatura Media Mensual	°C	25.5	25.7	25.9	26.1	25.6	24.8	24.8	25.3	25.4	26.4	26.0	25.8
TF - Temperatura Media Mensual	°F	77.93	78.17	78.59	78.98	78.02	76.59	76.64	77.55	77.80	79.50	78.84	78.39
RMM - Radiación E Terrestre, equivalente de evaporación	mm	515.4	457.1	476.6	417.7	384.3	344.9	368.8	406.8	439.4	489.8	492.8	512.3
S - Porcentaje de Horas de Sol	%	36.85	33.87	36.36	52.31	68.93	68.42	70.06	65.91	54.73	52.35	52.43	39.27
RSM - Radiación Equivalente Mensual	mm	234.7	199.5	215.5	226.5	239.3	213.9	231.5	247.7	243.8	265.8	267.6	240.8
CE - Factor de Corrección por Altitud		1.022	1.022	1.022	1.022	1.022	1.022	1.022	1.022	1.022	1.022	1.022	1.022
<i>ET_o - Evapotranspiración Potencial</i>	mm	140	120	130	137	143	126	136	147	145	162	162	145

Fuente: Estación Meteorológica Pichari, citado por Micro ZEE - OT- Pichari - 2017.

2.2.3. Precipitación

Conislla (2016) menciona que se tiene 198 mm/mes en el mes de marzo, en el mes de junio es cuando se registra la menor precipitación con 23 mm/mes. Anualmente alcanza como máximo hasta los 1467 mm/ año y como mínimo hasta 1041mm/año.

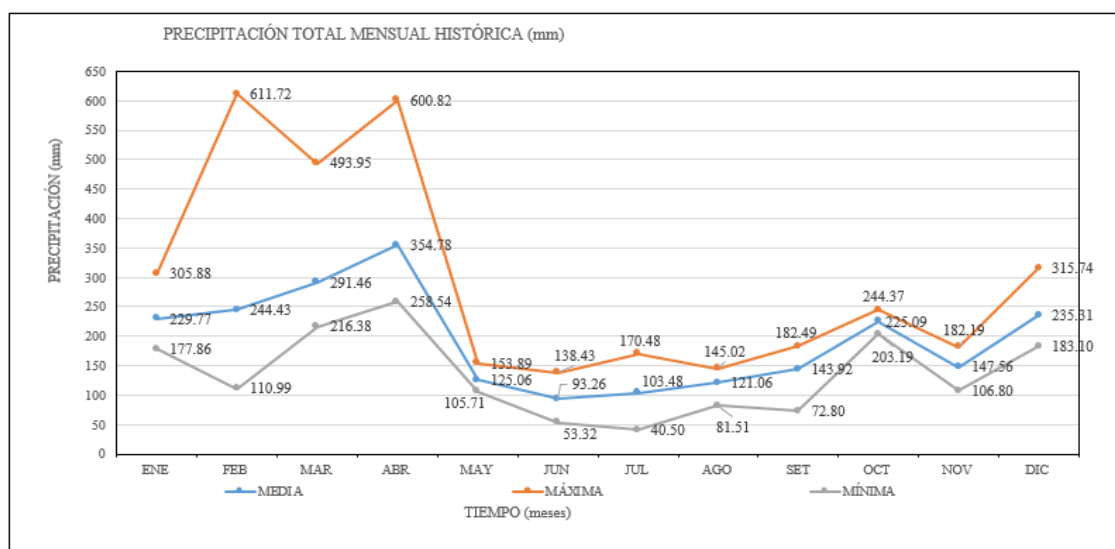


Figura 2.3. Diagrama de precipitación 2016, Pichari, Cuzco

2.2.4. Humedad relativa

La humedad relativa mayor para el año 2017 se dio en el mes de abril con 92.3 % y la menor para el mismo mes fue de 70.8%; los meses con menor humedad relativa son Agosto y setiembre con 53.0 %

Tabla 2.3. Humedad relativa, enero 2012 a diciembre 2017 (540 msnm)**REGISTRO DE HUMEDAD RELATIVA MENSUAL (%)**

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
2012	78.2	75.8	78.6	75.0	65.7	64.7	61.2	60.3	65.9	61.8	70.2	70.6
2013	81.0	84.1	81.4	77.6	70.5	63.8	60.5	68.9	69.4	73.3	67.6	78.2
2014	79.9	82.3	83.8	76.3	72.3	62.0	63.5	73.3	69.5	72.4	77.0	81.6
2015	86.6	90.3	90.7	92.3	91.0	86.6	81.4	83.3	87.1	78.4	61.7	66.0
2016	68.8	75.7	74.6	76.6	67.6	65.2	62.5	53.3	53.0	64.3	54.0	65.8
2017	72.1	74.7	78.5	70.8	66.0	63.4	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
MÍNIMA	68.8	74.7	74.6	70.8	65.7	62.0	60.5	53.3	53.0	61.8	54.0	65.8
MÁXIMA	86.6	90.3	90.7	92.3	91.0	86.6	81.4	83.3	87.1	78.4	77.0	81.6
MEDIA	77.8	80.5	81.3	78.1	72.2	67.6	65.8	67.8	69.0	70.0	66.1	72.4

Fuente: Estación Meteorológica Pichari, citado por Micro ZEE - OT- Pichari - 2017.

2.2.5. Horas de sol

Las horas sol, son muy importantes para el crecimiento de las plantas, específicamente para tener en cuenta las variables del estudio (crecimiento longitudinal, diametral y número de hojas), para el año 2017 en el mes de mayo se tuvo mayor horas luz (9.25 horas), para ese mismo mes la mínima fue de 6.24 horas, teniendo un promedio de 7.83 horas.

Tabla 2.4. Horas de sol, enero 2009 a diciembre 2017 (540 msnm)**REGISTRO DE HORAS SOL 2009-2017**

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
2009	4.27	3.25	3.30	4.33	6.24	8.29	6.33	8.27	7.31	6.22	6.31	4.24
2010	4.29	4.31	4.26	7.24	8.36	7.26	8.27	8.24	7.32	6.29	8.26	6.33
2011	3.20	4.25	5.30	7.30	7.28	7.24	8.22	8.32	6.28	7.27	7.33	4.25
2012	5.32	5.30	4.32	7.30	8.30	8.30	8.29	7.36	6.32	8.23	7.30	7.31
2013	5.27	2.28	3.33	5.26	7.26	8.21	7.25	8.31	6.24	6.36	6.32	5.30
2014	5.29	5.27	5.33	7.24	9.21	7.30	8.28	7.26	4.25	6.29	8.27	5.23
2015	7.24	0.29	1.24	6.29	8.35	8.28	8.25	8.25	7.26	5.29	7.27	3.27
2016	4.24	5.26	5.30	7.29	9.25	7.29	8.29	7.26	7.31	6.22	6.31	4.24
2017	4.27	3.25	3.30	4.33	6.24	8.29	6.33	8.27	7.31	6.22	6.31	4.24
MÍNIMA	3.20	0.29	1.24	4.33	6.24	7.24	6.33	7.26	4.25	5.29	6.31	3.27
MÁXIMA	7.24	5.30	5.33	7.30	9.25	8.30	8.29	8.32	7.32	8.23	8.27	7.31
MEDIA	4.82	3.72	3.96	6.29	7.83	7.83	7.72	7.95	6.62	6.49	7.08	4.93

Fuente: Estación Meteorológica Pichari, citado por Micro ZEE - OT- Pichari - 2017.

2.2.6. Características de los suelos del distrito de Pichari

Respecto a la capacidad de uso de los suelos de Pichari, el 59.1% son de protección, el 36.4% aptas para la forestación y sólo el 2.8% aptas para cultivos permanentes, lo que nos indica la escasa disponibilidad de tierras aptas para el desarrollo agropecuario. (Plan de Desarrollo Concertado del Distrito de Pichari – 2016 al 2021).

Tabla 2.5. Tierras de Pichari según su uso

Gran grupo	Símbolo	Superficie	
		Ha	%
Tierras aptas para cultivos en limpio	A	1,087.44	0.80
Tierras aptas para cultivos permanentes	C	3,806.04	2.80
Tierras aptas para forestales	F	49,478.52	36.40
Tierras para protección	X	80,334.64	59.10
Cuerpos de agua	CA	1,223.37	0.90
TOTAL		135,930.01	100.00

Fuente: Meso ZEE – VRA - 2010 – IIAP

2.3. ACTIVIDAD AGRÍCOLA EN PICHARI

Los principales productos que se cultivan en el distrito son el cacao, café, los cítricos, el plátano, la piña, yuca, coca, palmito, arroz entre otros. El rendimiento por campaña /hectárea de los principales productos son muy bajos por la ausencia de técnicos especializados en agricultura.

La siembra de estos productos se realiza mayormente con tecnología tradicional, empleando mano de obra para apertura de terrenos en épocas de invierno (mayo – septiembre), para luego instalar cultivos temporales como la yuca, maíz, frijol, maní, arroz y soya, utilizados en el autoconsumo, después de la cosecha de estos cultivos temporales se preparan los terrenos para cultivos semi permanentes y permanentes como es el caso de cacao, café, plátano, palmito y otros. (Municipalidad distrital de Pichari, 2012).

Tabla 2.6. Cultivos más importantes en el distrito de Pichari

Cultivos	Cosecha ha⁻¹	Rendimiento TM/ha⁻¹	Producción TM	Precio S/kg.
Pasto elefante	6	43.83	263	0.14
Cocotero	6	10	60	0.78
Limón soltil	5	5.4	27	0.81
Mandarina	8	10	80	0.54
Mango	7	7.14	50	0.55
Maracuyá	1	7	7	0.8
Marañón	1	6	6	0.5
Naranja	35	6.26	219	0.49
Pacay	5	6.6	33	0.48
Palto	15	6.8	102	0.76
Toronja	2	8.5	17	0.7
Limón dulce	14	6.64	93	0.49
Palmito	10	2	20	0.54
Achiote	125	0.73	91	1.44
Cacao	3580	0.64	2299	3.59
Café	1820	0.61	1111	2.72
Arroz cascara	140	1.96	274	0.82
Maíz duro híbrido	127	1.49	179.07	0.6
Yuca	138	7.83	1081	0.4
Caupi frejol chiclay	8	1	8	1
Frijol grano seco	11	0.82	9	1
Papaya	29	7.69	223	0.49
Piña	65	18	1170	0.54
Plátano	145	7.77	1127	0.32
Caña de azúcar	4	29	116	0.11
Ajonjolí	35	1	35	2.53
Palillo o cúrcuma	4	2.5	10	1.17

Fuente: DIA-Ayacucho Campaña Agrícola 2005 – 2006

2.4. RECURSOS HÍDRICOS

El distrito de Pichari por su ubicación cuenta con abundantes recursos hídricos, los ríos Apurímac y Ene son los más importantes y navegables del distrito de Pichari.

Además, de servir como medio de transporte fluvial, sirve como límites naturales del distrito por su lado oeste y la vía fluvial de transporte local y hacia el interior de la selva de Junín - Satipo. Ambos ríos poseen pequeños tributarios que nacen en las montañas empinadas que se ubican al este del distrito (Plan de Desarrollo Concertado del Distrito de Pichari – 2016 al 2021).

Tabla 2.7. Principales ríos y quebradas del distrito de Pichari

Ríos del distrito de Pichari	
Río Kempiri	Río Pitirinkini
Río Tigre mayo	Río Satarunshiato
Río Teresa	Río San Gerónimo
Río Kinquiviri	Río Santuario
Río Quisto	Río Yurinaki
Río Otari	Río Chaurinato
Río Pichari	Río Tigrillo
Río Omayá	Río Getariato
Río Ene	Riachuelo Charhuinato
Río Apurímac	Río Sincamayo
Río Mantaro	Riachuelo Nueva Alianza
Río Catarata	Río Chinkantiriato
Río Nueva Alianza	Qda. Ahuarujasa
Río Mesares	Qda. Cuviriari
Río Soto	Qda. Kipiashiari
Río Tarancato	Qda. Cuviriari
Río Kinkori	Qda. Cedro Orco
Río Yuriniato	Río Paveni

Fuente: Trabajo de campo E.T, ZEE – Pichari – 2015

2.5. CARACTERÍSTICAS AGROEDAFOLÓGICAS DEL CENTRO EXPERIMENTAL

2.5.1. Caracterización de suelo

El muestreo de suelos se realizó en la parcela experimental de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroforestal y enviado al Laboratorio de suelos y análisis foliar de la Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga – Facultad de Ciencias Agrarias, cuyos resultados se muestran en la tabla 2.4.

Tabla 2.8. Caracterización de suelo – parcela experimental

Muestra	Análisis mecánico (%)			Clase textural	pH (H ₂ O)	C.E. (dS/m)	CaCO ₃ (%)	M.O. (%)	Nt (%)	Elementos Disp.		Cationes cambiabiles (Cmol(+)/Kg)					C.I.C. (Cmol(+)/Kg)
	Arena	Limo	Arcilla							P	K	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	Al ⁺³	
1	52.7	22.6	24.7	Fr - Ar - Ac	5.65	0.214	0.0	1.68	0.08	18.1	33.5	5.8	1.1	0.17	-,-	0	7.1

Fuente: UNSCH-FCA-Programa de Investigación Pastos y Ganadería

2.6. PLANTACIÓN EN LA PARCELA EXPERIMENTAL

La parcela experimental tiene 10 has en total, distribuidas en áreas con plantaciones forestales, agroforestales, pastos, especies frutícolas, viveros, establo, jardín botánico, caminos y vegetación natural.

Tabla 2.9. Especies forestales en la parcela experimental –EPIAF- UNSCH

Nombre común	Nombre científico	Área m ²
Eucalipto	<i>Eucaliptus urugrandis</i>	729
Pino	<i>Pinus tecunumanii</i>	900
Teca	<i>Tectona grandis</i>	300
Capirona	<i>Calycophyllum spruceanum</i>	500
Bolaina	<i>Guazuma crinita</i>	600
ÁREA TOTAL		3029

Fuente: Elaboración propia – 2017

Tabla 2.10. Plantación en el jardín botánico – UNSCH-EPIAF

Nombre común	Nombre científico	Área m ²
Shaina	<i>Colubrina glandulosa</i>	
Cedro rosado	<i>Acrocarpus fraxinifolius</i>	
Sangre de grado	<i>Croton lechlery</i>	
Coco	<i>Cocos nucifera</i>	
Plátano	<i>Musa paradisiaca</i>	
Cítrico	<i>Citrus sp</i>	20 000
Caoba	<i>Qwietenia macrophylla</i>	
Mango	<i>Manguifera sp</i>	
Pacae	<i>Inga sp</i>	
Maíz	<i>Zea maíz</i>	
Crotones	<i>Codiaeum variegatum</i>	
Granadilla	<i>Pasiflora sp</i>	

Fuente: Elaboración propia – 2017

Tabla 2.11. Plantación en sistemas agroforestales – UNSCH-EPIAF

Tecnologías	Asociación de especies	Área m²
Árboles en lindero	Shaina + bolaina	1400
Barreras vivas	<i>Erythrina sp</i>	1400
Cultivos temporales	Maíz + yuca	2000
Cultivos permanentes	Cacao	1000
Árboles en cultivos	Caoba + cedro rosado + pinochuncho + tarun + caucho	1000
Sistema multiestrato	Shaina + bolaina + pinochuncho + plátano + yuca + cacao	400
ÁREA TOTAL		72 000

Fuente: Elaboración propia – 2015

2.7. MATERIALES, HERRAMIENTAS E INSUMOS

- 0.25 kg de semillas de *Pinus tecunumanii*
- 8 bandejas de 96 tubetes desinfectadas
- Camas de almacigo 0.2*0.5*0.5 metros
- 2 kg de acícula de pino
- 2 kg de corteza de pino
- 2 kg de cascarilla de arroz
- 5 kg de arena fina de río
- 20 kg de tierra agrícola.
- 20 kg de tierra negra – humus
- 0.5 kg de micorrizas
- 0.5 de microorganismos eficientes.
- Rhizolet y Protexin
- Pala.
- Pico.
- Carretilla.
- Zaranda.
- Regadera – mochila de fumigar
- Repicador.
- Malla raschel color verde
- Libreta de campo.
- Lapicero.
- Plumones de tinta indelebles.

- Regla.
- Cámara digital.

2.8. FACTORES EN ESTUDIO

Los factores en estudio fueron cuatro tipos de sustrato;

Sustrato 1. Conformado por 70% de tierra negra, 25 % tierra agrícola, 3% arena fina de río, 2 % de cascarilla de arroz y la aplicación quincenal de protexin (fungicida comercial)

Sustrato 2. Conformado por 65% de tierra agrícola, 25% tierra negra, 5% de acícula de pino), 4.5 % de arena de rio y 0.5 % de micorrizas.

Sustrato 3. Conformado por 55% de tierra agrícola, 30% tierra negra, 10% de corteza de pino, 5% de arena de rio y microorganismos eficientes.

Sustrato 4. Compuesto por 50% de tierra agrícola, 30% de tierra negra y 20% de arena de río.

2.9. DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño experimental utilizado fue el Diseño Completamente Randomizado (DCR) con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones con 20 plantas cada unidad experimental.

Los datos evaluados fueron sometidos al análisis de variancia y a la prueba de contraste de Tukey sí como a la correlación de variables.

2.10. PARÁMETROS DE EVALUACIÓN

- N° y % de mortandad
- N° y % de plantas con ataque en la raíz
- N° y % de plantas con ataque en el tallo
- N° y % de plantas con marchitamiento foliar.
- Número y % de plantas sanas

2.11. CONDUCCIÓN DEL EXPERIMENTO

2.11.1. Instalación de vivero

El área del vivero será de 25 m² incluido tanto las camas de almácigo como las de crianza con orientación de este a oeste de 0.5 de ancho por 0.5 de largo.

2.11.2. Preparación de semillas

La semilla de *Pinus tecunumanii* se remojó en agua hervida fría (escarificación simple) por espacio de 12 horas al cabo del cual se dejó secar en sombra por diez minutos. Luego, se aplicó el fungicida rhizolet para controlar la chupadera (espolvoreo a las semillas)

2.11.3. Siembra

En las camas de almacigo 0.2*0.5*0.5 metros, se clocó primero, 5 centímetros de tierra agrícola como base y 15 centímetros con mezcla de, arena fina de río, aserrín, bagazo (cascara de naranja y jengibre), en proporciones de 70 %, 15% y 15% respectivamente, luego se sembró y se cubrió con la misma mezcla y posteriormente se regó con la ayuda de una mochila fumigadora.

2.11.4. Preparación de sustratos

Los cuatro sustratos fueron preparados de acuerdo a la proporción preestablecida y señalada en factores de estudio.

En cada tratamiento (sustrato), se produjeron 192 plantones de *Pinus tecunumanii* (dos bandejas)

2.11.5. Repique de plántulas

Cuando las plántulas de *Pino* alcanzaron aproximadamente 5 cm con hojas acículas verdaderas y sin la testa se procedió a repicar, extrayendo cada plántula y repicando en cada tubete con el sustrato preestablecido, antes de repicar en los tubetes se sumergieron las plántulas en Rhizolet fungicida líquido, de 2 a 3 minutos.

2.11.6. Evaluación de variables

Después de dos semanas del repique se inició a evaluar los parámetros descritos (presencia de marchitamiento en el cuello, marchitez de las plántulas, vigorosidad) en 10 plantas de cada uno de los tratamientos incluyendo el testigo. Para el caso de diagnóstico patológico se realizó en el laboratorio de patología de la Escuela Profesional de Agronomía, en muestras de plantones de pino con signos y síntomas de marchitamiento y necrosis radicular, para el cual, se puso en cámara húmeda por espacio de cinco días, luego se hizo los aislamientos en el medio de cultivo PDA de donde se obtuvieron muestras para la observación microscópica.

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. DEL MARCHITAMIENTO FOLIAR

Tabla 3.1. Análisis de variancia del porcentaje de marchitamiento foliar del *Pinus tecunumanii* en cuatro tipos de sustratos

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Fc	Pr > Fc
Tratamiento	3	4.0772	1.3591	9060.44	<.0001**
Error	12	0.0018	0.0002		
Total	15	4.0790			

CV (%) = 1.580

En la tabla 3.1. Se muestra el análisis de variancia del porcentaje de marchitamiento foliar del *Pinus tecunumanii* en cuatro tipos de sustrato donde se observa diferencia estadística altamente significativa para tratamientos, lo que indica que por lo menos un tratamiento (sustrato) es diferente de los demás. Para determinar cuál de ellos es diferente, se realizó la prueba de contraste de Tukey, la que se muestra en la tabla 3.2 donde se observa que el testigo (50%, 30% y 20% de tierra agrícola, tierra negra y arena respectivamente) es superior al resto de los tratamientos, es decir que el tratamiento testigo presenta el mayor porcentaje de ataque de la chupadera fungosa,

Tabla 3.2. Prueba de Tukey del porcentaje de marchitamiento foliar del *Pinus tecunumanii* en cuatro tipos de sustratos

Sustrato	Promedio transformado	Promedio	n	Tukey 0.05
Testigo	1.570	100.0	4	a
C	0.850	56.3	4	b
B	0.380	8.8	4	c
A	0.300	13.8	4	d

seguido del tratamiento C (55% de tierra agrícola, 30% tierra negra, 10% de corteza de pino, 5% de arena de río y aplicación periódica de microorganismos eficientes, luego el tratamiento B (65 % tierra agrícola, 25% de tierra negra, 4.5% área fina de río, 5 % de acícula de pino y 0.5% de micorrizas y finalmente el tratamiento A (70% de tierra negra, 25% tierra agrícola, 2 % de cascarilla de arroz, 3 % de arena de río y aplicación quincenal de Protexin (fungicida comercial) que presenta el menor porcentaje (0.300) de daños.

Al respecto, Lannamico (2002) señala que en estados más desarrollados no hay volcamiento de plántula, solo anillamiento del tallo, **marchitamiento del follaje** y, posteriormente, la muerte de la plántula.

3.2. DE LOS DAÑOS EN EL TALLO

Tabla 3.3. Análisis de variancia del porcentaje de daños en el tallo de *Pinus tecunumanii* en cuatro tipos de sustratos

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Fc	Pr > Fc
Tratamiento	3	4.0867	1.3622	3496.66	<.0001**
Error	12	0.0047	0.0004		
Total	15	4.0914			

CV= 2.549%

En la tabla 3.3 se muestra el análisis de variancia del porcentaje de daños en el tallo de *Pinus tecunumanii* en cuatro tipos de sustrato donde se observa diferencia estadística

altamente significativa para tratamientos, lo que indica que por lo menos un tratamiento (sustrato) es diferente de los demás.

Tabla 3.4. Prueba de Tukey del porcentaje de daños en el tallo en cuatro tipos de sustratos

Sustrato	Promedio transformado	Promedio	n	Tukey 0.05
Testigo	1.570	100.0	4	a
C	0.850	56.3	4	b
B	0.380	8.8	4	c
A	0.298	13.8	4	d

Para determinar cuál de ellos es diferente, se realizó la prueba de contraste de Tukey, la misma que se muestra en la tabla 3.4. donde se observa que el testigo (50%, 30% y 20% de tierra agrícola, tierra negra y arena respectivamente) es superior al resto de los tratamientos, es decir que el tratamiento testigo presenta el mayor porcentaje de daño causado por chupadera fungosa en el tallo, seguido del tratamiento C (55% de tierra agrícola, 30% tierra negra, 10% de corteza de pino, 5% de arena de río y aplicación de microorganismos eficientes), luego el tratamiento B (65 % tierra agrícola, 25% de tierra negra, 4.5% área fina de río, 5 % de acícula de pino y 0.5% de micorrizas) y finalmente el tratamiento A (70% de tierra negra, 25% tierra agrícola, 2 % de cascarilla de arroz, 3 % de arena de río y aplicación quincenal de Protexin (fungicida comercial)) que presenta el menor porcentaje (0.298) de daño del tallo de *Pinus tecunumani*.

Al respecto Muñoz (1991) señala que los síntomas de Fusarium se diferencian de los de otros patógenos porque, con escasas excepciones, se observa una coloración rojiza en los tejidos dañados o el oscurecimiento de los tejidos internos del tallo.

3.3. DE LOS DAÑOS EN LA RAÍZ

Tabla 3.5. Análisis de variancia del porcentaje de daños en la raíz de *Pinus tecunumanii* en cuatro tipos de sustratos

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Fc	Pr > Fc
Tratamiento	3	4.0772	1.3591	9060.44	<.0001**
Error	12	0.0018	0.0002		
Total	15	4.079			

CV = 1.580 %

En la tabla 3.5. Se muestra el análisis de variancia del porcentaje de daños en el tallo de *Pinus tecunumanii* en cuatro tipos de sustrato donde se observa diferencia estadística altamente significativa para tratamientos, lo que indica que por lo menos un tratamiento (sustrato) es diferente de los demás.

Tabla 3.6. Prueba de Tukey del porcentaje de daños en la raíz de *Pinus tecunumanii* en cuatro tipos de sustratos

Sustrato	Promedio transformado	Promedio	n	Tukey 0.05
Testigo	1.570	100.0	4	a
C	0.850	56.3	4	b
B	0.380	8.8	4	c
A	0.300	13.8	4	d

En consecuencia, para determinar cuál de ellos es diferente, se realizó la prueba de contraste de Tukey, la misma que se muestra en la tabla 3.6. Donde se observa que el testigo (50%, 30% y 20% de tierra agrícola, tierra negra y arena respectivamente) es superior al resto de los tratamientos, es decir que el tratamiento testigo presenta el mayor porcentaje de daño causado por chupadera fungosa en la raíz, seguido del tratamiento C (55% de tierra agrícola, 30% tierra negra, 10% de corteza de pino, 5% de arena de río y aplicación de microorganismos eficientes), luego el tratamiento B (65 % tierra agrícola, 25% de tierra negra, 4.5% área fina de río, 5 % de acícula de pino y 0.5% de micorrizas) y finalmente el tratamiento A (70% de tierra negra, 25% tierra agrícola, 2 % de cascarilla de arroz, 3 % de arena de río y aplicación quincenal de

Protexin (fungicida comercial) que presenta el menor porcentaje (0.300) de daño de la raíz de *Pinus tecunumani*.

Al respecto, Ferreiro (2000) indica que se ha detectado en los EE. UU de Norte América que los agentes más importantes de la chupadera fungosa en almácigos de pinos son los hongos *Fusarium sp*, *Cylindrocladium sp*, *Botrytis* y *Pestalotia sp*. Asociados con bacterias y nematodos saprofitos.

3.4. DE LA MORTALIDAD DE PLANTONES

Tabla 3.7. Análisis de variancia del porcentaje de mortalidad de plantones de *Pinus tecunumanii* en cuatro tipos de sustratos

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Fc	Pr > Fc
Tratamiento	3	4.0787	1.3596	7171.37	<.0001**
Error	12	0.0023	0.0002		
Total	15	4.0810			

CV = 1.775 %

En la tabla 3.7. Se muestra el análisis de variancia del porcentaje de daños en el tallo de *Pinus tecunumanii* en cuatro tipos de sustrato donde se observa diferencia estadística altamente significativa para tratamientos, lo que indica que por lo menos un tratamiento (sustrato) es diferente de los otros. Por lo tanto, para determinar cuál de ellos es diferente, se realizó la prueba de contraste de Tukey, que se muestra en la tabla 3.8. donde se observa que el testigo (50%, 30% y 20% de tierra agrícola, tierra negra y arena respectivamente) es superior al resto de los tratamientos, es decir que el testigo presenta el mayor porcentaje de mortalidad de plantones causado por chupadera fungosa, seguido del tratamiento C (55% de tierra agrícola, 30% tierra negra, 10% de corteza de pino, 5% de arena de rio y aplicación de microorganismos eficientes), luego el tratamiento B (65 % tierra agrícola, 25% de tierra negra, 4.5% área fina de rio, 5 % de acícula de pino y 0.5% de micorrizas) y finalmente el tratamiento A (70% de tierra negra, 25% tierra agrícola, 2 % de cascarilla de arroz, 3 % de arena de rio y aplicación quincenal de Protexin (fungicida comercial) que presenta el menor porcentaje (0.300) de mortalidad de plantones de *Pinus tecunumani*.

Tabla 3.8. Prueba de Tukey del porcentaje de mortalidad de plantones de *Pinus tecunumanii* en cuatro tipos de sustratos

Sustrato	Promedio transformado	Promedio	n	Tukey 0.05
Testigo	1.570	100.0	4	a
C	0.853	56.6	4	b
A	0.380	8.8	4	c
B	0.300	13.8	4	d

Actualmente, estudios en micorrizas han demostrado que la asociación hongos-raíz, produce ciertos antibióticos que inhiben el desarrollo de los hongos que originan la chupadera, lo cual merecería estudios específicos.

En el laboratorio de micorrizas del servicio de forestación y pasturas de Cajamarca, se han aislado cepas puras de hongos micorríticos y propagados en frascos con granos de trigo estéril los que servirán para inocular el sustrato empleado para el repique y comprobar la acción de estas. (Ferreiros, 2000)

3.5. DE LOS PLANTONES SANOS

Tabla 3.9. Análisis de variancia del porcentaje de plantones sanos de *Pinus tecunumanii* en cuatro tipos de sustratos

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Fc	Pr > Fc
Tratamiento	3	4.0948	1.3649	10399.40	<.0001 **
Error	12	0.0016	0.0001		
Total	15	4.0963			

CV = 1.438 %

En la tabla 3.9 se muestra el análisis de variancia del porcentaje de plantones sanos de *Pinus tecunumanii* en cuatro tipos de sustrato donde se observa diferencia estadística altamente significativa para tratamientos, lo que significa que por lo menos un tratamiento (sustrato) es diferente de los otros.

Tabla 3.10. Prueba de Tukey del porcentaje de plántones sanos en cuatro tipos de sustratos

Sustrato	Promedio transformado	Promedio	n	Tukey 0.05
A	1.275	91.6	4	a
B	1.190	86.3	4	b
C	0.723	43.8	4	c
Testigo	0.000	0.0	4	d

Por lo que, para determinar cuál de ellos es diferente, se realizó la prueba de contraste de Tukey, la misma que se muestra en la tabla 3.10 donde se observa que el tratamiento A (70% de tierra negra, 25% tierra agrícola, 2 % de cascarilla de arroz, 3 % de arena de río y aplicación quincenal de Protexin (fungicida comercial) es superior al resto de los tratamientos, es decir que presenta el mayor porcentaje de plántones sanos de *Pinus tecunumanii*, seguido del tratamiento B (65 % tierra agrícola, 25% de tierra negra, 4.5% área fina de río, 5 % de acícula de pino y 0.5% de micorrizas) luego el tratamiento C (55% de tierra agrícola, 30% tierra negra, 10% de corteza de pino, 5% de arena de río y aplicación periódica de microorganismos eficientes) y finalmente el testigo (50%, 30% y 20% de tierra agrícola, tierra negra y arena respectivamente) que presenta cero de plántones sanos de *Pinus tecunumani*.

El tratamiento más satisfactorio ha resultado nuevamente el tratamiento A (70% de tierra negra, 25% tierra agrícola, 2% de cascarilla de arroz, 3% de arena de río y aplicación quincenal de Protexin (fungicida comercial). El uso de esta mezcla para almácigos de pinos, es así sumamente ventajoso tanto desde el punto de vista de control de la chupadera fungosa, como por su economía y facilidad de transporte, punto este último de particular importancia en el Perú, especialmente en la selva. (Belazques, 2015).

Asimismo, De Segura (2015) señala que resultaron también satisfactorios los siguientes tratamientos: tratamiento del suelo con el fungicida Cobox (Oxicloruro de Cobre), a razón de 500 gramos por metro cuadrado; pulverizaciones semanales de una solución en agua de Polyram-Z, al uno por mil, usándose un litro por metro cuadrado, o dos pulverizaciones de Plantvax, a razón de 0.200 gramos por litro de agua y metro

cuadrado. Es decir, hay la necesidad de acompañar siempre fumigaciones de fungicida comercial para controlar el ataque de la chupadera fungosa, como en el caso nuestro.

3.6. DE LA CORRELACIÓN ENTRE LAS VARIABLES EN ESTUDIO

Tabla 3.11. Correlación entre las variables en estudio

Marchitamiento foliar Y1	Daños en el tallo Y2	Daños en la raíz Y3	Mortalidad de plantones Y4	Plantones sanos Y5
Y1	0.999	1.000	1.000	-1.000
	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
Y2		1.000	0.999	-1.000
		<.0001	<.0001	<.0001
Y3			1.000	-1.000
			<.0001	<.0001
Y4				-1.000
				<.0001

En la tabla 3.11 se presenta la correlación entre las cinco variables estudiadas en el trabajo donde se observa que el marchitamiento foliar tiene una alta correlación positiva y directa con las variables daños en el tallo, daños en la raíz y mortalidad de plantones mientras que la variable plantones sanos presenta una alta correlación negativa e inversa con las otras cuatro variables estudiadas.

3.7. DEL AGENTE CAUSAL

Tabla 3.12. Análisis de variancia del porcentaje de *Fusarium oxysporum* en *Pinus tecunumanii* producidos en cuatro tipos de sustratos

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Fc	Pr > Fc
Tratamiento	3	5270.19	1756.73	224.86	<.0001 **
Error	12	93.75	7.81		
Total	15	5363.94			

CV= 8.58 %

En la tabla 3.12 se muestra el análisis de variancia del porcentaje de *Fusarium oxysporum* en *Pinus tecunumanii* producidos en cuatro tipos de sustratos donde se observa una diferencia estadística altamente significativa para tratamientos.

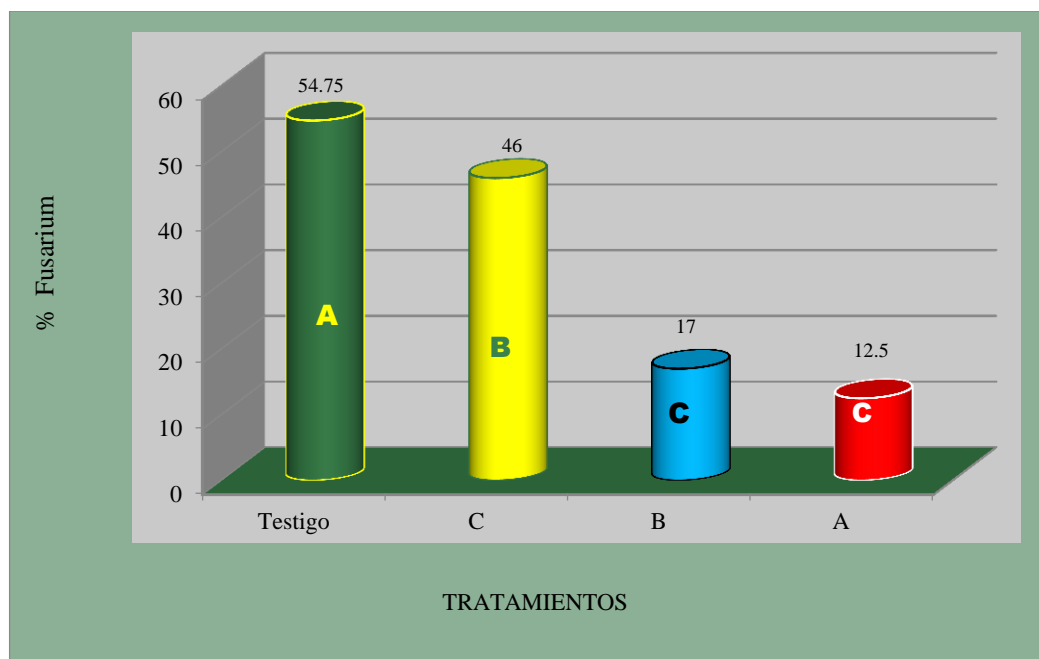


Figura 3.1. Prueba de Tukey del % de *Fusarium oxysporum* en *Pinus tecunumanii* en cuatro tipos de sustratos

Lo que significa, que por lo menos un tratamiento (sustrato) es diferente de los otros. Por lo que, para determinar cuál de ellos es diferente, se realizó la prueba de contraste de Tukey, que se muestra en la figura 3.1. donde se observa que el testigo (50%, 30% y 20% de tierra agrícola, tierra negra y arena respectivamente) es superior al resto de los tratamientos, es decir, presenta el mayor porcentaje de presencia de *F. oxysporum* en el plantón (54.75%), seguido del tratamiento C (55% de tierra agrícola, 30% tierra negra, 10% de corteza de pino, 5% de arena de río y aplicación de microorganismos eficientes (46 %) luego el tratamiento B (65 % tierra agrícola, 25% de tierra negra, 4.5% área fina de río, 5 % de acícula de pino y 0.5% de micorrizas) con 17% y el tratamiento A (70% de tierra negra, 25% tierra agrícola, 2 % de cascarilla de arroz, 3 % de arena de río y aplicación quincenal de Protexin (fungicida comercial)) que presenta 12.5% de presencia de *F. oxysporum*. Los dos últimos tratamientos son iguales estadísticamente, es decir controlaron mejor el ataque del damping off. El tratamiento A, posiblemente porque se aplicó quincenalmente el fungicida comercial y el tratamiento B porque el sustrato contiene micorrizas.

Al respecto, Ferreiro (2000) manifiesta que actualmente, estudios con micorrizas han demostrado que la asociación hongo-raíz produce ciertos antibióticos que inhiben el desarrollo de los hongos que originan la chupadera, lo cual merecería estudios específicos. En el laboratorio de micorrizas del servicio de forestación y pasturas de Cajamarca, se han aislado sepas puras de hongos micorríticos y propagados en frascos con granos de trigo estéril los que servirán para inocular el sustrato empleado para el repique y comprobar la acción de estos.

Al realizar el diagnóstico patológico de las muestras de plántones de pino en el laboratorio de fitopatología de la Facultad de Ciencias Agrarias de la UNSCH, se determinó la presencia de macro y micro conidias de *Fusarium oxysporum*, las que se muestran en la tabla 3.12 y figura 3.1. corroborando lo mencionado por De Segura (2015) en el sentido de que ha quedado demostrado que mediante el aislamiento e inoculaciones que los agentes causantes de esta enfermedad en el Perú, son los siguientes hongos: *Rhizoctonia solani*, *Fusarium oxysporum*, *Phythium sp.*, *Alternaria sp.*, *Phytophthora sp.*

CONCLUSIONES

1. El tratamiento A compuesto por 70% de tierra negra, 25% tierra agrícola, 2 % de cascarilla de arroz, 3 % de arena de río y aplicación quincenal de Protexin (fungicida comercial) presenta el menor porcentaje de ataque a las hojas, tallo, raíz y mortalidad de los plántones de pino causadas por el *Fusarium oxysporum*, seguido del tratamiento C (55% de tierra agrícola, 30% tierra negra, 10% de corteza de pino, 5% de arena de río y aplicación de microorganismos eficientes y luego el tratamiento B (65 % tierra agrícola, 25% de tierra negra, 4.5% área fina de río, 5 % de acícula de pino y 0.5% de micorrizas mientras que el testigo (compuesto por 50%, 30% y 20% de tierra agrícola, tierra negra y arena respectivamente) presenta el mayor porcentaje de ataque a las hojas, tallo, raíz y mortalidad de los plántones de pino causadas por el *Fusarium oxysporum*.
2. El tratamiento (sustrato) A compuesto por 70% de tierra negra, 25% tierra agrícola, 2 % de cascarilla de arroz, 3 % de arena de río y aplicación quincenal de Protexin (fungicida comercial) supera estadísticamente (91.6%) a los demás tratamientos en porcentaje de plántones sanos, seguido del tratamiento B (65 % tierra agrícola, 25% de tierra negra, 4.5% área fina de río, 5 % de acícula de pino y 0.5% de micorrizas) con 86.3%, luego el tratamiento C (55% de tierra agrícola, 30% tierra negra, 10% de corteza de pino, 5% de arena de río y aplicación de microorganismos eficientes) con 43.8% y finalmente el testigo (50%, 30% y 20% de tierra agrícola, tierra negra y arena respectivamente) que presenta cero de porcentaje de plántones sanos de *Pinus tecunumani*.
3. El agente causal es el *Fusarium oxysporum* presentándose en el testigo un 54.75% seguido el tratamiento C con 46%, luego el tratamiento B y A con 17 y 12.5%, respectivamente, sin diferencia estadística.

RECOMENDACIONES

1. Utilizar el tratamiento (sustrato) A, para la producción de *Pinus tecunumani* en lugares parecidos al presente trabajo.
2. Realizar trabajos similares con otras especies de pinos, adaptados a la selva peruana.
3. Realizar trabajos similares considerando la micorriza debido a sus bondades en el control o disminución del ataque de la chupadera fungosa.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGROBYTE. (2011). Manual de selvicultura del pino de oregón. Universidad de la Escola Politécnica Superior de Lugo. España.
- ARRIAGA, V. (2009). Semillas, inspección, análisis, tratamiento y legislación. Costa Rica: Latino Americano.
- BELÁSQUEZ, F.T. (2015). La chupadera fungosa de los pinos en almácigos. Revista Forestal. Perú. Lima.
- CASAS, R. Y. (2004). Patogenicidad de *Phytophthora* sp. Ballota. Colombia.
- DE SEGURA C. B. (1968) Revista Forestal del Perú, - Revistas.lamolina.edu.pe.
- FERREIRO, V. G. (2000). Nuevos experimentos sobre el control de la chupadera fungosa de los pinos en el Perú. CEDINFOR. Lima.
- GONZALEZ, V. R. (2004). Chupadera fungosa de *Pinus* spp en un vivero de Cajamarca. Revista Forestal del Perú, 1-6.
- LANNAMICO, I. (2002). Phytophthora un enemigo peligroso. INTA. Buenos Aires.
- MUÑOZ, M. C. (1991). *Estudio de las micosis en vivero de coníferas*. Tesis Doctoral. Universidad. Complutense, Madrid, 620 pp.
- PAJARES, U. (2015). *Chupadera fungosa de Pinus sp*. Revista Forestal. Cajamarca, Perú
- PEREIRA, R. P. (2003). Propiedades físicas de componentes de sustrato de uso común en la horticultura. additional key words.
- PERRIN, R. (1990). Enfermedades causadas por Fusarium spp. a las plantas forestales. Phytoma. España, 18: 47-50.
- SOLANO, R. R. (2013). Forestación. Texto Universitario. 1ra. edición. Facultad de Ciencias Agrarias. UNSCH. Ayacucho, Perú. 101 p.
- SOLDEVILLA, C. (1995) Marras de origen fúngico (Damping-off) en plantas del género *Pinus* sp. cultivadas en invernadero. Bol. San. Veg. Plagas, 21(1): 87-109.
- WILLAN, R. (2007). Guía para la manipulación de semillas forestales. Roma.
- ECURED. (s.f.) *Pinus*. recuperado el 28 de julio de 2018, de ecured: <http://www.ecured.cu/pinus>.
- INFOAGRO (s.f) Tipos de sustrato de cultivo. recuperado el 1 de julio de 2017. http://www.infoagro.com/industria_auxiliar/tipo_sustratos.htm.

MONTESINOS, L. (s.f.) *Pinus oocarpa*. recuperado el 22 de julio de 2017, de orton.catie: <http://orton.catie.ac.cr/repdoc/a0008s/a0008s22.pdf>

ANEXOS

Anexo 1.

Análisis de variancia del agente causal *Fusarium oxysporum*

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
PORCEN	16	0.98	0.98	8.58

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	5270.19	3	1756.73	224.86	<0.0001
TRATA	5270.19	3	1756.73	224.86	<0.0001
Error	93.75	12	7.81		
Total	5363.94	15			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=5.86781

Error: 7.8125 gl: 12

TRATA	Medias	n	E.E.	
D	54.75	4	1.40	A
C	46.00	4	1.40	B
B	17.00	4	1.40	C
A	12.50	4	1.40	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Anexo 2.

Datos originales en porcentaje del trabajo de investigación

Sustrato	Repetición	Marchitamiento foliar	Daños en el tallo	Daños en la raíz	Mortalidad de plántones	Plantas sanas	Marchitamiento de la raíz
		%	%	%	%	%	%
Sust	Repe	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6
A	r1	15,0	15,0	15,0	15,0	85,0	15,0
A	r2	13,8	13,8	13,8	13,8	86,3	19,0
A	r3	13,8	13,8	13,8	13,8	86,3	19,0
A	r4	12,5	12,5	12,5	12,5	87,5	18,0
B	r1	8,8	6,3	7,5	10,0	92,5	13,0
B	r2	7,5	10,0	8,8	7,5	91,3	12,0
B	r3	10,0	10,0	10,0	8,8	91,3	12,0
B	r4	8,8	8,8	8,8	8,8	91,3	15,0
C	r1	55,0	55,0	55,0	55,0	45,0	44,0
C	r2	57,5	55,0	56,3	57,5	42,5	46,0
C	r3	56,3	56,3	57,5	58,8	43,8	45,0
C	r4	56,3	58,8	56,3	55,0	43,8	45,0
Testigo	r1	100,0	100,0	100,0	100,0	0,0	60,0
Testigo	r2	100,0	100,0	100,0	100,0	0,0	64,0
Testigo	r3	100,0	100,0	100,0	100,0	0,0	63,0
Testigo	r4	100,0	100,0	100,0	100,0	0,0	65,0
Mínimo		7,5	6,3	7,5	7,5	0,0	12,0
Máximo		100,0	100,0	100,0	100,0	92,5	65,0
Promedio							
A		13,8	13,8	13,8	13,8	86,3	17,8
B		8,8	8,8	8,8	8,8	91,6	13,0
C		56,3	56,3	56,3	56,6	43,8	45,0
Testigo		100,0	100,0	100,0	100,0	0,0	63,0

Anexo 3.

Datos originales transformados

Transformación de datos: A seno (Y/100)							
Sust	Repe	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6
A	r1	0,40	0,40	0,40	0,40	1,17	0,40
A	r2	0,38	0,38	0,38	0,38	1,19	0,45
A	r3	0,38	0,38	0,38	0,38	1,19	0,45
A	r4	0,36	0,36	0,36	0,36	1,21	0,44
B	r1	0,30	0,25	0,28	0,32	1,29	0,37
B	r2	0,28	0,32	0,30	0,28	1,27	0,35
B	r3	0,32	0,32	0,32	0,30	1,27	0,35
B	r4	0,30	0,30	0,30	0,30	1,27	0,40
C	r1	0,84	0,84	0,84	0,84	0,74	0,73
C	r2	0,86	0,84	0,85	0,86	0,71	0,75
C	r3	0,85	0,85	0,86	0,87	0,72	0,74
C	r4	0,85	0,87	0,85	0,84	0,72	0,74
T	r1	1,57	1,57	1,57	1,57	0,00	0,89
T	r2	1,57	1,57	1,57	1,57	0,00	0,93
T	r3	1,57	1,57	1,57	1,57	0,00	0,92
T	r4	1,57	1,57	1,57	1,57	0,00	0,94
Promedio		0,77	0,77	0,77	0,78	0,80	0,61

Anexo 4.
Panel fotográfico



Foto 1. Materiales para la preparación de los sustratos



Foto 2. Inicio de germinación de las semillas a los 15 días



Foto 3. Emergencia de las plántulas cabeza de fosforo a los 22 días



Foto 4. Inicio de la apertura de las acículas a los 23 días



Foto 5. Repique de las plántulas cabeza de fosforo a los 25 días



Foto 6. Plántulas repicadas en el primer tratamiento



Foto 7. Plántulas repicadas en el tercer tratamiento



Foto 8. Plántulas repicadas en el cuarto tratamiento o testigo



Foto 9. Muerte de las plántulas repicadas atacadas por la chupadera fungosa



Foto 10. Plántulas atacadas por la chupadera fungosa



Foto 11. Síntomas de la chupadera fungosa, marchitamiento foliar, ahorcamiento del talluelo.



Foto 12. Síntomas de pudrición radicular, marchitamiento foliar y ahorcamiento del talluelo

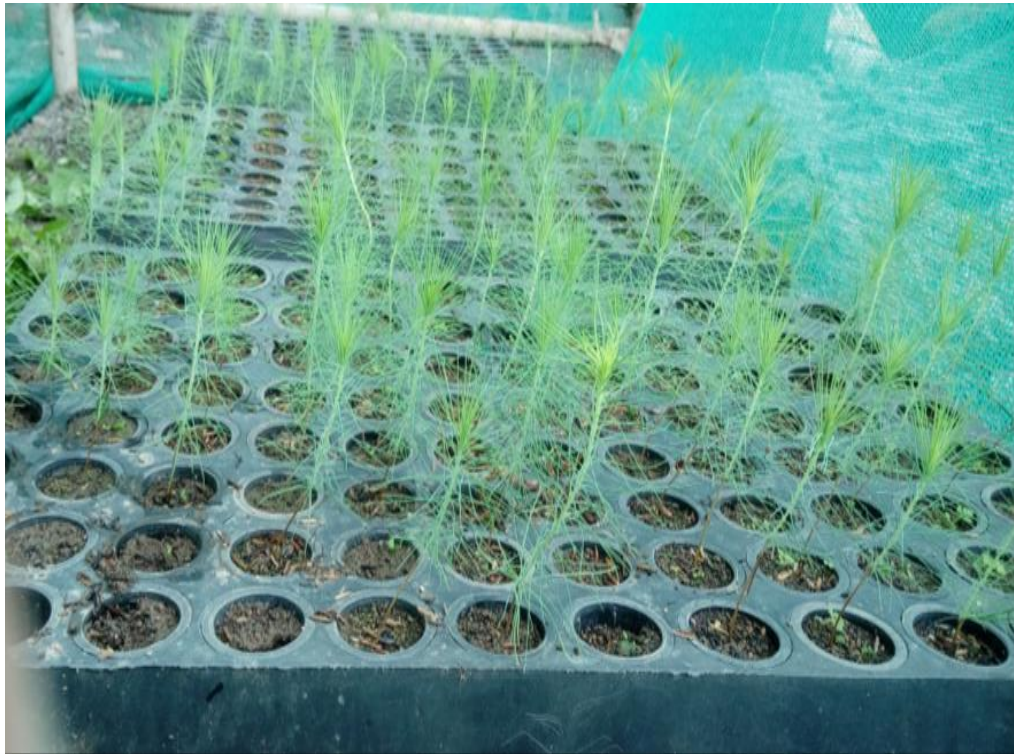


Foto 13. Evaluación del primer tratamiento



Foto 14. Evaluación del segundo tratamiento



Foto 15. Evaluación del tercer tratamiento

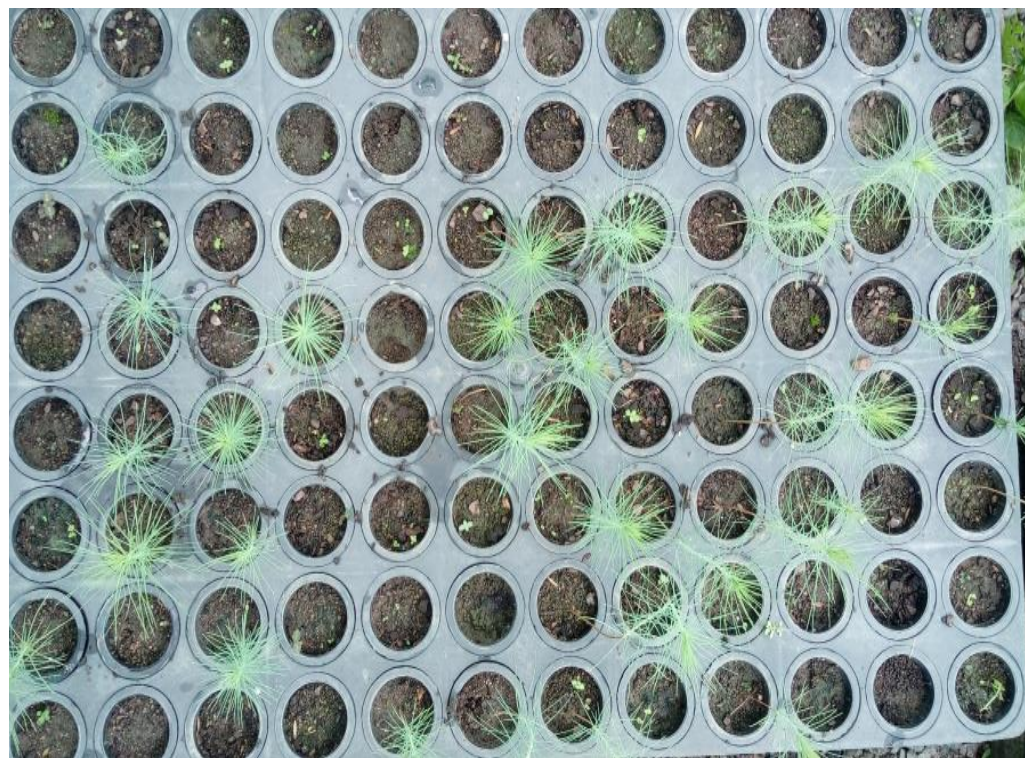


Foto 16. Evaluación del cuarto tratamiento o testigo



Foto 17. Amarillamiento foliar, deficiencia de crecimiento



Foto 18. Pudrición radicular necrosis



Foto 19. Amarillamiento foliar, deficiencia de crecimiento, tallo leñoso



Foto 20. Pudrición radicular, ahorcamiento del tallo, muerte de la plántula

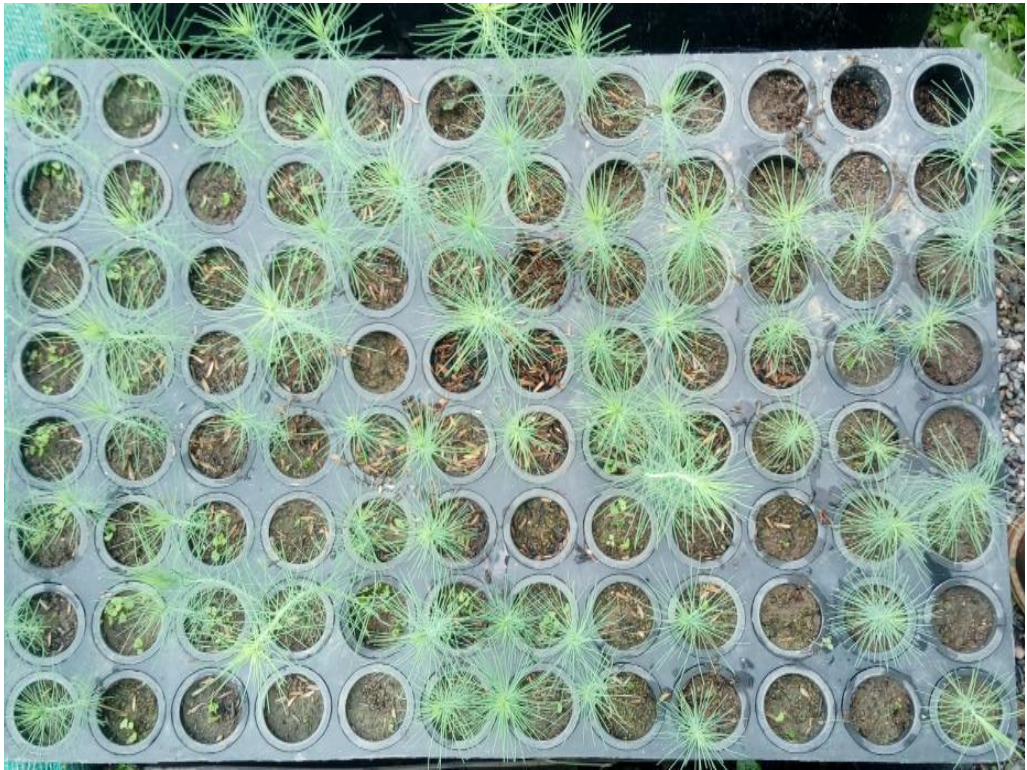


Foto 21. Plántulas sanas del primer tratamiento

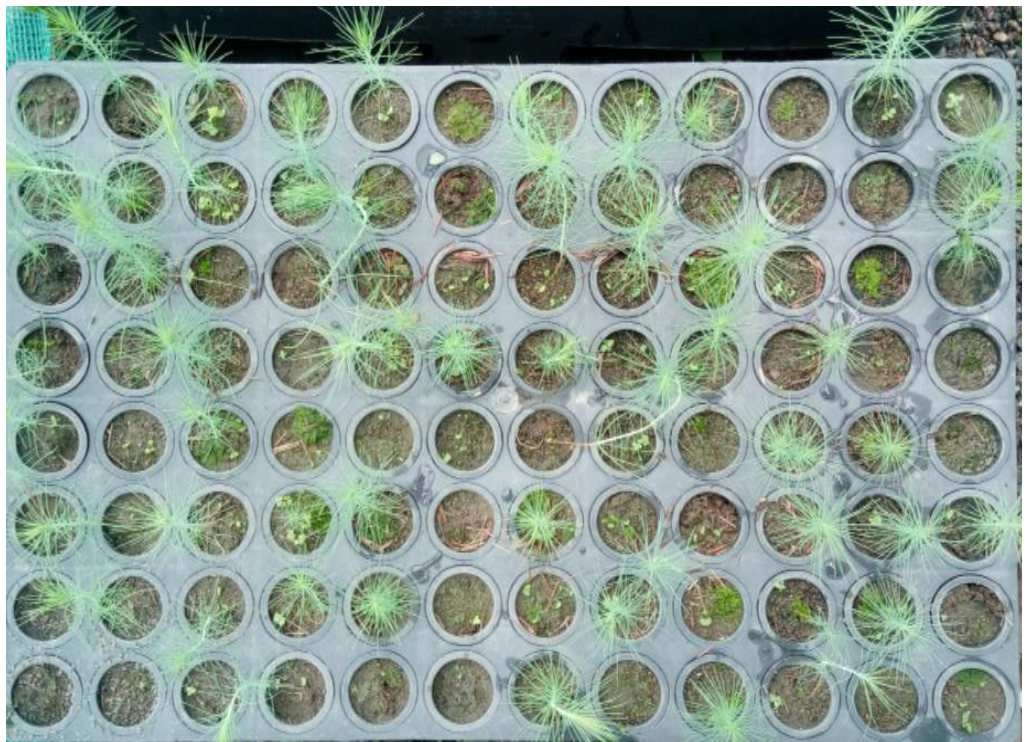


Foto 22. Plántulas sanas del segundo tratamiento

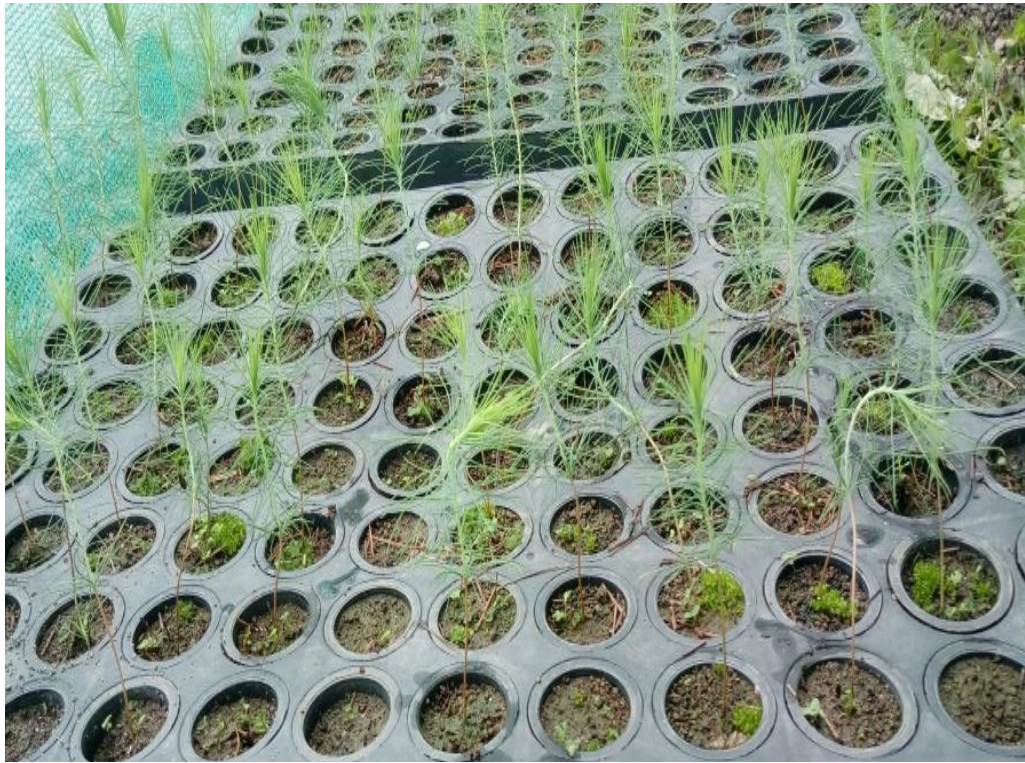


Foto 23. Plántulas sanas del tercer tratamiento

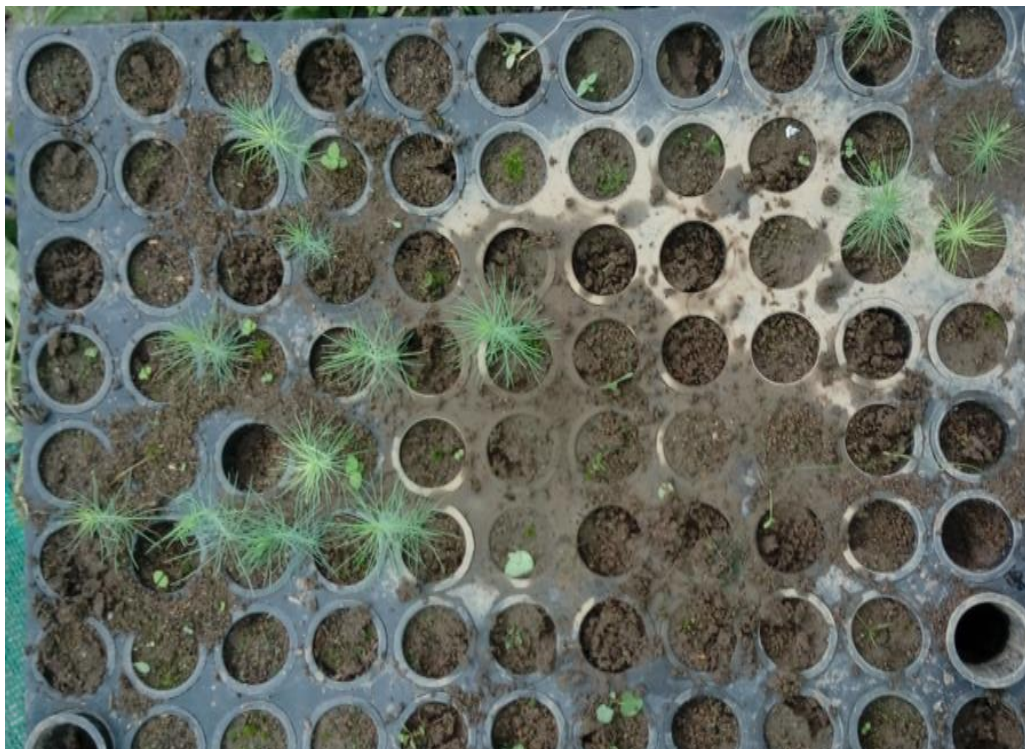


Foto 24. Plántulas sanas del cuarto tratamiento