

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL**



**EVALUACIÓN DEL EFECTO DE DIFERENTES SUSTRATOS  
EN EL CRECIMIENTO DE PLANTONES DE *Retrophyllum  
rospigliosii* (Pilg.) C.N. Page EN CHONTALÍ, JAÉN-PERÚ**

**TESIS**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO FORESTAL**

**PRESENTADO POR LA BACHILLER:**

**MARÍA YULIZA ALARCÓN LA TORRE**

**ASESOR**

**ING. M. Cs. LEIWER FLORES FLORES**

**JAÉN – PERÚ**

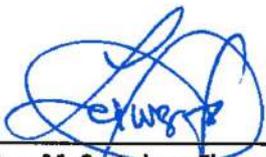
**2025**



## CONSTANCIA DE INFORME DE ORIGINALIDAD

1. Investigador:  
María Yuliza Alarcón A Torre  
DNI: 73529129  
Escuela Profesional/Unidad UNC:  
Ingeniería Forestal
2. Asesor:  
Ing. M. Cs. Leiwerr Flores Flores  
Facultad/Unidad UNC:  
Ingeniería Forestal
3. Grado académico o título profesional  
 Bachiller     Título profesional     Segunda especialidad  
 Maestro     Doctor
4. Tipo de Investigación:  
 Tesis     Trabajo de investigación     Trabajo de suficiencia profesional  
 Trabajo académico
5. Título de Trabajo de Investigación:  
EVALUACIÓN DEL EFECTO DE DIFERENTES SUSTRATOS EN EL CRECIMIENTO DE PLANTONES DE *Retrophyllum rospigliosii* (Pilg.) C.N. Page EN CHONTALÍ, JAÉN-PERÚ
6. Fecha de evaluación: 21/07/2025
7. Software antiplagio:  TURNITIN     URKUND (OURIGINAL) (\*)
8. Porcentaje de Informe de Similitud: 19 %
9. Código Documento: oid: 3117:475244363
10. Resultado de la Evaluación de Similitud:  
 APROBADO     PARA LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES O DESAPROBADO

Fecha Emisión: 21/07/2025

<i>Firma y/o Sello Emisor Constancia</i>
 _____ Ing. M. Cs. Leiwerr Flores Flores DNI: 01117005

\* En caso se realizó la evaluación hasta setiembre de 2023



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**  
Fundada por Ley N° 14015 del 13 de febrero de 1,962  
"Norte de la Universidad Peruana"  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL**  
**FILIAL JAÉN**  
Calle Simón Bolívar N° 1368 - 1370 Plaza de Armas  
Calle Mariscal Ureta N°1355 - 1357  
JAÉN - PERÚ



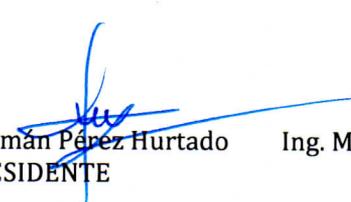
## ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En la ciudad de Jaén, a los **diecisiete** días del mes de **julio** del año dos mil veinticinco, se reunieron en el **Ambiente de la Sala de Docentes de Ingeniería Forestal- Filial Jaén**, los miembros del Jurado designados por el Consejo de Facultad de Ciencias Agrarias, según Resolución de Consejo de Facultad N° 224-2025-FCA-UNC, de fecha 12 de mayo del 2025, con el objeto, de evaluar la sustentación del trabajo de Tesis titulado: **"EVALUACIÓN DEL EFECTO DE DIFERENTES SUSTRATOS EN EL CRECIMIENTO DE PLANTONES DE *Retrophyllum rospigliosii* (Plig) C.N. Page EN CHONTALÍ, JAÉN - PERÚ"**, ejecutado por la Bachiller en Ciencias Forestales, **Doña MARÍA YULIZA ALARCÓN LA TORRE**, para optar el Título Profesional de **INGENIERO FORESTAL**.

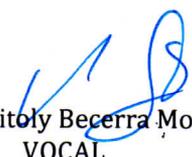
A las **dieciséis** horas y **treinta** minutos, de acuerdo a lo estipulado en el Reglamento respectivo, el Presidente del Jurado dio por iniciado el evento, invitando al sustentante a exponer su trabajo de Tesis y, luego de concluida la exposición, el jurado procedió a la formulación de preguntas. Concluido el acto de sustentación, el Jurado procedió a deliberar, para asignarle la calificación. Acto seguido, el Presidente del Jurado anunció la **APROBACIÓN** por **UNANIMIDAD** con el calificativo de **dieciséis (16)**; por tanto, la Bachiller queda expedita para el inicio de los trámites, para que se le otorgue el Título Profesional de Ingeniero Forestal.

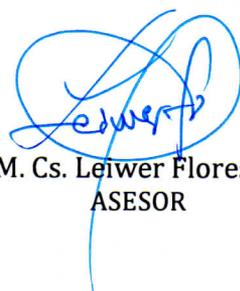
A las **diecisiete** horas y **veintiocho** minutos del mismo día, el Presidente del Jurado dio por concluido el acto.

Jaén, 17 de julio de 2025.

  
Ing. M. Sc. Germán Pérez Hurtado  
PRESIDENTE

  
Ing. M. Sc. Francisco Fernando Aguirre De Los Ríos  
SECRETARIO

  
Ing. M. Sc. Vitoly Becerra Montalvo  
VOCAL

  
Ing. M. Cs. Leiwier Flores Flores  
ASESOR

## **DEDICATORIA**

A mi padre Henri Alarcón Gonzales y mi madre Jesús Medali La Torre Rosillo, quienes siempre confiaron en mí, y me apoyaron durante el desarrollo de toda mi carrera.

A mis familiares y seres queridos, que son siempre mi motivación e inspiración, que me recordaron siempre la importancia de luchar por nuestras metas.

*María Yuliza*

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por sobre todas las cosas; por la fuerza y perseverancia necesarias para culminar esta presente investigación.

A mis padres que fueron soporte y motivación para seguir adelante.

A mi asesor, Ing. M. Cs. Leiwer Flores Flores, por el apoyo brindado como guía constante en el desarrollo de esta presente tesis.

Y, a todas las personas que me brindaron su apoyo y su tiempo durante el desarrollo de esta investigación.

## ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA .....	iv
AGRADECIMIENTO .....	v
ÍNDICE GENERAL .....	vi
ÍNDICE DE TABLAS .....	viii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	ix
RESUMEN .....	x
ABSTRACT.....	xi
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN .....	12
CAPÍTULO II. REVISION BIBLIOGRÁFICA.....	15
2.1. Antecedentes de la investigación .....	15
2.2. Bases teóricas .....	17
2.2.1. Generalidades de <i>Retrophyllum rospigliosii</i> .....	17
2.2.2. Sustratos .....	21
2.2.3. Metodología de la formulación de sustratos .....	22
2.2.4. Insumos en la producción de sustratos para plantones.....	22
2.2.5. Sistemas de producción de plántulas forestales .....	23
2.2.6. Labores silviculturales en un vivero .....	23
2.2.7. Vivero forestal.....	24
2.3. Definición de términos básicos .....	24
CAPÍTULO III. MARCO METODOLÓGICO.....	26
3.1. Ubicación de la investigación .....	26
3.2. Tipo y diseño de la investigación.....	28
3.2.1. Tipo de investigación .....	28
3.2.2. Diseño de la investigación .....	28
3.3. Materiales experimentales.....	28
3.4. Factores, variables, niveles y tratamientos en estudio .....	29
3.5. Diseño experimental y arreglo de factoriales.....	30

3.6.	Distribución de los tratamientos.....	31
3.7.	Evaluaciones realizadas .....	32
3.8.	Procedimiento y análisis de datos .....	32
3.9.	Tratamiento y análisis de datos .....	37
3.10.	Presentación de la información .....	37
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....		38
4.1.2.	Evaluación de la variable altura de la planta para los tratamientos .....	40
4.1.3.	Evaluación de las mediciones de la variable altura de la planta para los tratamientos durante el periodo de evaluación (días) .....	42
4.1.4.	Evaluación de las mediciones de la variable altura de la planta para los tratamientos durante el periodo de evaluación (días) .....	42
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		46
5.1.	Conclusiones .....	46
5.2.	Recomendaciones.....	46
CAPÍTULO VI. REFERNCIAS BILIOGRÁFICAS.....		47
CAPÍTULO VII. ANEXO .....		53
Anexo 1. Matriz de consistencia.....		53
Anexo 2. Resultados del análisis de suelo .....		54
Anexo 3. Base de datos de la evaluación.....		56
Anexo 4. Datos Hidrometeorológicos distrito de Chontalí.....		65
Anexo 5. Panel fotográfico .....		66

## ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Tabla Factores, variables independientes, niveles y tratamientos en estudio	29
Tabla 2. Tabla de Análisis de Varianza del DCA	30
Tabla 3. Distribución de los tratamientos ensayados	31
Tabla 4. Promedio de crecimiento en diámetro de romerillo macho	38
Tabla 5. Análisis de Varianza ANOVA del diámetro romerillo macho	39
Tabla 6. Promedio de crecimiento en altura de <i>Retrophyllum rospigliosii</i> (Pilg.) C.N.	40
Page	
Tabla 7. Análisis de Varianza ANOVA de la altura de romerillo macho	41
Tabla 8. Valores promedios de medición de altura (cm) durante el periodo de(días)	42
Tabla 9. Valores promedios de medición de diámetro (mm) durante el periodo de(días)	43

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Mapa de ubicación de la investigación	26
Figura 2. Croquis experimental en campo	31
Figura 3. Diseño de la unidad experimental en campo	32
Figura 4. Semilla de <i>Retrophyllum rospigliosii</i>	33
Figura 5. Preparación de sustratos para los diferentes tratamientos	34
Figura 6. Desinfección de las bolsas con sustrato para cada tratamiento	34
Figura 7. Proceso de repique de las plántulas	35
Figura 8. Medición del diámetro del tallo de las plantas	35
Figura 9. Medición de la altura de las plantas	36
Figura 10. Muestra del suelo del bosque para su análisis	36
Figura 11. Resultado del crecimiento de diámetro de plántulas de <i>Retrophyllum rospigliosii</i> (Pilg.) C.N. Page	39
Figura 12. Resultado del crecimiento de altura de plántulas de <i>Retrophyllum rospigliosii</i> (Pilg.) C.N. Page	41
Figura 13. Promedios de medición de la variable altura durante el periodo de evaluación de 0 a 120 días	43
Figura 14. Promedios de medición de la variable diámetro durante el periodo de evaluación de 0 a 120 días	44

## RESUMEN

El objetivo de la presente investigación fue determinar el efecto de diferentes sustratos en el crecimiento de plántulas de *Retrophyllum rospigliosii* (Pilg.) C.N. Page. Se aplicó un diseño de bloques completamente al azar (DBCA) con cinco tratamientos y tres bloques. El desarrollo de las plantas fue evaluado cada 15 días durante un período de cuatro meses, a partir del repique de las plántulas, registrando información sobre las variables en estudio. El tratamiento compuesto por tierra de bosque (70 %) y humus de lombriz (30 %) (T5) obtuvo los mejores resultados, alcanzando una altura promedio de 27,14 cm y un diámetro de 4,12 mm. Sin embargo, el análisis de varianza (ANOVA al 0,05) indicó que no hubo diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos aplicados para ninguna de las variables evaluadas, lo que sugiere que todos los sustratos tuvieron un efecto similar en el crecimiento de los plántulas. No obstante, al analizar los resultados por períodos, se observó que entre los días 0 y 60, el tratamiento T5 mostró un mayor crecimiento en altura y diámetro, lo que indica que podría ser el más adecuado para el cultivo de *Retrophyllum rospigliosii* (Pilg.) C.N. Page en etapas tempranas. A partir de los 75 hasta los 120 días, no se encontraron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos en ninguna de las variables evaluadas.

**Palabras clave:** diferentes sustratos, crecimiento de plántulas, *Retrophyllum rospigliosii*.

## ABSTRACT

The objective of this research was to determine the effect of different substrates on the growth of seedlings of *Retrophyllum rospigliosii* (Pilg.) C.N. Page. A completely randomized block design (DBCA) with five treatments and three blocks was applied. The development of the plants was evaluated every 15 days during a period of four months, starting from the repotting of the seedlings, recording information on the variables in study. The treatment composed of soil from forest (70 %) and earthworm humus (30 %) (T5) obtained the best results, reaching an average height of 27.14 cm and a diameter of 4.12 mm. However, the analysis of variance (ANOVA at 0.05) indicated that there were no statistically significant differences between the applied treatments for any of the evaluated variables, suggesting that all substrates had a similar effect on seedling growth. However, when analyzing the results by periods, it was observed that between days 0 and 60, treatment T5 showed a greater growth in height and diameter, indicating that it could be the most suitable for growing *Retrophyllum rospigliosii* (Pilg.) C.N. Page in early stages. From 75 to 120 days, no significant statistical differences were found between treatments in any of the variables evaluated.

**Keywords:** different substrates, seedling growth, *Retrophyllum rospigliosii*.

# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN

Actualmente los bosques se encuentran en un acelerado proceso de degradación y destrucción. El manejo sostenible de estos bosques, es difícil de implementar a causa de las complejas condiciones económicas, sociales y técnicas que son necesarias para llevar dicha labor (Reyes, 2005, p. 105). Dichas razones promueven las actividades tales como el establecimiento de viveros forestales que son de gran importancia para recuperar a mediano plazo la calidad del medio ambiente (Rojas, 2001, p. 256).

Una característica de las plantaciones forestales en vivero en Perú en la actualidad es su relativa baja de productividad, resultado de un deficiente manejo silvicultural, uso de semillas de mala calidad genética, escasa aplicación de técnicas de mejoramiento de suelos y de la falta de criterios sólidos para la selección de sitio (Guariguata et al., 2017, p. 40). Consecuentemente, el sustrato es un elemento fundamental en la producción de plántulas forestales en vivero, además, su calidad depende del tipo de insumos y la proporción de mezclas, la cual debe ser lo suficientemente porosa para una adecuada aireación y retención de humedad. El sustrato debe proporcionar a las plántulas todas las condiciones químicas, físicas y biológicas para un crecimiento saludable que le permita expresar su potencial genético en productividad (Loyola, 2019, p.100).

Por esta razón, debido a que existen muy pocos estudios o consultas metodológicas en el país, se vuelve necesario evaluar el efecto de diferentes sustratos en la producción de plántulas de *Retrophyllum rospigliosii* a nivel de vivero, haciendo una manipulación adecuada del procedimiento de composición de los diferentes sustratos, promoviendo así, nuevas tecnologías para su fácil establecimiento y manejo para la producción de plantas de calidad y alto valor comercial.

Reynel (2006, p. 179) y Laubenfels (1991, p. 60) mencionan que la especie *Retrophyllum rospigliosii* se distribuye en el Perú en la ecorregión de la Ceja de Selva de bosques maduros, montañas nublados o húmedos, entre los 1400 a 1500 m s. n. m. Su distribución es relativamente amplia reportado en los departamentos de Cajamarca, Pasco y Junín principalmente. Así mismo, esta especie se encuentra formando bosques considerables, pero aislados desde el centro del Perú hasta el oeste de Venezuela.

En la actualidad, la diversidad de especies forestales en el Perú, vienen sufriendo una fuerte presión antrópica, debido a la tala indiscriminada, la agricultura migratoria, ganadería, trayendo de esta manera como consecuencia grandes impactos en el ecosistema. Es por esta razón que el manejo forestal se debe llevar a cabo desde una perspectiva de sustentabilidad ecológica y para ello la silvicultura debe ser conforme con las estrategias de regeneración (Santelices y Cabello, 2006, p. 145).

El *Retrophyllum rospigliosii*, considerada una de las más importantes coníferas del Perú, se estima que de estas especies se ha perdido un 30 % del área total de ocupación, además presenta dificultades para la reproducción sexual y conservación en condiciones naturales. Gardner y Thomas (2013), es aquí donde la propagación en vivero debe usarse como una herramienta para producir material genético de alto interés comercial.

Ello conlleva, a intervenir en la calidad de los sustratos, que son los elementos más relevantes para el crecimiento y desarrollo de las plantas en fase inicial, desde la germinación, emergencia y crecimiento. La presencia de materia orgánica en los sustratos proporciona mejores índices en la germinación, emergencia, índice de velocidad de emergencia, altura de la planta, masa aérea, masa del sistema radicular, y diámetro del tallo; dado que estas características están relacionadas con las propiedades físicas, biológicas, químicas del sustrato (Cercado, 2022, p. 15).

Justificado en las descripciones anteriores, la producción de romerillo mediante manipulación de la composición de los sustratos, la presente investigación busca medir el efecto de la composición de los sustratos en el desarrollo del crecimiento del romerillo en su fase inicial de vivero, con la finalidad de evaluar la dosificación óptima de sustrato en el desarrollo óptimo de los plantones de romerillo. En este contexto, teniendo en cuenta el efecto de los sustratos sobre el crecimiento de las plantas, el problema planteado fue, ¿cuánto es el efecto de diferentes sustratos en el crecimiento de plantones de *Retrophyllum rospigliosii* (Pilg.) C.N. Page en Chontalí, Jaén – Perú? Asimismo, mediante la presente investigación se buscó un mejor sustrato para el crecimiento de romerillo macho se planteó la hipótesis, el mejor sustrato para el crecimiento de plantones de *Retrophyllum rospigliosii* (Pilg.) C.N. Page en vivero es la mezcla de tierra del bosque 70 % más compost de tamo de café 30 %.

Para desarrollar la presente investigación, se planteó el objetivo general para determinar el efecto de diferentes sustratos en el crecimiento de plantones de *Retrophyllum rospigliosii*

(Pilg.) C.N. Page en Chontalí, Jaén – Perú. Los objetivos específicos fueron: determinar el crecimiento en altura de plántones de *Retrophyllum rospigliosii* (Pilg.) C.N. Page en diferentes sustratos en Chontalí, Jaén– Perú; determinar el efecto de diferentes tipos de sustrato en el incremento de diámetro del tallo en plantas de *Retrophyllum rospigliosii* (Pilg.) C.N. Page en Chontalí, Jaén– Perú; determinar la composición del sustrato óptimo en el desarrollo primario de la especie de *Retrophyllum rospigliosii* (Pilg.) C.N. Page en Chontalí, Jaén– Perú.

## CAPÍTULO II

### REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

#### 2.1. Antecedentes de la investigación

Vargas (2021, p. 8) analizó el efecto de seis tipos de sustrato en la calidad de plantas de tres especies forestales nativas en vivero: quenua, chachacomo y colle. Utilizó mezclas orgánicas a base de compost y turba de pino. El sustrato S2 (2 partes de compost, 2 de turba de pino, 1 de tierra agrícola y  $\frac{1}{2}$  de arena) fue el más efectivo para todas las especies, obteniéndose las mayores alturas y diámetros en las plantas: Quenua: 28,9 cm de altura y 5,20 mm de diámetro, chachacomo: 26,64 cm de altura y 4,63 mm de diámetro y Colle: 34,13 cm de altura y 4,8 mm de diámetro. En cuanto a la rentabilidad, tanto el uso de sustratos importados como locales resultó rentable, aunque el uso de sustratos locales generó mayores ganancias, con un ahorro de 29 céntimos por plantón.

Ríos & Quevedo (2024, p. 24) evaluaron el efecto de cuatro sustratos en la germinación y desarrollo inicial de plántulas de *Aspidosperma macrocarpon* (pumaquiro), usando mezclas de tierra agrícola, tierra de bosque, compost y arena de río. El tratamiento T3 (tierra agrícola + arena de río + compost en proporción 3:2:1) obtuvo los mejores resultados en varios parámetros: mayor índice de velocidad de germinación (1,16 semillas/día), mayor germinación acumulada (61,6 %), mayor crecimiento en altura (8,32 cm) y mayor diámetro de tallo (0,31 mm). Sin embargo, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos. En cuanto al porcentaje de emergencia, el tratamiento T2 (mezcla 1:1:1) fue el más destacado con 60 %.

Chamaya (2023, p.56) investigó el efecto de diferentes sustratos orgánicos en la calidad de plantones de tres especies forestales, utilizando mezclas con Humus Sumacc (40 %), Compost Quispiterra Vector (20 %), Compost Odinsu (14 %) y sustrato de vivero. El mejor crecimiento en altura (22,30 cm) y diámetro (3,45 mm) se obtuvo con el sustrato Humus Sumacc (40 %) + sustrato de vivero (3:2:1). Entre las especies evaluadas, *Schizolobium parahyba* destacó con mayor altura (27,24 cm) y diámetro (3,72 mm). Aunque los índices de calidad mostraron valores medios (esbeltez) y bajos (Dickson), las propiedades físicas y químicas del sustrato Humus Sumacc (40 %) + sustrato de vivero también fueron las mejores en porosidad (54 %), retención de humedad (42,2 %), pH (6,89), nitrógeno (0,13 %) y fósforo

(88,41 ppm). El Compost Quispiterra Vector (20 %) se destacó en contenido de potasio (377 ppm).

Gatañadui (2020, p. 20) para su investigación, utilizó sustrato compuesto por compost, tierra agrícola, tierra negra y arena en la producción de plántulas *Eucalyptus globulos* Labill durante 90 días, concluyendo que sustrato que tuvo el mejor comportamiento en el crecimiento de plántulas de *Eucalyptus globulos* Labill es el T2 (Tierra agrícola-compost-tierra negra (1:1:1)), esto se expresó en mayor peso, número de hojas, altura, diámetro de planta y longitud de raíz.

Cercado (2022, p.12) en su tesis de investigación sobre la, evaluación de la emergencia y crecimiento de *Calycophyllum spruceanum* (Benth.) en diferentes sustratos y recipientes en Ucayali, Perú, determinó el efecto de diferentes sustratos y recipientes en la emergencia y crecimiento inicial de *Calycophyllum spruceanum* (Benth.). El estudio fue conducido en dos experimentos, en el primero, se probaron cuatro sustratos (arena fina de río (testigo), suelo aluvial, aserrín descompuesto y cascarilla de arroz carbonizada + gallinaza + aserrín descompuesto (1:1:1)), para evaluar la emergencia de plántulas, mediante las variables: porcentaje de emergencia (% E), índice de velocidad de emergencia (IVE), y tiempo medio de emergencia (TME). El segundo experimento fue del tipo factorial con dos factores: recipientes (bolsa y tubete) y sustratos, para evaluar el crecimiento y calidad de plantas, mediante las variables: altura (H), diámetro basal (DB), número de hojas (NH), índice crítico de clorofila (ICC), biomasa húmeda total (BHT), biomasa seca total (BST), índice de lignificación (IL), índice de robustez (IR), e índice de calidad de Dickson (IQD). Los resultados muestran que la cascarilla de arroz carbonizada + gallinaza + aserrín descompuesto (1:1:1), tuvo valores significativamente más altos de % E (62,3 %), IVE (2,2), y TME (29,9) que los otros sustratos en 44 días de evaluación.

De otro lado, el recipiente tipo bolsa con el sustrato cascarilla de arroz carbonizada + gallinaza (1:1) tuvo significativamente valores más altos de H (25,7 cm), DB (4,72 mm), NH (15), ICC (30,43), BHT (148,77), BST (27,40), IL (0,19), IR (5,56) y IQD (3,26) en 90 días después de repique. Por tanto, para la emergencia de plántulas se recomienda el uso cascarilla de arroz carbonizado + gallinaza + aserrín descompuesto (1:1:1), dado que, proporcionó las mejores medias en % E, IVE y TME.

## 2.2. Bases teóricas

### 2.2.1. Generalidades de *Retrophyllum rospigliosii*

#### Taxonomía de *Retrophyllum rospigliosii*

La taxonomía del romerillo macho de acuerdo al Sistema de Clasificación APG IV-2016 (tropicos.org) se clasifica de la manera siguiente:

División	: Gimnospermae
Clase	: Equisetopsida C. Agardh
Subclase	: Pinidae Cronquist, Takht. & W. Zimm.
Orden	: Podocarpaceales Pullé ex Reveal
Familia	: Podocarpaceae Endl.
Género	: <i>Retrophyllum</i> C.N. Page
Especie	: <i>Retrophyllum rospigliosii</i> (Pilg.) C.N. Page

Nombre común: romerillo, romerillo macho.

#### Sinónimos

*Decussocarpus rospigliosii* (Pilg.) de Laub., *Nageia rospigliosii* (Pilg.) de Laub., *Podocarpus rospigliosii* Pilg.

#### Descripción botánica

Reynel (2006 p.179) describe al “romerillo macho” (*Retrophyllum rospigliosii*); como un árbol grande y dominante, de 50-180 cm de diámetro y 30-45 m de altura, con fuste recto y cilíndrico, muy regular, sin aletas, la ramificación en el tercer tercio, la copa con tendencia aparasolada. Corteza externa agrietada color castaño, con ritidoma leñoso o subleñoso, quebradizo, que se desprende en placas rectangulares o irregulares. Además, su corteza interna es fibrosa, de color blanquecino, ramitas terminales con sección circular o poligonal.

El *Retrophyllum rospigliosii* es un árbol perennifolio, que puede llegar a medir hasta 45 m de altura y un diámetro entre 1 y 2 m, con un fuste liso, normalmente recto, y cilíndrico, sin ramificaciones ni nudos hasta los 20 y 28 m de altura; presenta una copa aparasolada bien ramificada y extendida, con follaje verde lustroso (Mill, 2016, p. 229) raíces redondas en estado juvenil, tablares en estado adulto (Quispe & Tello, 2001, p. 61).

La especie *Retrophyllum rospigliosii* se reconoce por sus hojas pequeñas y elípticas, dispuestas en dos hileras a lo longitud de las ramitas. Presenta ramitas terminales con sección circular o poligonal, longitudinalmente estriadas entre las inserciones de las hojas, glabras. Sus hojas son simples, sésiles, espiraladas insertadas, pero arregladas en dos hileras y con los peciolos torcidos en dos direcciones y sobre cada lado de la ramita, una hilera de hojas dispuestas por el haz y la otra por el envés; láminas lanceoladas a oblongo-lanceoladas de 10-12 mm de longitud por 3-5 mm de ancho, el ápice agudo, la base aguda a obtusa, el margen entero, el nervio principal notorio, los secundarios inconspicuos, las hojas coriáceas, glabras. La especie es dioica; estróbilos solitarios o agrupados en brotes cortos en las ramitas. Las flores diminutas, unisexuales, las masculinas de 1 mm de longitud conformadas por una escama que alberga un estambre con dos sacos de polen, las flores femeninas conformadas por una escama que aloja un solo carpelo libre, ovoide, de 5-6 mm de longitud y 2-3 mm de ancho, el rudimento seminal único. Los frutos conos drupáceos, carnosos, ovoides a subgloboso, apiculados, con el receptáculo terete.

#### **a) Corteza externa**

Presenta una superficie lisa en árboles jóvenes, áspero con ritidoma quebradizo en estado adulto desprendiéndose en placas largas, ásperas de 2-4 mm de espesor de color castaño, dejando huellas en el tronco (Quispe & Tello, 2001, p. 61).

#### **b) Corteza interna**

Según Quispe y Tello (2001, p.61) presenta una textura fibrosa de color blanco cremoso, al realizarse un corte segrega una secreción saviosa transparente de sabor dulce de 5-7 mm de espesor.

#### **c) Hojas**

Las hojas son simples ovadolanceoladas, coriáceas, subopuestas sobre las ramas, sésiles, dispuestas en dos hileras en un mismo plano, dística, nervadura media con mayor

amplitud en la cara interior; las hojas de los extremos de las ramas miden de 8 a 14 mm de longitud y de 3 a 5 mm de ancho, las más basales de 15 a 22 mm de longitud y de 5 mm de ancho en promedio, mientras que las hojas de las ramas inferiores van de 13 a 23 mm de longitud por 3 a 5 mm de ancho, agudas y adelgazadas hacia los bordes (Zenteno, 2007, p. 3).

#### **d) Flores**

El *Retrophyllum rospigliosii* es una especie dioica, las flores masculinas están dispuestas en grupos pequeños en el ápice de las ramitas, la base de las flores están rodeadas por escamas; estambres imbricados, antera coroliforme aguda espesor (Quispe & Tello, 2001, p. 61); mientras que las flores femeninas son solitarias en las ramitas cortas que salen de las axilas de hojas, miden de 10-15 mm de largo y están provistas de algunas escamas que en parte son muy breves de 2-3 mm de largo y 2-5 mm de ancho; un solo carpelo, oviforme obtuso de 5,6 mm de longitud y 2-3 mm de ancho (Zevallos, 1988, p. 54).

#### **e) Frutos**

Los frutos son drupáceos, ovoides a globosos y carnosos, situados en la axila de una bráctea subterminal oval de 4 a 5 mm de longitud y 3 mm de ancho aproximadamente, persistente y adherida a su base, por lo que cae con la semilla. El tamaño del fruto varía entre 25 a 30 mm de longitud y de 12 a 20 mm de ancho, presenta una testa carnosa en la parte externa y dura en la parte interna, con un espesor aproximadamente de 10 mm; de color variable, de azul oscuros a rojo oscuro cuando madura y amarillo verdoso en estado inmaduro (Quispe & Tello, 2001, p. 61).

#### **g) Ecología de la especie**

*Retrophyllum rospigliosii* crece en bosque de montaña, bosque de neblina entre 1,500 a 3,750 m s. n. m. (Mill, 2016, p. 225). Prefieren suelos de pH 4 a 6.5, fértiles a pobres, de profundidad media a alta, los suelos pueden ser arcillosos o arcillo arenosos y de buen drenaje o lento y alta humedad edáfica (Barra, 2014; Gutierrez, 1980; Turner & Cernusak, 2011; Veillon, 1962). Se desarrolla mejor en terrenos con pendiente suave, vegas de ríos, mesetas y depresiones pequeñas con humedad constante y nubosidad (Cueva et al., 2013, p. 18).

## **h) Semillas**

### **Características de la semilla**

De cada fruto hay una semilla que es ovoide de 20 a 30 mm de longitud y de 12 a 18 mm de ancho, presenta una base obtusa, micropilo agudo y cresta; y que frecuentemente es atacada por larvas que minan el interior (Quispe & Tello, 2001, p. 62).

### **Tipo de semilla**

Las semillas de *Retrophyllum rospigliosii* son recalcitrantes, con una viabilidad en el almacenamiento a 12 °C de 3 a 6 meses, pero con una drástica caída en la viabilidad después de cuatro meses (Ceballos & López, 2007 p. 269). Su proceso de germinación es muy prolongado (40 a 150 después de la siembra), la producción de semillas es cada cuatro a seis años abundante y entre los periodos intermedios poco o casi nada (Lamprecht, 1990; Cueva et al., 2013, p. 15; Gómez et al., 2013; Barra, 2014).

### **Cosecha de la semilla**

Las semillas de la especie *Retrophyllum rospigliosii* se recolectan directamente del árbol cuando presentan color azul claro, eliminando manualmente las impurezas. (Reynel et al., 2006, p. 180). Luego se secan de 2-3 horas diarias bajo el sol durante 3 días quedando listas para ser sembradas. Las semillas se siembran en almácigos y requieren abundante humedad para germinar; se deben cubrir las camas de almácigo con un tinglado impermeable de plástico a 30 cm de altura hasta que germinen las semillas.

### **Distribución y hábitat**

Zevallos (1988, p. 54) indica que la especie *Retrophyllum rospigliosii*, (Sin: *Podocarpus rospigliosii*) se encuentra ubicado en la clasificación del bosque, entre el bosque húmedo Montano Bajo Tropical (bh – MBT) y el bosque húmedo Montano Bajo Sub-Tropical (bh-MBST), de esta forma estas formaciones ecológicas colindan en diferentes lugares de la ceja de selva, en el norte, centro y sur del Perú, pero con densidades diferentes.

Por otro lado, Reynel (2006, p. 179) menciona que la especie *Retrophyllum rospigliosii* se distribuye en el Perú en la ecorregión de la Ceja de Selva de bosques maduros, montanos nublados o húmedos, entre los 1500 a 1400 m s. n. m. Su distribución es relativamente amplia reportado en los departamentos de Cajamarca, Pasco y Junín principalmente. Así mismo, esta

especie se encuentra formando bosques considerables, pero aislados desde el centro del Perú hasta el oeste de Venezuela. Reynel y León (1990, p. 102) afirman que, la Selva Central (Valle de Chanchamayo, Bosque Pichita APRODES) y Oxapampa (cerca al parque Yanachaga Chemillén) son considerados como lugares con potencial semillero.

## **Usos**

Aróstegui y Sato (1968, p. 3) mencionan que el uso principal de la madera de romerillo es para muebles y en la ebanistería; construcción estructural; obras de interiores; trabajos de carpintería; cajonería; la parte terminal del fuste convenientemente tratada en postes de cercos; juguetería y como materia prima para la fabricación de pulpa para papel.

También se usa en sistemas agroforestales de romerillo y café, donde se reportaron experiencias desarrolladas por el Proyecto Peruano Alemán Desarrollo Forestal y Agroforestal en Selva Central, mencionando el caso de una plantación de “ulcumano” de 7 años con una altura de 11 metros, y un distanciamiento de 10 x 10 m, plantados junto con café de 15 años (variedad caturra), el cual le proporciona sombra buena y no se observa efectos negativos sobre la plantación y la producción del cafeto (Brack et al., 1989).

## **Propagación**

La propagación se realiza por semillas sexuales, las cuales se recolectan directamente del árbol cuando presentan color azul claro, eliminando manualmente las impurezas. Luego se secan de 2-3 horas diarias bajo el sol durante 3 días quedando listas para ser sembradas. Las semillas se siembran en almácigos y requieren abundante humedad para germinar; se deben cubrir las camas de almácigo con un tinglado impermeable de plástico a 30 cm de altura hasta que germinen las semillas (Reynel et al., 2006, p. 180).

### **2.2.2. *Sustratos***

El sustrato es todo material sólido diferente del suelo, el cual puede ser de origen natural o sintético y mineral u orgánico; capaz de proveer agua, oxígeno, nutrientes minerales a las plantas durante su permanencia en vivero; esta sustitución del suelo se debe principalmente a la presencia de agentes fitopatógenos, baja porosidad, salinidad y a la degradación de este recurso debido a su uso excesivo (Pastor, 1999, p. 232).

### **2.2.3. Metodología de la formulación de sustratos**

#### **Fundamento de las mezclas**

Abad et al. (2004) describen que difícilmente se encuentra un insumo que reúna por sí solo las propiedades físicas, químicas y biológicas apropiadas para un determinado cultivo, por ello es necesario mezclar con otros materiales para ser adecuado a las condiciones solicitadas. Es fundamental tener en cuenta que se deben mezclar componentes con diferentes tamaños de partículas, para que el material con granulometría más fina ocupe los vacíos existentes entre las partículas del material con granulometría más gruesa. Cuando se mezclen dos o más insumos, deberá prestarse una especial atención a la homogeneidad de la mezcla resultante.

#### **Metodología de la formulación de mezclas de sustratos**

Es necesario el estudio de la disposición porcentual de los componentes para el sustrato, ya que ellos pueden ser fuente de nutrientes y actuarán directamente sobre el crecimiento y desarrollo de las plantas (Zumkeller et al. 2009).

Los insumos que conformen la mezcla del sustrato deben llevarse hasta una humedad del 50-60 % (en peso). Si los materiales son muy hidrofóbicos, se añadirá uno con adecuada capacidad de retención de humedad. Se evitará la incorporación de un número elevado de materiales (óptimo de 2 a 4) con objeto de que la mezcla sea homogénea y viable económicamente (Abad et al., 2004).

Según los antecedentes descritos anteriormente, la metodología Hallpa Muyu empleada para la formulación de sustratos orgánicos sin suelo, es el procedimiento más adecuado ya que determina y tiene en cuenta los requerimientos o necesidades fisiológicas de la especie, por tanto; el procedimiento consiste en mezclar insumos, homogéneos y de manera progresiva (en etapas), bajo supervisión, de tal manera que se garantice un balance entre el anclaje, aireación, retención de nutrientes y retención de humedad de los futuros sustratos experimentales.

### **2.2.4. Insumos en la producción de sustratos para plantones**

#### **Tierra agrícola o suelo**

Es la capa superficial de la corteza terrestre, capaz de sostener el crecimiento y desarrollo de las plantas, animales y microorganismos que en él se encuentran. Está compuesto

por proporciones adecuadas de materiales sólidos, líquidos y gaseosos (Decreto Supremo N° 005-2022-MINAGRI).

### **Humus de lombriz**

El humus es un tipo biotecnología que utiliza lombrices de la especie *Eisenia foetida* que se encargan de la transformación de residuos compostados. Las lombrices son puestas sobre residuos biodegradables durante dos meses aproximadamente, en donde ingieren el compost y lo excretan en forma de fertilizante orgánico conocido como humus de lombriz. Dicho humus es una sustancia inodora que contiene nitrógeno, potasio, fósforo y calcio (Bertolino et al., 2009).

### **Compostaje de tamo de café**

La agricultura moderna exige una mayor demanda de productos y de un mayor cuidado del medio ambiente para aumentar la rentabilidad de los cultivos (Bertolino et al., 2009). Por otro lado, la FAO (2013), define al compostaje como un tipo de procesamiento de residuos sólidos orgánicos, practica ampliamente aceptada como sostenible y utilizada en todos los sistemas asociados a la agricultura climáticamente inteligente, ya que, además, combina la protección del medio ambiente con una producción agrícola sostenible. Es un proceso de degradación de materiales orgánicos en la que intervienen una población compuesta de microorganismos.

#### ***2.2.5. Sistemas de producción de plántulas forestales***

Son aquellos métodos que permiten propagar y manejar las plántulas forestales en los viveros. De la adecuada selección del sistema de producción de plántulas forestales depende la calidad de las plantas, el costo por planta, cantidad de terreno requerido en el vivero, costos de reforestación, facilidad de transporte y desarrollo de los árboles en campo (Oliva et al., 2014).

#### ***2.2.6. Labores silviculturales en un vivero***

Soudre & Guerra (2010, p. 14) afirma que, para la producción de plántulas en el vivero se realizan una serie de labores culturales, las que permiten al viverista la manipulación de algunas de las condiciones ambientales. El periodo total en esta etapa es aproximadamente de 90 a 100 días, dependiendo de la especie. Estas labores comprenden la siembra, repique, aclimatación, riego y deshierbe.

### 2.2.7. *Vivero forestal*

Los viveros forestales son sitios especialmente dedicados a la producción de plántulas de la mejor calidad y al menor costo posible, pueden ser permanentes cuya instalación se realiza con materiales duraderos, infraestructura de cemento, etc., o temporales, usualmente construidos, cuya infraestructura es bastante simple, con el objetivo de producir plántulas para una o dos campañas de reforestación (Oliva et al. 2014). Un vivero forestal es un lugar con infraestructura e instalaciones especializadas, destinadas a la producción de plántulas de especies forestales u ornamentales (D.S. N°020-2015-MINAGRI).

### 2.3. **Definición de términos básicos**

**Semilla.** Es la unidad de dispersión de los espermatofitos, o sea, el conjunto de tejidos que integran los propágulos sexuales de estas plantas y que incluyen además de los tejidos derivados del ovulo (Camacho, 1994).

**Almácigo.** El almácigo es un lugar que se usa para las germinaciones y emergencia de las plántulas forestales, en estos ambientes se regulan según sus temperaturas, exposición de viento, sol y entre otros elementos climáticos, el almácigo debe estar en dirección de Este a Oeste con el propósito de dar sombra a las plántulas (Mondragón, 2016).

**Germinación.** Es el proceso mediante el que un embrión adquiere el metabolismo necesario para reiniciar el crecimiento y transcribir las proporciones del programa genético que lo convertirían en una planta adulta (Camacho, 1994).

**Plántula.** En La botánica se llama plántula al estudio de su crecimiento del esporofito cuando la semilla arranca su dormancia y germinan y terminan su desarrollo donde el hipocótilo tiene sus hojas iniciales completas funcionales (Chávez, 2017).

**Sustrato.** Se entiende por sustrato al medio en el que se desarrolla el sistema radicular. Las principales funciones del medio son: sustentar las plántulas, asegurar la aireación de las raíces, aportar nutrientes y facilitar el transporte y absorción de agua (Tugulinago, 2022, p. 6).

**Humus.** Compuesto por restos de plantas, animales y hogares, la materia lombriz se acumula y forma compost y, a medida que se agregan lombrices para digerir la materia orgánica, el producto final resultante se llama compost. Excelente acondicionador de suelos.

Ciertas propiedades del humus de lombriz modifican las propiedades físico - químicas y microbiológicas del suelo (Jiménez, 2022).

**Emergencia de plántulas.** En la emergencia de las plántulas es la visión sobre el sustrato, en la cual las camas de almácigos brindan las condiciones óptimas para el desarrollo inicial de las semillas y su crecimiento de plántulas hasta el tiempo de repique. En este ciclo se pierden algunas semillas que son devoradas por insectos o no ha estado en condiciones necesarias para su germinación (Abanto, 2017).

## CAPÍTULO III

### MARCO METODOLÓGICO

#### 3.1. Ubicación de la investigación

El presente trabajo de investigación se desarrolló en el caserío Vista Alegre, distrito de Chontalí, provincia de Jaén, departamento de Cajamarca. Entre las coordenadas UTM: 714298 Este; 9372816 Norte (Figura 1). Chontalí está ubicado al noroeste de la provincia de Jaén, en el valle Chunchuca o Huayabamba, entre las coordenadas, Latitud Sur 5° 29" y 5° 44" y Longitud Oeste 79° 15' y 79° 58'. Se accede desde la ciudad de Chiclayo a través de la carretera Olmos – Corral Quemado, hasta el km 169 – Puente Chamaya o Tumi; luego se dirige por un desvío por la margen izquierda, teniendo como medio una trocha carrozable que conduce a la capital del distrito, recorriendo 57 km por un tiempo de 3,5 horas (Campos, 2012, p. 1).

#### Características de la zona de estudio

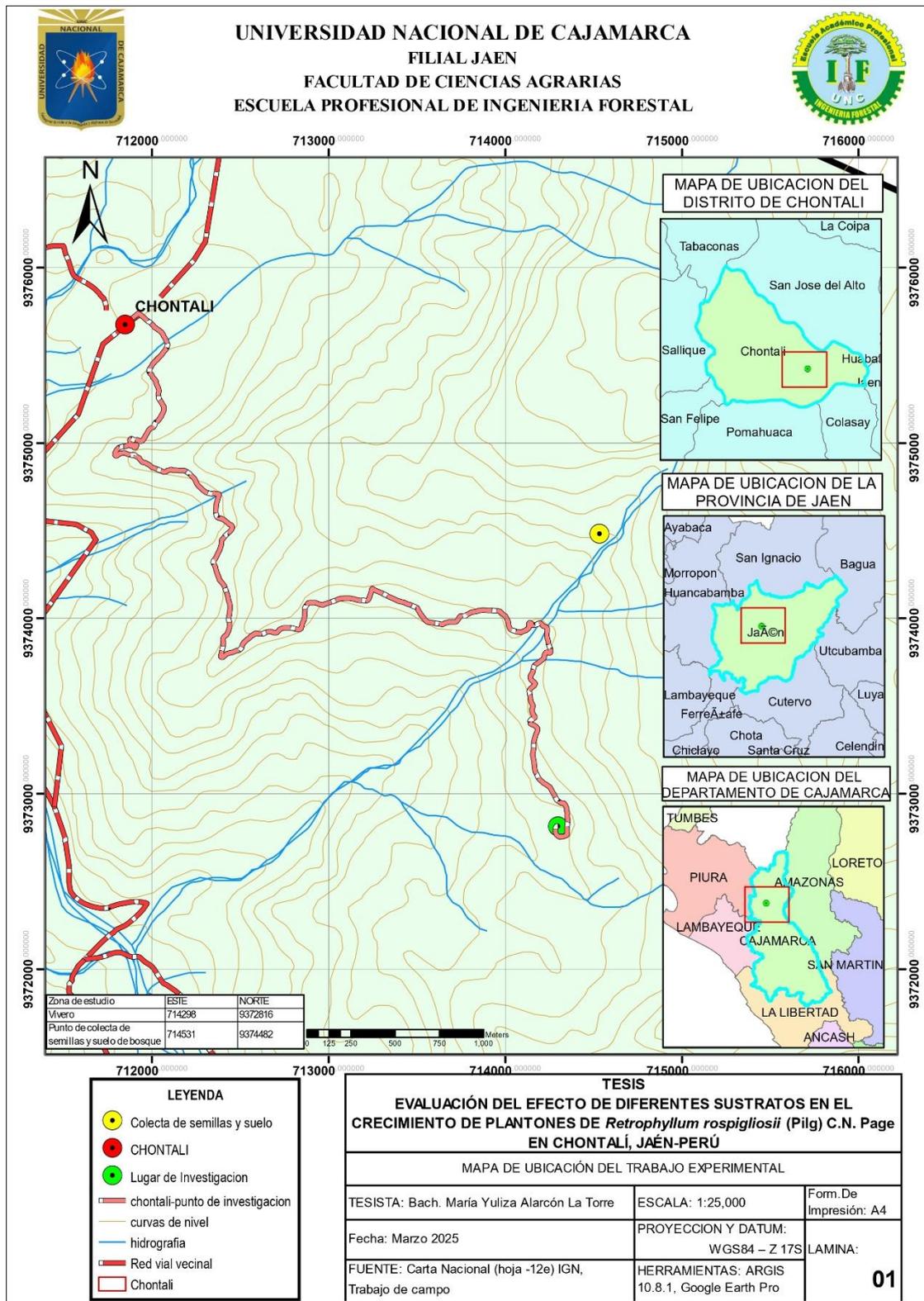
**Clima.** Es templado por ubicarse en la región natural de la Selva Alta y Yunga Fluvial, con altas precipitaciones en los meses de enero a mayo; en épocas de verano, presenta temperaturas máximas de 25 °C aproximadamente en la parte baja del distrito y una temperatura mínima de 10 °C en la parte alta (Campos, 2012, p. 3). El distrito de Chontali, geográficamente está ubicado en la región natural de Selva alta y Yunga Fluvial, ocasionando un clima templado, presentando altas precipitaciones de enero a mayo, con temperaturas aproximadas de 25 °C en temporadas de verano y temperaturas mínimas que alcanzan los 10 °C (Coronel, 2018, p. 37).

**Suelos.** Esta área geográfica presenta suelos superficiales y muy superficiales con texturas moderadamente gruesa a media, de erosión moderada, propios de paisajes ondulados a montañosos, húmedos con un rango elevado de tipo de vegetación, tiene un potencial para la producción agrícola por tener un buen almacenamiento de agua (SENAMHI, 2020, p. 8).

**Relieve.** Es accidentado, destacando la cordillera del Páramo; por el oeste presenta una cadena montañosa de bosques naturales que une los pasajes del corazón Chorro Blanco, Peña Blanca, Paramillo, el Queso y el cerro Corcovado, zonas altas y limítrofes del distrito, de ahí el terreno es en general descendente hacia el valle del río Chunchuca; en la parte sur, teniendo como punto más bajo al Centro Poblado Tabacal. En el distrito encontramos hermosos paisajes y vistosas lomas como, el Conjuero, el Coliseo, El Queso y La Fila de Las Palmeras (Campos, 2012, p. 3).

**Figura 1**

*Mapa de ubicación de la investigación*



**Flora.** Es variada, dependiendo la zona del territorio del distrito de Chontalí, bosques secos de transición, bosques montanos nubosos; bosques andinos y zonas de páramos, Algunas especies que existen en la zona son: musgos, líquenes, orquídeas, bromelias, árboles maderables como el cedro, romerillo, herbáceas en sus alturas (Díaz, s/f, p. 3).

**Vegetación.** La flora que presenta el distrito de Chontalí es muy variada, existiendo especies de importancia maderable como cedros, romerillo, especies de la familia Laurácea, que son fuertemente afectados los la deforestación, asimismo se cuenta con plantas herbáceas y arbustos, entre los cultivos destacan el café, cacao, plátano y productos de pan llevar (Coronel, 2018, p. 42). El distrito de Chontalí cuenta con diferentes especies como: oso de anteojos, gallito de las rocas, armadillo, tapir de altura, tucanes, picaflores, lechuza, lagartijas y serpientes entre otros (Díaz, s/f, p. 2).

### **3.2. Tipo y diseño de la investigación**

#### **3.2.1. Tipo de investigación**

El tipo de investigación fue cuantitativo en el cual se realizó la recopilación de datos numéricos en función a la manipulación de la composición del sustrato en la producción de plantones de *Retrophyllum rospigliosii* en vivero.

#### **3.2.2. Diseño de la investigación**

La investigación tuvo un diseño experimental, debido a que ejecutaron las pruebas en base a la composición del sustrato para corroborar la hipótesis planteada.

### **3.3. Materiales experimentales**

**Material biológico.** Semillas de romerillo macho (*Retrophyllum rospigliosii* (Pilg.) C.N. Page) proveniente de la zona de estudio mediante cosecha.

**Materiales de campo.** Bolsas de polietileno color negro (5x8 pulgadas), etiquetas para la codificación respectiva de bolsas, libreta de apuntes, lápiz, paja rafia, cordel de nylon, malla Rachell verde (70 % de sombra), madera para el tinglado, plumón indeleble, baldes de plástico.

**Herramientas y equipos.** Wincha de metal de 5 m, machete, palana, barreta, vernier digital (pie de rey), bomba fumigadora, carretilla, regla milimétrica de metal de 30 cm, Global Positioning System (GPS), cámara fotográfica.

**Insumos:** Tierra de bosque (proveniente de donde se desarrollan los romerillos entre las coordenadas UTM: 714531 Este; 9374482 Norte), compost de café y humus de lombriz (*Eisenia foetida*), cupravit (fungicida), agua.

### 3.4. Factores, variables, niveles y tratamientos en estudio

#### 3.4.1. Factores en estudio

El factor de estudio principal fue determinar el efecto de diferentes sustratos en el crecimiento de plántones de *Retrophyllum rospigliosii* (Pilg.) C.N. Page el cual determinó el crecimiento en diámetro y altura de plántones de *Retrophyllum rospigliosii* en diferentes sustratos mediante evaluaciones quincenales durante 4 meses y así determinar que sustrato es el que da mejores resultados para el desarrollo de los plántones.

#### 3.4.2. Variables en estudio

Variable dependiente: Crecimiento del *Retrophyllum rospigliosii* (diámetro y altura).

Variable independiente: sustratos.

**Tabla 1**

*Factores, variables independientes, niveles y tratamientos en estudio*

Factores	Variables independientes	Niveles	Tratamientos
Factor sustrato	Sustratos	<b>T1:</b> Tierra del bosque 100 % (testigo)	T1-1, T1-2, T1-3
		<b>T2:</b> Tierra del bosque 80 % + compost de café 20 %	T2-1, T2-2, T2-3
		<b>T3:</b> Tierra del bosque 70 % + compost de café 30 %	T3-1, T3-2, T3-3
		<b>T4:</b> Tierra del bosque 80 % + humus de lombriz 20 %	T4-1, T4-2, T4-3
		<b>T5:</b> Tierra del bosque 70 % + humus de lombriz 30 %	T5-1, T5-2, T5-3

*Nota.* La tabla 1 muestra los factores, variables independientes, niveles y tratamientos en estudio desarrollados en la presente investigación.

### 3.5. Diseño experimental y arreglo de factoriales

Los tratamientos fueron realizados en el mismo lugar con las mismas condiciones, donde se desarrollaron 5 tratamientos con 3 bloques por tratamiento lo que es equivalente a 15 unidades experimentales, cada unidad experimental estaba conformada por 12 elementos de prueba, haciendo un total de 180 plantas.

#### Diseño experimental

Se aplicó un diseño de bloques completamente al azar (DBCA) (Tabla 2).

**Tabla 2**

*Tabla ANOVA para un diseño en bloques completamente al azar*

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>GL</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>
Tratamientos	$SC_{Trat}$	$k-1$	$CM_{Trat} = \frac{SC_{Trat}}{k-1}$	$F = \frac{SC_{Trat}}{CM_{Error}}$
Bloques	$SC_{Bloq}$	$r-1$	$CM_{Bloq} = \frac{SC_{Bloq}}{r-1}$	$F = \frac{SC_{Bloq}}{CM_{Error}}$
Error	$SC_{Error}$	$(k-1)(r-1)$	$CM_{Error} = \frac{SC_{Error}}{(k-1)(r-1)}$	
Total	$SC_{Total}$	$N-1$		

#### Arreglo de factoriales

El arreglo factorial solo tiene un factor que se analizó en 5 niveles.

T1: Tierra del bosque 100 % (testigo).

T2: Tierra del bosque 80 % + compost de café 20 %

T3: Tierra del bosque 70 % + compost de café 30 %

T4: Tierra del bosque 80 % + humus de lombriz 20 %

T5: Tierra del bosque 70 % + humus de lombriz 30 %

### 3.6. Distribución de los tratamientos

**Tabla 3**

*Distribución de los tratamientos ensayados*

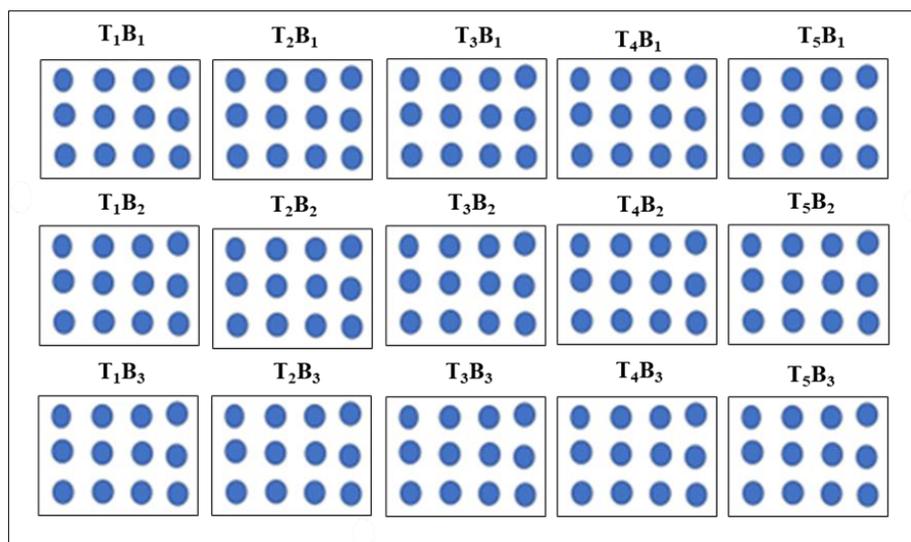
Tratamientos	Bloques		
	B1	B2	B3
T1	T <sub>1</sub> B <sub>1</sub>	T <sub>1</sub> B <sub>2</sub>	T <sub>1</sub> B <sub>3</sub>
T2	T <sub>2</sub> B <sub>1</sub>	T <sub>2</sub> B <sub>2</sub>	T <sub>2</sub> B <sub>3</sub>
T3	T <sub>3</sub> B <sub>1</sub>	T <sub>3</sub> B <sub>2</sub>	T <sub>3</sub> B <sub>3</sub>
T4	T <sub>4</sub> B <sub>1</sub>	T <sub>4</sub> B <sub>2</sub>	T <sub>4</sub> B <sub>3</sub>
T5	T <sub>5</sub> B <sub>1</sub>	T <sub>5</sub> B <sub>2</sub>	T <sub>5</sub> B <sub>3</sub>

En la tabla 3, se muestra la distribución de los 5 tratamientos ensayados y sus tres respectivos bloques teniéndose así un total de 15 unidades experimentales las cuales estaban conformadas por 12 elementos de prueba que vendrían a ser los cada uno de los plántones de *Retrophyllum rospigliosii* (Pilg.) C.N. Page, cuya distribución se detalla en la figura 2.

#### Croquis del experimento

**Figura 2**

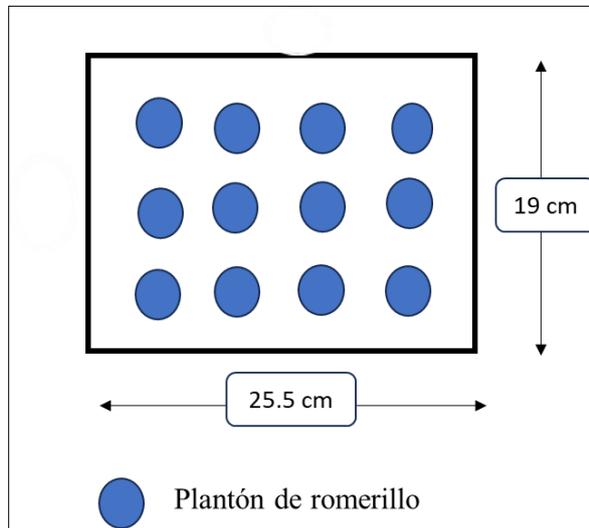
*Croquis experimental en campo*



## Croquis de la unidad experimental

**Figura 3**

*Diseño de la unidad experimental en campo*



### 3.7. Evaluaciones realizadas

Las evaluaciones consistieron en medir el diámetro (mm) y altura (cm) de cada uno de las plantas a partir del repique en bolsa (evaluación inicial); posteriormente se evaluaron cada 15 días, durante un tiempo de 4 meses, haciendo un total de 9 evaluaciones de las dimensiones de las plantas.

La medición del diámetro de tallo, se realizó a una altura de 5 cm desde el nivel la base de la planta, para la cual se utilizó un vernier digital (Carbon fiber composites digital caliper).

La medición de la altura de plántula, se realizó desde el nivel del cuello de la raíz la base de la planta hasta la parte apical del eje principal de la planta.

### 3.8. Procedimiento y análisis de datos

#### a. Obtención de semillas

Las semillas de romerillo macho se obtuvieron mediante cosecha en el bosque natural en la zona de estudio (Figura 4).

## Figura 4

*Semilla de Retrophyllum rospigliosii*



### b. Instalación de vivero

En un área de 5 x 3 m (15 m<sup>2</sup>) se instaló el vivero temporal circulado alrededor con malla rashell y un armazón constituido por 6 postes de 2,20 m x 4'' x 4'' recubierto también con malla rashell.

### c. Sustrato para almácigo de semillas

El sustrato para el almácigo de las semillas fue arena de río puro.

### d. Desinfección de sustrato para almácigo de semillas

La desinfección del sustrato para el almácigo de las semillas se realizó con una solución de 20 litros de agua y 30 g de Cupravit (fungicida), para su aplicación se utilizó una bomba fumigadora de 15 litros mediante pulverizado (Figura 6), luego de la desinfección se recubrió con un plástico impermeable por un tiempo de 48 horas, luego se procedió a la aireación por el mismo tiempo.

### e. Preparación y desinfección de sustrato para llenado de bolsas

Se hizo la preparación de 5 tipos de sustrato para cada uno de los tratamientos (Figura 5), luego se hizo el llenado de bolsas, antes del repique se hizo la desinfección con una solución de 20 litros de agua y 30 g de Cupravit (fungicida). Este proceso de desinfección se realizó con la finalidad de eliminar o prevenir el ataque de los hongos que producen la enfermedad de la chupadera fungosa (Damping off) producida por los hongos (Figura 6).

**Figura 5**

*Preparación de sustratos para los diferentes tratamientos*



**Figura 6**

*Desinfección de las bolsas con sustrato para cada tratamiento*



#### **f. Repique de plántulas**

El repique de las plántulas se realizó al mismo tiempo para cada tratamiento, luego de 90 días después del almacigado de las semillas, las dimensiones de las plántulas al momento del repique oscilaban de 1,0 a 3,3 mm de diámetro medidas en el tallo a 5 cm del cuello de la raíz, y de 6 a 16,7 cm de altura medidas desde el nivel del cuello de la raíz hasta el final del ápice (Figura 7).

## **Figura 7**

*Proceso de repique de las plántulas*



### **g. Toma de datos de campo**

#### **Diámetro de tallo**

El diámetro del tallo de las plantas en las bolsas, se realizó utilizando un vernier digital (Carbon fiber composites digital caliper), a una altura de 5 cm desde el cuello de la raíz sobre el tallo, registrados en mm (Figura 8).

## **Figura 8**

*Medición del diámetro del tallo de las plantas*



#### **Altura de las plantas**

La altura de las plantas en las bolsas se realizó utilizando una regla milimétrica de metal, considerando desde el nivel del cuello de la raíz hasta la yema terminal de la planta, esta

medición se realizó luego del repique, y posteriormente cada 15 días durante 4 meses haciendo un total de 9 mediciones, registradas en cm (Figura 9).

### Figura 9

*Medición de la altura de las plantas*



### h. Análisis del suelo

Con la finalidad de conocer el contenido del suelo proveniente del bosque natural para la preparación del sustrato, se hizo el análisis físico y de macronutrientes del suelo utilizado en la preparación del sustrato (Figura 10).

### Figura 10

*Muestra del suelo del bosque para su análisis*



### **3.9. Tratamiento y análisis de datos**

Los datos de campo se procesaron en una hoja de cálculo Microsoft Excel, donde se ordenaron, se procesaron y analizaron para obtener tablas y figuras que reflejen de manera legible los resultados. Asimismo, se realizó el Análisis de Varianza (ANVA) para evaluar la diferencia del efecto de cada sustrato en el crecimiento de *Retrophyllum rospigliosii* (Pilg.

) C.N. Page a nivel de vivero.

### **3.10. Presentación de la información**

La información generada en la investigación y la producción de tablas y figuras en Excel, se utilizaron para la redacción del informe de la investigación en hoja de texto (Word), donde se realizaron los análisis e interpretación de resultados.

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1. Resultados

En los resultados se presenta el análisis sobre el crecimiento de plántulas de *Retrophyllum rospigliosii* (Pilg.) C.N. Page utilizando diferentes sustratos, los cuales se detallan en los siguientes ítems.

##### 4.1.1. Evaluación de la variable diámetro de la planta para los tratamientos

**Tabla 4**

*Promedio de crecimiento en diámetro del romerillo macho*

Tratamientos	BLOQUES			Suma	Promedio
	I	II	III		
T1	3,66	3,98	3,87	11,51	3,84
T2	3,66	4,00	4,12	11,78	3,93
T3	3,88	3,96	3,94	11,79	3,93
T4	4,12	3,77	3,70	11,59	3,86
T5	3,91	4,14	4,31	12,36	4,12

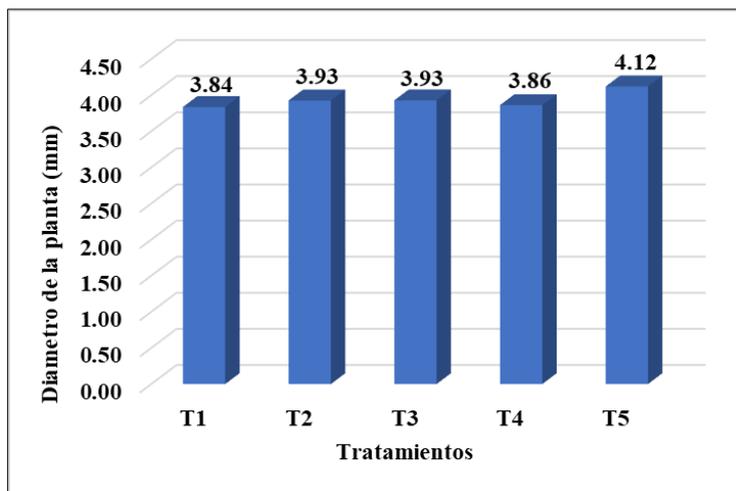
En la tabla 4, se observa que el mayor crecimiento en diámetro de las plántulas de *Retrophyllum rospigliosii* (Pilg.) C.N. Page se registró en el tratamiento T5 (Tierra del bosque 70 % + humus de lombriz 30 %) con una suma total de los tres bloques de 12,36 mm y con un promedio ponderado de 4,12 mm; en segundo lugar, se ubica el tratamiento T3 (Tierra del bosque 70 % + compost de café 30 %) con una suma total de los tres bloques de 11,79 mm y con un promedio ponderado de 3,93 mm y, el tratamiento T1 (Tierra del bosque (testigo)) presentó el menor crecimiento en diámetro, con una suma total de los tres bloques de 11,51 mm y con un promedio ponderado de 3,84 mm.

En la figura 11, se muestra los resultados obtenidos en la evaluación del incremento del diámetro promedio durante el periodo de evaluación de las plántulas de *Retrophyllum rospigliosii* (Pilg.) C.N. Page.

También se inicia con el análisis estadístico para la medida de variancia, con nivel de confianza de 95 % de probabilidad, para el análisis de este parámetro, tanto del testigo y tratamientos.

**Figura 11**

*Resultado del crecimiento de diámetro de plántulas de romerillo macho*



**Tabla 5**

*Análisis de Varianza ANOVA del diámetro del romerillo macho*

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>GL</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
<i>Tratamientos</i>	<i>0,15</i>	<i>4</i>	<i>0,04</i>	<i>1,02</i>	<i>0,45</i>	<i>3,84</i>
<i>Bloques</i>	<i>0,06</i>	<i>2</i>	<i>0,03</i>	<i>0,80</i>	<i>0,48</i>	<i>4,46</i>
<i>Error</i>	<i>0,29</i>	<i>8</i>	<i>0,04</i>			
<i>Total</i>	<i>0,50</i>	<i>14</i>				

*Nota.* La tabla 5 muestra el ANOVA para la variable diámetro del tallo (mm), con un nivel confianza del 95 % ( $\alpha = 0,05$ ).

En la tabla 5 muestra el análisis de variancia ANOVA para la variable evaluada diámetro del tallo para todos los tratamientos ensayados, demostrando que no existe significancias estadísticas entre los tratamientos, dado que F calculado (1,02) es menor que el valor crítico de

F (3,84) asimismo el valor P es mayor que el nivel de significancia (0,05), por lo que los tratamientos aplicados produjeron en promedio diámetros estadísticamente iguales a un nivel de confianza de 0,05. Por lo tanto, se concluye que a los 120 días de evaluación no se tendrá una variación significativa en cuanto a la altura de las plantas aplicando cualquiera de los 5 tratamientos empleados en esta investigación.

#### 4.1.2. Evaluación de la variable altura de la planta para los tratamientos

**Tabla 6**

*Promedio de crecimiento en altura de *Retrophyllum rospigliosii* (Pilg.) C.N. Page*

Tratamientos	BLOQUES			Suma	Promedio
	I	II	III		
T1	24,08	24,59	25,50	74,18	24,73
T2	23,13	26,27	26,08	75,49	25,16
T3	25,32	25,95	28,71	79,98	26,66
T4	25,84	24,96	25,50	76,30	25,43
T5	26,26	27,50	27,65	81,41	27,14

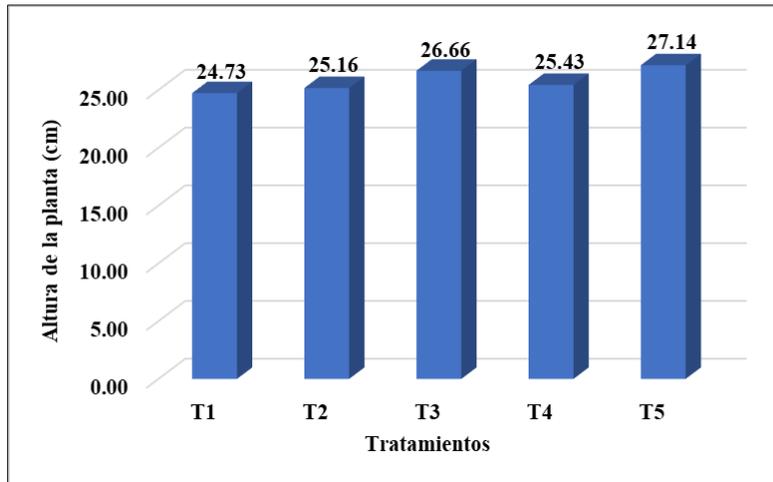
La tabla 6, muestra el mayor crecimiento en altura de las plántulas de *Retrophyllum rospigliosii* (Pilg.) C.N. Page se registró en el tratamiento T5 (Tierra del bosque 70 % + humus de lombriz 30 %) con una suma total de los tres bloques de 81,41 cm y con un promedio de las evaluaciones realizadas es de 27,14 cm; en segundo lugar, se ubica el tratamiento T3 (Tierra del bosque 70 % + compost de café 30 %) con una suma total de los tres bloques de 79,98 cm y con un promedio ponderado de 26,66 y, el tratamiento T1 (Tierra del bosque (testigo)) presentó el menor crecimiento en altura, con una suma total de los tres bloques de 74,18 cm y con un promedio ponderado de 24,73 cm.

En la figura 12, se muestra los resultados obtenidos en la evaluación realizada a las plántulas de *Retrophyllum rospigliosii* (Pilg.) C.N. Page, referente al incremento en altura.

También se inicia con el análisis estadístico para la medida de variancia, con nivel de confianza de 95 % de probabilidad, para el análisis de este parámetro, tanto del testigo y tratamientos.

**Figura 12**

*Resultado del crecimiento de altura de plántulas del romerillo macho*



**Tabla 7**

*Análisis de Varianza ANOVA de la altura del romerillo macho*

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>GL</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Tratamientos	12,67	4	3,17	3,36	0,07	3,84
Bloques	7,77	2	3,89	4,12	0,06	4,46
Error	7,54	8	0,94			
Total	27,97	14				

*Nota.* La tabla ANOVA para la variable altura del tallo (cm), con un nivel confianza del 95 % ( $\alpha = 0,05$ ).

La tabla 7, muestra el análisis de varianza ANOVA para la variable evaluada altura de la planta para todos los tratamientos ensayados, demostrando que no existe significancias estadísticas entre los tratamientos, dado que F calculado (3,36) es menor que el valor crítico de F (3,84) asimismo el valor P es mayor que el nivel de significancia (0,05), por lo que los tratamientos aplicados produjeron en promedio alturas estadísticamente iguales a un nivel de confianza de 0,05. Por lo tanto, se concluye que a los 120 días de evaluación no se tendrá una variación significativa en cuanto a la altura de las plantas aplicando cualquiera de los 5 tratamientos empleados en esta investigación.

**4.1.3. Evaluación de las mediciones de la variable altura de la planta para los tratamientos durante el periodo de evaluación (días)**

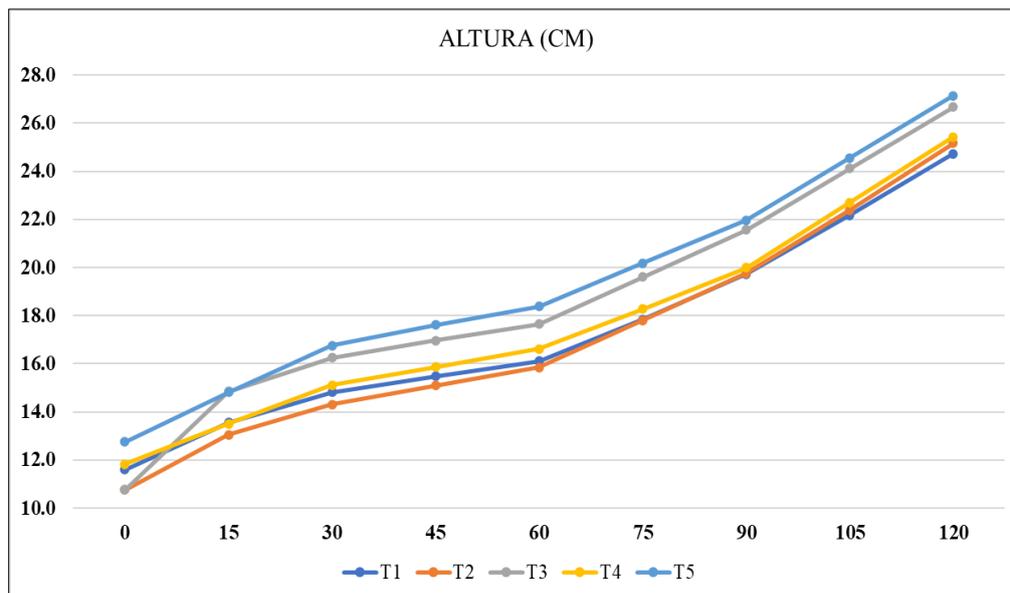
**Tabla 8**

Valores promedios de medición de altura (cm) durante el periodo de evaluación de (días)

Tratamientos	0	15	30	45	60	75	90	105	120
T1	11,6	13,6	14,8	15,5	16,1	17,8	19,7	22,2	24,7
T2	10,8	13,1	14,3	15,1	15,8	17,8	19,8	22,4	25,2
T3	10,8	14,9	16,2	17,0	17,6	19,6	21,6	24,1	26,7
T4	11,8	13,5	15,1	15,9	16,6	18,3	20,0	22,7	25,4
T5	12,8	14,8	16,8	17,6	18,4	20,2	22,0	24,5	27,1

**Figura 13**

Promedios de medición de la variable altura durante el periodo de evaluación de 0 a 120 días



La tabla 8 y la figura 13, muestran que todos los datos tienen un aumento similar en la gráfica de líneas, se puede ver que todos avanzan de la misma forma ascendente no hay ningún tratamiento que se quede o disminuya notablemente.

**4.1.4. Evaluación de las mediciones de la variable altura de la planta para los tratamientos durante el periodo de evaluación (días)**

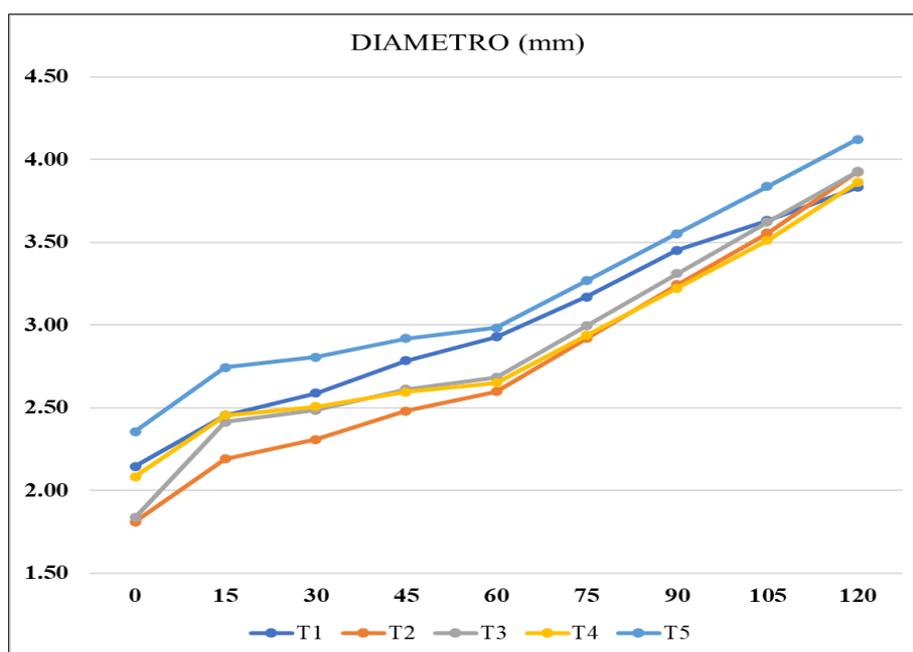
**Tabla 9**

*Valores promedios de medición de diámetro (mm) durante el periodo de evaluación (días)*

Tratamientos	0	15	30	45	60	75	90	105	120
T1	2,14	2,45	2,59	2,78	2,93	3,17	3,45	3,63	3,83
T2	1,81	2,19	2,31	2,48	2,60	2,92	3,24	3,55	3,93
T3	1,84	2,41	2,49	2,61	2,68	2,99	3,31	3,62	3,93
T4	2,08	2,45	2,51	2,60	2,65	2,94	3,22	3,51	3,86
T5	2,36	2,74	2,81	2,92	2,98	3,27	3,55	3,84	4,12

**Figura 14**

*Promedios de medición de la variable diámetro durante el periodo de evaluación de 0-120 días*



La tabla 9 y la figura 14 muestran que todos los datos tienen un aumento similar en la gráfica de líneas, se puede ver que todos avanzan de la misma forma ascendente no hay ningún tratamiento que se quede o disminuya notablemente.

## 4.2. Discusión

El crecimiento en altura de las plántulas de romerillo (*Retrophyllum rospigliosii* (Pilg.) C.N. Page), al finalizar el periodo de evaluación durante el desarrollo de la presente investigación, en cuanto al comportamiento de los tratamientos aplicados, la aplicación del tratamiento T5 (70 % tierra de bosque + 30 % humus de lombriz) obtuvo el mayor incremento en altura, con un promedio de altura de 27,14 cm. Los otros tres tratamientos (T2, T3, T4) también superaron al tratamiento testigo (T1: 100 % tierra de bosque), En cuanto al orden de rendimiento, se demostró que el T3 (70 % tierra de bosque + 30 % compost de café) alcanzó un promedio de 26,66 cm; el tratamiento T4 (80 % tierra de bosque + 20 % humus de lombriz) alcanzó un promedio de 25,43 cm; muestras que, el tratamiento T2 (80 % tierra de bosque + 20 % compost de café) alcanzó un promedio en altura de 25,16 cm. El testigo T1 (tierra del bosque 100 %) presentó un crecimiento promedio de 24,73 cm. Estos resultados indican que los insumos utilizados en los tratamientos influyeron positivamente en la variable altura durante el periodo experimental. Estos tratamientos son similares a lo estudiado por (Chamaya, 2023, p. 56) quien aplicó tratamientos similares ya que utilizó mezclas con humus Sumacc (40 %), Compost Quispiterra Vector (20 %), Compost Odinsu (14 %) y sustrato de vivero, obteniendo como resultado que con el sustrato humus Sumacc (40 %) + sustrato de vivero (3:2:1) se obtuvo el mejor crecimiento en altura (22,30 cm) y diámetro (3,45 mm) con la diferencia que este fue aplicado en otra especie forestal (*Schizolobium parahyba*).

Todos los resultados de los tratamientos aplicados, demostraron la aplicación favorable para el desarrollo de las plantas, e incluso el tratamiento testigo, donde se han observado que todos superaron al testigo en crecimiento en altura en pequeñas proporciones, Sin embargo, el tratamiento T5 de todas maneras se considera como el sustrato más favorable para el crecimiento en altura de *Retrophyllum rospigliosii* (Pilg.) C.N. Page, en condiciones del presente estudio, Estos resultados son similares a lo estudiado por Ríos & Quevedo (2024, p. 24) quien demostró que al usar tierra agrícola + arena de río + compost en proporción (3:2:1) se obtiene mejores resultados en varios parámetros: mayor índice de velocidad de germinación (1,16 semillas/día), mayor germinación acumulada (61,6 %), mayor crecimiento en altura (8,32 cm) y mayor diámetro de tallo (0,31 mm), Sin embargo, igual que en mi investigación tampoco diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos.

La investigación permitió observar diferencias numéricas en los promedios de altura, el análisis de varianza (ANOVA) y la prueba de Tukey al 95 % de confianza demuestran que no existen diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos y el testigo. Esto

implica que, desde un punto de vista estadístico, ninguno de los tratamientos superó significativamente al testigo en la variable altura durante el periodo de evaluación, a pesar de que todos presentaron mayores valores promedio. Diferentes resultados obtuvo Gatañadui (2020, p. 20) debido a que en su investigación, el sustrato compuesto por compost, tierra agrícola, tierra negra (1:1:1) en la producción de plántones *Eucalyptus globulos* Labill fue el que tuvo el mejor comportamiento en el crecimiento de altura, diámetro de planta y longitud de raíz, además de expresar mayor peso y número de hojas. Frente a estos resultados, Abad et al. (2004) afirma que, es poco común encontrar un solo insumo que reúna todas las propiedades físicas, químicas y biológicas óptimas para un cultivo específico. Por ello, la mezcla de materiales como humus de lombriz y compost de café permitió adecuar las condiciones del sustrato a las necesidades de la especie, Es importante considerar que la mezcla debe incluir componentes con diferentes granulometrías, de modo que las partículas más finas llenen los espacios entre las partículas más gruesas, Asimismo, se debe garantizar la homogeneidad de la mezcla para asegurar resultados uniformes.

En cuanto al incremento en diámetro de las plántulas, el tratamiento T5 (70 % tierra de bosque + 30 % humus de lombriz), también registró el valor más alto, con un promedio de 4,12 mm, comparado con los 3,84 mm del testigo. A pesar de esta diferencia numérica, los análisis estadísticos confirmaron que no existen diferencias significativas entre los tratamientos y el testigo para esta variable, La investigación demuestra que, durante el periodo de evaluación (4 meses) periodo en el cual los plántones ya se encontraron en alturas óptimas para ser llevadas al campo definido, debido a que las raíces estaban empezando a salir en la parte basal de las bolsas, hecho no permitió continuar con la evaluación, porque el experimento nos permitió producir plántones con fines de reforestación, siendo éstos instalados en campo definido.

## CAPÍTULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1. Conclusiones

El mejor tratamiento que presentó el mayor incremento en altura, evaluados hasta el final de los 120 días después del repique de las plántulas de *Retrophyllum rospigliosii* (Pilg.) C.N. Page, fue el T5 (Tierra del bosque 70 % + humus de lombriz 30 %), alcanzando una altura promedio de 27,14 cm.

El tratamiento que presentó el mayor incremento de diámetro del tallo (medidas a 5 cm del nivel del suelo) en plántulas de *Retrophyllum rospigliosii* (Pilg.) C.N. Page, fue el T5 (Tierra del bosque 70 % + humus de lombriz 30 %), alcanzando un promedio de 4,12 mm al final de los 120 días.

El análisis estadístico, al 95 % de confianza, determinó que no existe diferencia significativa entre los tratamientos y el testigo evaluados al final de los 120 días; pero en el desarrollo primario de las plántulas de “romerillo”, basándose en el incremento de altura y diámetro, la composición óptima de sustrato es el T5 compuesta por el 70 % de tierra de bosque y el 30% de humus de lombriz.

#### 5.2. Recomendaciones

Se recomienda realizar investigaciones utilizando mayores proporciones de humus de lombriz y compost de café en la formulación de sustratos, manteniendo como componente base el suelo procedente del bosque natural donde se desarrolla *Retrophyllum rospigliosii* (Pilg.) C.N. Page; con la finalidad de buscar optimizar las propiedades físicas, químicas y biológicas del sustrato, favoreciendo así el crecimiento inicial de las plántulas.

Se recomienda retirar de forma definitiva la malla raschel a partir de los 30 días posteriores al repique, con el objetivo de evaluar el desarrollo primario de las plántulas bajo condiciones de luz natural directa; por ser una especie heliófita, su metabolismo, crecimiento y actividad fisiológica podrían ser favorecidos por una mayor exposición a la radiación solar.

## CAPÍTULO VI

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abad, M; Noguera, P; Carrió, C. (2004). Los sustratos en los cultivos sin suelo. In Urrestarazu. M (ed.). Barcelona. p. 113-158.
- Abanto, A, F. (2017). Evaluación del efecto de tres sustratos en la emergencia de la *Delostoma integrifolium* D. Don (Bignoniaceae) de dos localidades de la provincia de Cajamarca (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Cajamarca.
- Aróstegui, A; Sato, A. (1968). Propiedades Físico – Mecánicas y Usos de dos Especies de Podocarpus (*P. rospigliosii* Pilger; *P. Montanus* var. *meridensis* Bucholz y Gray. Revista Forestal del Perú. 4 (1-2). 3 p. Lima. PE.
- Barra, M. (2014). Ulcumano. Junín. Perú: Estación Experimental Agraria Pichanaki.
- Bertolino, R; Fogwill, E; Chidiak, M; Cinquangelis, S; Forgione. MN. (2009). Participación ciudadana y gestión integral de residuos. Argentina. s.e. Vol. 1. 137 p. <https://www.unicef.org/argentina/spanish/EcoclubesbajaWEB.pdf>.
- Brack, W; Suarez, M; Martel, A; Amiquero, B; Brack. A. (1989). Sistemas Agrosilvopastoriles e importancia de la Agroforestería en el Desarrollo de la Selva Central. Proyecto Peruano – Alemán. PE.
- Camacho, M. (1994). Dormición de las semillas causa y tratamiento. México. Argentina. Pág. 125.
- Campos, M. (2012). Ubicación y geografía del distrito de Chontalí. <http://distritochontali.blogspot.com/p/geografia.html>
- Campos, J.A. & M. Herrera (2009). Diagnósis de la Flora alóctona invasora de la CAPV. Dirección de Biodiversidad y Participación Ambiental. Departamento de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio. Gobierno Vasco. 296 p. Bilbao. [http://www.invasep.eu/flora\\_alo\\_invas\\_capv.pdf](http://www.invasep.eu/flora_alo_invas_capv.pdf)
- Ceballos, A. & López, J. (2007). Conservación de la calidad de semillas forestales nativas en almacenamiento. Cenicafé. 58(4). 269–286.

- Cercado, J. (2022). Evaluación de la emergencia y crecimiento de plantas de *Calycophyllum spruceanum* (Benth.) en diferentes sustratos y recipientes en Ucayali. Perú. Universidad nacional autónoma de chota. chota – Perú. 2022.p.12 y 15
- Coronel, E. F. (2018). *Plan de Educación Ambiental en la Comunidad de Chontali – Jaén. Cajamarca 2017*. Requisito para optar el Título de Ingeniero Ambiental. Universidad de Lambayeque. 74 p.
- Cueva, N. C., Vélez, D., Barrios, A., & Nieto. V. (2013). Pino romerón [*Retrophyllum rospigliosii* (Pilger) C.N. Page]. especie nativa potencial para la reforestación en zonas altoandinas de Colombia. Bogotá. Colombia: Corporación Nacional de Investigación y Fomento Forestal (CONIF). Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR). Colegio Integrado Nacional Oriente de Caldas (CINOC). Pág. 15 y 18.
- Chamaya, C. (2023). Efecto de los Sustratos orgánicos en la calidad de plántones de tres especies forestales en Tingo María, Perú. Universidad Nacional Agraria de la Selva Facultad de Recursos Naturales Renovables. Tingo María – Perú. 56 p.
- Chávez, H. (2017). Jornada de recolección de plántulas y brinzales. <https://colectivoecorevolucionariohugochavez.wordpress.com/2017/01/29/jornada-de-recoleccion-de-plantulas-y-brinzales/>
- Decreto Supremo N° 005-2022-MINAGRI. Reglamento de clasificación de tierras por su capacidad de uso mayor. Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego-Lima 2022.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. IT.). (2013). Manual de compostaje del agricultor. Santiago de Chile. <http://www.fao.org/3/a-i3388s.pdf>.
- Flores, L. (2021). Estado de desarrollo de *Retrophyllum rospigliosii* (Pilg.) C.N. Page en la población de micorrizas arbusculares en el bosque de Huamantanga. Jaén– Perú. Tesis de maestro en ciencias mención: Gestión Ambiental. Cajamarca. Perú. Universidad Nacional de Cajamarca.
- Gardner, M., & Thomas. P. (2013). *Retrophyllum rospigliosii*. The IUCN Red List of Threatened Species 2013: e.T34110A2846471. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2013-1.RLTS.T34110A2846471.en>

- Gatañadui, R. (2020). Cuatro sustratos en el crecimiento de plantones de *Eucalyptus globulos* Labill en Santiago de Chuco. La Libertad. Universidad Nacional de Trujillo. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Trujillo-Perú. 20 p.
- Gómez, M., Toro, J. & Piedrahita, E. (2013). Propagación y conservación de especies arbóreas nativas (1st ed.). Medellín. Colombia: Acción Autónoma Regional del Centro de Antioquia - Corantioquia.
- Guariguata, M.; Arce, J.; Ammour, T; Capella, J. (2017). Las plantaciones forestales en Perú: Reflexiones. estatus actual y perspectivas a futuro. 40 p. <https://www.worldfloraonline.org/taxon/wfo-0000404434>
- Gutiérrez, H. (1980). Estudio preliminar sobre la silvicultura del ulcumano. Lima. Perú. Turner & Cernusak. 2011.
- Jiménez, L., 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.
- Lamprecht, H. (1990). Silvicultura en los trópicos: los ecosistemas forestales en los bosques tropicales y sus especies arbóreas: posibilidades y métodos para un aprovechamiento sostenido. República federal Alemania: Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ).
- Laubenfels, D. (1991). Las Podocarpaceas del Perú. Boletín de Lima. XIII (73). Lima. PE. 60 p.
- Loyola, O. (2019). Efecto de cuatro tipos de sustrato en la producción de plantones de capirona (*Calycophyllum spruceanum*) en el Vivero Forestal de Cervecería San Juan S.A. Ucayali – Perú. (tesis de pregrado). Universidad Nacional Agraria la Molina. 100 p.
- Mill, R., R. (2016). A Monographic Revision of *Retrophyllum* (Podocarpaceae). Edinburgh Journal of Botany. 73(02). 225-229. <https://doi.org/10.1017/S0960428616000081>
- Mondragón, G. (2016). Evaluación del Crecimiento de Plántulas de *Caesalpineia spinosa*, *Sapindus saponaria* y *Tecoma stans* en diferentes sustratos durante su propagación en Vivero-Lima. Tesis Ing. Forestal. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima. Perú. 114 p.

- Oliva, M., Vacalla, F, Pérez, D, Tucto, A. (2014). SERFOR: Manual vivero forestal para la producción de plántulas de especies nativas: experiencia en Molinopampa. Amazonas-Perú.
- Pastor, J. (1999). Utilización de sustratos en viveros. Terra Latinoamericana. Pág. 232.
- Quispe, A., & Tello, J. (2001). Especies forestales de uso múltiple de los bosques de neblina en el Nor Oriente del Perú (1st ed.). Lima. Perú: Fondobosque. Pág. 61-62.
- Reglamento para la gestión de las plantaciones forestales y los sistemas agroforestales. Título I. Disposiciones Generales-Decreto Supremo N° 020-2015-MINAGRI.
- Reyes, J; Aldrete, A; Cetina. VM; López. J. (2005). Producción de plántulas de *Pinus pseudostrobus* var. *apulcensis* en sustratos a base de aserrín. Revista Chapingo 11(2):105-110.
- Reynel, C; León, J. (1990). Árboles y arbustos andinos para Agroforestería y conservación de suelos. t. 1. Especies forestales útiles para el productor agropecuario. FAO. Ministerio de Agricultura. PE. 102 p.
- Reynel, C; Pennington, T., D; Pennington, R., T; Marcelo, J; Daza, A. (2006). Árboles útiles del Ande peruano. Una guía de identificación. ecología y propagación de las especies de la Sierra y los Bosques Montanos en el Perú. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima. P.179-180.
- Ríos, K, & Quevedo, L. (2024). Efecto de cuatro sustratos en la germinación y desarrollo inicial de plántulas de *Aspidosperma macrocarpon* Mart. (pumaquiro). en el vivero municipal de la provincia de Jaén. Universidad Nacional de Jaén Facultad de Ingeniería Forestal y Ambiental. Jaén – Perú. 37 p.
- Rojas, F. (2001). Viveros Forestales EUNED. San José. CR. 256 p.
- Santelices, Cabello. (2006). Efecto del ácido indol acético. el tipo de cama de arraigamiento. sustrato y árbol madre en la capacidad de arraigamiento de estacas de especies forestales. Rev. Chilena Historia Natural. 145 p.

- SENAMHI (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú). (2020). *Caracterización y zonificación por aptitud agroclimática del cultivo de Café (Coffea arabica) en las provincias de Jaén y San Ignacio, Cajamarca*. 55 p. [https://repositorio.senamhi.gob.pe/bitstream/handle/20.500.12542/1918/Caracterizaci%C3%B3n-y-zonificaci%C3%B3n-por-aptitud-agroclim%C3%A1tica-del-cultivo-de-Caf%C3%A9-Coffea-arabica-en-las-provincias-de-Ja%C3%A9n-y-San-Ignacio-Cajamarca\\_2020.pdf?sequence=6&isAllowed=y](https://repositorio.senamhi.gob.pe/bitstream/handle/20.500.12542/1918/Caracterizaci%C3%B3n-y-zonificaci%C3%B3n-por-aptitud-agroclim%C3%A1tica-del-cultivo-de-Caf%C3%A9-Coffea-arabica-en-las-provincias-de-Ja%C3%A9n-y-San-Ignacio-Cajamarca_2020.pdf?sequence=6&isAllowed=y)
- SENAMHI. (2025.). *Estaciones - Cajamarca*. Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú. Recuperado el 21 de julio de 2025, de <https://www.senamhi.gob.pe/main.php?dp=cajamarca&p=estaciones>
- Soudre, M; Guerra, H. (2010). Efecto del sustrato en la calidad de plantones de caoba. cedro e ishpingo de origen vegetativo en fase de aclimatación. Pucallpa. PE. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana. E. Experimental Ucayali. Informe Técnico. 14 p.
- Tugulinago, F. L. R. (2022). Evaluación de dos sustratos y dos métodos de escarificación en la propagación sexual de *Alnus acuminata* HBK en el vivero de la ESPOCH. Riobamba. Chimborazo.
- Turner, B. L. & Cernusak. L. A. (2011). Ecology of the Podocarpaceae in Tropical Forests (N° 95). Washinton. USA: Smithsonian Institution Scholarly Press. <https://doi.org/10.5479/si.0081024X.95.viii>
- Vargas, D. (2021). Efecto de seis tipos de sustrato en la producción y rentabilidad de tres especies forestales nativas en vivero de Huayllapampa-San Jerónimo-Cusco. Universidad Nacional De San Antonio Abad Del Cusco. Facultad de Ciencias Agrarias. K´Ayra – Cusco. Pág. 8.
- Veillon, J. (1962). Coníferas autóctonas de Venezuela. los *Podocarpus*: con especial énfasis sobre las Podocarparpáceas de la región central del estado Mérida. Universidad de los Andes. Venezuela.
- Zenteno, F. (2007). *Retrophyllum rospigliosii* (Podocarpaceae). un nuevo registro de pino de monte. en el noroeste de Bolivia. *Kempffiana*. 3(2). 3–5.

Zevallos, P. (1988). Estudio demonológico de las podocarpáceas y otras especies forestales de Jaén y San Ignacio. Universidad Nacional Agraria la Molina. Lima. Perú. Pág. 54.

Zumkeller, D; Galbiattib, JA; Rinaldo, C de P; Soto, J. (2009). Producción de plantas de *Tabebuia heptaphylla* en diferentes sustratos y niveles de irrigación. en condiciones de invernadero. Bosque 30(1):27-35.

## CAPÍTULO VII

### ANEXO

Anexo 1. Matriz de consistencia

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Metodología
<p>¿Cuánto es la influencia de la composición del sustrato en el desarrollo vegetativo de las plántulas de <i>Retrophyllum rospigliosii</i> en el distrito de Chontalí, provincia Jaén, departamento de Cajamarca?</p>	<p><b>Objetivo general:</b> Determinar el efecto de la composición del sustrato en el desarrollo en vivero del <i>Retrophyllum rospigliosii</i> en el distrito de Chontalí, provincia de Jaén,</p>	<p><b>General:</b> El mejoramiento de la composición de los diferentes sustratos tiene efecto significativo en el crecimiento del <i>Retrophyllum rospigliosii</i>, Jaén - 2024,</p>	<p><b>Independiente</b> Composición de los sustratos</p> <p><b>Dependiente</b> Crecimiento del <i>Retrophyllum rospigliosii</i></p>	<p><b>Tipo:</b> aplicada, explicativa de carácter cuantitativo</p> <p><b>Diseño:</b> Diseño experimental</p> <p><b>Diseño experimental:</b> Diseño de bloques completamente al azar (DBCA)</p> <p><b>Tratamientos:</b> tierra agrícola, humus de lombriz, compost de café</p> <p><b>Bloques:</b> 3 bloques por cada tratamiento</p>
	<p><b>Objetivos específicos:</b> Determinar el crecimiento en altura de plántulas de <i>Retrophyllum rospigliosii</i> (Pilg.) C.N. Page en diferentes sustratos en Chontalí, Jaén– Perú, Determinar el efecto de diferentes tipos de sustrato en el incremento de diámetro del tallo en plantas de <i>Retrophyllum rospigliosii</i> (Pilg.) C.N. Page en Chontalí, Jaén– Perú, Determinar la composición del sustrato óptimo en el desarrollo primario de la especie de <i>Retrophyllum rospigliosii</i> (Pilg.) C.N. Page en Chontalí, Jaén– Perú,</p>			

## Anexo 2. Resultados del análisis de suelo



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR  
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA  
CON REGISTRO N° LE - 200



### INFORME DE ENSAYO N° 042031-25 / SU / LABSAF - VISTA FLORIDA

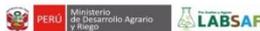


#### I. INFORMACIÓN GENERAL

Cliente : María Yuliza Alarcón La Torre  
 Propietario / Productor : Henri Alarcon Gonzales  
 Dirección del cliente : Calle santa Rosa, provincia Jaen-Cajamarca  
 Solicitado por : María Yuliza Alarcón La Torre  
 Muestreado por : El cliente  
 Número de muestra(s) : 1  
 Producto declarado : Suelo  
 Presentación de las muestras(s) : Bolsa de plástico  
 Referencia del muestreo : Reservado por el cliente  
 Procedencia de muestra(s) : Caserio Vista Alegre - Chontali - Jaen - Cajamarca  
 Fecha(s) de muestreo : 2025-03-16 (\*\*\*)  
 Fecha de recepción de muestra(s) : 2025-03-19 (\*\*\*)  
 Lugar de ensayo : LABSAF VISTA FLORIDA  
 Fecha(s) de análisis : Del 2025-03-21 al 2025-04-01  
 Cotización del servicio : 037-25-VF  
 Fecha de emisión : 2025-04-02

#### II. RESULTADO DE ANÁLISIS

ITEM	1	2	3	4	5	6
Código de Laboratorio	SU137-VF-25	-	-	-	-	-
Matriz Analizada	Suelo	-	-	-	-	-
Fecha de Muestreo	2025-03-16	-	-	-	-	-
Hora de Inicio de Muestreo (h) (***)	8:00	-	-	-	-	-
Condición de la muestra	Conservada	-	-	-	-	-
Código/Identificación de la Muestra por el Cliente (***)	Muestra suelo	-	-	-	-	-
<b>Ensayo</b>	<b>Unidad</b>	<b>LC</b>	<b>Resultados</b>			
pH.	unid. pH	0,1	7,1	-	-	-
Conductividad Eléctrica	mS/m	1,0	14,5	-	-	-
Materia Orgánica	%	0,3	8,1	-	-	-
Fósforo Disponible	mg/kg	0,9	24,3	-	-	-
Potasio Disponible	mg/kg	2,6	513,2	-	-	-
<b>Textura</b>						
Arena	%	-	61,0	-	-	-
Arcilla	%	-	14,3	-	-	-
Limo	%	-	24,6	-	-	-
Clase Textural	-	-	Franco Arenosa	-	-	-
Nitrógeno - Materia Orgánica (*)	mg/g	-	4,1	-	-	-



Red de Laboratorios de Suelos, Aguas y Foliare  
 Acreditado con la Norma  
 NTP-ISO/IEC 17025:2017  
 LABSAF Vista Florida

Dirección: Carretera Chiclayo a Ferreñafe km 8 Pisci - Chiclayo - Lambayeque  
 Email: labsafvistaflorida@inia.gob.pe

INFORME DE ENSAYO  
N° 042031-25 / SU / LABSAF - VISTA FLORIDA



III. METODOLOGÍA DE ENSAYO

ENSAYO	NORMA DE REFERENCIA
pH.	EPA Method 9045 D Rev. 4 2004 Soil and waste pH.
Conductividad Eléctrica	ISO 11265:1994 / Cor 1:1996 1994 Soil quality -- Determination of the specific electrical conductivity
Materia Orgánica	NOM-021-RECNAT-2000; 2da Sección; 2002; Item 7.1.7 AS-07 2002 Determinación de Materia Orgánica (AS-07 Walkley y Black)
Textura	Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000. Segunda Sección (31 de Diciembre 2002). Item 7.1.9. AS-09 2002 Determinación de la textura del suelo (AS-09 Método de Bouyoucos).
Nitrógeno - Materia Orgánica	Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000. Segunda Sección (31 de Diciembre 2002). Item 7.1.7 AS-07. Determinación Nitrogeno por calculo a partir de Materia Organica (AS-07 Walkley y Black).
Fósforo Disponible	Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000. Segunda Sección (31 de Diciembre 2002). Item 7.1.10. AS-10 2002 Determinación de fósforo aprovechable para suelos neutros y alcalinos (AS-10 Método de Olsen y colaboradores).
Potasio Disponible	Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000. Segunda Sección (31 de Diciembre 2002). Item 7.1.12. AS-12 // EPA 6010 D. Revision 5. 2018). Validado. (modificado y aplicado fuera del alcance) 2023 Determinación de potasio disponible en suelos con saturación de acetato de amonio 1N, PH 7.0 // Inductively Coupled Plasma - Optical Emission Spectrometry.

IV. CONSIDERACIONES

- Estado en las que ingreso la Muestras: Buenas Condiciones de almacenamiento
- Los resultados se aplican a las muestras, tales como se recibieron
- El Laboratorio no es responsable cuando la información proporcionada por el cliente pueda afectar la validez de los resultados.
- Medición de pH realizada a 25 °C.
- Medición de Conductividad Eléctrica realizada a 25 °C.

(\* El (Los) resultado(s) obtenido(s) corresponde(n) a métodos de ensayo que no han sido acreditados por el INACAL-DA.

(\*\*) El (Los) resultado(s) obtenido(s) corresponde(n) a métodos de ensayo que no han sido acreditados por el INACAL-DA, debido a que la muestra no es idónea para el ensayo.

(\*\*\*) Este dato ha sido proporcionado por el cliente, por lo que el laboratorio no es responsable de dicha información.

V. AUTORIZACIÓN DEL INFORME DE ENSAYO

- El presente Informe de ensayo ha sido autorizado por: Juan Valentin Diaz Saenz - Especialista de laboratorio del LABSAF - VISTA FLORIDA



Firmado digitalmente por:  
BOLIVIA DIAZ Jose Dante FAU  
201313655994 soft  
Móvil: En señal de conformidad  
Fecha: 03/04/2025 09:54:24 -0500

Firma

FIN DE INFORME DE ENSAYO

### Anexo 3. Base de datos de la evaluación

#### Evaluación inicial 1 (21/10/2024)

Tratamiento 1 (testigo)						
Unidades de estudio	Diámetro (mm)			Altura (cm)		
	I	II	III	I	II	III
1	2,1	2,3	1,8	14,9	13,2	10,7
2	2,1	2,0	2,1	10,6	8,8	13,7
3	2,1	2,2	1,7	8,3	12,5	10,8
4	1,7	2,3	2,8	10,7	14,8	12,2
5	1,9	2,2	1,6	11,5	11,3	7,5
6	2,3	2,5	2,1	10,4	9,2	11,9
7	1,6	2,3	2,3	11,0	12,1	10,3
8	2,2	2,7	1,7	15,5	12,1	10,1
9	1,4	1,9	2,3	14,5	10,0	13,5
10	1,8	2,2	2,7	15,5	14,0	11,3
11	2,2	2,1	2,0	12,7	13,0	9,2
12	2,0	3,3	2,7	8,6	10,0	11,3
Tratamiento 2						
1	2,2	2,1	1,4	11,8	14,5	6,0
2	2,3	1,2	2,1	11,2	10,9	8,7
3	1,6	1,5	1,3	10,8	9,2	9,7
4	1,2	1,7	2,1	13,8	11,7	9,4
5	1,1	2,0	1,8	11,6	12,2	12,1
6	2,0	1,9	2,2	10,6	9,1	11,6
7	2,2	1,6	1,6	9,7	11,0	11,9
8	1,3	2,1	2,1	10,8	12,3	10,7
9	1,0	2,0	1,9	6,7	12,8	10,2
10	1,9	2,3	1,8	8,8	9,7	10,7
11	1,7	2,3	1,6	14,0	11,1	8,9
12	2,1	2,1	1,9	11,3	10,8	11,4
Tratamiento 3						
1	2,0	2,2	1,4	12,4	12,0	7,7
2	2,1	1,8	2,0	11,3	13,5	7,4
3	1,8	1,8	1,4	10,2	10,9	8,6
4	1,4	1,4	2,4	14,8	11,2	11,9
5	1,2	1,9	2,1	11,1	12,7	11,1
6	1,9	1,7	2,1	10,8	9,3	10,8
7	1,8	1,9	1,8	10,8	12,0	11,1
8	1,4	1,9	1,9	11,2	11,5	9,9
9	1,2	2,1	1,9	7,2	13,5	11,2
10	2,0	1,9	1,9	8,7	11,9	10,3
11	2,0	2,2	1,7	12,3	9,2	7,6
12	1,8	1,9	2,2	9,0	10,5	11,7
Tratamiento 4						
1	1,6	2,3	2,0	11,8	10,2	11,5
2	2,8	1,8	2,3	13,3	10,3	11,2
3	2,2	2,4	1,7	11,1	11,7	11,3
4	1,8	2,1	2,1	7,8	11,7	13,3
5	2,3	1,8	2,3	13,6	11,3	15,7
6	2,2	1,5	1,8	11,8	10,9	11,1
7	2,4	2,0	1,9	13,3	12,0	12,0
8	2,0	2,0	1,9	11,7	10,8	13,6
9	2,2	1,3	2,4	12,9	10,3	12,7
10	2,4	2,3	1,4	13,5	11,3	11,1
11	2,6	2,8	1,7	10,9	15,2	8,7
12	1,9	1,9	2,9	12,3	11,0	13,0
Tratamiento 5						
1	2,3	2,4	2,0	14,3	13,4	10,0
2	2,2	2,4	2,2	14,1	12,3	12,0
3	2,6	2,4	2,0	11,5	11,9	9,5
4	2,0	2,0	2,6	13,7	14,5	13,1
5	1,8	2,3	2,7	10,6	12,5	11,6
6	2,2	3,2	2,4	15,1	15,2	15,1
7	2,5	2,6	2,2	11,0	12,3	10,3
8	2,6	2,7	2,0	13,1	16,7	12,7
9	1,9	2,7	2,2	10,5	13,8	13,3
10	1,8	2,4	2,4	11,2	13,7	13,5
11	2,5	2,2	3,1	13,3	12,2	12,6
12	1,8	3,0	2,5	12,8	12,8	13,2

## Evaluación a los 15 días (05/11/2024)

Tratamiento 1 (testigo)						
Unidades de estudio	Diámetro (mm)			Altura (cm)		
	I	II	III	I	II	III
1	2,6	2,7	2,4	16,8	15,9	13,3
2	2,6	2,6	2,2	11,8	11,9	16,4
3	2,4	2,7	2,2	10,1	14,6	13,2
4	1,8	2,5	2,8	12,4	14,9	14,1
5	2,1	2,5	2,0	12,3	11,4	10,6
6	2,6	2,8	2,5	12,6	10,4	13,7
7	2,1	2,5	2,8	12,7	13,5	12,9
8	2,5	3,0	1,7	16,5	14,1	12,0
9	1,7	2,5	2,5	17,3	11,9	15,7
10	2,1	2,3	2,8	15,9	16,9	13,5
11	2,5	2,1	2,4	15,2	16,4	11,1
12	2,4	3,4	3,0	10,7	11,6	13,6
Tratamiento 2						
1	2,5	2,6	1,9	13,6	16,5	9,8
2	2,7	1,7	2,4	13,7	13,8	10,5
3	2,0	2,2	1,8	13,0	12,7	11,3
4	1,4	2,1	2,8	15,8	13,3	12,2
5	1,3	2,5	2,4	13,6	14,5	14,8
6	2,3	2,3	2,3	12,5	11,2	11,7
7	2,3	2,1	2,2	12,8	14,0	14,9
8	1,5	2,4	2,3	12,5	14,0	13,2
9	1,4	2,5	2,4	9,9	16,3	12,5
10	2,6	2,7	1,8	11,0	12,7	12,8
11	1,8	2,7	1,9	15,3	13,0	11,3
12	2,4	2,3	2,4	12,3	13,8	13,1
Tratamiento 3						
1	3,1	2,3	2,5	18,1	14,9	14,2
2	2,1	2,4	2,4	13,3	15,8	13,9
3	2,7	2,0	2,6	13,7	13,1	15,0
4	2,3	2,5	2,6	15,8	14,1	15,2
5	2,5	2,2	2,7	15,3	13,6	17,8
6	2,6	2,3	2,6	16,3	17,1	15,2
7	2,6	2,8	2,5	13,9	14,9	13,3
8	2,5	2,2	2,3	15,6	14,2	15,8
9	2,8	2,2	2,1	15,2	13,8	16,3
10	2,5	2,0	2,1	14,1	16,4	12,6
11	2,5	2,5	2,2	12,8	15,7	13,9
12	1,9	2,3	2,5	14,1	15,6	14,3
Tratamiento 4						
1	2,0	2,4	2,2	12,9	11,3	12,9
2	3,1	2,0	2,5	15,1	12,3	11,5
3	2,6	2,8	2,2	12,9	12,8	14,5
4	2,4	2,4	2,6	11,0	13,0	14,1
5	2,7	2,1	2,6	15,9	12,8	16,5
6	2,7	1,9	2,1	14,1	12,2	13,3
7	2,8	2,5	2,2	15,0	13,8	13,7
8	2,5	2,5	2,2	13,5	13,3	15,3
9	2,7	2,1	2,5	14,8	12,3	14,4
10	2,6	3,0	1,9	13,9	14,0	12,9
11	3,0	2,9	2,0	12,6	15,7	11,3
12	2,4	2,1	3,1	14,0	12,6	14,3
Tratamiento 5						
1	2,6	2,5	2,5	14,6	14,8	11,9
2	2,5	2,8	2,5	15,2	14,6	14,6
3	2,8	2,8	2,5	13,6	12,7	11,1
4	2,3	2,7	3,0	16,1	15,8	14,8
5	2,6	2,3	3,0	14,9	14,6	12,9
6	2,6	3,2	2,8	16,2	17,1	16,8
7	3,0	3,2	2,8	15,3	14,4	13,1
8	3,0	3,1	2,2	17,9	20,4	14,6
9	2,2	3,0	2,7	13,1	15,1	15,2
10	2,3	2,8	2,9	12,1	16,1	15,1
11	3,0	2,5	3,4	15,7	13,6	15,6
12	2,3	3,5	2,9	14,0	14,4	15,7

## Evaluación a los 30 días (20/11/2024)

Tratamiento 1 (testigo)						
Unidades de estudio	Diámetro (mm)			Altura (cm)		
	I	II	III	I	II	III
1	2,6	2,8	2,6	17,8	17,0	14,7
2	2,6	2,6	2,6	13,6	13,5	17,5
3	2,4	2,7	2,2	11,5	15,5	14,0
4	2,4	2,7	3,0	13,5	16,0	15,3
5	2,3	2,5	2,0	13,6	12,5	12,5
6	2,6	2,8	2,8	13,7	11,5	15,2
7	2,1	2,6	2,8	14,9	14,3	14,0
8	2,5	3,0	2,3	17,6	16,0	14,3
9	2,2	2,5	2,8	18,0	13,0	16,6
10	2,3	2,8	2,8	17,0	18,0	14,6
11	2,5	2,6	2,4	16,5	17,0	13,0
12	2,4	3,4	3,0	12,3	13,0	14,5
Tratamiento 2						
1	2,5	2,7	2,1	14,2	18,0	12,5
2	2,7	2,0	2,6	14,3	15,2	12,0
3	2,1	2,2	1,9	13,5	14,3	13,0
4	1,7	2,1	2,8	17,0	14,5	13,8
5	1,7	2,5	2,6	14,8	16,5	16,2
6	2,3	2,3	2,4	13,2	12,3	13,5
7	2,3	2,3	2,2	14,5	14,5	15,9
8	1,7	2,4	2,3	13,5	15,0	13,8
9	1,7	2,6	2,5	11,4	17,5	14,0
10	2,6	2,7	2,4	12,0	14,0	15,0
11	2,2	2,7	2,1	16,0	13,8	13,2
12	2,4	2,4	2,4	13,0	15,1	14,4
Tratamiento 3						
1	3,1	2,4	2,5	19,2	16,2	15,6
2	2,2	2,5	2,4	14,5	16,8	15,2
3	2,7	2,1	2,6	15,6	14,2	17,1
4	2,5	2,5	2,7	16,5	15,2	16,4
5	2,5	2,3	2,8	17,5	15,0	19,6
6	2,6	2,6	2,6	17,3	18,5	16,8
7	2,6	2,8	2,5	15,5	16,4	15,0
8	2,5	2,3	2,5	17,2	15,6	17,3
9	2,8	2,2	2,3	16,4	15,0	18,0
10	2,6	2,1	2,4	15,0	17,2	13,5
11	2,5	2,6	2,4	14,0	17,4	16,2
12	2,0	2,3	2,5	15,5	17,0	15,5
Tratamiento 4						
1	2,1	2,5	2,4	14,5	13,5	14,4
2	3,3	2,1	2,5	16,8	14,0	14,0
3	2,7	2,8	2,3	14,6	15,0	16,0
4	2,4	2,4	2,6	13,0	15,0	15,7
5	2,7	2,1	2,6	17,6	14,5	17,8
6	2,7	2,0	2,1	15,2	13,8	14,2
7	2,8	2,5	2,2	16,0	15,5	15,6
8	2,5	2,5	2,2	14,5	15,0	16,7
9	2,8	2,1	2,7	16,2	14,5	16,0
10	2,7	3,0	2,1	15,4	15,5	14,1
11	3,0	3,1	2,0	14,2	17,6	12,5
12	2,4	2,2	3,2	15,5	14,0	16,0
Tratamiento 5						
1	2,6	2,8	2,5	16,5	17,8	13,5
2	2,6	2,9	2,6	17,2	16,5	16,0
3	2,9	2,8	2,5	15,9	14,2	14,0
4	2,4	2,7	3,0	17,5	17,6	16,6
5	2,6	2,5	3,3	16,8	16,5	15,7
6	2,6	3,2	2,8	17,7	19,0	18,3
7	3,1	3,2	2,8	17,0	17,0	15,5
8	3,1	3,1	2,3	19,2	22,5	17,0
9	2,2	3,0	2,8	15,0	17,5	17,2
10	2,3	2,8	3,1	13,5	17,8	17,5
11	3,0	2,6	3,5	17,2	15,5	17,2
12	2,3	3,5	3,0	15,6	16,5	17,6

## Evaluación a los 45 días (05/12/2024)

Tratamiento 1 (testigo)						
Unidades de estudio	Diámetro (mm)			Altura (cm)		
	I	II	III	I	II	III
1	2,6	3,0	2,8	18,2	17,5	15,4
2	2,7	2,7	3,1	14,8	14,5	18,0
3	2,5	2,7	2,3	12,3	15,8	14,2
4	3,0	3,0	3,2	14,0	16,5	15,9
5	2,6	2,5	2,0	14,3	13,0	13,8
6	2,7	2,9	3,1	14,2	12,0	16,1
7	2,2	2,8	2,9	16,5	14,7	14,5
8	2,5	3,1	3,0	18,1	17,3	16,0
9	2,8	2,6	3,1	18,1	13,5	16,9
10	2,5	3,3	2,8	17,5	18,5	15,1
11	2,5	3,2	2,4	17,2	17,0	14,3
12	2,5	3,5	3,1	13,3	13,8	14,8
Tratamiento 2						
1	2,6	2,8	2,3	14,4	18,5	14,8
2	2,8	2,3	2,8	14,4	16,1	13,0
3	2,3	2,3	2,1	13,5	15,4	14,3
4	2,1	2,2	2,8	17,8	15,3	14,9
5	2,1	2,6	2,8	15,5	18,0	17,1
6	2,4	2,4	2,6	13,4	12,9	14,8
7	2,4	2,6	2,3	15,8	14,5	16,5
8	1,9	2,4	2,3	14,0	15,5	13,9
9	2,0	2,8	2,7	12,5	18,3	15,0
10	2,6	2,7	3,0	12,5	14,8	16,8
11	2,7	2,8	2,4	16,3	14,2	14,6
12	2,5	2,5	2,4	13,3	15,8	15,2
Tratamiento 3						
1	3,1	2,5	2,5	19,4	16,8	16,3
2	2,4	2,6	2,4	15,0	17,2	15,9
3	2,8	2,2	2,7	16,8	14,6	18,6
4	2,8	2,5	2,9	16,5	15,6	17,0
5	2,5	2,4	3,0	19,0	15,8	20,6
6	2,7	2,9	2,7	17,7	19,3	17,7
7	2,6	2,8	2,5	16,4	17,2	16,0
8	2,5	2,4	2,7	18,1	16,3	18,2
9	2,9	2,3	2,6	17,0	15,5	19,0
10	2,8	2,3	2,8	15,3	17,4	13,8
11	2,6	2,8	2,6	14,5	18,5	17,9
12	2,2	2,4	2,6	16,3	17,8	16,0
Tratamiento 4						
1	2,2	2,6	2,7	15,2	14,8	15,0
2	3,6	2,3	2,5	17,9	14,8	15,5
3	2,9	2,9	2,4	15,3	16,3	17,5
4	2,4	2,4	2,6	14,0	16,0	16,4
5	2,8	2,1	2,6	18,3	15,3	18,2
6	2,8	2,1	2,2	15,4	14,4	15,8
7	2,8	2,5	2,2	16,0	16,3	16,6
8	2,5	2,5	2,3	14,5	15,8	17,1
9	2,9	2,2	2,9	16,6	15,8	17,0
10	2,8	3,1	2,3	15,9	16,0	14,3
11	3,0	3,3	2,1	14,9	18,6	12,8
12	2,4	2,3	3,3	16,0	14,4	16,8
Tratamiento 5						
1	2,7	3,1	2,6	17,3	19,7	14,0
2	2,8	3,0	2,7	18,1	17,3	16,3
3	3,1	2,9	2,6	17,1	14,6	15,8
4	2,6	2,8	3,1	17,8	18,3	17,3
5	2,8	2,8	3,7	17,6	17,3	17,4
6	2,6	3,2	2,9	18,1	19,8	18,7
7	3,2	3,2	2,8	17,6	18,5	16,8
8	3,3	3,1	2,4	19,4	23,5	18,3
9	2,3	3,0	2,9	15,8	18,8	18,1
10	2,3	2,9	3,3	13,8	18,4	18,8
11	3,0	2,7	3,6	17,6	16,3	17,7
12	2,4	3,6	3,1	16,1	17,5	18,4

Evaluación a los 60 días (20/12/2024)

Tratamiento 1 (testigo)						
Unidades de estudio	Diámetro (mm)			Altura (cm)		
	I	II	III	I	II	III
1	2,6	3,1	3,1	18,5	18,0	15,7
2	2,7	2,7	3,5	16,0	15,5	18,5
3	2,5	2,7	2,3	13,0	16,0	14,3
4	3,6	3,2	3,4	14,5	17,0	16,5
5	2,8	2,5	2,0	15,0	13,5	15,0
6	2,7	2,9	3,4	14,6	12,5	17,0
7	2,2	2,9	2,9	18,0	15,0	15,0
8	2,5	3,1	3,6	18,5	18,5	17,7
9	3,3	2,6	3,4	18,2	14,0	17,2
10	2,7	3,8	3,1	18,0	19,0	15,5
11	2,5	3,7	2,4	17,8	17,0	15,6
12	2,5	3,5	3,1	14,3	14,5	15,0
Tratamiento 2						
1	2,6	2,9	2,5	14,5	19,0	17,0
2	2,8	2,6	3,0	14,5	17,0	14,0
3	2,4	2,3	2,2	13,5	16,5	15,5
4	2,4	2,2	2,8	18,5	16,0	16,0
5	2,5	2,6	3,0	16,2	19,5	18,0
6	2,4	2,4	2,5	13,6	13,5	17,6
7	2,4	2,8	2,3	17,0	14,5	17,0
8	2,1	2,4	2,3	14,5	16,0	14,0
9	2,3	2,9	2,8	13,5	19,0	16,0
10	2,6	2,7	3,6	13,0	15,6	18,5
11	3,1	2,8	2,6	16,5	14,5	16,0
12	2,5	2,5	2,4	13,5	15,0	16,0
Tratamiento 3						
1	3,1	2,7	2,5	19,5	17,3	17,0
2	2,5	2,7	2,4	15,5	17,5	16,5
3	2,8	2,3	2,7	18,0	15,0	20,0
4	3,0	2,5	3,0	16,5	16,0	17,5
5	2,5	2,5	3,1	20,5	16,5	21,5
6	2,7	3,2	2,5	18,0	20,0	16,5
7	2,6	2,8	2,5	17,3	18,0	17,0
8	2,5	2,5	2,9	19,0	17,0	19,0
9	2,9	2,3	2,8	17,5	16,0	20,0
10	2,9	2,4	3,1	15,5	17,5	14,0
11	2,6	2,9	2,8	15,0	19,5	19,5
12	2,3	2,4	2,6	17,0	18,5	16,5
Tratamiento 4						
1	2,3	2,7	2,9	15,8	16,0	15,5
2	3,8	2,4	2,5	19,0	15,5	17,0
3	3,0	2,9	2,5	16,0	17,5	19,8
4	2,4	2,4	2,6	15,0	17,0	17,0
5	2,8	2,1	2,6	19,0	16,0	18,5
6	2,8	2,2	2,2	15,5	15,0	18,2
7	2,8	2,5	2,2	16,0	17,0	17,5
8	2,5	2,5	2,3	14,5	16,5	17,5
9	3,0	2,2	3,1	17,0	17,0	18,0
10	5,0	3,1	2,5	2,5	16,5	14,5
11	3,0	3,5	2,1	15,5	19,5	13,0
12	2,4	2,4	3,4	16,5	14,8	17,5
Tratamiento 5						
1	2,7	3,4	2,6	18,0	21,5	14,5
2	2,9	3,1	2,8	19,0	18,0	16,5
3	3,2	2,9	2,6	18,3	15,0	17,5
4	2,7	2,8	3,1	18,0	19,0	18,0
5	2,5	3,0	4,0	2,8	18,0	19,0
6	2,6	3,2	2,9	18,4	20,5	19,0
7	3,3	3,2	2,8	18,2	20,0	18,0
8	3,4	3,1	2,5	19,5	24,5	19,5
9	2,3	3,0	3,0	16,5	20,0	19,0
10	2,3	2,9	3,5	14,0	19,0	20,0
11	3,0	2,8	3,7	18,0	17,0	18,2
12	2,4	3,6	3,2	16,5	18,5	19,2

Evaluación a los 75 días (04/01/2025)

Tratamiento 1 (testigo)						
Unidades de estudio	Diámetro (mm)			Altura (cm)		
	I	II	III	I	II	III
1	3,0	3,4	3,2	20,25	19,5	17,8
2	3,0	3,2	3,7	17,5	18,3	20,3
3	2,7	3,1	2,7	15,0	17,8	15,9
4	3,7	3,4	3,5	15,3	19,0	17,3
5	3,0	2,7	2,3	16,0	14,3	17,5
6	2,9	3,1	3,8	16,3	13,5	18,0
7	2,6	3,1	3,3	19,8	16,3	16,8
8	2,7	3,3	3,7	20,3	20,0	19,9
9	3,6	3,0	3,6	20,6	15,5	19,4
10	3,0	3,9	3,2	20,3	21,5	17,3
11	2,8	3,8	2,7	20,2	19,5	17,3
12	2,8	3,6	3,3	16,4	15,8	16,5
Tratamiento 2						
1	2,8	3,3	3,0	16,8	21,0	20,0
2	3,1	3,1	3,3	18,8	19,5	15,0
3	2,7	2,8	2,6	17,8	18,8	15,8
4	2,6	2,5	3,3	18,5	16,5	17,8
5	2,8	3,0	3,5	17,6	21,3	20,0
6	2,6	2,7	3,1	17,3	15,8	17,7
7	2,5	3,2	2,7	19,5	15,8	19,0
8	2,3	2,7	2,5	16,8	17,5	15,5
9	2,7	3,3	3,2	16,8	21,8	17,0
10	3,1	3,0	3,8	15,0	18,3	19,8
11	3,3	3,1	2,9	18,3	16,3	18,0
12	2,7	3,0	2,8	14,8	18,4	17,0
Tratamiento 3						
1	3,5	2,9	3,1	21,3	19,2	20,0
2	2,9	2,8	2,8	16,3	18,3	19,8
3	3,0	2,6	3,0	21,0	16,5	22,5
4	3,1	3,0	3,2	17,3	18,0	18,3
5	2,9	2,9	3,4	22,0	18,8	24,8
6	3,0	3,5	3,1	19,5	21,5	21,1
7	3,0	3,1	2,8	19,2	19,0	18,5
8	2,8	2,8	3,1	20,0	19,0	21,0
9	3,3	2,6	3,1	20,0	17,5	21,5
10	3,3	2,8	3,3	17,8	19,3	17,5
11	2,7	3,2	3,0	16,5	22,3	22,8
12	2,7	3,1	2,8	19,5	21,3	17,8
Tratamiento 4						
1	2,6	2,8	3,1	16,9	17,0	16,3
2	4,1	2,6	2,7	21,3	16,8	18,0
3	3,3	3,2	2,9	18,0	18,3	20,5
4	2,8	2,6	3,0	17,5	17,0	18,5
5	3,1	2,3	2,8	21,5	16,5	19,8
6	3,1	2,6	2,4	18,3	17,5	21,0
7	3,1	2,9	2,4	17,5	19,0	19,8
8	2,9	2,9	2,5	16,3	18,8	19,3
9	3,4	2,8	3,4	18,5	19,0	20,8
10	3,2	3,6	2,9	18,4	18,8	17,3
11	3,3	3,5	2,3	16,8	20,8	15,0
12	2,8	2,6	3,6	18,3	16,4	17,3
Tratamiento 5						
1	2,9	3,6	3,0	18,5	23,3	15,8
2	3,1	3,5	3,1	19,0	20,8	19,3
3	3,3	3,2	3,0	20,7	16,5	20,0
4	3,0	3,3	3,4	19,5	20,5	20,0
5	3,1	3,1	4,3	19,4	20,0	21,0
6	2,9	3,2	3,2	19,7	21,3	20,8
7	3,7	3,6	3,3	20,9	21,3	20,5
8	3,7	3,4	2,7	21,8	27,3	20,8
9	2,5	3,2	3,4	18,3	22,5	21,3
10	2,7	3,2	3,9	15,0	21,0	20,8
11	3,4	3,1	3,9	20,5	19,0	20,1
12	2,8	4,0	3,5	18,3	21,0	20,6

Evaluación a los 90 días (19/01/2025)

Tratamiento 1 (testigo)						
Unidades de estudio	Diámetro (mm)			Altura (cm)		
	I	II	III	I	II	III
1	3,4	3,7	3,5	22	21,0	19,5
2	3,4	3,6	3,8	19,0	21,0	22,0
3	3,0	3,5	3,1	17,0	19,5	17,5
4	3,8	3,6	3,5	16,0	21,0	18,0
5	3,2	2,9	2,6	17,0	15,0	20,0
6	3,2	3,4	4,1	18,0	14,5	19,0
7	2,9	4,4	3,7	21,5	23,5	18,5
8	3,0	3,6	3,9	22,0	21,5	22,0
9	3,9	3,4	3,9	23,0	17,0	21,5
10	3,2	3,9	3,5	22,5	24,0	19,0
11	3,0	4,0	3,1	22,5	22,0	19,0
12	3,1	3,8	3,5	18,5	17,0	18,0
Tratamiento 2						
1	3,0	3,7	3,4	19,0	23,0	23,0
2	3,4	3,6	3,6	23,0	22,0	16,0
3	3,1	3,3	2,9	22,0	21,0	16,0
4	2,9	2,8	3,8	19,0	17,0	19,5
5	3,1	3,3	4,0	19,0	23,0	22,0
6	2,9	3,0	3,5	21,0	18,0	19,3
7	3,1	3,3	3,2	22,0	17,0	21,0
8	2,5	2,9	2,7	19,0	19,0	17,0
9	3,0	3,6	3,6	20,0	24,5	18,0
10	3,6	3,3	4,0	17,0	21,0	21,0
11	3,4	3,4	3,2	20,0	18,0	20,0
12	2,9	3,3	3,2	16,0	20,3	18,0
Tratamiento 3						
1	3,8	3,3	3,6	23,0	21,0	23,0
2	3,3	2,9	3,3	17,0	19,0	23,0
3	3,2	2,9	3,4	24,0	18,0	25,0
4	3,2	3,5	3,6	18,0	20,0	19,0
5	3,3	3,3	3,7	23,5	21,0	28,0
6	3,3	3,8	3,5	21,0	23,0	23,6
7	3,4	3,4	3,1	21,0	20,0	20,0
8	3,0	3,1	3,3	21,0	21,0	23,0
9	3,7	3,0	3,5	22,5	19,0	23,0
10	3,7	3,2	3,6	20,0	21,0	21,0
11	2,8	3,5	3,2	18,0	25,0	26,0
12	3,0	3,7	2,9	22,0	24,0	19,0
Tratamiento 4						
1	3,0	3,0	3,3	18,0	18,0	17,0
2	4,4	2,7	2,9	23,5	18,0	19,0
3	3,7	3,5	3,3	20,0	19,0	23,0
4	3,3	2,8	3,3	20,0	17,0	20,0
5	3,4	2,6	3,1	24,0	17,0	21,0
6	3,5	2,9	2,7	21,0	20,0	23,5
7	3,4	3,3	2,6	19,0	21,0	22,0
8	3,2	3,3	2,8	18,0	21,0	21,0
9	3,8	3,3	3,7	20,0	21,0	23,5
10	3,5	4,1	3,4	20,4	21,0	20,0
11	3,6	3,5	2,6	18,0	22,0	17,0
12	3,1	2,8	3,7	20,0	18,0	18,0
Tratamiento 5						
1	3,1	3,8	3,4	19,0	25,0	17,0
2	3,4	3,8	3,4	19,0	23,5	22,0
3	3,5	3,5	3,3	23,0	18,0	22,5
4	3,2	3,8	3,7	21,0	22,0	22,0
5	3,3	3,1	4,5	20,5	22,0	23,0
6	3,3	3,2	3,4	21,0	22,0	22,5
7	4,1	4,1	3,7	23,5	22,5	23,0
8	4,0	3,7	2,9	24,0	30,0	22,0
9	2,8	3,5	3,8	20,0	25,0	23,5
10	3,0	3,5	4,4	16,0	23,0	21,5
11	3,8	3,4	4,2	23,0	21,0	22,0
12	3,1	4,3	3,8	20,0	23,5	22,0

## Evaluación a los 105 días (03/02/2025)

Tratamiento 1 (testigo)						
Unidades de estudio	Diámetro (mm)			Altura (cm)		
	I	II	III	I	II	III
1	3,4	4,0	3,7	24,25	24,8	22,5
2	3,7	3,7	4,0	20,8	24,3	25,5
3	3,2	3,7	3,1	19,0	22,0	20,5
4	3,9	3,7	3,6	19,0	21,8	21,3
5	3,3	3,1	2,9	18,5	15,5	23,8
6	3,4	3,6	4,2	20,8	16,5	22,0
7	3,0	4,5	3,8	24,0	25,3	21,8
8	3,2	3,8	4,0	23,0	24,7	24,5
9	4,2	3,5	4,1	25,8	19,5	23,8
10	3,5	4,0	3,7	23,0	25,0	21,8
11	3,3	4,1	3,4	25,3	25,5	21,8
12	3,3	3,9	3,7	21,0	19,5	21,0
Tratamiento 2						
1	3,2	4,0	3,9	20,3	25,8	27,5
2	3,6	4,0	3,8	23,3	25,0	19,0
3	3,4	3,7	3,3	22,3	25,3	19,0
4	3,1	3,1	4,3	21,8	20,0	23,3
5	3,3	3,7	4,5	21,8	26,3	25,3
6	3,1	3,2	3,9	21,0	20,0	22,8
7	3,1	3,5	3,6	25,5	20,0	24,5
8	2,7	3,2	2,8	20,3	21,0	20,0
9	3,4	4,0	3,9	22,8	28,0	21,8
10	4,1	3,6	4,1	19,3	24,0	24,5
11	3,6	3,7	3,4	21,0	20,0	23,0
12	3,1	3,6	3,6	17,0	23,2	20,8
Tratamiento 3						
1	4,2	3,6	4,2	23,8	23,5	26,5
2	3,6	2,9	3,7	20,3	20,5	26,0
3	3,4	3,1	3,7	24,8	21,3	27,7
4	3,3	4,0	3,8	20,5	22,5	20,5
5	3,7	3,6	3,9	26,1	23,8	31,5
6	3,5	4,0	3,8	22,8	25,3	26,4
7	3,7	3,7	3,3	23,8	22,0	24,8
8	3,3	3,4	3,5	22,5	23,5	26,0
9	4,0	3,3	3,8	25,8	22,0	24,8
10	4,1	3,6	3,8	22,5	22,3	24,3
11	2,9	3,8	3,4	20,0	28,1	29,5
12	3,4	4,4	3,1	24,8	27,2	21,3
Tratamiento 4						
1	3,3	3,1	3,4	20,3	20,8	20,0
2	4,7	2,9	3,0	27,3	21,5	20,8
3	4,0	3,8	3,6	22,5	22,0	25,0
4	3,7	3,0	3,7	24,3	21,0	21,5
5	3,6	2,8	3,3	26,8	20,5	22,5
6	3,8	3,3	2,9	23,3	21,3	26,5
7	3,7	3,6	2,8	21,5	23,5	24,3
8	3,6	3,6	3,0	20,5	24,3	23,5
9	4,1	3,9	4,0	23,0	24,0	27,8
10	3,8	4,5	3,8	23,3	24,5	21,5
11	3,8	3,5	2,8	21,0	22,5	20,5
12	3,5	3,0	3,9	22,5	20,5	21,0
Tratamiento 5						
1	3,3	3,9	3,7	20,0	26,5	20,5
2	3,6	4,2	3,6	22,8	26,3	25,0
3	3,6	3,7	3,7	26,0	19,5	25,0
4	3,5	4,3	3,9	23,5	24,5	24,5
5	3,5	3,2	4,8	23,1	25,3	25,5
6	3,6	3,1	3,7	23,3	22,5	23,8
7	4,5	4,5	4,2	27,3	25,3	27,0
8	4,3	4,0	3,1	27,8	33,5	26,0
9	3,0	3,7	4,1	22,8	26,8	26,3
10	3,4	3,7	4,8	18,3	25,0	24,0
11	4,1	3,6	4,4	26,0	23,3	25,0
12	3,5	4,7	4,1	22,0	25,5	24,9

## Evaluación a los 120 días (18/02/2025)

Tratamiento 1 (testigo)						
Unidades de estudio	Diámetro (mm)			Altura (cm)		
	I	II	III	I	II	III
1	3,5	4,3	3,9	26,5	28,5	25,5
2	4,0	3,8	4,1	22,5	27,5	29,0
3	3,4	4,2	3,4	21,0	24,5	23,5
4	4,0	3,9	3,6	22,0	22,0	24,5
5	3,5	3,3	3,2	20,0	16,0	27,5
6	3,6	3,7	4,4	23,5	18,5	25,0
7	3,2	4,5	3,9	26,5	27,3	25,0
8	3,4	4,0	4,1	24,0	27,8	27,0
9	4,5	3,8	4,3	28,5	22,0	26,0
10	3,7	4,0	3,9	23,0	30,0	24,5
11	3,5	4,2	3,7	28,0	29,0	24,5
12	3,6	4,0	3,9	23,5	22,0	24,0
Tratamiento 2						
1	3,4	4,4	4,3	21,5	28,5	32,0
2	3,9	4,5	4,1	23,5	28,0	22,0
3	3,7	4,2	3,6	23,0	29,5	23,0
4	3,3	3,4	4,8	26,6	23,0	27,0
5	3,6	4,0	5,0	24,5	29,5	28,5
6	3,3	3,5	4,4	21,0	22,0	26,5
7	4,5	4,4	4,0	29,0	25,0	28,0
8	2,9	3,4	3,0	21,5	23,0	23,0
9	3,7	4,3	4,3	25,5	31,5	25,5
10	4,6	3,9	4,3	21,5	27,0	28,0
11	3,7	4,0	3,7	22,0	22,0	26,0
12	3,3	4,0	4,0	18,0	26,3	23,5
Tratamiento 3						
1	4,5	4,0	4,7	24,5	26,0	30,0
2	4,0	3,0	4,1	23,5	22,0	29,0
3	3,6	3,4	4,0	25,5	24,5	30,3
4	3,4	4,5	3,9	23,0	25,0	22,0
5	4,1	4,0	4,2	28,7	26,5	35,0
6	3,8	4,3	4,2	24,6	27,5	29,3
7	4,1	4,0	3,6	26,5	24,0	29,5
8	3,5	3,7	3,7	24,0	26,0	29,0
9	4,4	3,6	4,1	29,0	25,0	26,5
10	4,5	4,0	4,0	25,0	23,5	27,5
11	3,0	4,1	3,6	22,0	31,2	33,0
12	3,7	5,0	3,2	27,5	30,3	23,5
Tratamiento 4						
1	3,6	3,2	3,6	22,5	23,5	23,0
2	5,0	3,2	3,2	31,0	25,0	22,5
3	4,3	4,1	4,0	25,0	25,0	28,0
4	4,1	3,2	4,0	28,5	25,0	23,0
5	3,9	3,3	3,5	29,5	24,0	24,0
6	4,1	3,6	3,5	25,5	22,5	29,0
7	4,0	4,0	3,5	24,0	26,0	26,5
8	3,9	4,0	3,2	23,0	27,5	26,0
9	4,5	4,4	4,5	26,0	27,0	32,0
10	4,2	5,0	4,2	26,1	28,0	23,0
11	4,1	3,5	3,2	24,0	23,0	24,0
12	3,8	3,7	4,0	25,0	23,0	25,0
Tratamiento 5						
1	3,5	4,1	4,1	21,0	28,0	24,0
2	3,8	4,5	3,9	26,5	29,0	28,0
3	3,7	4,0	4,0	29,0	21,0	27,5
4	3,7	4,8	4,2	26,0	27,0	27,0
5	3,7	3,2	5,0	25,6	28,5	28,0
6	3,9	3,1	3,9	25,5	23,0	25,0
7	4,9	4,9	4,6	31,0	28,0	31,0
8	4,6	4,3	3,3	31,5	37,0	30,0
9	3,2	3,9	4,5	25,5	28,5	29,0
10	3,7	4,0	5,2	20,5	27,0	26,5
11	4,5	3,9	4,6	29,0	25,5	28,0
12	3,8	5,0	4,4	24,0	27,5	27,8

## Anexo 5. Datos Hidrometeorológicos distrito de Chontalí

Datos hidrometeorológicos año 2024

Estación : CHONTALI				
Departamento : CAJAMARCA		Provincia : JAEN		Distrito : CHONTALI
Latitud : 5°38'38" S		Longitud : 79°5'24" W		Altitud : 1627 msnm.
Tipo : Convencional - Meteorológica		Codigo : 105065		
Exportar a CSV				
ANO/MES	TEMPERATURA (°C) PROMEDIO MENSUAL		HUMEDAD RELATIVA (%) PROMEDIO MENSUAL	PRECIPITACION (mm/día) PROMEDIO MENSUAL
	MAX	MIN		TOTAL
2024/01	24.39	16.20	84.35	82.70
2024/02	25.83	16.53	78.87	124.30
2024/03	25.61	16.12	79.39	145.70
2024/04	24.49	16.78	83.80	21.30
2024/05	S/D	S/D	S/D	8.30
2024/06	23.83	14.27	83.99	109.80
2024/07	22.90	13.77	80.43	52.50
2024/08	25.53	13.01	71.85	2.30
2024/09	26.12	13.83	69.15	32.80
2024/10	26.46	14.78	76.42	69.40
2024/11	27.17	13.81	71.16	44.70
2024/12	24.67	15.04	83.05	201.40
<p>Fuente: SENAMHI / DRD                      * Datos sin control de calidad.                      * El uso de estos datos será de entera responsabilidad del usuario.</p> <p>Leyenda:                      * S/D = Sin Datos.                      * T = Trazas (Precipitación &lt; 0.1 mm/día).</p>				

Nota. Tabla elaborada a base de datos del SENAMHI

## Anexo 5. Panel fotográfico



Foto 1. Área de recolección de semillas



Foto 2. Cama de almácigo de semillas



Foto 3. Plántulas germinadas



Foto 4. Sustrato para Tratamiento 1 (testigo)



Foto 5. Sustrato para Tratamiento 2



Foto 6. Sustrato para Tratamiento 3



Foto 7. Sustrato para Tratamiento 4



Foto 8. Sustrato para Tratamiento 5



Foto 9. Mezcla del sustrato



Foto 10. Llenado de bolsas



Foto 11. Enfilado de bolsas



Foto 12. Desinfección de bolsas



Foto 13. Extracción de plántulas para repique

Foto 14. Plántulas para repique



Foto 15. Repique de romerillo



Foto 16. Plantas finalizado el repique



Foto 17. Medición del diámetro



Foto 18. Medición del diámetro



Foto 19. Medición de altura



Foto 20. Medición de altura



Foto 21. deshierbe de maleza