

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**CARRERA DE INGENIERÍA EN PRODUCCIÓN
Y COMERCIALIZACIÓN AGROPECUARIA**

**PROGRAMA TÉCNICO SUPERIOR AGROPECUARIO
SEDE UNIVERSITARIA LOCAL INQUISIVI**



TESINA

**EVALUACIÓN DE PLANTINES EN ALMÁCIGO, PINO RADIATA (*Pinus sp*),
COMUNIDAD TAUCARASI MUNICIPIO INQUISIVI**

REMMY MARCA CALLE

La Paz - Bolivia

2024

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**CARRERA DE INGENIERÍA EN PRODUCCIÓN
Y COMERCIALIZACIÓN AGROPECUARIA**

**PROGRAMA TÉCNICO SUPERIOR AGROPECUARIO
SEDE UNIVERSITARIA LOCAL INQUISIVI**

**EVALUACIÓN DE PLANTINES EN ALMÁCIGO, PINO RADIATA (*Pinus sp*),
COMUNIDAD TAUCARASI MUNICIPIO INQUISIVI**

*Tesina presentado como requisito para
optar el Título de Técnico Universitario
Superior en Agropecuaria*

REMMY MARCA CALLE

Tutores

Ing. M.Sc. Ramiro Augusto Mendoza Nogales

Ing. M.Sc. Jorge Gabriel Espinoza Almazán

Tribunal Revisor

Ing. M.Sc. José Eduardo Oviedo Farfán

Ing. M.Sc. Luis Fernando Machicaó Terrazas

Aprobado

Presidente Tribunal Examinador

DEDICATORIA

Dedico el presente trabajo, en especial, a toda mi familia; mi eterna gratitud a mis hermanos Miller, Milton, Ema y Edelvina y a mi sobrina Jael Carla por su apoyo incondicional que siempre me brindaron.

A mis padres, con todo mi amor que los tengo a ellos: Joel Marca Calle y Isabel Calle Mancilla; por darme la belleza de la vida.

Con todo mi cariño a mis amigos y amigas que compartimos en el estudio.

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por guiarme en el camino del triunfo de mis estudios y darme la vida llena de esperanza y amor.

Expreso mis sinceros agradecimientos a la Universidad Mayor de San Andrés (UMSA), Facultad de Agronomía, Carrera de Ingeniería en Producción y Comercialización Agropecuaria (CIPyCA) y al Programa Académico Desconcentrado “Técnico Superior Agropecuario” Sede Universitaria Local Inquisivi y a los Docentes por haber impartido sus valiosos conocimientos en mi formación profesional.

Al Ing. M.Sc. Víctor Antonio Castañón Rivera, Director de Carrera (CIPyCA), Ing. Olivia Apaza Quispe Coordinación Académica (PADs), a mis Tribunales Ing. M.Sc. Luis Fernando Machicaó Terrazas e Ing. M.Sc. José Eduardo Oviedo Farfán, por sus sugerencias y recomendaciones que enriquecieron para la culminación de este trabajo.

A mis Tutores al Ing. M.Sc. Ramiro Augusto Mendoza Nogales por brindarme orientación, consejos, sugerencias, revisión y corrección de la presente tesina e Ing. M.Sc. Jorge Gabriel Espinoza Almazán, por brindarme su conocimiento, orientación y entrañable amistad, ya que siempre me colaboró en todo momento para la presentación de este documento y por estar siempre pendiente de mí trabajo, por su constante preocupación para lograrlo.

Índice General	Páginas
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Planteamiento del problema	2
1.2. Antecedentes	2
1.3. Justificación	3
2. OBJETIVOS	4
2.1. Objetivo general	4
2.2. Objetivos específicos	4
2.3. Hipótesis	4
3. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	5
3.1. Descripción de la especie	5
3.2. Descripción botánica	5
3.3. Requerimientos ambientales	10
3.4. Control Sanitario	10
3.4.1. Principales plagas y enfermedades	10
3.5. Labores culturales	11
3.6. Germinación de la semilla	12
3.7. Tratamientos pre germinativos	14
3.8. Sustratos	15
3.9. Relación beneficio costo	17
4. LOCALIZACIÓN.....	18
4.1. Ubicación del área de estudio	18
4.2. Condiciones climáticas	18
4.3. Flora y fauna	18
5. MATERIALES Y MÉTODO	19
5.1. Materiales	19
5.1.1. Material vegetal	19
5.1.2. Material laboratorio	19
5.1.3 Material de escritorio	19
5.1.4. Insumos	19
5.1.5. Material de campo	19

5.2. Método	20
5.2.1. Tratamiento pre germinativo	20
5.2.2. Preparación de almacigueras	20
5.2.3. Preparación del sustrato	21
5.2.4. Desinfección del sustrato	22
5.2.5. Labores culturales	23
5.3. Análisis estadístico	23
5.3.1. Croquis de experimento	24
5.4. Variables de respuesta	24
5.5. Relación beneficio costo	25
6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	26
6.1. Aspectos climáticos	26
6.2. Caracterización de semilla	27
6.3. Emergencia de semilla Pino radiata	27
6.4. Aspectos agronómicos	29
6.5. Costos de producción	33
6.6. Relación beneficio costo	33
7. CONCLUSIONES	34
8. RECOMENDACIONES	35
9. BIBLIOGRAFÍA	36
ANEXOS	43

Índice de Figuras

Página

Figura 1. Árbol de Pino radiata.....	6
Figura 2. Acículas de Pino radiata.....	7
Figura 3. Estróbilos masculinos de Pino radiata.....	8
Figura 4. Piña o cono de Pino radiata	9
Figura 5. Semillas de Pino radiata.....	9
Figura 6. Ubicación geográfica de la investigación.....	18
Figura 7. Semillas (Después de 48 hrs sumergida).....	20
Figura 8. Platabandas para almacigado	21
Figura 9. Preparación del sustrato	21
Figura 10. Desinfección de sustrato con formol (Cubierto con nylón).....	22
Figura 11. Riego de platabandas (Botella pet).	23
Figura 12. Registro de temperatura máxima, mínima y media (Vivero)	26
Figura 13. Emergencia de semillas de Pino radiata (%).....	28
Figura 14. Altura de plantines (Pino radiata)	29
Figura 15. Número de acículas (Pino radiata)	31
Figura 16. Número de acículas (Plantines seleccionados)	32

Índice de Cuadros

Página

Cuadro 1. Croquis del experimento	24
Cuadro 2. Características semilla de Pino radiata	27
Cuadro 3. Valores Prueba t-Student (Altura de plantines)	30
Cuadro 4. Valores prueba t-Student (Número de acículas)	32
Cuadro 5. Costos de producción	33
Cuadro 6. Beneficio/Costo Pino radiata... ..	33

Índice de Anexos	Página
Anexos 1. Registro de temperaturas en vivero (°C).....	43
Anexos 2. Costos de producción para el T0 cultivo de Pinus radiata. En Vivero Universitaria	43
Anexos 3. Costos de producción para el T1 cultivo de Pinus radiata. En Vivero Universitaria	44
Anexos 4. Costos de producción para el T2 cultivo de Pinus radiata. En Vivero Universitaria	44
Anexos 5. Costos de producción para el T3 cultivo de Pinus radiata. En Vivero Universitaria	45
Anexos 6. Respaldo fotográfico	46

RESUMEN

El presente estudio de investigación se realizó en la Universidad Mayor de San Andrés (UMSA), Sede Inquisivi área Forestación (Vivero Forestal), el objetivo general fue: “Evaluar plantines en almacigo de Pino radiata (*Pinus sp*), Comunidad Taucarasi Municipio Inquisivi” y como objetivos específicos planteados fueron: caracterizar la semilla de Pino radiata (*Pinus sp*), evaluar aspectos agronómicos de plantines de Pino radiata (*Pinus sp*), en almacigo y determinar la relación beneficio costo. El procedimiento aplicado comenzó desde la adquisición de semillas de Pino radiata (*Pinus sp*), luego se realizó el tratamiento pre germinativo, adecuación de almacigueras, acopio y desinfección de sustratos (formol), labores culturales y evaluaciones, para la tabulación de datos se aplica la prueba t-Student (Comparación de Medias) de los tres tratamientos propuestos y el testigo, las variables de respuesta evaluadas fueron: porcentaje de emergencia, altura de plantín, número de acículas y aspectos económicos. Con relación a la caracterización de la semilla se tiene un 98% de pureza, el peso promedio de 100 semillas con rangos de 2,5 a 2,9 g, y una viabilidad de 98,4%, los aspectos agronómicos la emergencia alcanzo en un periodo de 30 a 39 días, el T2 alcanzo el 81% de emergencia, el T1 a 80%, el T3 con 66% y el T0 (Testigo), a 60%. Las variables agronómicas fueron importantes para determinar la evaluación de plantines en almacigo, la relación a la altura de plantines el T2 el más representativo con 6,25 cm, el T0, T3 y T1 llegaron a valores 6,15 cm; 6,04 cm y 5,56 cm respectivamente, el número de acículas fue variable, el T2 con 83 acículas fue el más representativo en comparación al T3 con 79 acículas, el T0 con 73 y finalmente el T1 llego a 67 acículas/plantín seleccionado., el beneficio costo (B/C) del T1 y T2 1,41 Bs, que presenta mayor valor, el T0 con 1,22 Bs y el menor T3 con 1,15 Bs.

Palabras clave: Pino radiata, viveros forestales, almacigo.

Abstract

The present research study was carried out at the Universidad Mayor de San Andres (UMSA), Inquisivi Headquarters Forestation area (Forest Nursery), the general objective was: "Evaluate seedlings in Radiata Pine (*Pinus sp*) seedlings, Taucarasi Community Inquisivi Municipality" and the specific objectives set were: characterize the Radiata Pine (*Pinus sp*) seed, evaluate agronomic aspects of Radiata Pine (*Pinus sp*) seedlings in seedbeds and determine the benefit-cost relationship. The applied procedure began from the acquisition of Radiata Pine seeds (*Pinus sp*), then the pre-germinative treatment, adaptation of nursery beds, collection and disinfection of substrates (formol), cultural work and evaluations were carried out, for data tabulation it is applied the t-Student test (Comparison of Means) of the three proposed treatments and the control, the response variables evaluated were: percentage of emergence, seedling height, number of needles and economic aspects. In relation to the carterization of the seed, there is 98% purity, the average weight of 100 seeds ranges from 2.5 to 2.9 g, and a viability of 98.4%, the agronomic aspects the emergence reached in a period of 30 to 39 days, T2 reached 81% emergency, T1 at 80%, T3 with 66% and T0 (Witness), at 60%. The agronomic variables were important to determine the evaluation of seedlings in the nursery, the relationship to the height of seedlings, T2 the most representative with 6.25 cm, T0, T3 and T1 reached values of 6.15 cm; 6.04 cm and 5.56 cm respectively, the number of needles was variable, T2 with 83 needles was the most representative compared to T3 with 79 needles, T0 with 73 and finally T1 reached 67 needles/selected seedling. ., the benefit cost (B/C) of T1 and T2 1.41 Bs, which has the highest value, T0 with 1.22 Bs and the lowest T3 with 1.15 Bs.

Keywords: Radiata pine, forest nurseries, seedbed

1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad la demanda de plantas es cada vez mayor, ya que no solo las empresas afines a la industria forestal tienen la responsabilidad y capacidad de ejecutar proyectos de forestación y reforestación, los Gobiernos Autónomos descentralizados locales, Provinciales y Nacional están en la capacidad de ejecutar unidades de producción como viveros forestales, ya sea para el aprovechamiento sustentable o para la conservación del ambiente, esto hace que se requiera mayor investigación en el manejo de sustratos para la producción de plantas. Jimenes (2002).

La creación de nuevos recursos forestales, a través de plantaciones establecidas por el hombre puede contribuir a recuperar terrenos que, por condiciones socioeconómicas, tecnológica o inadecuada utilización, se encuentran abandonados, sin el menor uso productivo o en proceso de desertificación; y a la generación de riqueza para beneficio de sus propietarios. La incorporación de especies forestales madereras permitiría aumentar las posibilidades de trabajo, incrementar la productividad del suelo y por supuesto, la protección y conservación de recursos edáficos, hídricos, de vegetación y fauna. Argollo (2014).

El Municipio de Inquisivi se caracteriza por el manejo forestal de Eucalipto (*Eucalyptus sp.*), que genera beneficios a mediano plazo bolillos empleados para construcción, sin embargo, es una especie alelopática y de grandes requerimientos de agua, ocasionando erosión de los suelos.

El Pino radiata (*Pinus sp*), es una especie forestal promisoría para los agricultores siendo una alternativa de ingresos económicos por la venta de madera a largo plazo, se tiene una diversidad de sustratos (Tierra negra, Lama, Estiércol, Hojarasca) en Municipio Inquisivi, para realizar investigaciones de emergencia se tiene con el presente trabajo, se lograra brindar los conocimientos técnicos básicos de la importancia de realizar investigaciones en la etapa de emergencia con el fin de obtener resultados más rápidos y una producción de plantas más homogéneas para la zona.

1.1. Planteamiento del problema

El Municipio de Inquisivi, presenta plantaciones forestales comerciales de Eucalipto (*Eucalyptus globulus*), que generan ingresos económicos importantes para los productores siendo otra alternativa a la actividad agrícola (frutales y cultivos anuales), sin embargo, al no tener un manejo forestal ocasiona una degradación de los suelos y al ser una especie alelopática afecta el crecimiento de otras especies. La planificación para nuevos “bosquetes” con especies como el Pino radiata (*Pinus sp*), sin embargo deberán tener un manejo silvicultural, debido que generan biomasa (ramas, hojas y madera en el bosquete), además tienen resinas que son inflamables.

1.2. Antecedentes

El Municipio de Inquisivi, va sufriendo en gran parte de sus suelos procesos de degradación, en el sector norte y noreste (erosión en diferentes grados y remoción en masas). Las actividades agropecuarias (sobre pastoreo, uso de la tierra sin prácticas conservacionistas) y actividades forestales con especies exóticas introducidas (Eucalipto, Pino y Cipres) en las serranías, donde se encuentran las nacientes de agua utilizadas para consumo humano, animal y actividades agrícola, se encuentran en riesgo y afectando los ecosistemas.

El Municipio de Inquisivi a través de la Secretaria de Medio Ambiente (Sector Tejeria), realizan la producción de una diversificación de especies forestales como Eucalipto (*Eucalyptus globulus*), Pino radiata (*Pinus sp*), Cipres (*Cupresus macrocarpa*), y frutales como el Durazno (*Prunus persica*), empleando diferentes sustratos propios del lugar para el manejo desde la etapa de almácigo hasta la aclimatación, por otra parte en el Sector de Arcopongo se realizan plantaciones con especies introducidas como el Pino radiata (*Pinus sp*) para a futuro formar bosquetes y mejorar los efectos de la deforestación.

1.3. Justificación

La introducción del Pino radiata (*Pinus sp*) sera una alternativa para los agricultores y que a futuro logran ingresos económicos a largo plazo, siendo necesario un análisis inherente al manejo y producción de plantines forestales en la etapa de almacigo y aclimatación y el manejo óptimo de la semilla.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

- Evaluar plantines en almácigo de Pino radiata (*Pinus sp*), Comunidad Taucarasi Municipio Inquisivi.

2.2. Objetivos específicos

- Caracterizar la semilla de Pino radiata (*Pinus sp*).
- Evaluar aspectos agronómicos de plantines de Pino radiata (*Pinus sp*), en almácigo.
- Determinar la relación beneficio costo

2.3. Hipótesis

- Ha: La evaluación de plantines en almácigo de Pino radiata (*Pinus sp*) no existe diferencias con la aplicación de diferentes sustratos.

3. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

3.1. Descripción de la especie

- Origen

Es una especie originaria de California, prospera en la mayoría de los suelos, pero prefiere franco arenoso muy profundo, con buen drenaje y pH neutro, requiere mucho fósforo, boro, zinc; prefiere los climas templados ó cálidos, ya que no puede tolerar inviernos muy fríos, pero incluso tolera temperaturas que llegan hasta los 12°C, la precipitación óptima es de entre 800 y 1700 mm/año, pero las sequías de verano pueden durar hasta varios meses. Vinueza (2013).

- Taxonomía

Según Rojas (2001), presenta la siguiente clasificación:

Familia:	<i>Pinaceae</i>
Subfamilia:	<i>Pinoideae</i>
Género:	<i>Pinus</i>
Especie:	<i>Pinus radiata</i> D Don
Nombre Común:	<i>Pino de Monterrey</i>

3.2. Descripción botánica

a) Forma

El árbol mide de 15 m a 50 m de altura, rara vez de 60 m, los fenotipos varían ampliamente, desde individuos sanos con tallos rectos, copas tupidas, redondeadas e irregulares, hasta poblaciones de madera partida, curva, nudosa y otros defectos. Aguilera (2001).

El carácter serótino de las piñas constituye una adaptación al fuego, pues se abren rápidamente tras los incendios. Farjon (2010).

Figura 1. Árbol de Pino radiata



Fuente: Las Coníferas y sus parientes (2012)

b) Raíz

El pino posee un sistema radical potente con raíces laterales bien desarrolladas y muy extendidas. MacDouglas (1936) citado por Zas (2008), citó el hallazgo de un árbol cuyas raíces laterales se extendían 20 m. desde su base. Lindsay, 1932 citado por FAO (1985), indica que las raíces superficiales se extienden por la capa de acículas más que lo hacen la mayoría de los pinos

c) Tallo

Es un árbol de talla media, de aproximadamente 45 m de altura, su crecimiento es rápido en los primeros años, su tronco puede alcanzar un diámetro de más de 50 cm en 20 años posteriormente su crecimiento se ralentiza. Posee una copa piramidal en su juventud y aplanada ó abovedada en su madurez, con ramas inferiores extendidas, tiene el tronco recto, cubierto por una corteza gruesa y resquebrajada, de color pardo-rojizo. D.Don, (1982).

d) Hojas

Hojas solitarias ó agrupadas en fascículos en el extremo de ramas cortas ó braquiblastos (ramas cortas con entrenudos próximos); simples, aciculares, lineares u oblongas, generalmente con canales resiníferos. Killeen et al (1993), sus hojas son verde – azuladas, de entre 3 y 8 cm de longitud, punzantes; hojas jóvenes doblemente alargadas y dispuestas en grupos de 3 ó 4.

Figura 2. Acículas de Pino radiata



Fuente: Las Coníferas y sus parientes (2012)

e) Estróbilos

Son unisexuales; solitarios ó agrupados, con numerosas escamas espiraladas, llevando cada una dos sacos polínicos en la cara inferior, los femeninos, solitarios sésiles ó con pedúnculos corto, frecuentemente grandes, redondos ó alargados, con muchas escamas biovuladas en la cara superior, protegidas por brácteas a veces muy desarrolladas Killeen et al., (1993).

Figura 3. Estróbilos masculinos de Pino radiata



Fuente: Las Coníferas y sus parientes (2012)

Las flores masculinas y femeninas nacen por separado en el mismo árbol y aparecen durante la primavera y principios del verano, las flores masculinas de color amarillas o rojizas ocurren en grupos de amentos cilíndricos, son pequeñas, verde a púrpura donde generalmente están cerca de las puntas de los brotes nuevos. Farjón (2010).

f) Fruto

Los conos son color marrón, miden de 5 cm a 21 cm de largo y de 2.5 cm a 10 cm de ancho, sus pedúnculos son cortos y algunas veces permanecen en el árbol por varios años, cada cono contiene aproximadamente 200 semillas de color gris-pálido a negro con alas grandes. Lamprecht (1990),

Sierra A. J. Vázquez & Rodríguez (1994), indican que la apertura de conos se dan entre agosto y octubre, y la dispersión de semillas de octubre a noviembre, los conos son serótinos y persistentes, la mayor producción de semillas se dan en árboles de 15 a 20 años de edad.

Figura 4. Piña o cono de Pino radiata



Fuente: Las Coníferas y sus parientes (2012)

g) Semilla

Las semillas de Pino radiata son aladas de hasta 4 mm de longitud de color negro grisáceo, miden de 0,5 cm – 0,7 cm de largo, con alas de 2 cm de largo, presentan un ala unilateral, articulada o soldada a la testa. Killeen et al. (1993).

Figura 5. Semillas de Pino radiata



Fuente: Las Coníferas y sus parientes (2012)

h) Fenología

Zamudio (1992), indica que durante el ciclo vegetativo de las plantas a partir del brote hasta la maduración ó caída de las hojas en las perennes, el vegetal sufre continuas exigencias con respecto a los elementos meteorológicos del estadio en que se encuentra, distinguiéndose lo que en fisiología se conoce como crecimiento y desarrollo.

3.3. Requerimientos ambientales

a) Temperatura

Según Mc. Donald & Laacke (1990), requiere escasa oscilación térmica anual, con temperaturas medias anuales de 9-11°C en los meses de invierno y verano respectivamente y presenta rangos de temperaturas extremas de 5 y 41°C, con 300 días libres de helada al año.

3.4. Control Sanitario

3.4.1. Principales plagas y enfermedades

FAO (1964), señala que en las zonas interandinas de Bolivia se han encontrado taladros en los brotes terminales, Sierra et al. (1994), refiere que es común la incidencia del mal de los semilleros “Damping-off”, para su control se recomienda aplicar riegos acidulando el agua con ácido fosfórico o bien reducir la densidad de siembra.

a) Enfermedades en coníferas

- Damping off

Admin (2013), indica que es una enfermedad causada por el hongo en los brotes terminales, es susceptible a la pudrición basal (Damping off) en el vivero, se deberá controlar las variables climáticas para controlar la incidencia.

3.5. Labores culturales

a) Riego

La cantidad y frecuencia de los riegos dependerá principalmente del tipo de suelo y las condiciones climatológicas del lugar, sin embargo, en grandes elevaciones es recomendable un buen programa de riego para el primer año para no tener problemas de mortandad, sobre todo en zonas de aridez moderada. Magaña (1996).

Con respecto al riego, es necesario prestar especial atención a la fuente de agua disponible que se desinfecta para evitar enfermedades de las plantas, el mantenimiento debe realizarse con mucho cuidado, la estructura y el diseño deben mantenerse de acuerdo con el plan, y esto debe hacerse por personas capacitadas y experimentadas.

Para un buen riego Bonilla (2014), recomienda los siguientes pasos.

- 1) La frecuencia y cantidad de agua varían según la especie, pero esta actividad se realiza mejor por la mañana.
- 2) La mejor opción de riego para semilleros, se recomienda usar una regadera, con esto se logra controlar la humedad adecuada para la germinación de las semillas.
- 3) El riego en las platabandas de crecimiento y ó adaptación debe ser preferentemente por gravedad (Inundación).

b) Deshierbes

Un problema estrechamente relacionado con la sobrevivencia de las plantaciones es la competencia por humedad, luz y nutrientes, por lo que es necesario realizar continuamente deshierbes y escardas, que disminuyan dicha competencia. Magaña (1996).

Bonilla (2014), indica que las malezas compiten por agua y nutrientes con las plántulas, por lo que es necesario el deshierbe, para esto se debe regar la cama de 1 a 2 horas antes de esta actividad.

3.6. Germinación de la semilla

El proceso de mojar las semillas antes de sembrar interrumpe la latencia externa y normalizará la germinación, las semillas se remojaron en agua ligeramente tibia a 30°C durante 24 horas, este proceso acelera la germinación, con tasas de germinación que van del 64% al 80%, después de 14 días. Además, permite la separación de semillas huecas ó vanas, esto se debe a que flota y se puede quitar a mano. Ospina (2011).

La germinación es un proceso fisiológico que finaliza con la emergencia del embrión que está contenido en la semilla este proceso es influenciado por factores externos e internos, para que una semilla germine debe ocurrir un proceso de absorción de agua que es conocido como imbibición, que promueven la expansión del embrión, y desarrollo y emergencia de la radícula. La absorción de agua por la semilla es la etapa inicial de la germinación.

Hay semillas que quedan en estado de dormancia por mayor tiempo por las concentraciones de compuesto inhibidores dentro de estas como lo es la hormona ácido abscísico, algunas semillas requieren pasar por exposición a luz o a temperaturas que rompan el estado de dormancia. Hay procesos artificiales de romper la dormancia en las semillas conocido como escarificación en donde se utiliza procesos mecánicos, químicos, sumergir en agua a altas temperaturas para poder romper la cubierta externa de la semilla.

Cuando germina una semilla, primero sale la radícula y luego se desarrolla la plúmula, dependiendo de la planta, los cotiledones de la semilla se quedan sobre el suelo y se denomina germinación epigea, pero en otras plantas los cotiledones quedan bajo tierra denominando como germinación hipogea. Santana (2013).

a) Emergencia de semilla

Es un proceso donde se observa la aparición de las plantas en la superficie del suelo, es la etapa posterior a la germinación de la semilla ó brotamiento de yemas. Estupiñan (2010).

La emergencia de las plantulas ocurre cuando el crecimiento activo del embrio ocurre durante la germinación de la semilla, primero la raíz primaria emerge de la radícula y crece hacia abajo del suelo, empieza a absorber agua y anclar la plantula al suelo, luego el brote emerge de la plúmula y crece hacia la superficie del suelo. Simón (2023).

b) Principios de la propagación por semilla

Hartmann (1998), indica que una semilla consiste de un embrión y su provisión de alimento almacenado, rodeado por las cubiertas protectoras, en la época que se separan de la planta la semilla tiene una cantidad de humedad y metabolismo es reducido y no ocurre una actividad aparente de crecimiento, en este estado las semillas se pueden almacenar por largos tiempos a temperaturas bajas y transportarse a cualquier parte del mundo para el momento de propagar

c) Proceso de la germinación

Según Hernández (2023) la iniciación de la germinación requiere que se llenen tres condiciones:

- Primera: la semilla debe ser viable; esto es, el embrión debe estar vivo y ser capaz de germinar.

- Segunda: la semilla debe estar en letargo ni el embrión quiescente, no deben existir barreras fisiológicas o físicas que induzcan letargo ni barreras químicas para la germinación.

- Tercera: la semilla debe estar expuesta a las condiciones ambientales apropiadas: disponibilidad de agua, temperatura adecuada, temperatura adecuada, provisión de oxígeno y en ocasiones luz.

Debido a las interacciones entre el ambiente y condiciones específicas de letargo, dichas exigencias pueden cambiar con el tiempo el tiempo y los métodos de manejo de las semillas, así también, el segundo requisito, evitar el letargo, puede, a veces, satisfacerse proporcionando las condiciones ambientales apropiadas.

d) Testa dura

Los integumentos del óvulo se convierten en la cubierta de la semilla madura, está cubierta consiste a veces en dos revestimientos distintos, una cubierta externa, típicamente firme, que es la testa, y otra interna, por lo general delgada y membranosa, que es el tegmen. La testa protege al contenido de la semilla de la desecación, los daños mecánicos ó los ataques de hongos, bacterias e insectos, hasta que se abre en la germinación. Willan (1991).

3.7. Tratamientos pre germinativos

a) Remojo de semillas (agua) a temperatura ambiente

Consiste en colocar las semillas a tratar en un atado de tela y sumergirla en un recipiente de agua a temperatura ambiente, durante 24, 48 ó 72 horas, según la exigencia de cada especie, se debe retirar el atado con la semilla, se la escurre y se la extiende bajo sombra para que seque lentamente. Tarima (2000).

Según la FAO (1991), se remoja la semilla en agua fría por tiempos variables, se debe tener cuidado en cambiar el agua por lo menos una vez al día para evitar problemas de fermentación. Indudablemente, este método es el de mayor facilidad y por lo tanto de mayor aplicación.

3.8. Sustratos

a) Tierra del lugar

Según Fossati y Olivera (1996), mencionado por Argollo (2014), la tierra del lugar son sustratos propios del lugar de estudio, por debajo de los 3000 msnm, la función de la tierra del lugar es sustituir, en forma barata y sencilla, además, le da a la planta un medio parecido al que tendrá en su sitio de plantación. Un sustrato es un medio sólido e inerte, que protege y da soporte a la planta para el desarrollo de la raíz en las hortalizas y flores, permitiendo que la “solución nutritiva” se encuentre disponible para su desarrollo.

El material en el cual se plantan semillas, se insertan brotes, ó se establecen plantas, se le llama sustrato o medio, el sustrato da soporte, almacena y suministra nutrientes, agua y aire para el sistema radical. Valenzuela y Gallardo (2002), mencionado por Quispe (2017).

Choque (2015), refiere que la tierra que no sea arcillosa pero desmenuzable, siendo esta, base de la mezcla, sobre este componente se mejora el contenido alimenticio y contiene mayor cantidad de nutrientes en el suelo sus características de drenaje, agregando los demás componentes.

b) Turba

Agramonte (1998), es un material que se utiliza como enmienda orgánica o como sustrato de cultivo, consiste en una masa esponjosa enriquecida en abono proveniente de la descomposición de masas vegetales fundamentalmente herbáceas.

c) Arena

Según Hidalgo (1997), la arena es una de las sustancias más utilizadas de sustratos, aunque se emplea en pequeñas cantidades, la arena mejora la estructura del sustrato, pero aporta peso al mismo, las arenas utilizadas no deben tener elementos nocivos tales como sales, arcillas ó plagas.

La arena está caracterizada por la granulometría que va desde 20 a 200 micrones, es generalmente suelta, porosa y estéril, el contenido de nutrientes es bajo y sus valores de pH tienden a ser alcalino Lucero (2007), mencionado por Cuba (2015).

Ferreira (1985), indica que se prefieren sustratos arenosos que tenga un buen drenaje para la germinación de la semilla otros sustratos inertes como la vermiculita, que es un material misaceo desintegrado, también es recomendable, mencionado por Cuba (2015).

d) Hojarasca

Agramonte (1998), es un material que se utiliza como enmienda orgánica o como sustrato de cultivo, consiste en una masa esponjosa enriquecida en abono proveniente de la descomposición de masas vegetales fundamentalmente herbáceas. La descomposición de estos restos vegetales es parcial pues ocurre en zonas pantanosas bajo condiciones anaeróbicas, por sus grandes cualidades es el material base para cualquier sustrato ya que los vegetales que le dan origen tienen la propiedad de ser muy higroscópicos aun después de muertos. Espinoza (2014).

En todos los casos la descompsición de la materia (hoja viva, desfronte y hojarasca) molido finalmente con ácido nítrico concentrado y a la determinación del contenido de diversos macro y micronutrientes (Ca, Cu, Fe, K, Mg, Mn, P y Zn). Copete (2012).

3.9. Relación beneficio costo

El análisis de B/C (beneficio/costo), radica en guiar al decisor en la canalización de los recursos hacia aquellos proyectos o alternativos que proporcione la mayor ganancia. Rojas, (2022).

Cualquiera que sea la naturaleza del proyecto, su ejecución siempre reducirá la oferta de insumos (consumidos por el proyecto) y aumentará la de los bienes (producidos por el proyecto). Sin él habría sido diferente la oferta de esos bienes e insumos al resto de la economía.

4. LOCALIZACIÓN

4.1. Ubicación del área de estudio

El Municipio Inquisivi y la Comunidad Taucarasi se encuentra en las coordenadas: WGS84 Latitud: 16°54'18" Sur, Longitud: 67°8'14" Oeste. PDM (2011-2015).

Figura 6. Ubicación geográfica de la investigación



Se realizó en la Sede Universitaria Local, Provincia Inquisivi, a una altitud de 2.704 m.s.n.m., con características de los valles mesotérmicos. SENAMHI (2013).

4.2. Condiciones climáticas

Según SENAMHI (2014-2015), Municipio Inquisivi cuenta con las siguientes condiciones climáticas: temperatura promedio: 18°C con una precipitación: 1149 mm y una altitud: 2.704 msnm.

4.3. Flora y fauna

Existen especies de plantas nativas presenta thola, kanlla, chiji, layu layu, sillu sillu y coa, entre las especies introducidas se tiene como: Eucalipto (*Eucalyptus globulos*); Pino (*Pinus sp*). PTDI (2016 - 2020).

5. MATERIALES Y MÉTODO

5.1. Materiales

5.1.1. Material vegetal

Se empleó 1/2 onza de semilla Pino radiata (*Pinus sp*), equivalente a 14.17 g, con un total de 510 semillas obtenida de Empresa Multiagro (La Almería), La Paz.

5.1.2. Material laboratorio

- Balanza de precisión

5.1.3 Material de escritorio

- Computadora, libreta de anotación, cámara fotográfica, regla de medición, y calculadora.

5.1.4. Insumos

- Formol ¼ lt al 40%

- Hojarasca

5.1.5. Material de campo

Bolsas plásticas de polietileno de 11 cm x 20 cm, para vivero, baldes, picota, pala, rastrillo, cernidor, tierra del lugar, arena, hojarasca y regadera.

5.2. Método

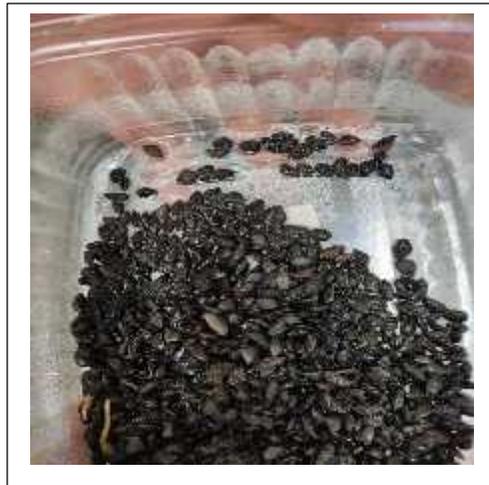
Para el cumplimiento de los objetivos propuestos en la presente investigación, se aplicó el proceso:

5.2.1. Tratamiento pre germinativo

Consistió en colocar las semillas a tratar en un atado de tela y sumergirla en un recipiente de agua a temperatura ambiente, durante 48 hrs según la exigencia de cada especie, se retiró la semilla, escurrió y extendió bajo sombra para que seque lentamente, proceso de acuerdo a lo indicado por Tarima (2000).

La práctica se desarrolló usando las platabandas del Vivero Sede Universitaria.

Figura 7. Semillas (Después de 48 hrs sumergida)



Fuente: Marca (2022)

5.2.2. Preparación de almacigueras

Para este propósito se utilizó las almacigueras del Vivero(Sede Universitaria).

Figura 8. Platabandas para almacigado



Fuente: Marca (2022)

5.2.3. Preparación del sustrato

Angel (2022), nos indica que los sustratos empleados en actividades “forestales”, almacigo, deben ser cernidos y desinfectados utilizando en diferentes proporciones para que los plantines tengan muy buenas condiciones de emergencia, en la investigación se empleó las relaciones:

- | | | |
|----------------------------------|-------|------|
| -Tierra Negra y Arena | 3:1 | (T0) |
| -Tierra Negra, Arena y Hojarasca | 3:1:1 | (T1) |
| -Tierra Negra, Arena y Hojarasca | 2:2:1 | (T2) |
| -Tierra Negra, Arena y Hojarasca | 1:2:2 | (T3) |

Figura 9. Preparación del sustrato



Fuente: Marca (2022)

5.2.4. Desinfección del sustrato

Galloway & Borgo (1985), menciona que para prevenir el ataque de la chupadera hay que desinfectar el sustrato antes de cada siembra, para ello se aplicó una mezcla de 250 cm³ de formalina (formol) al 40%, en 15 litros de agua para 3 m² de almácigo, se cubrió bien el suelo con plástico durante unas 48 horas, después de quitar la cubierta está listo para la siembra de semillas.

La desinfección permitió prevenir la incidencia del damping off, que afecta en la etapa de germinación de la semilla ocasionando daños representativos, al igual del control del riego y temperatura, la desinfección se realizó bajo la siguiente secuencia:

- Se desinfecto con formol a una concentración de 15 lt de agua, cubriéndolo con plástico y se dejó que actué por 3 días para desinfectar el suelo, dejándolo airear por 3 días.
- Se mezcló el sustrato previamente tamizado y se incorporó el sustrato en las platabandas y se realizó la siembra en boleto continuo.

Figura 10. Desinfección de sustrato con formol (Cubierto con nylón)



Fuente: Marca (2022)

5.2.5. Labores culturales

a) Riego

Para un riego uniforme y diario se utilizó cuatro botellas pet, para cada testigo que son 8 litros, este riego se realizó todos los días por la tarde, evitando el calor del día.

Figura 11. Riego de platabandas (Botella pet).



Fuente: Marca (2022)

b) Deshierbes

En las almacigueras el problema de competencia de las malezas es generalmente fuertemente agresiva para las plántulas, su eliminación desde el momento de la emergencia de las plántulas de pino es más aconsejable, proceder a retirar las malezas a mano y con mucho cuidado para no dañar las plántulas germinadas, antes del deshierbe se remojó las unidades experimentales para una fácil remoción, este procedimiento se realizó 1 vez por semana de forma manual y con la ayuda de un azadón para la limpieza de los pasillos y los alrededores del área experimental.

5.3. Análisis estadístico

Sealy (1908), menciona que la prueba t-Student es una técnica utilizada para determinar si la media de una muestra es estadísticamente diferente de una media poblacional conocida o hipotética, se empleó la fórmula:

$$t = \frac{x - u}{s / \sqrt{n}} \quad (1)$$

Dónde:

x: Media de la distribución de datos

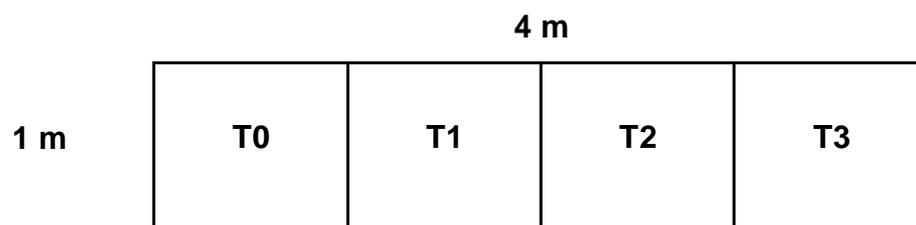
u: Media de la población

n: Tamaño de la muestra

s: Error standart de la muestra

5.3.1. Croquis de experimento

Cuadro 1. Croquis del experimento



5.4. Variables de respuesta

- Porcentaje de emergencia

Esta variable se cuantifico, considerando las semillas emergidas/semillas sembradas.

- Altura de plantín

Se midió para determinar la altura en la etapa de crecimiento. (Selección de 10 plantines por tratamiento), con una regla en (cm), desde la base del tallo hasta el apice de la planta.

- Número de acículas

Las evaluaciones permitieron cuantificar en los 10 plantines seleccionados por tratamiento, se efectuó un conteo en número de sus hojas, usando como parámetro evaluativo 39 días desde la aparición de las primeras hojas verdaderas.

Estos datos fueron registrados en planillas y luego fueron procesadas, posteriormente en t-Student, al tener una altura óptima se realizó el repique de plantines empleando bolsas de polietileno.

5.5. Relación beneficio costo

Se presenta una serie de procedimientos para realizar el análisis económico de los resultados obtenidos en los ensayos en fincas, que los científicos agrícolas podrán utilizar al formular recomendaciones para los agricultores a partir de datos agronómicos, pero cuando se hacen a un lado factores que son importantes para el agricultor, es muy fácil formular recomendaciones inadecuadas.

Cabe señalar que algunos de estos factores a veces no resultan muy evidentes. Perrín & Donald, (1976), menciona que este parámetro nos permite identificar los ingresos económicos considerando aspectos fijos y variables.

Según Larico (2005) mencionado por Rojas, (2022), la palabra “rentabilidad” es un término general que mide la ganancia que puede obtenerse en una situación particular.

Es el denominador común de todas las actividades productivas, se hace necesario introducir algunos parámetros a fin de definir la rentabilidad, en general, el producto de las entradas de dinero por ventas totales (V) menos los costos totales de producción sin depreciación (C) dan como resultados el beneficio bruto (BB).

$$\text{Relación B/C} = \frac{\text{IB}}{\text{C}} \quad (2)$$

Dónde:

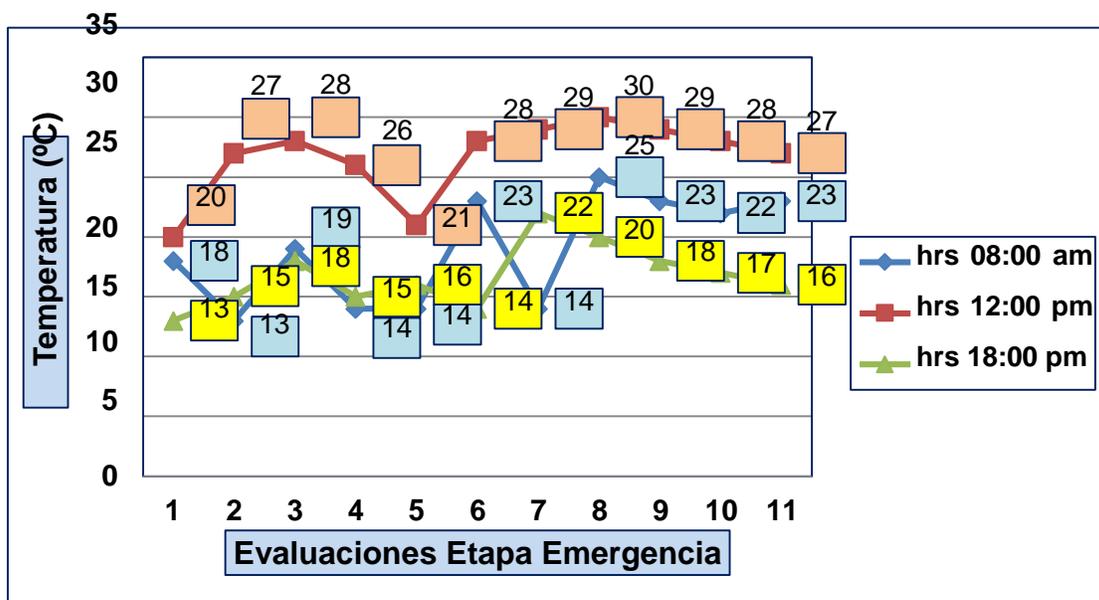
B/C = Relación beneficio costo
IB = Ingreso bruto
CP = Costos de producción

6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1. Aspectos climáticos

Un aspecto importante es la temperatura para el desarrollo germinativo de semilla, se realizaron 11 evaluaciones en el periodo de emergencia.

Figura 12. Registro de temperatura máxima, mínima y media (Vivero)



La temperatura mínima alcanzó un promedio de 13°C, la media 21°C y la máxima a 30°C respectivamente. (Figura 12). Rawson & Macpherson (2001), señalan que la temperatura afecta la tasa de desarrollo de la planta a través de sus distintas fases y la producción de hojas, tallos y otros componentes.

Vargas (2014), refiere que la temperatura máxima fue registrada en el mes de febrero con 22.5°C mientras que la temperatura mínima era de 7,4°C para el mes de marzo, la temperatura promedio que se observó durante la investigación fue de 14,1°C, en un estudio para analizar la respuesta del Pino (*Pinus radiata*), a la aplicación de suelo micorrizados y dos tipos de sustratos en la etapa de Vivero, por otra parte Nina (1999), el Pino puede desarrollarse muy bien en temperaturas promedio de 14,1°C.

6.2. Caracterización de semilla

Se analizaron aspectos de la pureza, peso promedio y viabilidad de 100 semillas de cada muestra que facilitaron la obtención de aspectos cuantitativos.

Cuadro 2. Características semilla de Pino radiata

Características	Rangos	Valor promedio
Pureza (%)		98,00
Peso Promedio (100 Semillas) (g)	2,5 a 2,9	2,79
Viabilidad (%)		98,40

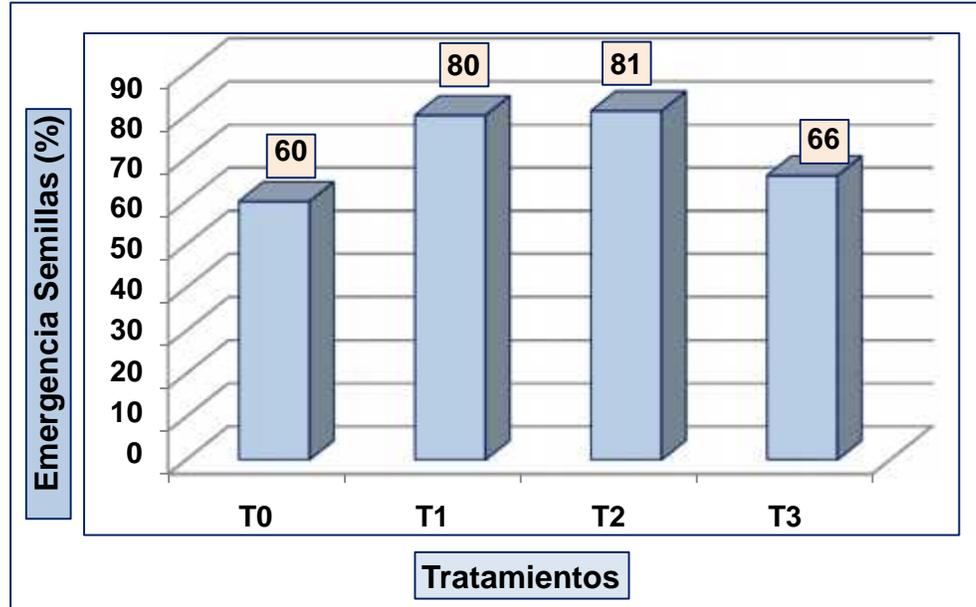
Los resultados obtenidos en Cuadro 2, reflejan los resultados de pureza física de las semillas alcanzando un valor de 98%, lo que indica la poca presencia de impurezas, podridas y secas, en relación al peso de 100 semilla, se tiene un peso promedio de 2,79 g, y la viabilidad alcanzo a 98,40%.

Según Estivariz (2015), en un estudio realizado en Pino, utilizando dos replicas obtuvo un promedio 93% de pureza física, lo que demuestra que se tiene un mínimo porcentaje de impurezas (7%). Esto determina que el lote de semillas utilizadas para la realización de este ensayo es de alta pureza física de acuerdo a las normas del ISTA para este tamaño de semilla.

6.3. Emergencia de semilla Pino radiata

En la Figura 13, se refleja la emergencia de semilla de Pino radiata, empleando diferentes tipos de relaciones de sustratos, con valores de 81% (T2), 80% (T1), 66% (T3) y finalmente 60% (T0), la diferencia atribuible a la composición de sustratos que dieron condiciones adecuadas para el proceso de crecimiento de semillas.

Figura 13. Emergencia de semillas de Pino radiata (%)



Los sustratos empleados coadyuvaron a que tenga buenas condiciones la semilla para el proceso de emergencia, el T3 por la poca cantidad de tierra negra y mayor cantidad de arena no alcanzaron que la semilla tenga buenas propiedades.

El T1 y T2 brindaron a la semilla buenas propiedades físicas y químicas, mayor retención de humedad, la arena favoreció mayor filtración de agua y porosidad, la hojarasca una retención de humedad, aireación, infiltración y porosidad, el Testigo alcanzo el 60% de emergencia, empleando tierra negra y arena.

Quispe (2018), en una investigación realizada en Pino Pseudostrobus (*Pinus pseudostrobus Lind*), con diferentes sustratos alcanzo valores de 64,7% (Tierra del lugar, micorriza, turba y arena 2:2:2:1), un 60,2% (Tierra del lugar, ½ micorriza, turba y arena 3:0.5:1:1) y finalmente 54,2% (Tierra del lugar, micorriza, turba y arena) 2:1:3:1 respectivamente, realizando remojo en agua hervida por 30 minutos.

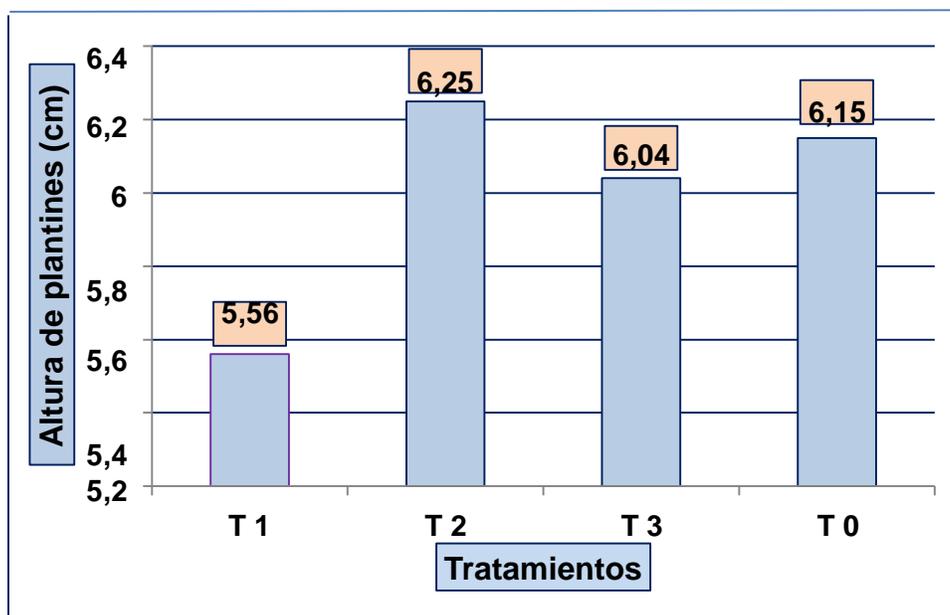
Espinoza (2004), en un estudio realizado sobre el “Comportamiento germinativo del Pino Oregon (*Pseudostrobus menziessi*), en diferentes sustratos”, el Tratamiento 4 (Tierra Negra – Arena) a una relación 1:1, alcanzo el 52% fue el más representativo, las condiciones climáticas, (principalmente humedad y temperatura).

6.4. Aspectos agronómicos

a) Altura de la plantines

En Figura 14, tenemos los valores en relación a la altura de plantines de Pino radiata, siendo el T2 el más representativo con 6,25 cm, el Testigo, T3 y T1 llegaron a valores 6,15 cm; 6,04 cm y 5,56 cm respectivamente, no tienen diferencias significativas.

Figura 14. Altura de plantines (Pino radiata)



En el tratamiento T2 el crecimiento de la altura de plantín, fue debido que la relación en T2 (Tierra negra, arena y hojarasca 2:2:1), debido que fue rico en nutrientes como (macro y micronutrientes), muy aprovechado en la fase de desarrollo de plantines.

Ticona (2015), determino una altura de plantines empleando distintas relaciones de sustratos valores de T1 (Tierra del lugar, turba y abono de ovino) a 13 cm, con el T2 (Tierra del lugar y turba) llego a 10.3 cm, y T3 (Tierra del lugar, turba y estiércol de vaca) a 8 cm, en Pino radiata y diferentes tratamientos pregerminativos.

Cuadro 3. Valores Prueba t-Student (Altura de plantines)

Parametro	T1	T2	T3	T0
Medidas de Tendencia Central				
Media Muestral	5,56	6,25	6,04	6,15
Varianza	0,90	2,07	1,15	0,71
Desvio estandar	0,95	1,44	1,06	0,85
Prueba t-Student				
T calculado	-4,57	1,87	0,70	-0,85
T tabulado 5%	2,262	2,262	2,262	2,262 *
T tabulado 1%	1,833	1,833	1,833	1,833

La distribucion de t-Student fue aplicada para la comparación de medias muestrales menores a 30 valores, en la investigación se evaluaron 10 plantines en cada unidad experimental, presentando un comportamiento normal.

Realizando el análisis aplicando la prueba t-Student, se tiene diferencias significativas en relación al t calculado con el t tabulado a un nivel de significancia del 1% y 5% respectivamente en relación a la altura de plantines.

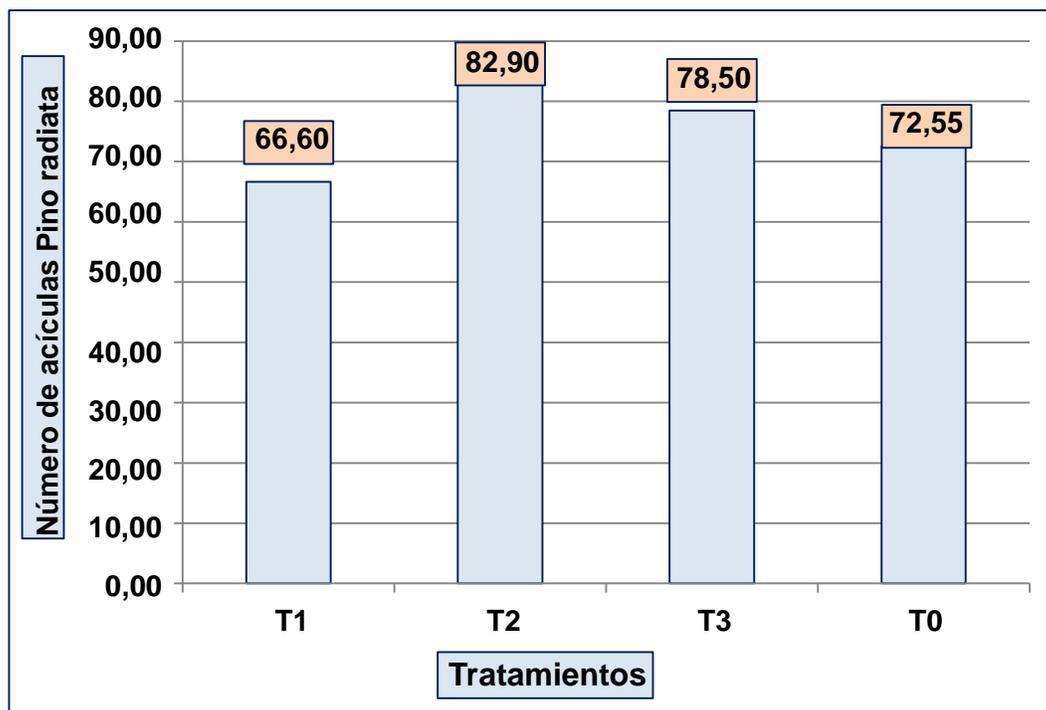
En Cuadro 3, se detalla los valores al aplicar la prueba t-Student, realizando un análisis de la hipótesis planteada, el t tabulado al 5% es mayor que el t calculado entonces rechazamos la Ho. Si existen diferencias significativas con la aplicación de diferentes sustratos para la variable altura de plantines de Pino radiata.

b) Número de acículas

En Figura 15, tenemos la relación de número de acículas comparativo de los 4 Tratamientos el T2 con 83 acículas fue el más representativo en comparación al T3 con 79 acículas, el T0 con 73 y finalmente el T1 llego a 67 acículas/plantín seleccionado.

La diferencia en número de acículas de los 10 plantines seleccionados/tratamiento (diferentes sustratos), el T3 alcanzo el valor más representativo con 83, el T2 llego a un promedio de 78, el T1 fue el menos significativo en comparación a los demás con 67 acículas, el T0 alcanzo un valor promedio de 72 acículas.

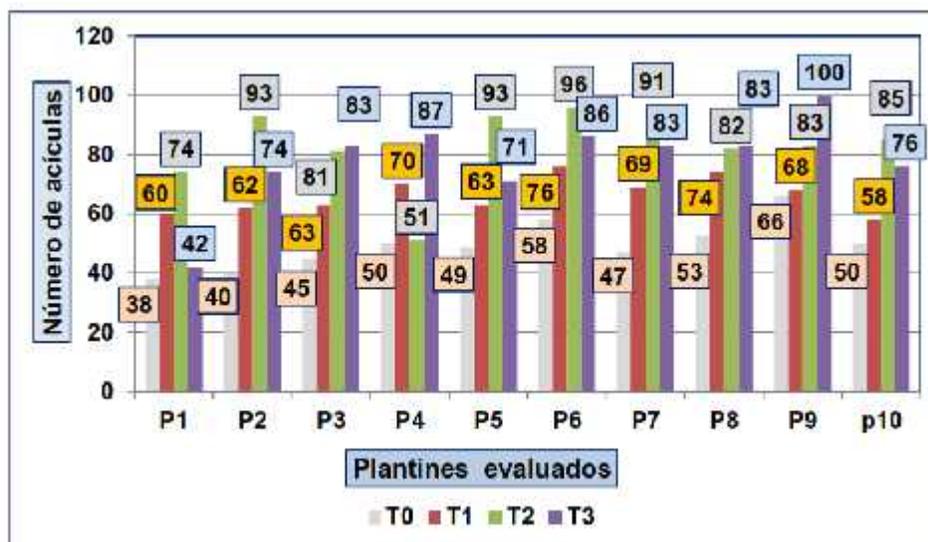
Figura 15. Número de acículas (Pino radiata)



El desarrollo de plantines en T2 alcanzo el mayor número de acículas debido a las características de la composición de sustrato, favoreciendo el desarrollo de la raíz y el crecimiento de la planta con mayor número de acículas, la tierra negra fue rico en nutrientes, la arena permitio la filtración de agua y aireación que ayudo a mantener la humedad y porosidad mientras la hojarasca es una masa esponjosa enriquecida de macro y micro nutrientes.

Espinoza (2014) , en un estudio aplicando diferentes tratamientos pregerminativos y tres niveles de sustratos en germinacion de Pino, el Sustrato B2 (3 partes de tierra del lugar+ 2 de turba+ 1 de arena y 2 de micorriza), muestra un resultado mayor de 80 aciculas, el Sustrato B1 (2 partes de tierra del lugar+ 3 de turba+ 1 de arena y 1 de micorriza) con un promedio de 75 hojas, y por último el Sustrato B3, logro 70 aciculas (2 partes de tierra del lugar+ 2 de turba+ 1 de arena y 3 de micorriza).

Figura 16. Número de acículas (Plantines seleccionados)



La Figura 16, nos muestra el número de acículas de los tratamientos propuestos en los 10 plantines evaluados, alcanzando una variabilidad 50 acículas (T0), 74 acículas (T1), 96 acículas (T2) y finalmente 100 acículas en (T3). La distribución de t-Student, evaluando a los 10 plantines seleccionados al azar, representaron a toda la población, la distribución normal de la variable número de acículas nos muestra diferencias significativas en el t calculado y el t tabulado respectivamente a un nivel de significancia del 1% y 5% considerando 9 grados de libertad. (Cuadro 4).

Cuadro 4. Valores prueba t-Student (Número de acículas)

Parametro	T1	T2	T3	T0
Medidas de Tendencia Central				
Media Muestral	67	83	79	72
Varianza	34,93	178,8	229,6	92,8
Desvio estandar	5,91	13,11	15,15	9,63
Prueba t-Student				
T calculado	-4,57	1,87	0,70	-0,85
T tabulado 5%	2,262	2,262	2,262	2,262 *
T tabulado 1%	1,833	1,833	1,833	1,833

Se rechaza la hipótesis planteada al aplicar la comparación de medias el t tabulado es > al t calculado, si existen diferencias significativas en relación a la variable número de acículas en plantines de Pino radiata.

6.5. Costos de producción

Para este análisis se consideró básicamente cuatro consideraciones: materiales utilizados, herramientas empleadas para los trabajos, el personal eventual contratado para actividades específicas de trabajo en el vivero y los insumos utilizados para el proceso de producción, se realizó un análisis independiente para cada tratamiento propuesto en la investigación.

Cuadro 5. Costos de producción.

Tratamiento	T1	T2	T3	Testigo
Costo de Producción (Bs)	398	402	403	345

Se aprecia en Cuadro 5, los costos de producción por cada tratamiento, la variabilidad se debe a la variabilidad de los ítems analizados, el T3 fue el que implicó mayor presupuesto.

6.6. Relación beneficio costo

Para la evaluación de los costos de producción de plantines Pino radiata se procedió a calcular el Beneficio/Costo considerando los ingresos por venta de Pino radiata y el costo de producción, registrándose los siguientes resultados

Cuadro 6. Beneficio/Costo Pino radiata.

Tratamiento	Inversión	Cantidad de Plantines	Precio del plantín (Etapa de Almacigo) (Bs)	Total Ingreso/venta de plantines	B/C (Bs).
T0	345	60	7	420	1,22
T1	398	80		560	1,41
T2	402	81		567	1,41
T3	403	66		462	1,15

El Cuadro 6, nos muestra una relación B/C en T1 y T2 es de 1,41 que presenta mayor valor, seguido por el T0 con 1,22 y el menor T3 con 1,15 respectivamente.

7. CONCLUSIONES

Las conclusiones del presente trabajo de investigación fueron tomadas en función a los resultados obtenidos y son las siguientes:

- Con referencia a la caracterización de la semilla, presentó un 98% de pureza, un peso promedio de 2,5 a 2,9 g (100 semillas), y una viabilidad de 98,40%.
- La emergencia alcanzo un promedio de 81% (T2), 80% (T1), 66% (T3) y finalmente el 60% (Testigo).
- La altura de plantines de Pino radiata (*Pinus sp*), siendo el (T2) el más representativo con 6,25 cm, el Testigo, (T3) y (T1) llegaron a valores 6,15 cm; 6,04 cm y 5,56 cm respectivamente.
- En el número de acículas el (T2) con 83 acículas fue el más representativo en comparación al (T3) con 79 acículas, el Testigo con 73 y finalmente el (T1) llevo a 67 acículas/plantín seleccionado.
- Finalmente, para el análisis de B/C todos los tratamientos tienen valores mayores a 1, por lo tanto, son rentables, el mejor valor se obtuvo con el (T1) y (T2) con 1,41 el valor más bajo se obtuvo con el (T3) con 1,15 Bs.

8. RECOMENDACIONES

- La aplicación de un método pre germinativo, es importante para garantizar una buena emergencia, considerando que las especies forestales como las Coníferas, se caracterizan por la testa de la semilla muy dura.
- El control de la temperatura y humedad es importante para evitar la incidencia del damping off.
- El empleo del (T2) (Tierra negra, arena y hojarasca) en una relación de 2:2:1, en el Vivero Forestal del Municipio, permitirá optimizar la producción de plantines en etapa de almacigo de Pino radiata (*Pinus sp*).

9. BIBLIOGRAFÍA

Admin. (2013). "Fichas - Técnicas de Especies Forestales" / Ficha Técnica - Pino (*Pinus radiata*). Ecuador Forestal.org.

Agromonte Ponce, J. (1998). Aclimtación. En Preparación y Mejora Genética de Plantas por Biotecnología. La Habana - Cuba pp.:193 - 206: Instituto de Biotecnología de las Plantas.

Aguilera, M. (2001). D. Don. Sire, (Consultado el: 21 de Abril 2023). Disponible en: [http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/13/982pinus radiata.pdf](http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/13/982pinus_radiata.pdf). Mexico.

Angel Eduardo, J. L. (2022). Evaluación de Cuatro Sustratos en la Propagación Sexual de *Pinus radiata* D.Don y *Pinus patula schiede & deppe* en Condiciones de Vivero. Riobamba - Ecuador.

Argollo, R. E. (2014). Efecto de dos Tratamientos Pregerminativos y tres Niveles Diferentes de Sustratos en la Germinación de Pino (*Pinus radiata* D. Don.). La Paz - Bolivia.

Bonilla, C., & AL., E. (2014 P. 5.). Guía Técnica Manejo de Viveros Forestales. (blog)., Disponible en: <http://www.congope.gob.ec/wp-content/uploads/2017/10/manejo-de-viveros-forestales.pdf>.

Calle, H. M. (2020). Efecto de la Cubierta Ambiente Atemperado Sobre el Damping off (*pythium aphanidermatum*) en pino (*pinus radiata*) en Face de Almacigo en el Municipio de Patacamaya. La Paz - Bolivia.

Copete, M. N. (2012). Caracterización Química de la Hoja, Hojarasca y Suelo Subyacente en dos Parcelas Experimentales de Bosque Mediterráneo del Parque Natural de los Alcornocales.

Cuba Vargas, L. G. (2015). Respuesta del Pino (*Pinus radiata* D. Don.) a la Aplicación de Suelo Micorrizado y dos Tipos de Sustrato en Etapa de Vivero en la Estación Experimental de Cota Cota – La Paz - Bolivia.

Choque Ticona, A. (2015). La Germinación del pino (*Pinus radiata*) en Relación de Diferentes Sustratos y Pre - tratamientos Germinativos. La Paz.

D. Don, P. (2023). *Pinus radiata* D. Don. Monterrey pine. Disponible en: <http://www.discoverlife.org/mp/20q?search=pinus+radiata> (verificado 10 julio 2023). La Paz.

Espinoza Almazan J. Gabriel (2004), "Comportamiento germinativo del Pino Oregon (*Pseudostrobus menziessi*), en diferentes sustratos", Tesis de Grado UMSA Facultad de Agronomía.

Espinoza Argollo, R. E. (2014). Efecto de tres Tratamientos Pregerminativos y tres Niveles Diferentes de Sustrato en la Germinación de Pino. La Paz.

Estivariz, C. R. (2015). Efecto de dos Sustratos y dos Tratamientos Pre-germinativos en la Germinación de Pino (*Pinus radiata* D. Don) y eucalipto (*Eucalyptus globulus labill*), en el Municipio de Chuma. La Paz: Publicaciones Repositorio UMSA.

Estupiñan, R. M. (2010). Corpoica - e.e. Cympa y unipamploma. Recuperado el 8 de Agosto de 2023. https://www.unipamplona.edu.co/unipamplona/portalig/home_4/mod_virtuales/modulo1/glosario1.html#:~:text=emergencia%20de%20plantas%3a%20evento%20en,semilla%20o%20brotamiento%20de%20yemas.

- FAO. (1964). Métodos de Planificación Forestal en Zonas Áridas. La Paz - Bolivia: FAO Cuaderno de Fomento Forestal.
- FAO. 1985. Ensayos de especies forestales exóticas y guía para su zonificación en la Sierra peruana. Infor. Lima – Perú. 55 – 57 p.
- FAO. (1991). Manual de Campo, Plagas y Enfermedades de Eucaliptos y Pinos, Apoyo a la Defensa y Protección de las Plantaciones Forestales Uruguay.
- Farjon, A. (2010). A handbook of the world's conifers (Volume II) 11 - 12 pp. Leiden - Boston: Brill Academic Publisher.
- Fossati, J., & Olivera, T. (1996). Sustratos en Viveros Forestales Programa de Repoblamiento Forestal. Segundo Número, 12 p. Cochabamba, Bolivia: Cotesu.
- Galloway, G., & Borgo, G. (1985). Manual de Viveros Forestales en la Sierra Peruana. Lima - Perú: Infor.
- Hartmann, H. Y. (1998). Propagación de Plantas. Mexico D. F. Compañía Editorial Continental, S.A. de C. V.. 760 p.
- Hernández, R. V. (2023). Innovación Agrícola. Recuperado El Martes de Agosto de 2023, https://www.hydroenv.com.mx/catalogo/index.php?main_page=page&id=31#:~:text=un%20sustrato%20es%20un%20medio,encuentre%20disponible%20para%20su%20desarrollo.
- Hidalgo, O., & L., P. (1997). Producción de Semillas Prebásicas y Básicas Usando Métodos de Multiplicación Acelerada. Manual de Capacitación, Centro Internacional de la Papa. Lima, Perú.

Jiménes López, Á. E. (2022). Evaluación de Cuatro Sustratos en la Propagación Sexual de *pinus radiata* D. Don y *pinus patula schiede & deppe* en Condiciones de Vivero. Riobamba, Ecuador: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. P - 1.

Killeen, T. G. (1993). Guía de Arboles de Bolivia. 636 p. La Paz, Bolivia.: Quipus.

Lamprecht, H. (1990). Silvicultura en los Trópicos. cooperación Técnica. GTZ. eschborn. 335 p. República Federal de Alemania.

Las Coníferas y sus Parientes (2012) Unidad de Cultura Científica Real Jardín Botánico, CSIC www.rbj.csi.es

Marca Calle Remmy (2022), Tesina UMSA Carrera CIPyCA Programa Técnico Superior Agropecuario Sede Inquisivi "Trabajo de Campo" Vivero Forestal Especie Pino Radiata (*Pinus* sp)

Magaña G. E. (1996). Evolución del Mercado de Arboles de Navidad. Tesis de Ingeniero Forestal. 85 p. UAC. Chapingo, Texcoco, México.

Mc Donald P.M. Laake R. J. (1990). Pinos radiata D. Don, en: Silvics of north America: 1 Conifers. Burns R. M., Honkala B. H., Forest Service Agriculture Handbook 654 (vol.1), 433 - 441. U.S.D.A.

Ospina, C. (. (2011, P.19). Gías Silviculturales para el Manejo de Especies Forestales con Miras a la Producción de Madera en la Zona Andina Colombiana. Disponible en: <https://www.cenicafe.org/es/publications/pinus.pdf>.

PDM. (2011-2015 P 223). Plan Desarrollo Municipal de Inquisivi.

- Perrín, R., & Donald, W. (1976). *Formulación de Recomendaciones apartir de Datos Agronómicos: un Manual Metodológico de Evaluación Económica*. México: Cimmyt.
- PTDI. (2016 - 2020). *Gobierno Autónomo Municipal de Inquisivi*. La Paz.
- Quispe, C. B. (2018). *Evaluación Germinativa del Pinus pseudostrobus lindl. Bajo el Efecto de Tres Sustratos y Tratamientos Pregerminativos en el Campus Universitarios de Cota Cota*. La Paz - Bolivia.
- Quispe, M. C. (2017). *Evaluación de Tres Tipos de Sustratos para la Propagación Vegetativa de dos Variedades de ligustro en la Estación Experimental de Patacamaya*. La Paz - Bolivia.
- Rawson, H. M., & Macpherson, H. G. (2001). *Dirección de Producción y Protección Vegetal* FAO. Roma, Italia.
- Rojas, F. (2001). *Catálogo de Planta Facultad de Agronomía UMSA*. La Paz, Bolivia.
- Rojas, I. (2022). *Evaluación del Comportamiento Agronómico de Cebollín (allium schoenoprasum) con Tres Tipos de Abono Natural en Ambiente Controlado*. La Paz.
- Santana, B. S. (2013). *Germinacion de Semillas*. *Biología Organismal Vegetal*, 1- 2.
- Zas, R., Sampedro, L., Morreira, X., Martins, P., 2008. Effect of fertilization and genetic variation on susceptibility of Pinus radiata seedlings to Hylobius abietis damage. *Canadian Journal of Forest Research* 38, 63–72.
- Sealy, G. W. (1908). *Prueba t: Qué es, Ventajas y Pasos para Realizarla*. Consultado el 28 de Septiembre del 2023. *Questionpro*.

SENAMHI. (2013). Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología
<https://senamhi.gob.bo/index.php/inicio> / Datos Estadísticos.

SENAMHI. (2014-2015). Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología
<https://senamhi.gob.bo/index.php/inicio>

Sierra, A. J., Vázquez, S., & Rodríguez, D. (1994). La Autoecología de *pinus radiata* en la Cuenca de México. Serie Publicación Especial. División de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Chapingo. (Consultado 20 de Mayo 2023). México.

Simón, R. (2 DE Agosto DE 2023). Recuperado el 8 de Agosto de 2023, de strephonsays: <https://es.strephonsays.com/germination-and-emergence-14996>.

Tarima, J. (2000). Tarima, j. 2000. Manual de Viveros (Comunales y Familiares). Módulos de Capacitación en Sistemas Agroforestales. (Verificado 9 de Septiembre del 2022). Santa cruz - Bolivia: Modulo 4, 2º Edición.

Ticona, A. C. (2015). La Germinación del Pino (*pinus radiata*) en Relación de Diferentes Sustratos y Pre-tratamientos Germinativos en el Departamento de La Paz - Bolivia.

Vargas, L. G. (2014). Respuesta del Pino (*pinus radiata* D. Don.) A la Aplicación del Suelo Micorrizado y dos Tipos de Sustrato en Etapa de Vivero en la Estación Experimental de Cota Cota . La Paz: Publicaciones Repositorio UMSA.

Vinueza, M. (2013 P.3.). Ficha Técnica. Pino (*pinua patula*)
<https://ecuadorforestal.org/fichas-tecnicas-de-especies-forestales/ficha-tecnica-no-14-pino-pinus-patula/#:~:text=el pino pátula%2c es una,resistentes al ataque de dothistroma>.

Willan, R. (1991). Guía para la Manipulación de Semillas Forestales, Estudio con Especial Referencia a los Trópicos. Danida - FAO Montes (Verificado 11 de Mayo del 2023).

Zamudio. (1992). Obtención de Semillas y Material Vegetativo de Árboles y Arbustos. Proyecto Escuela, Ecología y Comunidad Campesina. pp 11 - 43. Lima - Perú.

ANEXOS

Anexos 1. Registro de temperaturas en vivero (°C).

Semanas	Lectura	hrs 08:00	hrs 12:00	hrs 18:00
1	1	18°C	20°C	13°C
	2	13°C	27°C	15°C
2	3	19°C	28°C	18°C
	4	14°C	26°C	15°C
3	5	14°C	21°C	16°C
	6	23°C	28°C	14°C
	7	14°C	29°C	22°C
4	8	25°C	30°C	20°C
	9	23°C	29°C	18°C
	10	22°C	28°C	17°C
	11	23°C	27°C	16°C
Promedio		19°C	27°C	17°C

Anexos 2. Costos de producción Tratamiento T0, *Pino radiata* (*Pinus sp.* Sede Universitaria).

Descripción	Unidad	Cantidad	Costos Unitario (Bs)	Total (Bs)
Preparación Vivero				
Almacigado	Jornal	0,4	80	32
Repique	Jornal	0,4	80	32
Labores Culturales				
Deshierbe	hrs	0,3	10	3
Riego	hrs	1	10	10
Insumos				
Semilla	Onza	0,5	60	30
Bolsas	Pza	100	0,12	12
Formol	lt	0,5	25	12,5
Nylón	m	3	4,5	13,5
Herramientas	Global	1	200	200
Total				345

Anexos 3. Costos de producción, Tratamiento T1 , *Pinus radiata* (*Pinus sp.* Sede Universitaria).

Descripción	Unidad	Cantidad	Costos Unitario (Bs)	Total (Bs)
Preparación Vivero				
Acopio y preparado de Sustrato	Jornal	0,5	80	40
Almacigado	Jornal	0,4	80	32
Repique	Jornal	0,5	80	40
Labores Culturales				
Deshierbe	hrs	0,3	10	3
Riego	hrs	1,5	10	15
Insumos				
Semilla	Onza	0,5	60	30
Bolsas	Pza	100	0,12	12
Formol	lt	0,5	25	12,5
Nylón	m	3	4,5	13,5
Herramientas	Global	1	200	200
Total				398

Anexos 4. Costos de producción para el T2 cultivo de *Pinus radiata*. En Vivero Universitaria

Descripción	Unidad	Cantidad	Costos Unitario (Bs)	Total (Bs)
Preparación Vivero				
Acopio y preparado de Sustrato	Jornal	0,6	80	48
Almacigado	Jornal	0,4	80	32
Repique	Jornal	0,5	80	40
Labores Culturales				
Deshierbe	hrs	0,3	10	3
Riego	hrs	1,1	10	11
Insumos				
Semilla	Onza	0,5	60	30
Bolsas	Pza	100	0,12	12
Formol	lt	0,5	25	12,5
Nylón	m	3	4,5	13,5
Herramientas	Global	1	200	200
Total				402

Anexos 5. Costos de producción para el T3 cultivo de *Pinus radiata*. En Vivero Universitaria

Descripción	Unidad	Cantidad	Costos Unitario (Bs)	Total (Bs)
Preparación Vivero				
Acopio de Sustrato	Jornal	0,7	80	56
Almacigado	Jornal	0,4	80	32
Repique	Jornal	0,4	80	32
Labores Culturales				
Deshierbe	hrs	0,3	10	3
Riego	hrs	1,2	10	12
Insumos				
Semilla	Onza	0,5	60	30
Bolsas	Pza	100	0,12	12
Formol	lt	0,5	25	12,5
Nylón	m	3	4,5	13,5
Herramientas	Global	1	200	200
Total				403

Anexos 6. Respaldo fotográfico

Foto 1 Preparación de sustrato



Foto 2 Nivelado area de investigación



Foto 3 Preparación de Formol



Foto 4 Desinfección con formol y cubierta con nylon plástico



Foto 5 Preparación de almaciguera



Foto 6 Preparado de semilla Pino radiata



Foto 7 Riego controlado



Foto 8 Fase de emergencia



Foto 9 Crecimiento de plantines



Foto 10 Lectura de datos



Foto 11 Presencia de Damping off



Foto 12 Crecimiento de plantines a la conclusión de la investigación

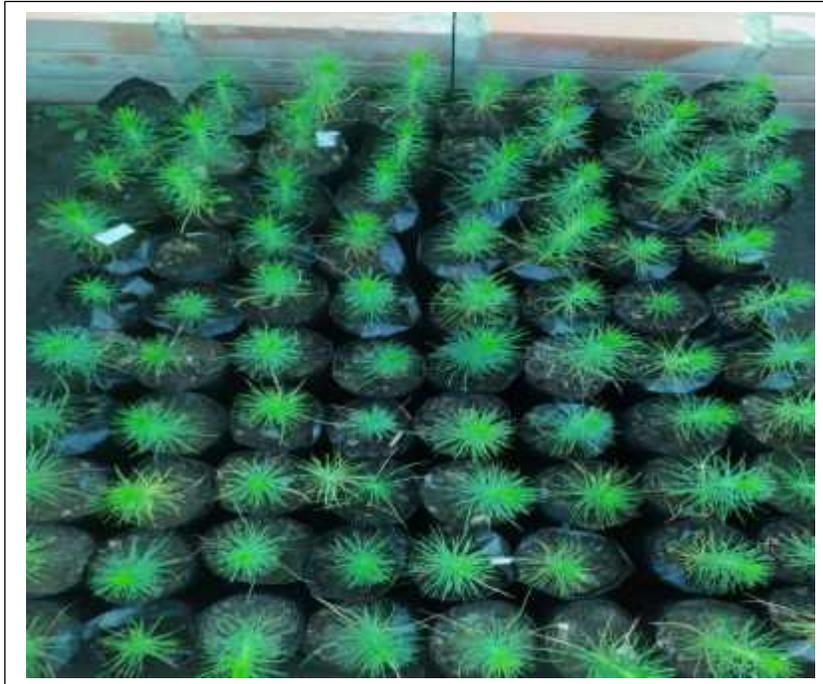


Foto 13 Siembra de semillas en Unidades Experimentales



Foto 14 Evaluacion de plantines (Marbetaedos)



Foto 15 Evaluacion de plantines conteo de aciculas

