

# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA



## FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

### Escuela Profesional de Ingeniería Forestal y Ambiental

#### INFLUENCIA DE LAS MICORRIZAS EN EL CRECIMIENTO DE BRINZALES DEL QUINUAL DE MONTAÑA (*Polylepis multijuga* Pilg.) EN UN VIVERO DE CHOTA - PERÚ

Mtr. Denisse Milagros Alva Mendoza

CIP 163858

Docente UNACH

Código: 004-2025

**Tesis para optar al título profesional de:  
Ingeniero Forestal y Ambiental**

**Autor:**

**Esdar Eli Colunche Cruzado**

**Asesor:**

**Mtr. Denisse Milagros Alva Mendoza**

**Chota – Perú**

**2025**



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

Escuela Profesional de Ingeniería Forestal y Ambiental

RESOLUCIÓN DE COORDINACIÓN N° 142-2026-FCA/UNACH



### **Constancia de Originalidad**

El que suscribe, docente asesor de la Escuela Profesional de Ingeniería Forestal y Ambiental de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional Autónoma de Chota, hace constar que la tesis de investigación titulada “ Influencia de las micorrizas en el crecimiento de brinzales del quinal de montaña (*Polylepis multijuga* Pilg.) en un vivero de Chota – Perú”; ejecutado por el Bachiller Esdar Eli Colunche Cruzado de la Escuela Profesional de Ingeniería Forestal y Ambiental, asesorado por el M. Sc. Dennisse Milagros Alva Mendoza, presenta un ÍNDICE DE SIMILITUD DEL 14%, sin incluir bibliografía; por lo tanto, cumple con el criterio de evaluación de originalidad establecido en el REGLAMENTO DE GRADOS Y TÍTULOS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA aprobado mediante RESOLUCIÓN DE COMISIÓN ORGANIZADORA N° 770 - 2025- UNACH. Se expide la presente, a petición de la parte interesada para los fines que estime conveniente.

Chota, 16 de junio del 2026

---




**M. Sc. Dennisse Milagros Alva Mendoza**  
Asesor de Tesis



M. Sc. Dennisse Milagros Alva Mendoza  
Asesor de Tesis

# Esdar Eli Colunche Cruzado

## Informe final de tesis

-  Informe final de tesis
-  Tesis 2025
-  Universidad Nacional Autónoma de Chota

### Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::1:3596083043

Fecha de entrega

16 jun 2026, 7:36 p.m. GMT-5

Fecha de descarga

16 jun 2026, 7:44 p.m. GMT-5

Nombre del archivo

INFORME\_FINAL\_DE\_TESIS\_FINAL\_ELI\_COLUNCHE\_CRUZADO\_2.docx

Tamaño del archivo

15.8 MB

115 páginas

28.862 palabras

133.533 caracteres




# 14% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

## Filtrado desde el informe

- ▶ Bibliografía

## Fuentes principales

- 14%  Fuentes de Internet
- 4%  Publicaciones
- 5%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

## Marcas de integridad

### N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

## Fuentes principales

- 14% Fuentes de Internet
- 4% Publicaciones
- 5% Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

## Fuentes principales

Las fuentes con el mayor número de coincidencias dentro de la entrega. Las fuentes superpuestas no se mostrarán.

1	Internet	repositorio.unach.edu.pe	3%
2	Internet	hdl.handle.net	1%
3	Internet	repositorio.unc.edu.pe	<1%
4	Internet	dspace.esPOCH.edu.ec	<1%
5	Internet	alicia.concytec.gob.pe	<1%
6	Internet	repositorio.uap.edu.pe	<1%
7	Internet	apirepositorio.unu.edu.pe	<1%
8	Internet	repositorio.cientifica.edu.pe	<1%
9	Internet	repositorio.udh.edu.pe	<1%
10	Internet	scielo.sld.cu	<1%
11	Internet	www.repositorio.unach.edu.pe	<1%

12	Internet	repositorio.unap.edu.pe	<1%
13	Internet	repositorio.ual.es	<1%
14	Internet	repositorio.uncp.edu.pe	<1%
15	Internet	repositorio.ujcm.edu.pe	<1%
16	Trabajos del estudiante Universidad de Salamanca		<1%
17	Internet	repositorio.upec.edu.ec	<1%
18	Internet	core.ac.uk	<1%
19	Internet	www.grafiati.com	<1%
20	Internet	repositorio.utn.edu.ec	<1%
21	Internet	www.coursehero.com	<1%
22	Internet	repositorio.unaj.edu.pe	<1%
23	Trabajos del estudiante Universidad Cesar Vallejo		<1%
24	Trabajos del estudiante Universidad Nacional del Centro del Peru		<1%
25	Internet	docslib.org	<1%

26	Internet	dspace.ucuenca.edu.ec	<1%
27	Internet	repositorio.unsaac.edu.pe	<1%
28	Internet	amanglana.unag.edu.hn	<1%
29	Internet	production.website.cla.org.uk	<1%
30	Internet	sedici.unlp.edu.ar	<1%
31	Trabajos del estudiante	Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga	<1%
32	Internet	docplayer.es	<1%
33	Internet	repositorio.uaaan.mx	<1%
34	Trabajos del estudiante	Universidad Nacional de Cajamarca	<1%
35	Internet	dspace.unitru.edu.pe	<1%
36	Trabajos del estudiante	Universidad Nacional de Juliaca	<1%
37	Internet	repositorio.unsch.edu.pe	<1%
38	Internet	www.ibm.com	<1%
39	Internet	mailweb.udlap.mx	<1%

40	Internet	1library.co	<1%
41	Internet	cjasience.com	<1%
42	Internet	portaluni.unach.edu.pe	<1%
43	Internet	repositorio.unsm.edu.pe	<1%
44	Trabajos del estudiante	Universidad Científica del Sur	<1%
45	Internet	erp.untumbes.edu.pe	<1%
46	Internet	repositorio.uea.edu.ec	<1%
47	Publicación	Apaza Calcina, Jose David. "Caracterización agronómica de variedades de quinua ...	<1%
48	Internet	patents.google.com	<1%
49	Internet	repositorio.ucv.edu.pe	<1%
50	Internet	repositorio.ug.edu.ec	<1%
51	Internet	repositorio.unemi.edu.ec	<1%
52	Internet	www.scielo.cl	<1%
53	Internet	apirepositorio.unh.edu.pe	<1%

54	Internet	repositorio.uni.edu.pe	<1%
55	Trabajos del estudiante	Universidad Continental	<1%
56	Internet	www.fonag.org.ec	<1%
57	Publicación	Ayros Calizaya, Cintya Mardeli. "Caracterización dasonómica y avifauna de los bo...	<1%
58	Trabajos del estudiante	Universidad Nacional Agraria La Molina	<1%
59	Trabajos del estudiante	Universidad Nacional Autonoma de Chota	<1%
60	Trabajos del estudiante	Universidad Privada San Juan Bautista	<1%
61	Trabajos del estudiante	Universidad de Costa Rica	<1%
62	Internet	acoplamientoplantasyhongos.blogspot.com	<1%
63	Internet	ediciones.inca.edu.cu	<1%
64	Internet	qdoc.tips	<1%
65	Internet	repositorio.upeu.edu.pe	<1%
66	Internet	www.revista.ister.edu.ec	<1%
67	Trabajos del estudiante	Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López	<1%

68	Trabajos del estudiante	Universidad del Valle de Guatemala	<1%
69	Internet	repositorio.esпам.edu.ec	<1%
70	Internet	repositorio.unat.edu.pe	<1%
71	Trabajos del estudiante	unap	<1%
72	Trabajos del estudiante	uncedu	<1%
73	Internet	arqa.com	<1%
74	Internet	buscador.una.edu.ni	<1%
75	Internet	repositorio-api.sanjuanboscosatipo.edu.pe	<1%
76	Internet	repositorio.continental.edu.pe	<1%
77	Internet	repositorio.ucl.edu.pe	<1%
78	Internet	www.redalyc.org	<1%
79	Internet	www.researchgate.net	<1%
80	Internet	www.slideshare.net	<1%
81	Internet	www.ucla.edu.ve	<1%

82	Trabajos del estudiante	CONACYT	<1%
83	Publicación	Huarachi Cruz, Cesar Efrain. "Diagnostico de patogenos e indicadores microbioló...	<1%
84	Publicación	Rodrigo Alejandro Borges-Escalante, René Efraín Canché-Solís, Benito Bernardo D...	<1%
85	Internet	consultas2.oepm.es	<1%
86	Internet	repositorio.una.edu.ni	<1%
87	Internet	repositorio.upla.edu.pe	<1%
88	Internet	revistas.ujcm.edu.pe	<1%
89	Internet	www.cadex.org	<1%
90	Internet	www.horticulturaar.com.ar	<1%
91	Internet	centrodedocumentacion.prosperidadsocial.gov.co	<1%
92	Internet	dbpedia.org	<1%
93	Internet	editorial.unach.mx	<1%
94	Internet	repodigital.unrc.edu.ar	<1%
95	Internet	repositorio.ecci.edu.co	<1%

96	Internet	repositorio.lamolina.edu.pe	<1%
97	Internet	repositorio.unamba.edu.pe	<1%
98	Internet	repositorio.unj.edu.pe	<1%
99	Internet	ri.agro.uba.ar	<1%
100	Internet	silو.tips	<1%
101	Internet	tienda.bitox.com	<1%
102	Internet	www.agrociencia-colpos.org	<1%
103	Publicación	Valeriu-Norocel Nicolescu. "Best practices for producing high quality seedlings an...	<1%
104	Internet	api-repositorio.unia.edu.pe	<1%
105	Internet	backup.chapingo-cori.mx	<1%
106	Internet	ceincet.com	<1%
107	Internet	doczz.es	<1%
108	Internet	palmasyfrutalesuis.blogspot.com	<1%
109	Internet	repositorio.uandina.edu.pe	<1%

110	Internet	repositorio.uchile.cl	<1%
111	Internet	repositorio.ucsm.edu.pe	<1%
112	Internet	repositorio.unac.edu.pe	<1%
113	Internet	repositorio.unas.edu.pe	<1%
114	Internet	repositorio.unjfsc.edu.pe	<1%
115	Internet	repositorio.unu.edu.pe	<1%
116	Internet	repositorio.utea.edu.pe	<1%
117	Internet	repositorio.uteq.edu.ec	<1%
118	Internet	revistas.ucr.ac.cr	<1%
119	Internet	www.repositorio.usac.edu.gt	<1%
120	Internet	www.veracruzred.com	<1%
121	Publicación	Luis Diaz, Vanessa Cristina. "Calidad de planta de pino canario para reforestacion..."	<1%
122	Publicación	PERCY BALTAZAR LUDEÑA PEREYRA. "DAA de la Planta de Fabricación de Óxido de..."	<1%
123	Internet	idoc.pub	<1%

124

Publicación

Daniel A. Jacobo-Velázquez, Gerardo Castellanos-Dohnal, Porfirio Caballero-Mata,... <1%

---

125

Internet

revistas.unheval.edu.pe <1%

# Acta de sustentación



## UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA VICEPRESIDENCIA ACADÉMICA Reglamento de Grados y Títulos



### ACTA DE SUSTENTACIÓN DE INFORME FINAL DE TESIS

REG. N° 029-2026-FCA

El jurado evaluador designado con RESOLUCIÓN DE COORDINACIÓN DE FACULTAD N.° 142-2026-FCA/UNACH:

Nombres y apellidos	Cargo
Dra. Yuli Anabel Chavez Juanito	Presidente
Dr. Jim Jairo Villena Velasquez	Secretario
Dr. Olegario Heiner Cabrera Cabrera	Vocal

De la tesis titulada:

Influencia de las micorrizas en el crecimiento de brinzales del quinuál de montaña (*polytepis multijuga* Pilg.) en un vivero de Chota - Perú

Que ha sustentado el(los) Bachiller (es):

Nombres y apellidos	DNI
Esdar Eli Colunche Cruzado	72444625

Para obtener el título profesional de:

Ingeniero Forestal y Ambiental

Acuerdan por:

Unanimidad  Mayoría

Aprobar  Desaprobar

Otorgando la calificación de:

Aprobado  
 Excelente  
 Bueno  
 Regular

Desaprobado

Colpa Matara 10 de junio del 2026

\_\_\_\_\_  
Presidente  
Dra. Yuli Anabel Chávez Juanito

\_\_\_\_\_  
Secretario  
Dr. Jim Jairo Villena Velasquez

\_\_\_\_\_  
Vocal  
Dr. Olegario Heiner Cabrera Cabrera

\_\_\_\_\_  
Asesor  
Mtr. Denisse Milagros Alva Mendoza

## **Dedicatoria**

Dedico el presente trabajo de investigación a Dios por darme la vida, salud, fortaleza y sabiduría para superar cada obstáculo presentado a lo largo del desarrollo de esta investigación, por permitirme llegar a este momento tan especial en mi vida. Por los triunfos y momentos difíciles que me ha enseñado a valorar cada día más.

A mis padres Hilario Colunche Bustamante y Teresa Cruzado Diaz, a mi hermana Silvia Araceli Colunche Cruzado, quienes con su amor, esfuerzo y apoyo incondicional ha sido el pilar fundamental en mi vida durante el trayecto de este trabajo, a ustedes les debo todo lo que soy.

## **Agradecimiento**

Expreso mi más sincero agradecimiento de manera especial a mi asesora Denisse Milagros Alva Mendoza, por su orientación y valiosas recomendaciones, las cuales fueron fundamentales para el desarrollo de esta investigación.

Asimismo, no dejaré pasar por alto el agradecimiento a los docentes de la Universidad Nacional Autónoma de Chota, quienes contribuyeron en mi formación académica, compartiendo conocimientos, valores y experiencias que hoy se ven reflejados en este trabajo.

Agradezco también a la Universidad Nacional Autónoma de Chota por brindarme los recursos necesarios para la realización de la presente tesis.

Finalmente, agradezco a mis compañeros y amigos, por ese apoyo que me brindaron durante este proceso, los cuales fueron esenciales para mantenerme enfocado a la culminación de esta etapa.

## Índice de contenidos

Acta de sustentación .....	2
Dedicatoria.....	3
Agradecimiento.....	4
Resumen.....	13
Abstract and keywords.....	14
<b>CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>15</b>
1.1. Planteamiento del problema.....	15
1.2. Justificación .....	17
1.3. Formulación del problema .....	19
1.4. Objetivos .....	19
1.4.1. Objetivo general.....	19
1.4.2. Objetivos específicos .....	20
<b>CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>21</b>
2.1. Antecedentes .....	21
2.1.1. Antecedentes internacionales.....	21
2.1.2. Antecedentes nacionales .....	23
2.1.3. Antecedentes locales.....	27
2.2. Bases teóricas.....	28
2.2.1. Distribución geográfica del género <i>Polylepis</i> .....	28
2.2.2. Taxonomía del género <i>Polylepis</i> .....	28
2.2.3. Características vegetativas .....	28

2.2.4. Métodos de propagación .....	30
2.2.4.1 Propagación sexual .....	30
2.2.4.2 Propagación asexual.....	31
2.2.5. Micorriza.....	31
2.2.6. Clases de micorrizas .....	32
2.2.7. Beneficios de las micorrizas .....	33
2.2.8. Sustratos.....	33
2.2.9. Tipos de sustratos.....	34
2.2.10. Propiedades de sustratos .....	34
2.2.11. Desinfección del sustrato .....	36
2.2.12. Crecimiento inicial.....	36
2.2.13. Prendimiento inicial .....	36
2.2.14. Aclimatación de plantas .....	36
2.2.15. Indicadores de calidad de planta .....	37
2.2.16. Proporción altura/raíz (PAR) .....	37
2.2.17. Índice de robustez (IR).....	37
2.2.18. Índice de calidad de Dickson .....	37
2.3. Definiciones conceptuales .....	38
2.3.1. Micorrizas .....	38
2.3.2. Brinzales .....	38
2.3.3. Sustrato .....	38

2.3.4.	Proporción altura/raíz.....	38
2.3.5.	Índice de calidad de Dickson (ICD).....	38
2.3.6.	Índice de robustez (IR).....	39
2.3.7.	Altura de la planta.....	39
2.3.8.	Diámetro del cuello.....	39
<b>CAPÍTULO III: METODOLOGÍA .....</b>		<b>40</b>
3.1.	Tipo, diseño, nivel y enfoque de investigación.....	40
3.1.1.	Tipo de investigación.....	40
3.1.2.	Diseño de investigación .....	40
3.1.3.	Nivel y enfoque de investigación.....	42
3.2.	Ubicación, población, muestra, muestreo y unidad de análisis .....	42
3.2.1.	Ubicación del estudio.....	42
3.2.2.	Población.....	43
3.2.3.	Muestra .....	43
3.2.4.	Muestreo .....	44
3.2.5.	Unidad de análisis .....	44
3.3.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	44
3.3.1.	Técnicas de recolección de datos .....	44
3.3.2.	Instrumentos de recolección de datos .....	44
3.4.	Hipótesis .....	44
3.5.	Operacionalización de variables .....	45
3.6.	Procedimientos de recolección de datos .....	46

3.7.	Procedimientos de análisis de datos.....	49
3.8.	Material y equipos.....	50
3.8.1.	Materiales de escritorio.....	50
<b>CAPÍTULO IV: RESULTADOS.....</b>		<b>54</b>
4.1.	Descripción de resultados .....	54
3.9.1.	Medición de parámetros morfológicos de los brinzales de ( <i>P. multijuga</i> ) .....	54
3.9.2.	Influencia de las micorrizas en la calidad de las plantas de <i>P. multijuga</i> .....	55
3.9.3.	Influencia de la dosis de micorrizas y tipo de sustrato en la calidad de planta de <i>P. multijuga</i> .....	59
3.9.4.	Influencia de diferentes dosis de micorrizas en la supervivencia de <i>P. multijuga</i> ..	64
3.9.5.	Influencia del conglomerado de <i>Glomus intraradices</i> y <i>Rhizophagus sp.</i> en el crecimiento de brinzales de <i>P. multijuga</i> .....	65
3.9.6.	Propiedades químicas y físicas de los sustratos para la propagación de plantones de <i>P. multijuga</i> .....	67
4.2.	Contrastación de hipótesis .....	71
4.3.	Discusión.....	71
4.3.1.	Influencia de las micorrizas en la calidad de las plantas de <i>P. multijuga</i> .....	71
4.3.2.	Influencia de la dosis de micorrizas y tipo de sustrato en la calidad de planta de <i>P. multijuga</i> .....	72
4.3.3.	Influencia de diferentes dosis de micorrizas en la supervivencia de <i>P. multijuga</i> ..	73
4.3.4.	Influencia del conglomerado de <i>Glomus intraradices</i> y <i>Rhizophagus sp.</i> en el crecimiento de brinzales de <i>P. multijuga</i> .....	74

4.3.5. Propiedades químicas y físicas de los sustratos para la propagación de plántones de <i>P. multijuga</i> .....	75
<b>CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> .....	<b>77</b>
5.1. Conclusiones .....	77
5.2. Recomendaciones .....	78
<b>CAPITULO VI: REFERENCIAS</b> .....	<b>79</b>
<b>CAPITULO VII: ANEXOS</b> .....	<b>91</b>

## Índice de tablas

<b>Tabla 1</b> Distribución del número de brinzales por cada repetición.....	40
<b>Tabla 2</b> Operacionalización de variables .....	45
<b>Tabla 3</b> Comparación de mediciones de los parámetros morfológicos de los brinzales.....	55
<b>Tabla 4</b> Análisis de parámetros biométricos e índices de calidad en tratamientos con y sin micorriza.....	57
<b>Tabla 5</b> Análisis de varianza ANOVA para los tratamientos con y sin micorriza.....	57
<b>Tabla 6</b> Dosis de micorriza y tipo de sustrato en la calidad de la planta de <i>P. multijuga</i> .....	61
<b>Tabla 7</b> Análisis de varianza ANOVA para determinar la calidad de la planta.....	62
<b>Tabla 8</b> Prueba de Duncan para el tamaño del sistema radicular.....	63
<b>Tabla 9</b> Supervivencia de los brinzales por momento de evaluación .....	64
<b>Tabla 10</b> Análisis estadístico según el modelo lineal generalizado con distribución binomial y función de enlace logit.....	65
<b>Tabla 11</b> Crecimiento promedio de brinzales de <i>P. multijuga</i> con y sin micorriza.....	66
<b>Tabla 12</b> Análisis de varianza ANOVA para el crecimiento de brinzales de <i>P. multijuga</i> . ...	66

## Índice de figuras

<b>Figura 1</b>	Croquis de los tratamientos utilizados en la experimentación .....	41
<b>Figura 2</b>	Mapa de ubicación del lugar en donde se realizó el estudio .....	43
<b>Figura 3</b>	Índice de Dickson en los tratamientos con y sin micorriza.....	59
<b>Figura 4</b>	Índice de Dickson en tratamientos con y sin micorriza que determinan la calidad de planta.....	63
<b>Figura 5</b>	Crecimiento de la planta para los tratamientos con y sin micorriza.....	67
<b>Figura 6</b>	Caracterización química de las muestras de sustrato .....	68
<b>Figura 7</b>	Caracterización de bases intercambiables de las muestras de sustrato .....	69
<b>Figura 8</b>	Caracterización de la clase textural de las muestras de sustrato .....	70
<b>Figura 9</b>	Caracterización de los parámetros hídricos de las muestras de sustrato .....	70
<b>Figura 10</b>	Acondicionamiento del vivero .....	110
<b>Figura 11</b>	Preparación del sustrato.....	110
<b>Figura 12</b>	Desinfección de sustrato.....	111
<b>Figura 13</b>	Embolsado de sustrato.....	111
<b>Figura 14</b>	Enfilado de bolsas .....	112
<b>Figura 15</b>	Recolección de brinzales de <i>Polylepis multijuga</i> .....	112
<b>Figura 16</b>	Mezcla del sustrato con la micorriza.....	113
<b>Figura 17</b>	Repique de brinzales .....	113
<b>Figura 18</b>	Medición de brinzales .....	114
<b>Figura 19</b>	Riego de brinzales .....	114
<b>Figura 20</b>	Selección de brinzales al azar para laboratorio .....	115
<b>Figura 21</b>	Análisis en laboratorio.....	115

## **Índice de abreviaturas**

ANOVA: Análisis de Varianza

DBCA: Diseño de Bloques Completos al Azar

DCA: Diseño Completamente al Azar

PAR: Proporción Altura/Raíz

ICD: Índice de Calidad de Dickson

INACAL: Instituto Nacional de Calidad

INIA: Instituto Nacional de Innovación Agraria

IR: Índice de Robustez

## Resumen

El objetivo del estudio es determinar la influencia de micorrizas en crecimiento de brinzales *Polylepis multijuga* Pilg., para lo cual se instaló seis tratamientos y tres repeticiones, T1: S1 (3 tierra de bosque + 2 arena + 1 materia orgánica), T2: S2 (3 tierra agrícola + 2 arena + 1 materia orgánica), T3: S1 + D1 (6 kg/m<sup>3</sup> Myco Grow), T4: S1 + D2 (12 kg/m<sup>3</sup> Myco Grow), T5: S2 + D1 (6 kg/m<sup>3</sup> Myco Grow) y T6: S2 + D2 (12 kg/m<sup>3</sup> Myco Grow). Los datos se sometieron a pruebas de normalidad (Kolmogórov-Smirnov), ANOVA a base de prueba de F a 95% de probabilidad ( $p < 0,05$ ) y la comparación de medias se realizó mediante la prueba de Duncan a 95% de probabilidad para análisis estadístico. En tratamientos con micorriza se obtuvieron incrementos de 1,35 cm en altura, 0,07 mm en diámetro de cuello de planta, 5,77 cm en tamaño de raíz, 0,07 g/kg en peso fresco/seco, 0,22 en proporción altura/raíz, 0,37 en IR y 0,05 en ICD; solo en tamaño de raíz  $p = 0,003$  siendo estadísticamente significativa ante el efecto de micorriza; en supervivencia el T3 y T4 obtuvo 59%, T5 y T6 40%, T1 y T2 53,5% en promedio, el  $p = 0,010$ , el efecto de la micorriza sobre la supervivencia fue estadísticamente significativa; en cuanto al crecimiento, los promedios registrados fueron de 0,35 cm en plantas con micorriza y 0,31 cm en plantas sin micorriza ( $p = 0,417$ ), lo que muestra que no existe una diferencias estadísticamente significativas entre ambos tratamientos; respecto a la calidad del sustrato, los niveles de Ca, CE, carbonato de calcio y el pH ligeramente alcalino se encontraron por encima de los valores permitidos; además, los suelos fueron de textura franco arenosa, con limitada capacidad de nutrientes y retención de agua; en conclusión, la micorriza mejoró la calidad de la planta; sin embargo, este efecto no fue suficiente para generar diferencias estadísticamente significativas.

**Palabras clave:** Influencia de micorriza, brinzales, calidad de planta y supervivencia.

### **Abstract and keywords**

The study aimed to determine the influence of mycorrhizae on the growth of *P. multijuga* seedlings; six treatments with three replications were evaluated: T1: S1 (3 forest soil + 2 sand + 1 organic matter), T2: S2 (3 agricultural soil + 2 sand + 1 organic matter), T3: S1 + D1 (6 kg/m<sup>3</sup> Myco Grow), T4: S1 + D2 (12 kg/m<sup>3</sup> Myco Grow), T5: S2 + D1 (6 kg/m<sup>3</sup> Myco Grow), and T6: S2 + D2 (12 kg/m<sup>3</sup> Myco Grow). The data were subjected to normality tests (Kolmogorov-Smirnov); they were also subjected to an ANOVA based on the F test at 95% probability ( $p < 0.05$ ), and the comparison of means was performed using Tukey's test at 95% probability for statistical analysis. Mycorrhizal treatments showed increases of 1,35 cm in height, 0,07 mm in stem collar diameter, 5,77 cm in root length, 0,07 g/kg in fresh/dry weight, 0,22 in the height/root ratio, 0,37 in the robustness index, and 0,05 in the Dickson quality index; however, only root length was statistically significant in response to mycorrhizae ( $p = 0,003$ ). Regarding survival, treatments T3 and T4 reached 59%, T5 and T6 reached 40%, and T1 and T2 averaged 53,5%, with  $p = 0,010$ , indicating a statistically significant effect of mycorrhizae on survival. In terms of growth, mean values were 0,35 cm with mycorrhizae and 0,31 cm without mycorrhizae ( $p = 0,417$ ), indicating no statistically significant difference. Substrate quality analyses showed that Ca, CE, calcium carbonate, and slightly alkaline pH exceeded recommended levels; substrates were sandy loam with limited water and nutrient retention capacity. It is concluded that mycorrhizae improved plant quality, but the improvements were not sufficient for the variations to be statistically significant.

**Keywords:** mycorrhizal influence, seedlings, plant quality, survival.

# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN

### 1.1. Planteamiento del problema

Los bosques montanos altoandinos se identifican por su alta diversidad biológica y por estar conformados, en gran medida, por especies nativas de gran valor ecológico; no obstante, estos ecosistemas han sido reducidos a pequeños fragmentos debido a diversas actividades humanas como la ganadería, la agricultura, el cambio de uso del suelo, la extracción de leña y el sobrepastoreo, así como por el crecimiento poblacional (Burga-Cieza et al., 2020). A pesar de ello, la compleja geografía y las condiciones climáticas de estas zonas generan ambientes favorables para el desarrollo de diversos organismos, entre los que destaca el género *Polylepis*, componente clave de la vegetación altoandina (Pinos, 2020).

El género *Polylepis* es uno de los más representativos de los bosques altoandinos, distribuyéndose entre los 3000 a 4800 m s. n. m. Estos bosques proporcionan hábitat a una gran diversidad de flora y fauna, además de brindar importantes servicios ecosistémicos a las poblaciones andinas (Espinoza & Kessler, 2022); entre sus primordiales funciones se encuentran la regulación hídrica, la protección de fuentes de agua, la reducción de la erosión del suelo, la retención de sedimentos y nutrientes, y la captación de humedad mediante la intercepción de neblina, contribuyendo así al equilibrio y sostenibilidad ambiental (Ramos, 2024).

En el Perú, *Polylepis* presenta una notable diversidad, con alrededor de 23 especies (más del 80% de las 27 registradas a lo largo de la cordillera de los Andes), posicionando al país, junto con Bolivia y Ecuador, como una de las principales áreas de distribución del género; los departamentos que tienen mayor diversidad de *polylepis* son Cusco y Ayacucho (Espinoza & Kessler, 2022). Estas especies destacan por su alta capacidad de adaptación a condiciones extremas, como bajas temperaturas, fuertes vientos, suelos pedregosos y frecuentes heladas

(Guerra et al., 2024). Asimismo, suelen encontrarse asociadas a pastizales, áreas agrícolas y formaciones arbustivas por encima de los 3500 m s. n. m., lo que evidencia su tolerancia a ambientes adversos (Lunel et al., 2021).

Los bosques de *Polylepis* también cumplen un rol fundamental para las comunidades locales, ya que proporcionan recursos como leña, madera para construcción, forraje y plantas medicinales, además de actuar como barreras rompe vientos y contribuir a la formación de materia orgánica que favorece la conservación del suelo (Pinos, 2020). Sin embargo, se estima que más del 90% de su cobertura natural se ha perdido debido al uso intensivo de la tierra a lo largo del tiempo, lo que ha incrementado su vulnerabilidad y ha convertido a muchas de sus especies en prioritarias para la conservación (Espinoza & Kessler, 2022).

La fragmentación actual de estos bosques es consecuencia de una prolongada presión antrópica, lo que, sumado a su alta sensibilidad al cambio climático, incrementa su riesgo de degradación; entre las principales amenazas se encuentran la tala, la erosión del suelo, el pastoreo, la quema de pastizales derivada del cambio de uso del terreno (Ramos, 2024); en este contexto, la restauración de los bosques de *Polylepis* resulta fundamental para conservar la biodiversidad y mantener los servicios ecosistémicos que estos proporcionan.

Sin embargo, la propagación de estas especies presenta importantes limitaciones; la reproducción por semillas se caracteriza por un bajo porcentaje de germinación, que generalmente oscila entre el 2% al 4%, debido a factores como la dicogamia, la polinización anemófila y la baja densidad poblacional; aunque ciertos tratamientos pueden incrementar la germinación hasta valores entre 15% al 19%, estos siguen siendo relativamente bajos (Requena-Rojas et al., 2020; Astudillo, 2020). Por otro lado, la propagación asexual también enfrenta dificultades, ya que los esquejes presentan baja capacidad de enraizamiento y requieren condiciones específicas de sustrato y manejo en vivero (Domínguez, 2020).

En este escenario, las micorrizas representan una simbiosis entre un hongo y una planta que beneficia tanto el crecimiento como la resistencia de las plantas frente a condiciones adversas; muchos estudios realizados han demostrado que estas asociaciones no sólo favorecen el equilibrio de los ecosistemas, sino que también ofrecen múltiples aplicaciones útiles para el ser humano, especialmente en el ámbito industrial, su naturaleza interdependiente y su amplia presencia en diversos entornos les otorgan un papel destacado en la dinámica natural (González, 2023); las micorrizas son asociaciones simbióticas entre ciertos hongos del suelo y las raíces de las plantas, que se encuentran de forma natural en diversos ecosistemas; en esta relación mutuamente beneficiosa, los hongos se extienden su red de filamentos, llamados hifas, en el suelo, lo que les permite explorar un volumen mucho mayor de suelo en comparación con las raíces por sí solas; esto mejora significativamente la capacidad de la planta para absorber nutrientes esenciales como fósforo, nitrógeno y oligoelementos, además de aumentar la disponibilidad de agua (Naranjo-Moran et al., 2026).

Ante esta problemática, la propagación de *P. multijuga* mediante brinzales viene a ser una alternativa limitada debido a su bajo poder germinativo de las semillas, a la escasez de investigaciones e información sobre el manejo; por ello surge la necesidad de investigar y poner a prueba la utilización de enmiendas orgánicas y adición de micorrizas como suplementos para asegurar el crecimiento de brinzales, de esta manera evaluar las dosis y los tipos de sustratos en el desarrollo de estos, lo que podrían ayudar con el desarrollo radicular, mayor absorción de agua y nutrientes e incrementar la resistencia de *P. multijuga* a las condiciones de estrés; de este modo implementar alternativas que contribuyan a la sobrevivencia y asegurar la restauración ecosistémica.

## **1.2. Justificación**

La presente investigación es importante porque permite identificar la influencia de las dosis de micorriza para el enraizamiento y crecimiento de plantas de *P. multijuga* propagada

por brinzales. Actualmente se investigan nuevas alternativas para mejorar la producción forestal, entre algunas alternativas benéficas propuestas se tiene el uso de micorriza, la cual es una asociación entre las raíces de la mayoría de las plantas y ciertos tipos de hongos; esta relación es beneficiosa para la planta y el hongo. El hongo al colonizar el interior de la raíz y por medio de la red externa de hifas, sirve de puente para obtener mayor cantidad de agua, nutrientes y minerales que no estén al alcance del sistema radicular de la planta.

*P. multijuga* es una especie característica de los bosques montanos altoandinos, ecosistemas de alta importancia ecológica debido a su biodiversidad y servicios ecosistémicos esenciales como la regulación hídrica y la captura de carbono. Dentro de estos ecosistemas, el género *Polylepis* destaca por su capacidad de adaptación a condiciones extremas y su contribución clave a la estructura y función del bosque. En la región Cajamarca, *P. multijuga* es una especie representativa, presente tanto en bosques relictos como en sistemas agroforestales, donde destaca un papel importante en la delimitación de parcelas, conservación de la biodiversidad, protección de cultivos ante clima desfavorable, abastecimiento de leña, entre otros, encontrándose en los bosques de Morán Lirio y Chugur, ubicados en la provincia de Hualgayoc. Sin embargo, estos bosques afrontan diversas amenazas, como la expansión de actividades agropecuarias, la deforestación y el cambio climático, que ponen en riesgo la supervivencia de estas poblaciones y los servicios ecosistémicos asociados.

En bosques relictos o sistemas agroforestales, las poblaciones de *P. multijuga* se encuentran afectadas por la actividad antrópica, pues su madera es cotizada debido a sus características de trabajabilidad y viscosidad; así como, al laboreo en ecosistemas agrícolas. Uno de los mecanismos de regeneración de la especie es vía semilla, encontrándose brinzales bajo los árboles maduros y áreas con buena iluminación; no obstante, muy pocos brinzales llegan a etapa adulta, pues, en el proceso de remoción del suelo en ecosistemas agrícolas los

elimina por daño mecánico; en este aspecto radica la importancia de la presente investigación, pues se pretende aprovechar los brinzales para propagarlos a nivel de vivero.

A nivel regional no existen viveros que produzcan *P. multijuga*, pues se desconoce la técnica idónea, sustratos y manejo para su propagación. Conocimientos locales indican que es muy bajo el nivel de prendimiento en la propagación a través de semillas, es por ello que se opta por otras alternativas como la propagación a través de brinzales. En la literatura científica se ha encontrado muy pocas investigaciones de la silvicultura de la especie, en ese sentido, esta investigación generó datos válidos para el proceso de crecimiento inicial de plántulas de *P. multijuga* propagada por brinzales, lo que permitió plasmar un conocimiento de técnicas de restauración de poblaciones naturales o el establecimiento de plantaciones puras de esta especie, además proporciona información fundamental que motivará a los viveristas forestales de la región a producir *P. multijuga*.

Por tal razón, es notable el aporte que se está dejando con el presente estudio, con datos estadísticos que ayudarán a que otros investigadores amplíen el conocimiento y utilicen algunos datos como base para futuros estudios con el único propósito de ampliar el conocimiento científico y contribuir a la conservación y sostenibilidad de las especies nativas. Con esto se contribuye con la sociedad y la comunidad científica.

### **1.3. Formulación del problema**

¿Cuál es la influencia de las micorrizas en el crecimiento de brinzales del quinal de montaña (*P. multijuga*) en un vivero de Chota - Perú?

### **1.4. Objetivos**

#### **1.4.1. Objetivo general**

- Determinar la influencia de las micorrizas en el crecimiento de brinzales del quinal de montaña (*P. multijuga*) en un vivero de Chota - Perú

#### 1.4.2. *Objetivos específicos*

- Analizar la influencia de las micorrizas en la calidad de las plantas de *P. multijuga*.
- Analizar la influencia de diferentes dosis de micorrizas en la supervivencia de *P. multijuga*.
- Analizar la influencia del conglomerado de *Glomus intraradices* y *Rhizophagus sp.* en el crecimiento de brinzales de *P. multijuga*.
- Caracterizar las propiedades químicas y físicas de los sustratos para la propagación de plantones de *P. multijuga*.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Antecedentes

##### 2.1.1. *Antecedentes internacionales*

Suntaxi (2025) en su estudio evaluó los efectos de hongos micorrícicos en la mejora de plántulas de *Polylepis* en Ecuador, para ello realizó el experimento con tres tratamientos: el primero fue solo con tierra estéril sin micorriza, en el segundo empleó suelo estéril con micorrizas autóctonas y en el tercero utilizó suelo estéril con inoculación de micorrizas exógenas, luego de 38 días se evaluó la biomasa de raíces, parte aérea y el efecto de la micorrización. Obtuvo que, el tratamiento con micorrizas exógenas tuvo mayor efecto en el desarrollo de raíces y parte aérea de las plantas de *Polylepis* con un porcentaje de 62,67% de colonización a diferencia de los otros tratamientos las micorrizas no mostraron diferencias con 42,87% y 48,83% de colonización.

Acosta (2022) evaluó el efecto de tres enraizadores y tres sustratos en la propagación vegetativa de yagual (*Polylepis incana*) en la provincia del Carchi - Ecuador, tomando datos a los 20, 40 y 60 días, se evaluaron las variables de porcentaje de prendimiento, altura de la planta, longitud de raíz, número de folíolos y peso de raíz, utilizando análisis de varianza (ANOVA) y separación de medias mediante la prueba de Tukey al 5%, empleando el software InfoStat; observaron diferencias significativas en el porcentaje de prendimiento según el enraizador, alcanzando el 18,33% con Rootex, 13,33% sin enraizante y 5,83% con enraizante orgánico (miel de abeja); en cuanto al desarrollo de raíces, la prueba de Friedman indicó como tratamiento más efectivo la combinación S1E1 (tierra negra 50% + arena 25% + humus 25% + Rootex). Concluyó que el enraizante químico Rootex favorece tanto el prendimiento como el desarrollo de la planta en combinación con el sustrato S1 (tierra negra 50%+ arena 25%+ humus 25%).

Falcón et al. (2021) evaluaron el efecto de las cepas y sustratos de hongos micorrízicos que invaden el interior de la raíz sobre el sistema radicular y estado nutricional de la caoba (*Swietenia mahagoni*) en la Universidad de Guantánamo - Cuba. Los efectos que se realizaron son: factor 1 sustrato: fibra de coco, cascarilla de cacao y aserrín de pino compostado en las siguientes proporciones 6:2:2 y 2:6:2, y un sustrato testigo compuesto por suelo al 100%. Se utilizó un modelo Diseño Completamente al Azar (DCA) con el orden factorial 3x3. Obtienen como resultado que el sustrato con mejor calidad para el establecimiento de la asociación micorrízica “fue el S2 conformado por 20% de cascarilla de coco + 60% de fibra de coco + 20% de aserrín de pino” pero los tratamientos mejores para la nutrición y el crecimiento de las plantas fueron la mezcla del sustrato S2 más las cepas de *Glomus cubense* y *Rhizophagus irregulare*.

Trevizan & Aguilar (2019) evaluaron diferentes combinaciones de sustrato para la producción de plantas de *Polylepis rugulosa* Bitter en la localidad de Chapiquiña - Chile, se realizó un diseño completamente aleatorio con prueba de significancia de Tukey al 5% conformado por tres tratamientos y siete repeticiones más un testigo; el sustrato más adecuado fue una mezcla del lugar de Chapiquiña, compuesta de compost, turba y arena en una proporción de 1:1:0.03, esta combinación permitió obtener plantas vigorosas con las siguientes características: una altura promedio acumulada de 10,07 cm, un diámetro a la altura del cuello de 1,78 mm y un promedio de 19,8 hojas por planta durante el periodo de viverización.

Valenzuela (2014) comparó la eficacia de distintos enraizadores y sustratos en la propagación vegetativa en Ibarra - Ecuador, utilizando un DCA con un arreglo factorial AxB y aplicando la prueba de medias de Duncan al 95%; evidenciándose una sobrevivencia a los noventa días. Todos estos tratamientos evidenciaron algún nivel de sobrevivencia, alcanzando el mejor tratamiento un 33% de sobrevivencia, el tratamiento que mostró los mejores resultados fue el T1 (*Polylepis incana* + Hormonagro + tierra negra+ humus + arena), con un promedio

de 4,38. En cuanto al estado fitosanitario, el tratamiento T1 también se destacó, obteniendo una calificación de 2,78; equivalente a una planta en buen estado con el 50% de hojas verdes. Los tratamientos T1 y T9 (*Polylepis incana* + Radical fit + tierra de bosque) demostraron ser los más efectivos en términos de sobrevivencia, estado fitosanitario y número de raíces.

### **2.1.2. Antecedentes nacionales**

Ramos (2024) Desarrollo el efecto de dosis de micorrizas y sustratos orgánicos en el enraizamiento de esquejes de queñua (*Polylepis* sp.) en Puno – Perú, planteó como objetivo identificar la dosis de micorrizas y los tipo de sustratos que mejor capacidad de enraizamiento tienen en esquejes de queñua, los sustratos fueron preparados con 80% de suelo agrícola y 20% estiércol con relación de 4-1 respectivamente, por cada tratamiento se utilizó 2,5, 5 y 7,5 g de enraizante con hongos micorrícicos Raíz Forte – Best Garden; mediante un DCA tres repeticiones y siete tratamientos, se evidencio que el T4 (estiércol y suelo agrícola) fue el que mayor longitud se obtuvo (4,14 cm), cantidad de hojas (8,5) y desarrollo de diámetro (2,05 mm) y altura (217 mm) de callo, asimismo, el T7 (tierra agrícola, estiércol y 4,5 g de micorrizas) mostró 2,47 cm de desarrollo de brote, 1,75 de diámetro y 1,64 altura de callo; con respecto a la cantidad de hojas el T1 (tierra agrícola) fue el que mayor significancia tuvo con una cantidad de 4,22 hojas en tres meses.

Supo (2024) evaluó el crecimiento y enraizamiento de estacas de queñua (*Polylepis* sp.) en Arequipa, para ello utilizo distintos sustratos en ambientes del invernadero, aplicando un DCA y un análisis de varianza y test de Duncan ( $\alpha=0,05$ ). Los sustratos que se aplicaron fueron T1 (Promix), T2 (Musgo y Arena), T3 (Musgo), T4 (Promix y Arena) y T5 (Arena). Los resultados muestran una mejor respuesta de enraizamiento en los tratamientos: T2 (Musgo + Arena) y T4 (Promix + Arena) y ambos sin diferencias significativas, con un 69,94% - 66,79% y respecto al desarrollo radicular se obtuvo 6,29 – 6,01, en cuanto y a longitud de raíces se obtuvo 15,96 – 16,74 cm respectivamente; finalmente en respuesta al crecimiento obtuvo

347,43 – 332,99 cm de área foliar, en vigor 91,67% - 73,33% considerándose como bueno. Concluyó que la propagación de estacas de queñua es recomendable utilizando sustratos obtenidos en condiciones reguladas, con material vegetativo de procedencia cercana.

Miranda (2023) tuvo como propósito evaluar los efectos de tres dosis de micorriza en dos tipos de siembra de pino (*Pinus radiata* D. Don) en condición del vivero en la provincia de Anta, Cusco; se manejó mediante un diseño experimental de orden factorial de 2 x 3 más dos testigos. Utilizó ocho tratamientos, dos tipos de siembra (directa e indirecta) y “tres dosis diferentes de micorriza” de 3, 5 y 8 gramos. Encontró que el mejor tratamiento es el de siembra directa y dosis bajas de micorriza, con un diámetro de tallo de 2,13 mm, con una altura promedio de 13,01 cm, con una longitud de la raíz de 16,13 cm, peso seco de la planta de 0.176 g y un Índice de Calidad de Dickson (ICD) de 0.015. En conclusión, las dosis de 3 y 5 g de micorriza para las plantas son las más apropiadas, mientras que los tratamientos sin micorriza y con dosis altas de 8 g muestran resultados muy desfavorables.

Mollohuanca et al. (2022) evaluaron los efectos de las combinaciones de auxinas y citoquininas en enraizamientos de yemas de *Polylepis rugulosa* Bitter en Arequipa, utilizando un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA) durante la etapa de aclimatación. Se probó el efecto de cuatro tipos de sustratos compuestos por diferentes proporciones de turba, tierra y estiércol de vacuno, la respuesta más adecuada en el porcentaje de enraizamiento alcanzado fue del 98%, obtenido con una concentración de 0,5  $\mu$ M de AIB y 0,05  $\mu$ M de BAP, lo cual generó un promedio de 1,9 raíces con una longitud de 7 mm, durante la aclimatación, también logró una tasa de sobrevivencia del 87,5%, los sustratos con estiércol vacío mostraron mejores resultados en el número de hojas, altura de plántula, y longitud de raíces.

Pacco (2022) determinó los efectos de extracto del sauce y distintos abonos orgánicos en prendimiento de esquejes de *Polylepis tomentella* Wedd en Tambobamba - Apurímac, aplicó cuatro tratamientos, cada uno con tres repeticiones, bajo un DCA, el primero consistió

en una mezcla de humus, estiércol de ovino, arena y tierra agrícola en proporción 1:1:½:3; el segundo contuvo humus, arena y tierra agrícola en proporción 2:½:3; en el tercero utilizó estiércol de ovino, arena y tierra agrícola en proporción 2:½:3; y el cuarto fue el testigo, los resultados que se obtuvieron fue un nivel de significancia de 0,00 complementando con la prueba de Tukey, mostrando que el tercer tratamiento (estiércol de ovino + arena + tierra agrícola) fue el más efectivo, logrando un prendimiento de 65% de los esquejes.

Ugarte (2022) en su investigación “propagación de estacas de *Polyepis sp* utilizando enraizadores y tres tipos de sustrato en condiciones de vivero en la localidad de Uscumarca en Chumbivilcas región Cusco” identificó el mejor sustrato y el comportamiento de enraizadores en el crecimiento inicial de 900 esquejes de Queñual, a través de un DCA con factores AxB. El sustrato 1 estuvo a base de 50% turba + 25% de arena y 25% tierra con micorrizas, el sustrato 2 estuvo compuesto por 50% de turba + 50% de arena, el sustrato 3 estuvo compuesto por 25% turba + 25% arena y 25% suelo agrícola y los enraizadores fueron extracto de sauce, miel de abeja y Razormin, en seis tratamientos y 18 unidades de observación. Evaluó la capacidad de enraizamiento de los esquejes, longitud de raíces, número de hojas y brotes. El tratamiento cuatro tuvo mayor prendimiento de esquejes (95,33%) seguido por el tratamiento 1 (91,33%); con relación al sustrato y enraizador, el mejor sustrato fue el 1 con 93,33% seguido por el sustrato 2 con 81,33% y el enraizador 2 con 88,22% fueron los que mejores resultados mostraron.

Domínguez & Vega (2021) estudiaron el efecto de diferentes sustratos en la propagación vegetativa del quinal en vivero en la ciudad de Huánuco, utilizando un DCA con cuatro tratamientos y tres repeticiones. Se usó un tratamiento control (T0, con tierra agrícola + arena fina), T1 (tierra negra + humus + arena fina), T2 (tierra agrícola + tierra negra + arena fina) y el tratamiento T3 (tierra agrícola + humus + arena fina). Los resultados mostraron que los sustratos T3 y T2 son los más recomendables, debido a que estos permiten adquirir

plantones con mayor número de brotes, una raíz principal más larga, más hojas y otras características favorables para lograr plantones de buen porte y en óptimo estado de salud.

Romero (2021) evaluó esquejes de queñua mediante propagación vegetativa en la región Junín, examinando el efecto de distintos enraizadores y sustratos en el prendimiento y el desarrollo de los esquejes mediante un DCA. Utilizó ANOVA con niveles de probabilidad F de 0,05 y 0,01, y la comparación de medias se realizó con la prueba de Duncan al 95% de confiabilidad. Los mejores resultados lo obtuvieron con el enraizador natural de agua de coco y el sustrato compuesto por humus (50%) y arena (50%), mostrando el agua de coco mayor efecto en el prendimiento con un 93,1%, y en la altura de esquejes con 5,98 cm. Además, el tratamiento T1S2 logró una longitud de raíz de 6,34 cm.

Lázaro (2020) estudió la consecuencia de “micorrizas y humus de lombriz” en el desarrollo de las plántulas de *Pinus radiata* en un invernadero temporal de Huánuco durante 75 días desde la siembra. La investigación fue trabajada mediante un DCA, los tratamientos son: T1 (Humus de lombriz), T2 (Micorriza) y T3 (Control); el modelo del experimento estuvo conformado por (5 plantas de pino por repetición y 15 por tratamiento). Aplicó ANOVA y prueba de Tukey al nivel de significancia del 5%. Se obtuvo que entre los tratamientos realizados el T2 (Micorriza) es el que generó un mejor resultado respecto a las características fisiológicas y al crecimiento (vigor) de la planta.

Lizana (2019) determinó la capacidad de enraizamiento mediante estacas de *Polylepis sp.* de distintos orígenes y bajo diferentes concentraciones hormonales de AIB en una cámara de sub-irrigación en Huancayo, utilizó un DCA con arreglo factorial (A x B), considerando 4 niveles para el factor A y 4 niveles para el factor B, resultando 16 tratamientos con 3 repeticiones por tratamiento y 5 estacas por unidad muestral, el análisis estadístico se realizó mediante ANOVA con niveles de probabilidad F de 0,05 y 0,01, complementado con la prueba de Tukey al 95% de confianza. Los resultados mejor obtenidos fueron los de procedencia al

Masajcancha con un enraizamiento del 68%, con una concentración b0 (0 ppm) de 83% de enraizamiento, y el tratamiento T5 (Tarma, 0 ppm) con un enraizamiento del 100%. Concluyendo que es factible propagar estacas de *Polylepis* spp, en cámaras de sub-irrigación sin uso de hormonas, utilizando material vegetativo que cumplan todas las condiciones para el desarrollo de dicha especie.

Huarhua (2017) evaluó los efectos de dos enraizadores naturales y tres tipos de sustratos en la propagación vegetativa de esquejes de queñua en el departamento de Moquegua, utilizando un Diseño Completamente al Azar (DCA) y ANOVA con probabilidades F de 0,05 y 0,01, además de las pruebas de Tukey y Duncan al 95% de confianza. Los resultados mostraron que el enraizador E1 alcanzó un prendimiento del 85,67%, el sustrato S3 logró un 73,78%, y la combinación E1S1 presentó un 94,67%, en general, el experimento logró un prendimiento del 69,49%, así concluye que la interacción E1S1 fue la más efectiva según las variables evaluadas.

### **2.1.3. Antecedentes locales**

Pedemonte (2023) determinó la propagación vegetativa de quinal (*Polylepis racemosa*) utilizando diferentes dosis de Root - Hor y diferentes tipos de estacas en Chota, utilizando un DCA con una propagación de dos niveles de estacas semilignificadas y estacas lignificadas y el segundo factor dosis de Root - Hor con cuatro niveles, con ocho tratamientos, tres repeticiones y 30 unidades experimentales por parcela, que sería un total de 720 estacas. Se evaluaron parámetros de porcentaje de enraizamiento (%), número de hojas, número de raíces, número de brotes, longitud de raíces, longitud de tallo, peso seco de la parte aérea, peso seco radicular y diámetro basal, además se estableció el índice de la calidad de la planta. Obtuvo sobresalientes resultados en las medias de estacas lignificadas, para peso seco de la parte aérea, peso seco radicular y longitud del tallo alcanzando los más altos valores en media en el T8 con

33,9 cm; 9,9 g; 4,1 g, y el diámetro basal en el tratamiento T6 con 1,05 cm y en estacas semilignificadas, obtuvo la mayor longitud de raíces en el T1 con 32,2 cm respectivamente.

## **2.2. Bases teóricas**

### **2.2.1. Distribución geográfica del género *Polylepis***

Los bosques de *Polylepis* son ecosistemas montanos que se desarrolla a una elevada altitud en la cordillera de los andes entre 4000 y 5200 m s. n. m., en los países andinos como Chile, Perú, Bolivia y Ecuador a pesar que brindan múltiples servicios ecosistémicos no se conoce muy bien su distribución (López, 2021), en el Perú los bosques del género *Polylepis* abarcan aproximadamente 937 km<sup>2</sup> que viene a ser el 0,07% de la superficie total del suelo peruano y tiene una distribución que varía desde los 3100 a 4200 m s. n. m. generalmente en las regiones de Cusco, Puno y Cajamarca (Ayros, 2022).

### **2.2.2. Taxonomía del género *Polylepis***

Según la WFO (2025), la clasificación taxonómica de la especie *P. multijuga* es de la siguiente manera:

Orden: Rosales

Familia: Rosaceae

Subfamilia: Rosoideae

Género: *Polylepis*

Especie: *P. multijuga*

En el Perú la clasificación taxonómica más actual del género *Polylepis* enumera un total de 23 especies, de las cuales 15 son endémicas (Ticse-Otarola et al., 2023).

### **2.2.3. Características vegetativas**

#### **a. Porte:**

El porte es importante para conocer arbustos o árboles de gradientes ambientales, que logran alcanzar una altura que oscila entre 1 a 27 m; es importante porque nos permite asemejar

cambios en la estructura y composición de los árboles que crecen a menor altitud sobre el nivel del mar estos árboles altos son: *P. pauta* y *P. multijuga*; mientras que las que crecen sobre una altitud de 3 800 m s. n. m., son arbustos o árboles pequeños (López et al., 2020).

**b. Corteza:**

La corteza de *Polylepis* es una de las características distintivas del género; de hecho, el nombre *Polylepis* proviene de palabra griega poly (muchos) y lepis (capas, pieles), haciendo referencia a la corteza triturada y multicapa que comparten todas las especies del género; esta puede tener hasta 3 cm de grosor, también compuesta por más de 100 capas similares, pero por lo general no es más gruesa que 1 cm; se dice que dentro del género hay variaciones en cuanto al color, espesor y la estructura de la corteza (Espinoza & Kessler, 2022).

**c. Ramas:**

En una rama existen diferencias bioquímicas en la composición desde su base hasta su ápice, una característica que se asocia es su adaptación a hábitats fríos, ventosos y secos, siempre es recomendable extraer las ramas inferiores de la planta debido a que suelen tener raíces adventicias; su crecimiento es de tipo simpodial, lo que da lugar a ramas largas y con segmentos desnudos, mientras que las hojas se agrupan en los extremos y su disposición en los nudos hace que parezcan estar en forma de verticilo (Apaza ,2022).

**d. Hojas:**

Sus hojas del género *Polylepis* son compuestas, imparipinnadas, foliolos opuestos, de 1,4 a 4 cm de longitud y de 0,5 a 1,6 cm de ancho, estas se encuentran agrupadas en los extremos de la planta ápice y base obtusa y borde aserrado creando la ilusión de estar dispuestas de forma verticilada debido al agrupamiento de los nudos en la estructura de la planta (Tanta, 2021).

**e. Inflorescencia y flores:**

Las plantas de este género presentan inflorescencias pedunculadas y largas que se encuentran ocultas en la axila de la hoja, las flores están protegidas por una bráctea y presentan cualidades

idóneas para la polinización; lo que se puede decir de este género carece de sépalos verdes, pétalos y néctar (Teran, 2022).

#### **f. Frutos:**

Los frutos son aquenios indehiscentes que envuelven el carpelo único con un solo óvulo de tipo cónico de aproximado 4 mm de ancho y 5 mm de largo más o menos pubescentes, cada uno de los cuatro ángulos que presenta termina en una espina corta, y también presentan un color verdusco (Espinoza & Kessler, 2022).

#### **2.2.4. Métodos de propagación**

##### **2.2.4.1 Propagación sexual**

Ocurre mediante la unión de gametos masculinos y femeninos, lo que permite la fecundación del óvulo y da lugar a la formación de frutos y semillas, encargadas de generar naturalmente una nueva planta a partir de semilla; en el caso del Quinual, las semillas tienen un bajo porcentaje de germinación, generalmente entre 4 y 6%, y en algunos casos es nulo; esto podría estar relacionado con factores propios de la especie, como la polinización anemófila y la dicogamia, especialmente cuando los árboles están aislados o en fragmentos reducidos; aunque cada inflorescencia produce una gran cantidad de frutos, el bajo poder germinativo provoca la pérdida de gran parte de este (Salvatierra, 2023).

##### **a) Brinzales**

Díaz & Rosales (2016) mencionan que son árboles jóvenes que están en la etapa intermedia de crecimiento entre las plantas y los árboles adultos (latizales y brinzales); las actividades silviculturales dependen mucho del tamaño de la regeneración natural; teniendo así una clasificación dimensional:

- Brinzales: son aquellos individuos que están en un rango de 0,3 m a 1,5 m de altura.
- Latizal alto: se considera a aquellos individuos que están entre 5 cm a 9,9 cm de diámetro.

- Latizal bajo: es aquel individuo que tiene las siguientes características: altura de 1,5 m y un diámetro igual a 4,9 cm.

Son plántulas de regeneraciones intermedias caracterizándose como plantas jóvenes que se constituyen provenientes de semillas que han germinado de forma natural alrededor o debajo de árboles adultos; estos indican su capacidad regenerativa de los bosques representando la estructura y vulnerabilidad de las plántulas obtenidas por esquejes (Aquino et al., 2024); no alcanzan un año de edad y son obtenidas de bosques ya existentes, ya que se desarrollan en condiciones de su ecosistema madre sin afectar la regeneración natural del ecosistema garantizando una mayor adaptación a condiciones climáticas de su entorno (Manzur et al., 2024); al crecer de manera natural resulta ser una estrategia muy importante que contribuye con la sostenibilidad indicando restauración de ecosistemas forestales (Flores, 2025).

#### ***2.2.4.2 Propagación asexual***

En la propagación asexual o vegetativa consiste en las características heredadas del progenitor reproduciendo una plántula a partir de un tejido u órgano, célula, como tallos, raíces, hojas o ramas; que pueden ser conservadas, con la reproducción asexual es posible evitar los periodos juveniles largos o prolongados que se basa en generar plantas similares con características deseables como: tolerancia al estrés biótico o abiótico, calidad superior o también por su calidad superior, ya que juega un papel de mucha importancia en la estabilidad de una característica perfecta de una generación a otra (Domínguez, 2020).

#### ***2.2.5. Micorriza***

Las micorrizas se destacan como hongos benéficos presentes en el suelo; y gracias a los avances científicos, su importancia en la agricultura ha ido en aumento; cada vez se comprende mejor su papel dentro de los sistemas de producción agroalimentaria (Faggioli, 2023).

Las micorrizas son asociaciones mutualistas simbióticas entre ciertos hongos del suelo y las raíces de las plantas; en esta relación, la planta contribuye con lípidos y fotosintatos al hongo y este, a cambio mejora la capacidad de la planta para absorber agua y nutrientes, la protege de patógenos y aumenta su resistencia a factores de estrés biótico y abiótico, además esta asociación potencia su capacidad de competir con otras plantas (Aperlo et al., 2023).

#### **2.2.6. Clases de micorrizas**

Son asociaciones simbióticas de tipo mutualista que se establecen entre los hongos del suelo y las raíces de las plantas estas ofreciendo mejores beneficios en la absorción de nutrientes, se clasifican en cuatro tipos: ectomicorriza, micorriza de orquídeas, micorriza ericoide y micorriza arbuscular (Seeliger et al., 2024).

Cai et al., (2024) define las principales clases de micorrizas:

- Ectomicorrizas: Estas representan asociaciones simbióticas que se dan en hongos y especies vegetales de interés forestal pertenecientes a los grupos Basidiomicetes y Ascomicetes, se caracterizan por una transformación en la estructura de la raíz, que pierde sus pelos absorbentes y presentan una abundante ramificación.
- Micorrizas arbusculares o endomicorrizas: Se establecen a través de la interacción entre las raíces de la mayoría de plantas, incluidas varias de interés agropecuario, y hongos Glomeromycetes, conocidos como hongos micorrícicos.
- Ectoendomicorrizas: Las ectoendomicorrizas se caracterizan por la doble colonización de las raíces de las plantas por parte de los hongos que las forman: externamente, formando un manto alrededor de la corteza, e interiormente penetrando intracelularmente en el córtex; el género principal asociado a este tipo de micorriza es Endogone.

### **2.2.7. Beneficios de las micorrizas**

Según Polo (2021) las micorrizas ofrecen beneficios potenciales a los cultivos y estos son:

- Brinda una mejor absorción de nutrientes, especialmente en N y P.
- Aumenta la absorción de agua y aumenta la resistencia a condiciones de estrés hídrico, así como también da mayor resistencia a condiciones de cultivos salinos.
- Aumenta la resistencia ante hongos patógenos del suelo, debido al efecto antagónico; una raíz colonizada por hongos micorrícicos es difícil que a la misma vez sea colonizada por hongos patógenos.
- Mejoras en la estructura del suelo gracias a los agregados formados por las hifas y filamentos del hongo.
- Influencias hormonales en las raíces que estimulan su mejora y promueven el crecimiento de la planta.

Las plantas con micorrizas presentan mayores porcentajes de crecimiento en comparación con aquellas que no las tienen; las micorrizas alteran las propiedades de absorción en la raíz mediante el desarrollo de hifas en el suelo, que se extienden desde las raíces; estas hifas absorben fósforo, lo transloca a largas distancias y transfieren fosfatos directamente a las células de la raíz, mejorando así la nutrición con fosfato; además las especies micorrizadas aumenta la absorción de muchos nutrientes como: el potasio (K) y azufre (S), así como de micronutrientes como cobre (Cu) y zinc (Zn) (Carrillo-Saucedo et al., 2022).

### **2.2.8. Sustratos**

El término sustrato es un recurso sólido que se refiere a un medio de cultivo artificial, ya sea de origen inorgánico u orgánico utilizado para el cultivo de plantas, el cual permite soporte y desarrollo radicular de la planta y de las raíces, permitiendo a su vez la respiración de las mismas y facilitando el acceso al agua y nutrientes esenciales para la planta, asimismo

proveer oxígeno en la transpiración y liberar dióxido de carbono para culminar con todo su desarrollo (Melendrez, 2024).

### **2.2.9. Tipos de sustratos**

#### **2.2.9.1. Naturales**

Los sustratos naturales desempeñan un papel fundamental sujetos a descomposición biológica, consisten en mezclas de componentes que favorecen el crecimiento de la planta siendo crucial para cultivos de plantaciones y especies forestales favoreciendo la disponibilidad de agua y nutrientes, la aireación, la regulación del pH garantizando un desarrollo robusto en la etapa de vivero (Manjari et al., 2024).

#### **2.2.9.2. Sintéticos**

Son polímeros no biodegradables que consisten en materiales procesados (así como, vermiculita, perlita, zeolita, arcilla expandida, lana de roca y vidrio espumado) incluyendo sustratos, tales como resina fenólica y espuma de poliuretano (Alvares et al., 2022).

#### **2.2.9.3. Residuos**

Son provenientes de productos alimenticios que comprenden una amplia gama de materiales que han sido procesados o desechados, comúnmente, requieren de un proceso de compostaje antes de proceder a utilizarlo generando beneficios ambientales y económicos contribuyendo una valorización sostenible (Kader et al., 2024).

### **2.2.10. Propiedades de sustratos**

#### **2.2.10.1. Propiedades físicas**

Jiménez (2024) hace mención las características de las propiedades físicas:

- Porosidad. Se debe asegurar que el suelo contenga entre un 20% a 30% de aireación, para poder permitir abastecer oxígeno a la zona radicular de la planta, también permite retener humedad para disponer de nutrientes a la planta; permitiendo realizar funciones vitales en la planta de una manera adecuada.

- Capilaridad. La capilaridad en los sustratos permite distribuir una solución nutritiva de manera uniforme, de tal manera que las plantas puedan absorber gradualmente según sus necesidades.
- Textura. La textura del sustrato puede influir en diferentes factores como la retención del agua, aireación y la capacidad de drenaje.
- Densidad aparente: La densidad aparente se relaciona entre el peso del suelo seco en gramos y el volumen, cuando tiende a aumentar la densidad aparente la compactación va aumentando afectando la retención de la humedad variando según los espacios presentes en el suelo existiendo una relación inversa entre la densidad aparente y los espacios porosos (Segovia, 2025).

#### ***2.2.10.2. Propiedades químicas***

- Potencial de hidrógeno. El potencial de hidrógeno establece el grado de absorción de nutrientes, actividad biológica y capacidad de intercambio catiónico por las partículas del suelo indicando si un suelo es ácido o alcalino; en sustratos orgánicos se recomienda que los valores del pH tengan un rango de 5,5 – 6,8 ya que es ideal para la mayor concentración de nutrientes (Díaz, 2023).
- Capacidad de intercambio catiónico (CIC). Está determinado por el contenido de materia orgánica y arcillas, donde las arcillas detienen e intercambian cationes con la solución nutritiva que se encuentra presente en el sustrato (Beltrano & Gimenez, 2020).
- Conductividad (CE). La conductividad eléctrica es la capacidad del suelo, está influenciada por las propiedades físicas y químicas que proporcione un mayor contenido de sales minerales, una buena CE para germinación debe estar dentro del rango de 0,75 – 1,99 dSm-1 (Ortega et al., 2025).
- Materia Orgánica (MO). La MO del suelo es una mezcla compleja de sustancias de mucha importancia para determinar tanto las propiedades relativamente estables del

suelo como la dinámica de los sistemas contribuyendo a la absorción y fijación al suelo para mantener una buena retención de agua y nutrientes (Romaní, 2020).

#### **2.2.11. *Desinfección del sustrato***

Hay muchos métodos para eliminar patógenos, enfermedades y plagas de los sustratos de acuerdo a los recursos disponibles, algunas técnicas son muy costosas y extremadamente tóxicas se puede hacer mediante solarización, vaporización, utilizando compuestos químicos, agua hervida, entre otros (Cauja, 2022).

#### **2.2.12. *Crecimiento inicial***

El crecimiento inicial de plantas depende de las características climáticas del entorno de producción, que se puede realizar en viveros o en lugares controlados como invernaderos; además, la disponibilidad de agua, el sustrato utilizado interfiere en la calidad de las plantas y crecimiento (Fonseca et al., 2021).

#### **2.2.13. *Prendimiento inicial***

Es el éxito o la tasa de éxito con la que una planta desarrolla y comienza a crecer como una planta independiente o también se dice que es capacidad que tiene una especie para poder adaptarse en el medio que lo rodea y poder destacar las condiciones del sitio (Gonzales, 2020).

#### **2.2.14. *Aclimatación de plantas***

El clima es uno de los componentes primordiales que influyen en la adaptación local de diferentes especies; ante la exposición de cambios nocivos en las condiciones ambientales, las poblaciones de árboles pueden extinguirse, persistir o migrar; tanto la persistencia como las tasas de migración natural pueden no ser suficientes para hacer frente a la tasa prevista de cambio climático (CC); es por ello, para reducir el impacto del CC en los bosques, existe una necesidad urgente de comprender y asegurar una variada genética para apoyar la adaptación futura (Poupon et al., 2021).

### **2.2.15. Indicadores de calidad de planta**

La productividad de un cultivo, se define desde el inicio de su ciclo productivo comercial siguiendo un protocolo establecido en un vivero y se ve influenciada por diversos factores; estos factores incluyen aspectos del genotipo, condiciones ambientales y prácticas de manejo; su objetivo es la calidad de la planta mediante una disciplina que se vincula con la agronomía y la ecofisiología, que cuenta con conceptos, términos y herramientas de cálculo propios; para evaluar cómo se dan las variaciones en el ambiente, el genotipo y el manejo afectan la acumulación de biomasa en una planta aislada desde las primeras décadas del siglo XX (Bernaola et al., 2022).

### **2.2.16. Proporción altura/raíz (PAR)**

Un indicador del potencial de supervivencia en ambientes áridos es que plantas con valores bajos tienen mayores probabilidades de sobrevivir, ya que presentan una menor área de superficie para la transpiración en comparación con la absorción (Ramos-Huapaya & Lombardi-Indacochea, 2020).

### **2.2.17. Índice de robustez (IR)**

Es un parámetro que se relaciona con la altura de la planta y el diámetro del cuello de la raíz siendo un indicador de crecimiento entre la parte aérea y el sistema radicular, es fundamental para evaluar la resistencia a la desecación por el viento así como su capacidad de supervivencia y crecimiento en entornos secos; idealmente este índice debe ser inferior a seis para asegurar una alta calidad de la planta, valores más bajos a seis indican árboles más robustos, con tallos bajos y gruesos, ideales para lugares con poca humedad (Bernaola et al., 2022).

### **2.2.18. Índice de calidad de Dickson**

El índice de la calidad de Dickson es uno de los más adecuados para determinar la calidad de una planta porque permite mejores valores y una buena exactitud ya que refleja

cómo se distribuye su robustez y masa de la planta evitando la selección de plantas desequilibradas y permitiendo reconocer aquellas que, aunque más bajas poseen mayor vigor (Bernaola et al., 2022).

### **2.3. Definiciones conceptuales**

#### **2.3.1. *Micorrizas***

Se denomina micorriza a las raíces de las plantas superiores y el suelo que causa una simbiosis mutualista debido a un tipo de hongo que habita en este, desarrollada por las hospedantes y hongos en el suelo que ambos se benefician (Acosta, 2021).

#### **2.3.2. *Brinzales***

Son individuos que crecen a partir de una semilla usados para mejorar la propagación de especies, resulta muy útil para silvicultura ya que se emplea para referirse a los individuos juveniles que se establecen de manera natural en el bosque siendo una base crucial de regeneración (Ramos, 2024).

#### **2.3.3. *Sustrato***

El término “sustrato” es un material orgánico de suelo natural o sintético permitiendo que las raíces de las plantas sean firmes, clasificándose en inertes y activos ayudando en la absorción y obtención de nutrientes (Acosta, 2022).

#### **2.3.4. *Proporción altura/raíz***

Un indicador del potencial de supervivencia en ambientes áridos es que plantas con valores bajos tienen mayores probabilidades de sobrevivir, ya que presentan una menor área de superficie para la transpiración en comparación con la absorción (Ramos-Huapaya & Lombardi-Indacochea, 2020).

#### **2.3.5. *Índice de calidad de Dickson (ICD)***

Este índice es uno de los más adecuado para evaluar la calidad de una planta, ya que refleja cómo se distribuye su masa y su robustez, evitando así la selección de plantas

desequilibradas y permitiendo reconocer aquellas que, aunque más bajas, poseen mayor vigor (Pedemonte, 2023).

### **2.3.6. Índice de robustez (IR)**

Es la relación que se da entre la altura de la planta y el diámetro del cuello de la raíz es importante porque permite evaluar su resistencia a la desecación por el viento, así como su capacidad de supervivencia y crecimiento en entornos secos (Pedemonte, 2023).

### **2.3.7. Altura de la planta**

La altura es un indicador muy común para la calidad de planta brindando una buena capacidad de fotosíntesis relacionándose con la cantidad de follaje y la mayor altura que poseen (Bedoya-Canas et al., 2024).

### **2.3.8. Diámetro del cuello**

Es considerado clave para lograr un mejor crecimiento y supervivencia de la planta cuando son establecidos en campo, se dice que si el diámetro es más grande el número de raíces aumenta (Salvatierra, 2023).

## CAPÍTULO III

### METODOLOGÍA

#### 3.1. Tipo, diseño, nivel y enfoque de investigación

##### 3.1.1. Tipo de investigación

Según la finalidad la investigación es de tipo aplicada, esto se debe a que estuvo orientada a solucionar un problema práctico en el ámbito forestal especialmente en la vulnerabilidad de los brinzales. En el estudio se utilizaron conocimientos microbiológicos y silviculturales donde se evaluó la influencia de distintas dosis de micorrizas con el fin de mejorar los procesos biológicos de los brinzales.

##### 3.1.2. Diseño de investigación

El diseño de la investigación es experimental, porque se efectuó mediante una causa (variable independiente) y un efecto (variable dependiente), también porque el estudio fue realizado mediante la aplicación de tratamientos para explicar su efecto en la variable de interés (Hernández-Sampieri & Mendoza, 2018).

**Tabla 1**

*Distribución del número de brinzales por cada repetición*

Tratamiento	Sustratos	N° de repeticiones	N° de brinzales/ repetición	N° de brinzales/ tratamiento
T1	Sustrato 1	3	30	90
T2	Sustrato 2	3	30	90
T3	Sustrato 1 + Myco Grow dosis 1	3	30	90
T4	Sustrato 1 + Myco Grow dosis 2	3	30	90
T5	Sustrato 2 + Myco Grow dosis 1	3	30	90
T6	Sustrato 2 + Myco Grow dosis 2	3	30	90
Total		18	180	540

**Nota.** La tabla 1 muestra los diferentes sustratos y producto micorrícico que se va utilizar en el estudio:

- **Sustrato 1:** tierra de bosque (3) + arena (2) + materia orgánica (1).

- **Sustrato 2:** tierra de agrícola (3) + arena (2) + materia orgánica (1).
- **Dosis 1:** 6 kg/m<sup>3</sup> (sustrato)
- **Dosis 2:** 12 kg/m<sup>3</sup> (sustrato)
- **Myco Grow:** este complejo de micorrizas, ácido húmico, acondicionadores de suelo, contiene:
  - ✓ Tres especies de endomicorrizas: *Glomus mosseae*, *Glomus intraradices* y *Glomus aggregatum*.
  - ✓ Cinco especies de ectomicorrizas: *Suillus granulatus*, *Pisolithus tinctorius*, *Scleroderma citrine*, *Scleroderma cepa* y *Rhizopogon rubesce*.
  - ✓ Enriquecido con ácido húmico derivado de leonardita.

**Figura 1**

*Croquis de los tratamientos utilizados en la experimentación*

<b>R1</b>	<b>R2</b>	<b>R3</b>
T1 30 plantas	T2 30 plantas	T4 30 plantas
T2 30 plantas	T1 30 plantas	T3 30 plantas
T3 30 plantas	T4 30 plantas	T5 30 plantas
T4 30 plantas	T3 30 plantas	T6 30 plantas
T5 30 plantas	T6 30 plantas	T2 30 plantas
T6 30 plantas	T5 30 plantas	T1 30 plantas

La influencia de micorrizas en el crecimiento inicial de *Polylepis multijuga*, se realizó mediante propagación de brinzales y sustratos; en el experimento se utilizó un diseño de bloques completamente al azar (DBCA) de seis tratamientos con tres repeticiones de 30 brinzales por cada repetición.

### **3.1.3. Nivel y enfoque de investigación**

La investigación es de nivel aplicativo debido a que su objetivo principal es solucionar problemas concretos mediante soluciones prácticas utilizando procedimientos técnicos científicos previamente estudiados y es de enfoque cuantitativo porque se fundamenta en la adquisición de datos medibles para comprobar hipótesis a través del análisis estadístico (Vizcaíno et al., 2023).

## **3.2. Ubicación, población, muestra, muestreo y unidad de análisis**

### **3.2.1. Ubicación del estudio**

#### **3.2.1.1. Ubicación de recolección de brinzales**

La recolección de brinzales para la ejecución del estudio se realizó en el centro poblado de Moran Lirio provincia de Hualgayoc, región de Cajamarca; localizado geográficamente en las siguientes coordenadas UTM Datum WGS 1984 Zona 17 S: Longitud: 6°40'57.42" y Latitud: 78°36'51.40" a una altitud de 3502 m s. n. m.; dicha zona cuenta con una adecuada accesibilidad ya que está ubicada a 20 km del distrito Bambamarca, a 45 km de la provincia de Chota y a 25 km de la provincia de Hualgayoc.

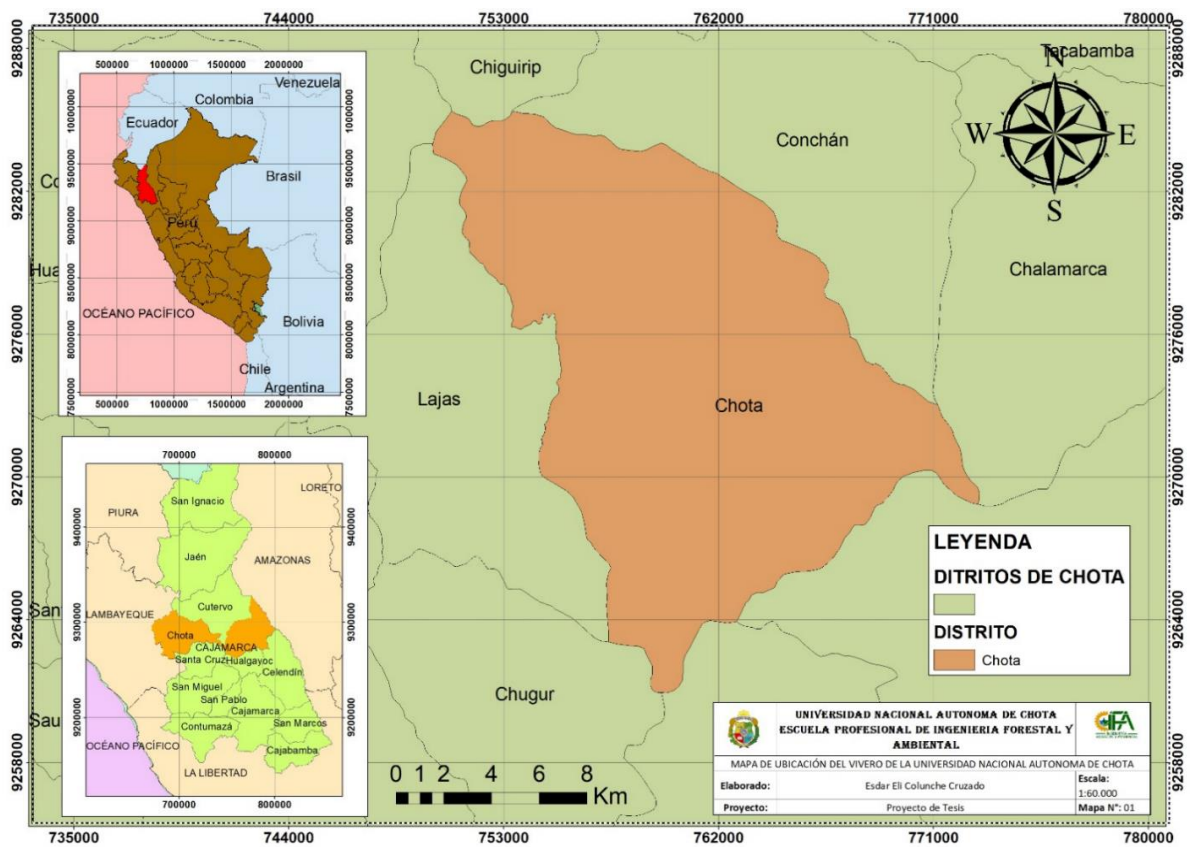
#### **3.2.1.2. Ubicación del experimento a desarrollarse**

La investigación se realizó en el vivero del campus universitario de la Universidad Nacional Autónoma de Chota, que se encuentra ubicado en el caserío de Colpa Huacarís, distrito de Chota, provincia de Chota, región de Cajamarca, teniendo como punto de referencia las Coordenadas UTM Datum WGS 1984 Zona 17 S: Longitud: 6°54'56.36" y Latitud: 78°71'60.98" y a una altitud de 2437 m s. n. m. Se eligió este lugar por tener condiciones

adecuadas para realizar dicho trabajo, además por experiencia previa de estudiantes la especie también crece a estos rangos de altura. El clima que presenta la provincia de Chota es de tipo lluvioso, húmedo y semifrío, sin presencia de lluvias en las estaciones de otoño e invierno, cuenta con una temperatura promedio de 15,6 °C, la precipitación mensual es de 958,1 mm/m<sup>2</sup> (Sánchez & Vásquez, 2010).

**Figura 2**

*Mapa de ubicación del lugar en donde se realizó el estudio*



**3.2.2. Población**

La población está comprendida por los brinzales de los relictos de bosques de *P. multijuga* del centro poblado Moran Lirio, de la provincia de Hualgayoc.

**3.2.3. Muestra**

La muestra está comprendida por 540 brinzales de *P. multijuga*. de los relictos forestales del centro poblado Moran Lirio, de la provincia de Hualgayoc.

### **3.2.4. Muestreo**

Los brinzales se han seleccionado al azar considerando un tamaño de 3 a 15 cm de altura en el centro poblado de Moran Lirio en los relictos presentes de *P. multijuga*.

### **3.2.5. Unidad de análisis**

La unidad de análisis para esta investigación viene a ser la especie *P. multijuga* o quinual de montaña, debido a que, sobre esta ser las medidas biométricas y el efecto de las micorrizas a diferentes porcentajes.

## **3.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

### **3.3.1. Técnicas de recolección de datos**

#### **Observación**

Es una técnica muy común utilizada en la investigación sobre todo en aquellas que son experimentales, permite realizar un registro sistemático, válido y confiable de diferentes comportamientos y situaciones observables (Hernández et al., 2014). En el estudio mediante la observación se pudo evaluar el desarrollo fenológico y los cambios físicos de las especies de *P. multijuga* del experimento, mediante esta técnica se pudo verificar cambios cuantitativos y cualitativos que en algunos casos no se pueden registrar con los instrumentos de medición.

### **3.3.2. Instrumentos de recolección de datos**

Se utilizó fichas de evaluación para el registro del prendimiento y el crecimiento inicial de las plantas; así mismo, se utilizó regla milimétrica, vernier digital para evaluar la altura y diámetro de cuello de las plantas y estufa a 60 °C y balanza analítica para evaluar biomasa aérea y biomasa seca radicular, respectivamente.

## **3.4. Hipótesis**

**H<sub>0</sub>:** No existe una influencia significativa de las micorrizas en el crecimiento de brinzales del quinual de montaña (*P. multijuga*) en un vivero de Chota - Perú.

**H1:** Existe una influencia significativa de las micorrizas en el crecimiento de brinzales del quinal de montaña (*P. multijuga*) en un vivero de Chota - Perú.

### 3.5. Operacionalización de variables

**Tabla 2**

*Operacionalización de variables*

Variables	Dimensiones	Indicador	Escala	Instrumento
Var. Independiente. Micorrizas		Dosis de micorriza	%	Ficha de registro de información
		Porcentaje de plantas inoculadas	%	
Var. Dependiente. Calidad de planta de <i>Polylepis multijuga</i> Pilg. propagada mediante brinzales	Atributos morfológicos de los brinzales de <i>Polylepis multijuga</i> Pilg.	Altura de la planta	cm, mts	Regla
		Diámetro del cuello	cm	
		Tamaño del sistema radicular	cm	
		Peso de la planta fresco/seco	gr/kg	Balanza
		proporción de altura/raíz	$PAR = \frac{\text{Peso aéreo (g)}}{\text{Peso radicular (g)}}$	Registro de datos
		Índice de robustez o esbeltez	$IR = \frac{\text{Altura (cm)}}{\text{Diámetro (mm)}}$	Registro de datos
	Índice de calidad de Dickson.	$ICD = \frac{\text{Masa seca total (g)}}{\frac{\text{Altura (cm)}}{\text{Diámetro (mm)}} + \frac{\text{Masa seca parte aérea}}{\text{Masa seca de la raíz}}}$	Registro de datos	
Var. Interviniente. Tipo de Sustratos	Propiedades físicas de los sustratos	Porosidad	%	Probeta
		Densidad aparente	gr/ml	Probeta
		Textura (A, L, Ar)	%	Triángulo textural
	Propiedades químicas de los sustratos	pH		pHmetro
		CIC	meq/100 grs	
		CE	μS/cm	Conductímetro
		MO	%	Análisis de laboratorio
		Micro y Macro elementos	%, ppm	Análisis de laboratorio

**Nota.** Var: variable, A: arcilla, L: limo, Ar: arena, CIC: capacidad de intercambio catiónico, CE: conductividad eléctrica, MO: materia orgánica, PAR: proporción altura/raíz, IR: índice de robustez y ICD: índice de calidad de Dickson.

### **3.6. Procedimientos de recolección de datos**

#### **Fase 1: Habilitación del vivero**

- **Limpieza del vivero**

Esta labor consistió en el retiro manual o mecánico de las malezas que crecen en las camas o pasillos de los viveros forestales; también se realiza con la finalidad de tener disponible las camas de recría, donde las plántulas permanecerán durante el proceso de desarrollo del estudio y de esta manera que pueda facilitar la evaluación y el crecimiento de las plántulas de *P. multijuga*.

- **Preparación del sustrato**

Esta labor se realizó utilizando materiales que se obtuvieron localmente, antes de mezclarlos los sustratos, se separaron y tamizaron para eliminar elementos extraños como trozos de madera y terrones grandes de tierra, piedras, para ello se utilizó una zaranda para garantizar la homogeneidad de los sustratos. La tierra de bosque se obtuvo de los relictos de bosques de *P. multijuga* del centro poblado de Moran Lirio, Hualgayoc; la tierra agrícola se obtendrá del distrito de Chota y la arena se obtendrá del Río Bebedero de la misma provincia.

- **Mezcla de los sustratos**

Esta labor tuvo la finalidad de combinar tierra agrícola, arena, tierra de bosque y myco grow, en cantidades establecidas y poder adquirir los sustratos para los seis tratamientos que se tiene como objetivo en la investigación; los sustratos obtenidos fueron embolsados en bolsas de polietileno de 5''x7''x1.5'' pulgadas para que seguidamente se proceda con el repique de las plántulas de *P. multijuga*.

- **Enfilado de bolsas**

Esta labor implicó en la colocación ordenada y alineada de las bolsas que contienen los sustratos en el área de producción del vivero, este es un proceso crucial para optimizar el

espacio, facilitar el riego, mejorar la distribución de la luz y permitir un manejo más eficiente de las plantas.

- **Colocación del tinglado**

El colocado de las mallas raschel tuvo como finalidad evitar las heladas, evapotranspiración y dar las mejores condiciones climatológicas para el desarrollo de las plántulas; esta malla ayuda a tener un 50% de sombra, lo que permitirá que las plántulas se desarrollen de la mejor manera.

## **Fase 2: Recolección de brinzales**

- **Primeras horas del día**

Consistió en recolectar brinzales de *P. multijuga* de los relictos boscosos del centro poblado Moran Lirio, los cuales serán extraídos y manejados técnicamente durante el traslado a campo de experimentación, ubicado en el vivero forestal de la Universidad Nacional Autónoma de Chota; dicha recolección se realizó con la ayuda de palanas y picotas, se procederá a la extracción de los brinzales identificados en el lugar.

Los brinzales extraídos de los relictos forestales fueron depositados en un cooler con agua para que las plántulas estén en un ambiente adecuado y no se deshidraten durante el traslado.

- **Traslado al vivero**

El traslado de los brinzales de *P. multijuga* desde el lugar de recolección hasta el lugar de estudio se realizó en el mismo día, teniendo en cuenta los siguiente:

- **Selección de brinzales en el vivero**

Se seleccionaron brinzales que estén en un rango de 3 cm a 15 cm de altura y se desecharon los que presenten algunas enfermedades o no estén dentro del rango de selección.

- **Ubicación de brinzales en bolsa de polietileno**

Se colocaron 30 brinzales por cada repetición, posteriormente a ello, con ayuda de etiquetas se logró codificar de acuerdo a diseño experimental que fue utilizado durante el estudio.

- **Instalación de brinzales**

En este proceso se realizó el repique de las plántulas de la especie de *P. multijuga* en cada una de las bolsas con sustrato.

### **Fase 3: Instalación y evaluación del experimento**

- **Riego**

El riego a los plantones en el vivero se realizó con una regadera manual, de acuerdo a la necesidad de la planta; en la fase del prendimiento de las plántulas, durante los 15 días el riego fue interdiario para poder asegurar su establecimiento, posteriormente, el riego se realizó cada tres días.

- **Manejo de tinglado**

En este proceso se aseguró la malla raschel que quede bien puesta y bien templada para que las plántulas estén en un ambiente acondicionado y no tengan inconvenientes con las condiciones edafoclimáticas.

- **Evaluación del prendimiento en el primer mes**

Este proceso se desarrolló mediante la observación y registro del crecimiento y supervivencia de las plántulas de *P. multijuga* en las primeras cuatro semanas después de haber realizado la plantación de brinzales en bolsas de polietileno; en esta actividad se tuvo en cuenta el crecimiento en altura, presencia de plagas o enfermedades.

- **Evaluación de parámetros morfométricos en el sexto mes**

**Altura de planta:** los datos obtenidos fueron a través de la medición con regla metálica.

**Diámetro de cuello de planta:** se midió el diámetro de cuello de planta al ras del suelo, con un vernier digital (pie de rey), pues es un instrumento ideal para la medición de plantas pequeñas.

**Tamaño de raíz:** se retiró el sustrato de las bolsas, liberando las raíces, posteriormente se medirá con una regla metálica la longitud entre el cuello de la planta y el ápice de las raíces.

**Porcentaje de plantas inoculadas:** se observó las raíces de las plantas con la finalidad de evidenciar, de manera visual, la presencia de micorrizas en las raíces. Se contará el número de plantas con evidencia física de micorriza.

Con un bisturí se seccionó la estructura de la planta, dividiéndola en parte aérea y radicular.

**Biomasa seca radicular:** con una balanza analítica se pesará la biomasa fresca del volumen radicular, posteriormente se ingresará a una estufa a 60° C para que se seque, al cabo de 24 horas, o hasta obtener un peso constante; las plantas fueron extraídas y prensadas con la finalidad de conocer el peso seco radicular.

**Biomasa seca aérea:** con una balanza analítica fue pesada la biomasa fresca del volumen aéreo, posteriormente se ingresará a una estufa a 60° C para que se seque, al cabo de 24 horas, o hasta obtener un peso constante; las plantas serán extraídas y prensadas con la finalidad de conocer el peso seco aéreo.

### **3.7. Procedimientos de análisis de datos**

Los datos del experimento de propagación de brinzales, fueron sometidos a pruebas de normalidad (Kolmogórov-Smirnov); también fueron sometidos a un análisis de varianza a base de prueba de F a 95% de probabilidad ( $p < 0,05$ ); la comparación de medias de los tratamientos se realizó mediante la prueba de Duncan a 95% de probabilidad ( $p < 0,05$ ).

Terminada la recolección de datos en vivero, se separaron plantas al azar de cada tratamiento con hojas, tallos y raíces. Para determinar la variable de proporción altura/raíz, se determinó el peso en masa verde de la parte aérea y radical en una balanza analítica, luego se secaron las muestras en una estufa a 60°, con los resultados se calculó la proporción altura/raíz e índice de calidad de Dickson (ICD) (Domínguez-Liévano & Espinosa-Zaragoza, 2021), se utilizó las fórmulas empleadas por los autores antes mencionado.

Ecuaciones propuestas por Domínguez-Liévano y Espinosa-zaragoza (2021).

### **Proporción altura/raíz (PAR)**

$$PAR = \frac{\text{Peso seco parte aérea (g)}}{\text{Peso seco de la raíz (g)}} \text{-----} (1)$$

### **Índice de robustez (IR)**

$$IR = \frac{\text{Altura (cm)}}{\text{Diámetro de tallo (mm)}} \text{-----} (2)$$

### **Índice de calidad de Dickson (ICD)**

$$ICD = \frac{\text{Masa seca total(g)}}{\frac{\text{Altura (cm)}}{\text{Diámetro (mm)}} + \frac{\text{Masa seca parte aérea (g)}}{\text{Masa seca de la raíz (g)}}} \text{-----} (3)$$

## **3.8. Material y equipos**

### **3.8.1. Materiales de escritorio**

Para la planificación, ejecución y procesamiento de datos se utilizaron materiales de escritorio como lapiceros, lápices y corrector en el llenado de fichas, registros y apuntes; regla para trazar márgenes y medidas gráficas; sobres manila para guardar y transportar de manera segura los documentos en físico; y un engrapador para mantener los documentos organizados.

Lapiceros

Lápices

Corrector

Regla

Sobre manila

Engrapador

### **3.8.2. Materiales de campo**

Estos materiales fueron utilizados durante la fase experimental permitiendo llevar a cabo un experimento efectivo. La libreta de campo utilizada para el registro inmediato y manual

de los datos biométricos obtenidos manteniendo un registro consecutivo y ordenado; plumón indeleble útil para rotulado de unidades experimentales manteniendo las codificaciones en todo momento; cinta de embalaje se utilizó para el transporte de insumos y para proteger las etiquetas de la humedad; balde útil para mezcla de sustratos y transporte de agua; cooler funcional para transportar y conservar los inóculos de micorrizas, uso característico para mantener una adecuada temperatura baja y garantizar la viabilidad biológica de microorganismos; y el Myco Grow inoculantes micorrízicos en polvo encargados de garantizar la vigorosidad de los brinzales.

Libreta de campo

Plumón indeleble

Cinta de embalaje

Cinta masking

Malla Rachell

Baldes

Coolers

Myco Grow

### **3.8.3. Herramientas**

Este conjunto de herramientas es indispensable en un vivero y cumplen las funciones principales durante la adecuación del medio de crecimiento y el manejo que se le dio a los brinzales durante la experimentación.

Picota

Wincha

Tijera

Palana

Carretilla

Zaranda

#### **3.8.4. Equipos de campo**

Durante la experimentación y la obtención de los datos cuantitativos fue fundamental el uso de los siguientes equipos como: la balanza analítica que permitió obtener de manera precisa la biomasa de los brinzales; el vernier digital resulto esencial para las mediciones de longitud y ancho de los brinzales facilitando obtener los incrementos mínimos en los parámetros; asimismo, la cámara fotográfica útil para registrar la evidencia y los cambios en los brinzales y finalmente el GPS desempeño un papel clave al permitir establecer las coordenadas y la georreferenciación de los puntos de estudio.

Balanza analítica

Vernier digital

Cámara fotográfica

GPS

#### **3.8.5. Equipos de gabinete**

Los equipos de gabinete fueron fundamentales durante la planificación, ejecución y procesamiento de datos en la investigación; la laptop, como equipo portátil resulto esencial para la gestión de los datos base, la redacción de informe y la búsqueda de bibliografía; la impresora fue útil para generar el soporte físico de fichas y formatos de registros de campo; asimismo, Word se empleó en la elaboración del marco teórico y conformación final de la tesis; Excel permitió organizar y almacenar datos para su posterior análisis, mientras que el Spss facilito el análisis estadístico, aportando consistencia y rigor técnico-científico al estudio.

Laptop

Impresora

Softwares (Excel, Word, IBM Spss Statistics)

### **3.9. Aspectos éticos**

Se declara que en la presente investigación no hubo conflictos de interés y que todos los procedimientos de recolección de muestras, manejo de sustratos y de plantación de brinzales se realizaron sin causar daño al ecosistema natural, evitando la degradación del hábitat de *P. multijuga* y otras especies locales; es por ello también garantizar que su manipulación y cultivo de *P. multijuga*. no pongan en riesgo su conservación; para la recolección de brinzales se solicitó permiso a los propietarios de sus tierras. La investigación fue realizada teniendo en cuenta todo lo planteado en el proyecto sin alterar los datos por ningún motivo.

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS

#### 4.1. Descripción de resultados

##### 4.1.1. *Medición de parámetros morfológicos de los brinzales de (P. multijuga)*

La medición de los parámetros morfológicos (altura, DAP, número de hojas y supervivencia) de los brinzales utilizados en el experimento se realizó en tres momentos: 1° medición inmediatamente después de la recolección de campo, 2° medición a las cuatro semanas y la 3° medición a los seis meses, en la Tabla 3 se detallan los resultados obtenidos.

Según los resultados de la tabla 3, existe ligeras variaciones en el desarrollo morfológico de los brinzales; en la primera medición, los valores más altos en altura fueron en el T3 y T6 con  $8,57 \pm 0,79$  cm y  $8,65 \pm 0,66$  cm, mientras que el de menor tamaño fue el T1 con  $5,68 \pm 0,65$  cm; el diámetro del cuello de la planta mostró valores muy similares con datos que oscilan alrededor de 3,3 mm destacando el T5 con  $3,63 \pm 0,34$  mm. En la segunda medición, un mes después, hubo un leve incremento en altura, destacando nuevamente T3 y T6 con  $8,60 \pm 0,80$  cm y  $8,70 \pm 0,66$  cm, con incremento de 0,03 cm; en esta evaluación lo más relevante es el número de hojas que se redujo considerablemente y se debe al estrés de las plantas consecuencia del trasplante y adaptación. En la tercera medición, a los seis meses, nuevamente las plantas con mayor promedio de altura fue T3 ( $8,89 \pm 0,80$  cm) y T6 ( $8,95 \pm 0,66$  cm) con aumento de 0,29 y 0,3 cm respectivamente, respecto al diámetro de cuello T5 obtuvo  $3,92 \pm 0,35$  mm, seguido de T1 con  $3,78 \pm 0,20$  mm, con aumento de 0,29 y 0,35 mm, mientras que el número de hojas recupera el contenido de unidades. Por lo tanto, los resultados más destacados fueron T3 y T6 en cuanto a altura y cantidad de hojas, mientras que T1 alcanzó mejor engrosamiento de tallo.

**Tabla 3***Comparación de mediciones de los parámetros morfológicos de los brinzales*

Tratamiento	Brinzales adquiridos (1° medición)			Brinzales en vivero al mes (2° medición)			Brinzales en vivero a los 6 meses (3° medición)		
	Altura de planta (cm)	Diámetro del cuello de planta (mm)	Número de hojas	Altura de planta (cm)	Diámetro del cuello de planta (mm)	Número de hojas	Altura de planta (cm)	Diámetro del cuello de planta (mm)	Número de hojas
T1	5,68 ±0,65	3,43 ±0,23	9,13 ±0,79	5,71 ±0,65	3,51 ±0,22	6,13 ±1,01	6,06 ±0,62	3,78 ±0,20	9,75 ±0,77
T2	7,82 ±1,44	3,10 ±0,19	8,20 ±1,77	7,88 ±1,44	3,13 ±0,19	4,40 ±1,21	8,10 ±1,47	3,28 ±0,20	8,20 ±1,46
T3	8,57 ±0,79	3,46 ±0,38	12,00 ±1,83	8,60 ±0,80	3,50 ±0,38	6,89 ±0,77	8,89 ±0,80	3,69 ±0,39	11,22 ±1,16
T4	7,13 ±1,34	3,06 ±0,12	9,57 ±1,17	7,17 ±1,34	3,09 ±0,13	4,57 ±1,00	7,44 ±1,37	3,30 ±0,13	6,86 ±1,01
T5	7,05 ±0,68	3,63 ±0,34	9,50 ±1,68	7,10 ±0,67	3,69 ±0,34	5,25 ±1,21	7,35 ±0,67	3,92 ±0,35	7,38 ±1,49
T6	8,65 ±0,66	3,35 ±0,43	11,13 ±1,85	8,70 ±0,66	3,41 ±0,43	7,00 ±1,83	8,95 ±0,66	3,67 ±0,42	10,13 ±1,84

**4.1.2. Influencia de las micorrizas en la calidad de las plantas de *P. multijuga*.**

Para determinar la influencia de las micorrizas en las plantas de *P. multijuga* se calculó las medias de los promedios de los parámetros evaluados, además del error estándar y a partir de eso se realizó el análisis estadístico para los tratamientos con y sin micorriza. Los resultados se detallan en la Tabla 4.

En altura de la planta, aquellas donde se utilizó la micorriza muestran un mayor promedio de  $8,20 \pm 0,44$  cm, a diferencia de los tratamientos sin micorriza que obtuvieron  $6,85 \pm 0,71$  cm, esto demuestra que la micorriza influye, aunque mínimamente, pero de forma positiva. De manera consecuente según el análisis estadístico no se tiene diferencias significativas ( $p > 0,05$ ), con 0,108.

Para el diámetro del cuello de la planta tenemos un promedio con diferencia mínima, pero mayor de  $3,66 \pm 0,17$  mm, para los tratamientos con micorriza, a diferencia de aquellos sin micorriza que alcanzaron  $3,59 \pm 0,16$  mm. Según el análisis estadístico, para este indicador no existe una diferencia estadísticamente significativa ( $p > 0,05$ ) con 0,810.

En cuanto al tamaño radicular de las plantas, el promedio mayor corresponde a los tratamientos con micorriza alcanzando  $14,19 \pm 1,12$  cm, en comparación a los sin micorriza que alcanzaron  $8,42 \pm 0,61$  cm, estos resultados muestran una clara influencia de la micorriza en el crecimiento radicular. Según el análisis estadístico para este indicador si existe una diferencia estadísticamente significativa ( $p < 0,05$ ) con 0,003.

Para la relación peso de la planta fresco/seco es notable un ligero incremento en el promedio de los tratamientos con micorriza ( $1,53 \pm 0,03$  g/kg) a diferencia de los sin micorriza ( $1,46 \pm 0,04$  g/kg). De acuerdo con el análisis estadístico no existen diferencias estadísticamente significativas ( $p > 0,05$ ) con 0,115.

Respecto a la proporción altura/raíz, el promedio mayor nuevamente lo obtuvieron los tratamientos con adición de micorriza ( $1,82 \pm 0,13$ ), respecto a aquellos sin adición de micorriza que obtuvieron ( $1,60 \pm 0,10$ ), los resultados indican mejor relación funcional entre desarrollo aéreo y de raíz en aquellas plantas con micorriza. Sin embargo, el análisis estadístico para este indicador establece que no existe diferencia estadísticamente significativa ( $p > 0,05$ ) con 0,296. Finalmente, en cuanto al índice de robustez se tiene una leve diferencia en los tratamientos con micorriza de  $2,36 \pm 0,15$  y  $1,99 \pm 0,28$  en los tratamientos sin micorriza y según el análisis estadístico las diferencias no tuvieron variaciones estadísticas significativas ( $p > 0,05$ ) con 0,224. Sin embargo, el índice de Dickson como indicador integral muestra también un leve incremento para los tratamientos con micorriza ( $0,29 \pm 0,03$ ), frente a los sin micorriza ( $0,24 \pm 0,03$ ). Según el análisis estadístico se tiene un valor de 0,320 mayor a ( $p > 0,05$ ) dejando en evidencia que la micorriza influye positivamente en el crecimiento de las plantas, pero no suficiente para generar variación estadística significativa.

**Tabla 4***Análisis de parámetros biométricos e índices de calidad en tratamientos con y sin micorriza*

	Tratamientos			
	Sin micorriza	Con micorriza	Fcal	Sig.
Altura de planta (cm)	6,85 ±0,71	8,20 ±0,44	2,698	0,108
Diámetro del cuello de planta (mm)	3,59 ±0,16	3,66 ±0,17	0,059	0,810
Tamaño del sistema radicular (cm)	8,42 ±0,61	14,19 ±1,12	10,154	0,003
Peso de planta Fresco/Seco (gr/kg)	1,46 ±0,04	1,53 ±0,03	2,588	0,115
Proporción Altura/Raíz	1,60 ±0,10	1,82 ±0,13	1,118	0,296
Índice de Robustez	1,99 ±0,28	2,36 ±0,15	1,524	0,224
Índice de Dickson	0,24 ±0,03	0,29 ±0,03	1,011	0,320

**Nota.** Fcal: F calculado, Sig. Significación.

El análisis ANOVA (Tabla 5) evidencia que no hay diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos con micorriza y sin micorriza para los parámetros evaluados debido a que, en todos los casos los p-valor sobrepasan el 0,05 con valores de 0,108, 0,810, 0,115, 0,296, 0,224 y 0,320 respectivamente a excepción de longitud de raíz que sí mostró ser estadísticamente significativa con 0,003. Esto demuestra que los efectos de la micorriza en las plantas fueron poco significativo a excepción del crecimiento radicular, caso que puede atribuirse a factores como la calidad de los sustratos, condiciones climáticas, manejo en vivero, entre otros.

**Tabla 5***Análisis de varianza ANOVA para los tratamientos con y sin micorriza*

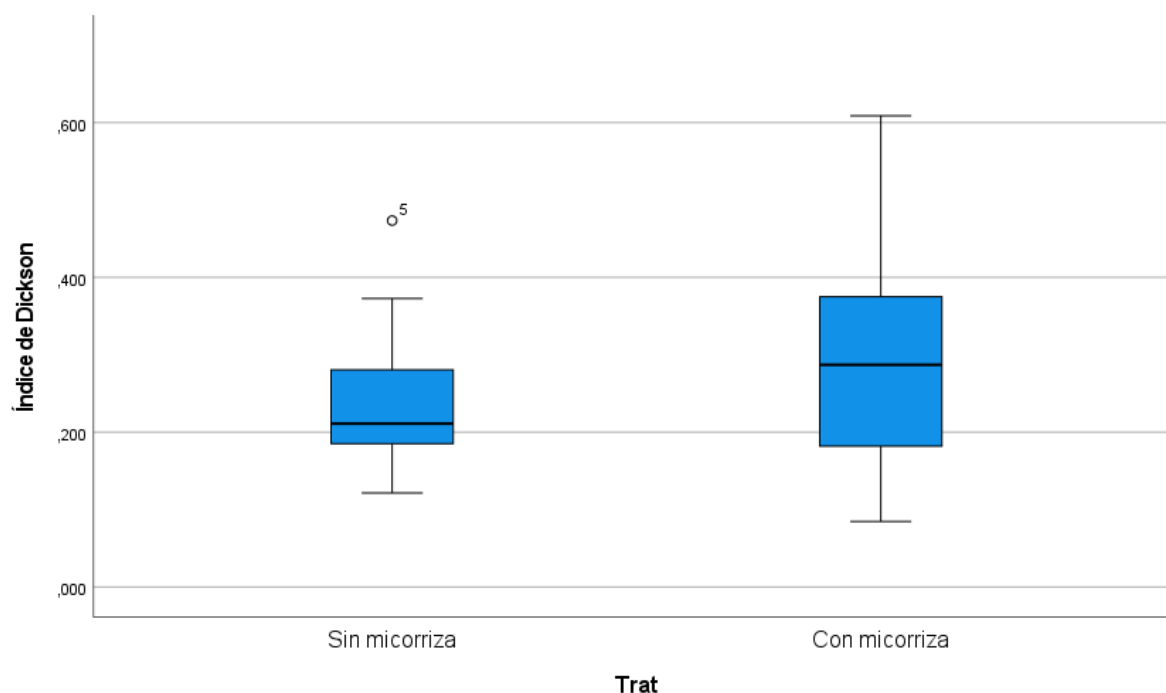
		ANOVA					
		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.	
Altura de planta	Entre grupos	17,022	1	17,022	2,698	0,108	
	Dentro de grupos	271,262	43	6,308			
	Total	288,284	44				
Diámetro de cuello de planta	Entre grupos	0,046	1	0,046	0,059	0,810	
	Dentro de grupos	330,514	43	0,779			
	Total	33,560	44				
Tamaño del sistema radicular	Entre grupos	307,180	1	307,180	10,154	0,003	
	Dentro de grupos	1300,798	43	30,251			
	Total	1607,978	44				
		Entre grupos	0,053	1	0,053	2,588	0,115

Peso de planta fresco/seco	Dentro de grupos	0,888	43	0,021		
	Total	0,941	44			
Proporción Altura/Raíz	Entre grupos	0,457	1	0,457	1,118	0,296
	Dentro de grupos	17,560	43	0,408		
	Total	180,017	44			
Índice de Robustez	Entre grupos	1,265	1	1,265	1,524	0,224
	Dentro de grupos	35,700	43	0,830		
	Total	36,966	44			
Índice de Dickson	Entre grupos	0,018	1	0,018	1,011	0,320
	Dentro de grupos	0,755	43	0,018		
	Total	0,773	44			

En el diagrama de cajas (figura 3) se puede apreciar que el índice de Dickson es ligeramente superior en los tratamientos con micorriza. En el lado izquierdo del diagrama (Trat sin micorriza) se puede notar que la mediana fluye alrededor de 0,20 con una distribución más estrecha, indicando calidad más homogénea en las plantas, pero con valores inferiores. Por el contrario, al lado derecho (Trat con micorriza) la mediana es más alta y oscila alrededor de 0,30 con un rango intercuartílico de mayor amplitud, esto indica la influencia de la micorriza en la calidad de las plantas.

**Figura 3**

*Índice de Dickson en los tratamientos con y sin micorriza*



#### **4.1.3. Influencia de la dosis de micorrizas y tipo de sustrato en la calidad de planta de *P. multijuga*.**

La Tabla 6 evidencia la influencia de la dosis de micorriza y el tipo de sustrato en la calidad de las plantas, se muestra la media, el error estándar y la calidad de las plantas por tratamiento realizado, según los rangos establecidos en Apéndice 1.

En cuanto al parámetro de altura de planta, los promedios oscilaron entre  $6,06 \pm 0,62$  cm y  $8,95 \pm 0,66$  cm, longitud que lo clasifica como calidad baja para todos los tratamientos. Los tratamientos con mayores promedios fueron T3 y T6 ( $8,89 \pm 0,80$  y  $8,95 \pm 0,66$ ), además del T2 ( $8,10 \pm 1,47$  cm) que alcanzó longitudes considerables teniendo en cuenta que este fue tratamiento sin adición de micorriza;  $p > 0,05$  con 0,191, estableciendo que no es estadísticamente significativo.

Para el diámetro del cuello de la planta se obtuvo valores casi homogéneos que van desde  $3,28 \pm 0,20$  a  $3,92 \pm 0,35$  mm. En cuanto a la calidad, según la clasificación es de calidad media para

todos los tratamientos, los promedios más destacados fueron T5 ( $3,92 \pm 0,35$ ) y T1 ( $3,78 \pm 0,20$ ), según los datos obtenidos y teniendo en cuenta la clasificación de calidad se tiene un buen desarrollo del tallo bajo los tratamientos sin considerar el efecto de la micorriza porque los resultados mantienen similitud;  $p > 0,05$  con  $0,718$ , mostrando que no es estadísticamente significativo.

El tamaño radicular mostró diferencia significativa para los tratamientos con y sin micorriza, para aquellos con micorriza los promedios oscilaron entre  $12,14 \pm 1,88$ cm y  $15,83 \pm 2,28$  cm, mientras que los sin micorriza fueron de  $7,56 \pm 0,61$ cm a  $9,80 \pm 1,07$ cm. los tratamientos con mejores promedios fueron T3 y T6. Los resultados manifiestan que el desarrollo de las raíces está asociados a las dosis de micorrizas, aspecto fundamental que se debe considerar para la adsorción de agua y nutrientes;  $p < 0,05$  con  $0,046$ , esto indica que, para este indicador la variación es estadísticamente significativa.

En cuanto al peso de la planta fresco/seco los resultados obtenidos son homogéneos, con valores que oscilan entre  $1,44 \pm 0,06$  a  $1,58 \pm 0,05$ , los promedios más notables lo tienen el T5, T4 y T3, estos resultados indican que la biomasa acumulada es considerablemente uniforme;  $p > 0,05$  con  $0,358$ , mostrando que no es estadísticamente significativo.

La proporción altura/raíz manifiesta ligeras variaciones, los valores más altos lo tienen el T4 ( $2,12 \pm 0,29$ ) y T3 ( $2,08 \pm 0,13$ ) y el más bajo el T2 ( $1,39 \pm 0,21$ ), según la clasificación de calidad el T1, T2, T5 y T6 son considerados de calidad alta, mientras que T3 y T4 calidad media. Esto indica que, en los tratamientos de calidad alta el crecimiento aéreo y radical es más equilibrado;  $p > 0,05$  con  $0,133$ , no es estadísticamente significativo.

Para el índice de robustez los valores obtenidos en todos los tratamientos fueron clasificados como calidad alta con valores sobresalientes en T6 ( $2,70 \pm 0,41$ ) y T2 ( $2,59 \pm 0,62$ ), esto da a entender que existe una equilibrada relación entre longitud y diámetro del cuello de las plantas,

característica fundamental que hace que las plantas tengan mejor resistencia mecánica;  $p > 0,05$  con 0,155, no es estadísticamente significativo.

Por último, el indicador general de calidad, índice de Dickson muestra resultados de calidad media para la mayoría de los tratamientos, a excepción del T2. Los tratamientos con mayor promedio fueron T6 ( $0,33 \pm 0,05$ ) y T3 ( $0,31 \pm 0,06$ ), mientras que T2 ( $0,19 \pm 0,03$ ) fue de calidad baja;  $p > 0,05$  con 0,347, no es estadísticamente significativo.

**Tabla 6**

*Dosis de micorriza y tipo de sustrato en la calidad de la planta de P. multijuga.*

	T1		T2		T3		T4		T5		T6		Fcal	Sig.
	Media ±EE	Cal	Media ±EE	Cal	Media ±EE	Cal	Media ±EE	Cal	Media ±EE	Cal	Media ±EE	Cal		
Altura de planta (cm)	6,06 ±0,6 2	Baja	8,10 ±1,4 7	Baja	8,89 ±0,8 0	Baja	7,44 ±1,3 7	Baja	7,35 ±0,6 7	Baja	8,95 ±0,6 6	Baja	1,57 2	0,19 1
Diámetro del cuello de planta (mm)	3,78 ±0,2 0	Media	3,28 ±0,2 0	Media	3,69 ±0,3 9	Media	3,30 ±0,1 3	Media	3,92 ±0,3 5	Media	3,67 ±0,4 2	Media	0,57 6	0,71 8
Tamaño del sistema radicular (cm)	7,56 ±0,6 1	-	9,80 ±1,0 7	-	15,8 ±2,2 8	-	12,1 ±1,8 8	-	13,1 ±1,5 8	-	15,1 ±3,0 2	-	2,50 8	0,04 6
Peso de planta Fresco/Seco (gr/kg)	1,47 ±0,0 5	-	1,44 ±0,0 6	-	1,54 ±0,0 5	-	1,54 ±0,0 7	-	1,58 ±0,0 5	-	1,46 ±0,0 4	-	1,13 5	0,35 8
Proporción Altura/Raíz	1,73 ±0,0 9	Alta	1,39 ±0,2 1	Alta	2,08 ±0,1 3	Media	2,12 ±0,2 9	Media	1,61 ±0,3 1	Alta	1,47 ±0,2 4	Alta	1,81 0	0,13 3
Índice de Robustez	1,61 ±0,1 5	Alta	2,59 ±0,6 2	Alta	2,46 ±0,1 5	Alta	2,29 ±0,4 3	Alta	1,95 ±0,2 1	Alta	2,70 ±0,4 1	Alta	1,71 0	0,15 5
Índice de Dickson	0,28 ±0,0 4	Media	0,19 ±0,0 3	Baja	0,31 ±0,0 6	Media	0,22 ±0,0 3	Media	0,28 ±0,0 4	Media	0,33 ±0,0 5	Media	1,15 8	0,34 7

**Nota.** EE= error estándar, Cal= calidad

El análisis estadístico ANOVA (tabla 7) muestra que no existe diferencias estadísticas significativas entre tipo de sustratos y dosis de micorriza sobre los parámetros evaluados de la planta, los valores de significancia sobrepasan el p-valor, a excepción del crecimiento de raíz que está por debajo del p-valor, con 0,046. Algunos de los tratamientos mostraron ciertas

mejoras en los parámetros evaluados, los cuales no alcanzaron estadísticas significativas, pero sí manifiestan respuesta positiva a la adición de micorriza.

**Tabla 7**

*Análisis de varianza ANOVA para determinar la calidad de la planta*

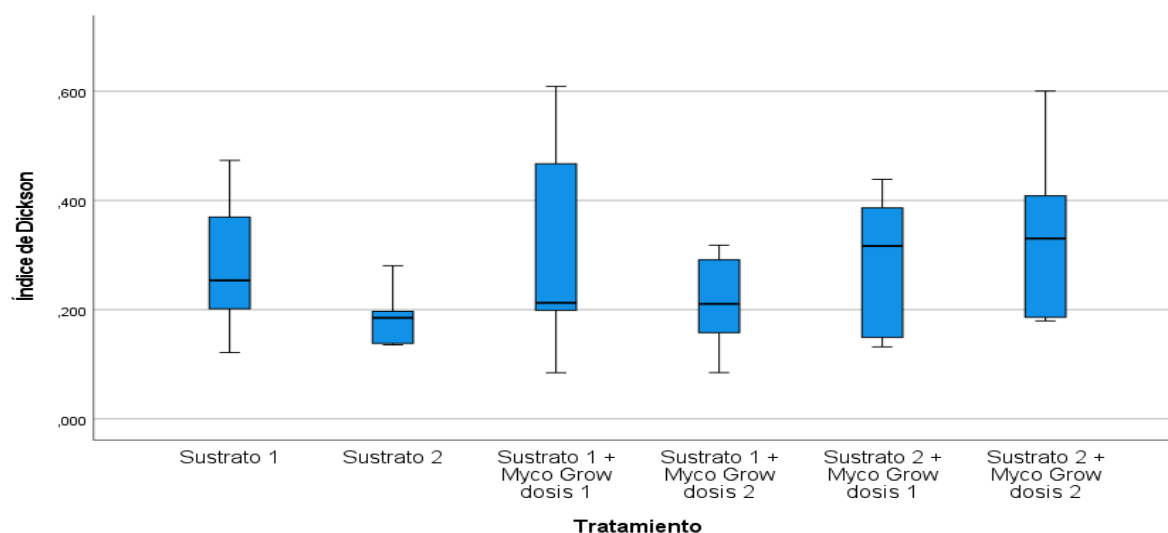
		ANOVA				
		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	Fcal.	Sig.
Altura de planta	Entre grupos	48,360	5	9,672	1,572	0,191
	Dentro de grupos	239,925	39	6,152		
	Total	288,284	44			
Diámetro de cuello de planta	Entre grupos	2,307	5	0,461	0,576	0,718
	Dentro de grupos	31,253	39	0,801		
	Total	33,560	44			
Tamaño del sistema radicular	Entre grupos	391,258	5	78,252	2,508	0,046
	Dentro de grupos	1216,720	39	31,198		
	Total	1607,978	44			
Peso de planta fresco/seco	Entre grupos	0,120	5	0,024	1,135	0,358
	Dentro de grupos	0,822	39	0,021		
	Total	0,941	44			
Proporción Altura/Raíz	Entre grupos	3,394	5	0,679	1,810	0,133
	Dentro de grupos	14,623	39	0,375		
	Total	18,017	44			
Índice de Robustez	Entre grupos	6,646	5	1,329	1,710	0,155
	Dentro de grupos	30,319	39	0,777		
	Total	36,966	44			
Índice de Dickson	Entre grupos	0,100	5	0,020	1,158	0,347
	Dentro de grupos	0,673	39	0,017		
	Total	0,773	44			

En la tabla 8 la prueba de comparación múltiple agrupo los tratamientos en dos subconjuntos homogéneos para  $\alpha = 0,05$ , el tratamiento que muestran mayor promedio es el Sustrato 1 + Myco Grow dosis 1 con valores 15,833 mientras que el peor tratamiento es el Sustrato 1 con un valor de 7,563 indicando que la aplicación de Myco Grow mejoró significativamente el tamaño del sistema radicular respecto al sustrato sin inoculante; también dentro de cada subgrupo no existen diferencias estadísticas porque los valores de significancia son mayores a 0,05.

**Tabla 8***Prueba de Duncan para el tamaño del sistema radicular*

Pruebas de comparación múltiple de Duncan			
Tratamiento	N	Subconjuntos	
		1	2
Sustrato 1	8	7,563	
Sustrato 2	5	9,800	9,800
Sustrato 1 + Myco Grow dosis 2	7	12,143	12,143
Sustrato 2 + Myco Grow dosis 1	8	13,188	13,188
Sustrato 2 + Myco Grow dosis 2	8		15,125
Sustrato 1 + Myco Grow dosis 1	9		15,833
Sig.		,087	,073

En la Figura 4 se aprecia las diferencias en la calidad de planta. El T2 muestra la mediana más baja y baja dispersión; en cambio, el T1 muestra resultados superiores, teniendo en cuenta que estos dos primeros fueron sin la adición de micorriza. Mientras que, el T3, T5 y T6 obtuvieron las medianas más altas, dejando en evidencia una mejora en la calidad de la planta por efecto de la micorriza. En cuanto a la dispersión de valores el T3 muestra una mayor dispersión.

**Figura 4***Índice de Dickson en tratamientos con y sin micorriza que determinan la calidad de planta*

#### 4.1.4. Influencia de diferentes dosis de micorrizas en la supervivencia de *P. multijuga*.

En el apartado siguiente se detalla las evaluaciones de supervivencia de brinzales que fueron realizados el día de instalación en vivero, a las 4 semanas y a los seis meses en los tratamientos con y sin micorriza.

Según la tabla 9, es notable la variación de los valores obtenidos en la supervivencia, para el T1 las plantas se redujeron de 90 a 48 con un porcentaje de supervivencia de 53%, en esta misma relación T2: de 90 a 49 y 54%, T3: de 90 a 53 y 59%, T4: de 90 a 53 y 59%, T5: 90 a 38 y 42% y T6: de 90 a 34 y 38%.

Otro aspecto importante que resaltar de la tabla es sobre las dosis de micorriza, en los T1 y T2 equivalentes a S1 y S2 (Tabla 2) sin micorriza la supervivencia promedio fue de 53,5%; en los T3 y T4 equivalentes a S1 y S2 + 6 kg/m<sup>3</sup> Myco Grow, el promedio fue de 59%, con un notable incremento respecto a los sin micorriza; en cambio, en los T5y T6 equivalentes a S1 y S2 + 12 kg/m<sup>3</sup> Myco Grow, se obtuvo un promedio de 40% incluso por debajo de los tratamientos sin micorriza.

**Tabla 9**

*Supervivencia de los brinzales por momento de evaluación*

TRATAMIENTO		SUPERVIVENCIA			SUPERVIVENCIA %
		EVALUACIONES			
		1°	2°	3°	
T1	Vivas	90	87	48	53
	Muertas	0	3	42	
T2	Vivas	90	79	49	54
	Muertas	0	1	41	
T3	Vivas	90	85	53	59
	Muertas	0	5	37	
T4	Vivas	90	85	53	59
	Muertas	0	5	37	
T5	Vivas	90	81	38	42
	Muertas	0	9	52	
T6	Vivas	90	72	34	38
	Muertas	0	8	56	

En la tabla 10 se utilizó el modelo lineal generalizado con distribución binomial porque la variable de respuesta es dicotómica (viva/muerta), este detalle no permite utilizar modelos clásicos, resultando el modelo utilizado como el más adecuado. Además, el enlace logit permite hacer un modelamiento entre dosis y sustrato. Bajo esta explicación, los resultados adquiridos del análisis estadístico indican que los tratamientos obtuvieron un p-valor menor a 0.05 ( $X^2:15,135$ ; gl:5 y p: 0,010), indicando que el efecto fue estadísticamente significativo, esto atribuye que la micorriza influye significativamente en la supervivencia de brinzales. De similar manera, respecto al momento de evaluación se obtuvo  $X^2:154,252$ ; gl:2 y p: 0,001, mostrando que es estadísticamente significativo y dando a conocer la progresiva reducción de supervivencia en función del tiempo. Por el contrario, la relación tratamiento/evaluación arrojó  $X^2:5,817$ ; gl:5 y p: 0,324, indicando que no es estadísticamente significativa y dando a conocer el efecto favorable de micorriza sobre la supervivencia que se mantiene firme a través de la evaluación.

**Tabla 10**

*Análisis estadístico según el modelo lineal generalizado con distribución binomial y función de enlace logit*

Factor	Chi-cuadrado de Wald	gl	Sig.
Trat_num	15,135	5	0,010
Eval	154,252	2	0,000
Trat_num * Eval	5,817	5	0,324

**4.1.5. Influencia del conglomerado de *Glomus intraradices* y *Rhizophagus sp.* en el crecimiento de brinzales de *P. multijuga*.**

Para determinar la influencia de la micorriza en el crecimiento se obtuvo los valores promedio de crecimiento de los tratamientos con y sin micorriza (Tabla 11) y a partir de eso se realizó el análisis estadístico ANOVA (Tabla 11).

La media del crecimiento promedio obtenido para los tratamientos con micorriza fue de 0,35  $\pm$ 0,04 cm, mientras que, la media de los tratamientos sin micorriza fue de 0,31  $\pm$ 0,02 cm. Según los valores, se evidencia una ligera diferencia para los grupos con inoculación de micorriza.

**Tabla 11**

*Crecimiento promedio de brinzales de P. multijuga con y sin micorriza*

Tratamiento	Media $\pm$ EE (cm)
Con micorriza	0,35 $\pm$ 0,04
Sin micorriza	0,31 $\pm$ 0,02

*Nota.* EE: error estándar

En la tabla 12, de acuerdo con el análisis estadístico para determinar la influencia del conglomerado de *Glomus intraradices* y *Rhizophagus sp.* en el crecimiento de los brinzales, se evidencia la ausencia de diferencia estadística significativa entre los tratamientos con y sin micorriza; ( $p > 0,05$ ) con 0,417, este valor claramente indica que el crecimiento observado en el experimento no se atribuye de manera significativa al tratamiento con micorriza.

**Tabla 12**

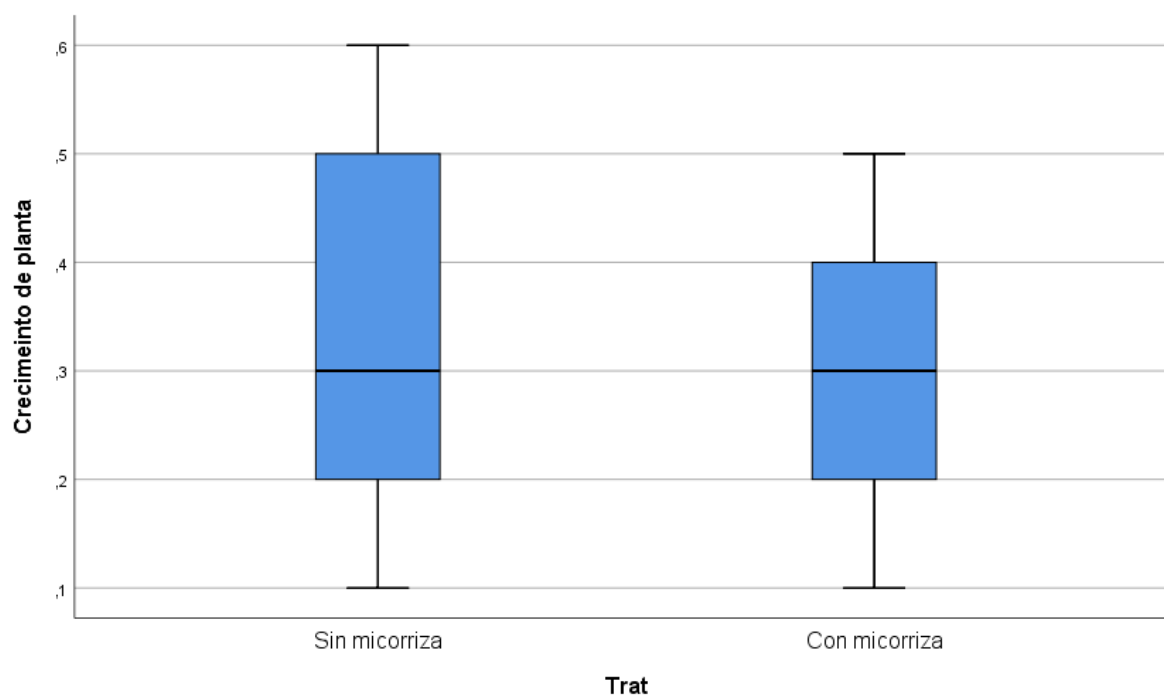
*Análisis de varianza ANOVA para el crecimiento de brinzales de P. multijuga.*

<b>Análisis estadístico ANOVA (Crecimiento de planta)</b>					
	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>gl</b>	<b>Media cuadrática</b>	<b>Fcal</b>	<b>Sig.</b>
Entre grupos	0,013	1	0,013	0,673	0,417
Dentro de grupos	0,799	43	0,019		
Total	0,812	44			

La figura 6 muestra que las medianas de los tratamientos evaluados son idénticos, los dos grupos se sitúan alrededor de 0,30, en cuanto a la dispersión de valores el tratamiento sin micorriza experimentó mayor dispersión, rango intercuartílico más extenso y valores máximos superiores. En cambio, el tratamiento con micorriza experimenta una distribución más uniforme, menos disperso y rango un poco más estrecho, resultado que establece un crecimiento más homogéneo en los brinzales con micorriza.

**Figura 5**

*Crecimiento de la planta para los tratamientos con y sin micorriza*



**4.1.6. Propiedades químicas y físicas de los sustratos para la propagación de plantones de *P. multijuga*.**

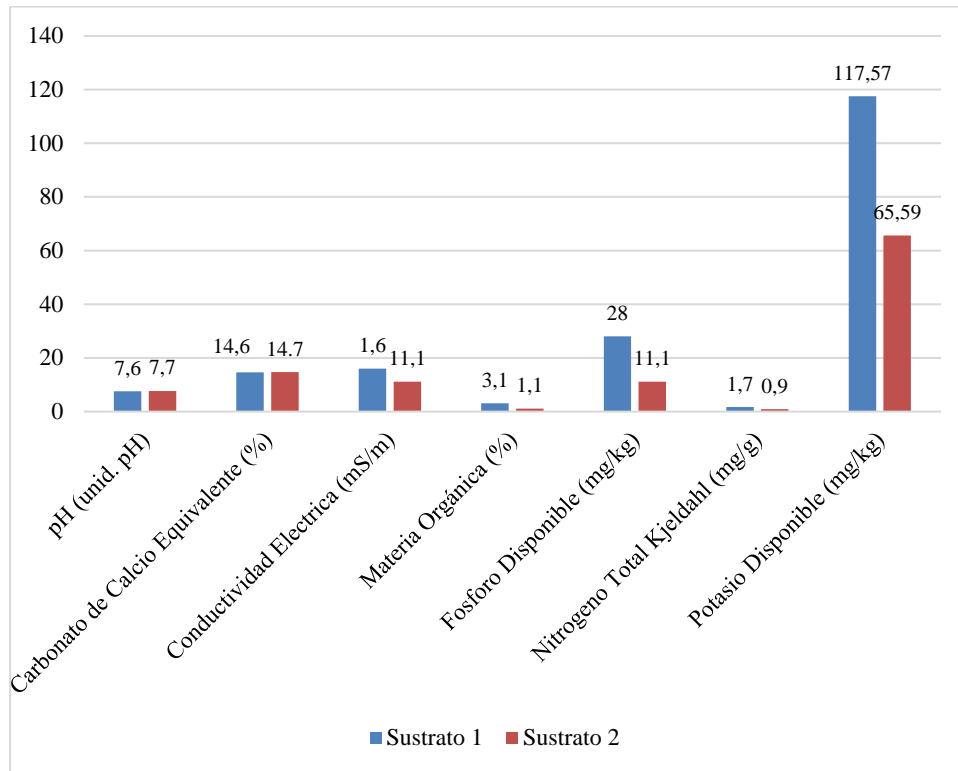
El análisis de los sustratos se realizó en los laboratorios del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA) en la ciudad de Cajamarca, entidad acreditada por el organismo de acreditación INACAL – DA. Se realizó la identificación de los parámetros químicos y físicos, los detalles de los resultados se muestran en las Figuras 7, 8, 9 y 10.

De acuerdo con el gráfico 7 se evidencia que en ambos sustratos sobresalen el contenido de Potasio (K) 117,57 mg/kg para el S1 (3 tierra de bosque + 2 arena + 1 materia orgánica) y el S2 (3 tierra agrícola + 2 arena + 1 materia orgánica) presentó 65,59 mg/kg; en Fósforo (P) S1 obtuvo 28 mg/kg y S2 11,1 mg/kg; en CE, S1 presentó 16 mS/m y S2 11,1 mS/m; en carbonato de calcio se obtuvo 14,6% para S1 y 14,7% para S2; el pH fue de 7,6 para S1 y 7,7 para S2; los valores de MO y Nitrógeno (N) fueron mínimos. Estas características nos muestran valores medios de K, valores bajos y muy bajos de P y N, deficiente MO, un pH ligeramente

alcalino y contenido sobre lo normal de carbonato de calcio, haciendo que la calidad de los sustratos sea poco favorable para plantas en vivero.

**Figura 6**

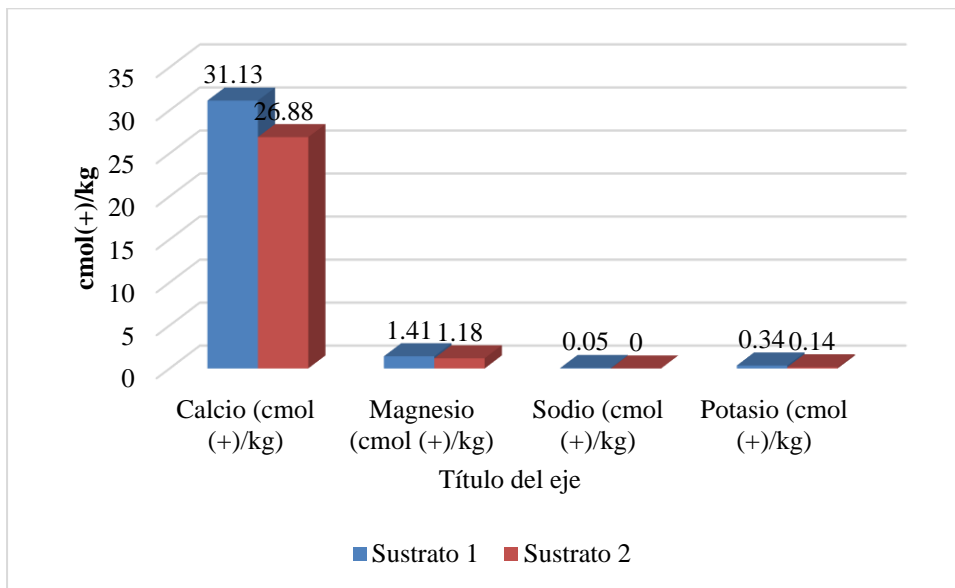
*Caracterización química de las muestras de sustrato*



Respecto a las bases intercambiables los dos sustratos que se presenta en la figura 8 mostraron alto contenido de Calcio (Ca) con 31,13 cmol/kg para S1 y 26,88 cmol/kg para S2, esto justifica el contenido calcáreo en la Figura 7 y la ligera alcalinidad en el pH, así mismo, el contenido de Magnesio (Mg) es mínimo con 1,41 y 1,18 cmol/kg para S1 y S2 respectivamente, en cuanto a Sodio (Na) y Potasio (K) los valores son relativamente bajos. Según los datos se puede atribuir que ambos sustratos presentan limitaciones en cuanto a su composición de bases intercambiables, características que puede afectar el crecimiento y desarrollo de las plantas.

**Figura 7**

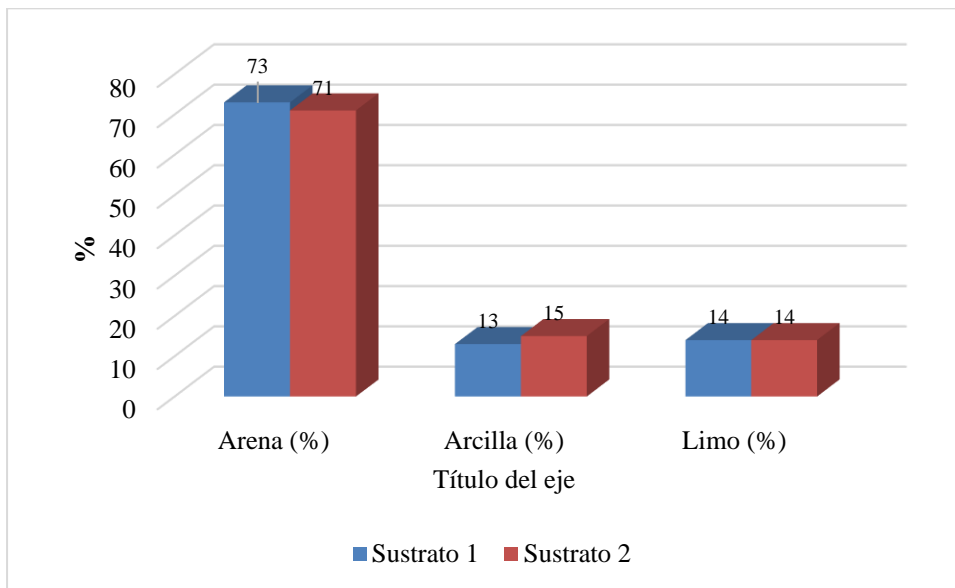
*Caracterización de bases intercambiables de las muestras de sustrato*



La Figura 9 evidencia resultados respecto a la textura, ambos sustratos tienen alto porcentaje de arena con 73 y 71% para S1 y S2, respectivamente, en cuanto al contenido de arcilla y limo los porcentajes oscilan entre 13 y 15%. Con esto su textura se define como sustratos franco arenosos con alto contenido de porosidad y limitada capacidad de retención de agua.

**Figura 8**

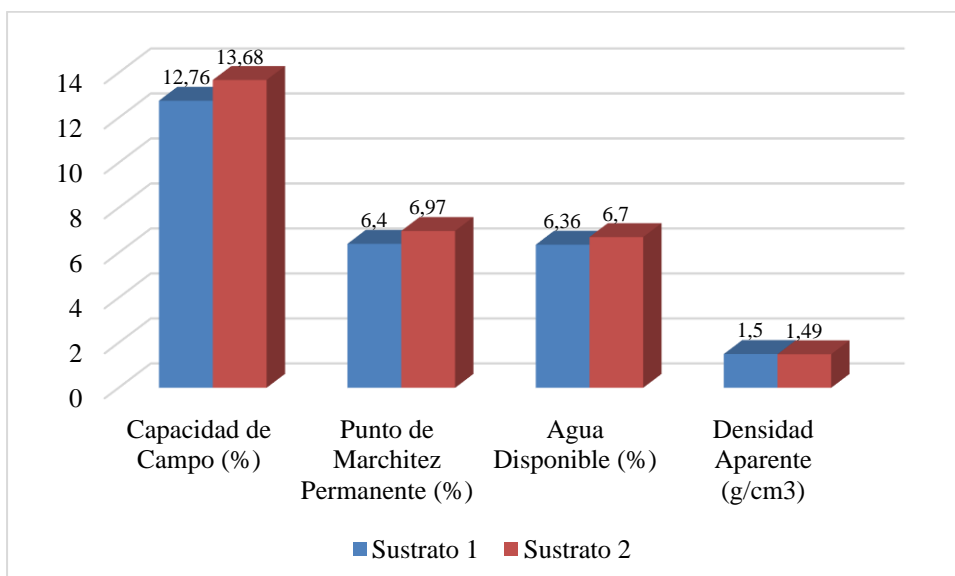
*Caracterización de la clase textural de las muestras de sustrato*



La figura 10 muestra los parámetros hídricos y se puede evidenciar que la capacidad de campo para ambos sustratos fue casi similar con valores de 12,76 y 13,68% para S1 y S2, de igual forma presentaron similares resultados para el punto de marchitez permanente y agua disponible con valores que oscilan entre 6,40 a 6,97% y por último también hubo similitud en la densidad aparente con 1,49 y 1,50 g/cm<sup>3</sup>.

**Figura 9**

*Caracterización de los parámetros hídricos de las muestras de sustrato*



## 4.2. Contrastación de hipótesis

Contraste H0/H1	Prueba	p-valor	Decisión
Crecimiento de la planta	ANOVA de 1 factor (micorriza)	0.417	No se rechaza H0

Según la contrastación de la hipótesis, mediante el análisis de varianza ANOVA de un solo factor, considerando como factor la inoculación de micorriza con significancia  $\alpha=0,05$ , se obtuvo un  $p = 0,417$ . Consecuentemente, al tener  $p > 0,05$ , no se rechaza la hipótesis nula (H0), la misma que indica que no existe influencia significativa en el crecimiento de brinzales del quinal de montaña (*P. multijuga*) en un vivero de Chota – Perú. Sin embargo, la baja significancia estadística no descarta la posibilidad de efectos biológicos en otros parámetros que han podido ocasionar el ligero efecto de la micorriza en las plantas.

## 4.3. Discusión

### 4.3.1. Influencia de las micorrizas en la calidad de las plantas de *P. multijuga*.

El objetivo específico propuesto buscó determinar la influencia de las micorrizas en la calidad de las plantas de *P. multijuga*. Los resultados muestran que la inoculación de micorriza en brinzales de la especie estudiada mejoró ligeramente los indicadores morfológicos de la planta, esto se reflejó en los promedios adquiridos en altura ( $8,20 \pm 0,44$  cm), diámetro del cuello de la planta ( $3,66 \pm 0,17$  cm), longitud radicular ( $14,19 \pm 1,12$  cm) e índice de Dickson ( $0,29 \pm 0,03$ ) en los tratamientos con micorriza. Resultados favorables obtuvieron también, Suntaxi (2025) con 62,67% de efectividad en micorrizas exógenas; Supo (2024) obtuvo promedios de 15,96 cm en longitud de raíces, crecimiento de planta de hasta 5 cm y vigor de 91,67%, también con micorrizas exógenas. Los resultados y valores ligeramente incrementados obtenidos en el estudio muestran una respuesta biológica favorable a la inoculación de micorrizas en brinzales, específicamente en parámetros que tienen que ver con el desarrollo estructural aéreo y radicular de una especie.

Sin embargo, según el análisis estadístico ANOVA se obtuvo resultados mayores al p - valor, excepto en longitud de raíz que fue de 0,003, indicando que, para este único indicador fue altamente significativo; los indicadores de calidad con p - valor mayores a 0,05 evidencian que no existe diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos con y sin adición de micorriza. Romero (2021) encontró estadísticas altamente significativas en longitud de planta y longitud de raíz, Pedemonte (2023) también encontró valores p-valor menor a 0,05 utilizando el Root-hor que mejoraron considerablemente la calidad de las plantas, pero no en todos los parámetros, establece que la efectividad en los resultados depende también de factores como el manejo en vivero. Por lo tanto, los resultados del estudio pueden estar ligados a una variabilidad entre tratamientos, a condiciones edáficas o al manejo realizado en el vivero que en su conjunto han podido llevar a obtener efectos moderados de la micorriza en los brinzales de la especie estudiada.

En consecuencia, podemos afirmar que, según los resultados obtenidos la micorriza manifiesta su efecto favorable en la especie *P. multijuga*, pero solo para mejorar la calidad de las plantas, más no es suficiente para generar incremento estadístico significativo.

#### **4.3.2. Influencia de la dosis de micorrizas y tipo de sustrato en la calidad de planta de *P. multijuga*.**

En este objetivo específico propuesto se consideró determinar la influencia de la dosis de micorrizas y tipo de sustrato en la calidad de las plantas de *P. multijuga*, los resultados muestran que la dosis de micorriza y el tipo de sustrato intervinieron de manera diferente en los parámetros morfológicos e índices de calidad de los brinzales; en cuanto a la longitud de las plantas, el promedio se mantuvo en rangos < 10 (baja calidad). Acosta (2022) obtuvo valores similares, con promedios de altura de planta < 10 cm, con la diferencia de tiempo de evaluación solo de 60 días, del mismo modo. Trevizan y Aguilar (2019) determinaron calidad baja en longitud de planta a pesar de los 12 meses de evaluación, pero solo con sustrato. En

cambio, el crecimiento radicular mostró mejores respuestas con adición de micorriza con diferencias hasta de 9 cm en promedio, similares resultados de entre 6 y 10 cm obtuvo Suntaxi (2025) con micorrizas exógenas, así mismo, Miranda (2023) encontró buen rendimiento en crecimiento de raíz en tratamiento con siembra directa y baja dosis de micorriza. Los resultados muestran mayor impacto en el desarrollo de la raíz y esto justifica la actividad de los hongos micorrícicos que favorecen la absorción de nutrientes y agua.

Los índices de calidad, específicamente el de Dickson, evidenció una mayor variabilidad entre los tratamientos que oscilan entre 0,19 a 0,33, notándose mejores valores de calidad en los grupos con adición de micorriza. Miranda (2023) obtuvo resultados adversos con ICD de 0,015, este valor indica menor variabilidad entre tratamientos. Según el análisis estadístico ANOVA los valores obtenidos fueron mayores al p-valor ( $p > 0,05$ ), indicando que no existe diferencias estadísticas significativas en casi todos los parámetros a excepción en el crecimiento radicular donde  $p < 0,05$ . Acosta (2022) encontró  $p < 0,05$ , en altura de planta y longitud de raíz con micorriza, Trevizan y Aguilar (2019) obtuvieron  $p < 0,05$ , en altura y diámetro de cuello de planta e índice de robustez. Esto define que, los efectos combinados de dosis de micorriza y tipo de sustrato del estudio fueron moderados, nuevamente resultados que pudieron ser definidos por la variabilidad entre tratamientos o condiciones edáficas o de manejo.

Para el estudio, se puede afirmar que la micorriza ha demostrado que suele mejorar en cuanto a calidad funcional y estructural de los brinzales, específicamente en el desarrollo radicular e índice integral como el de Dickson, pero no han sido suficientes para tener variación estadística significativa bajo las condiciones de la investigación.

#### **4.3.3. Influencia de diferentes dosis de micorrizas en la supervivencia de *P. multijuga*.**

En este objetivo se propuso determinar la influencia de diferentes dosis de micorrizas en la supervivencia de *P. multijuga*, los resultados muestran valores de supervivencia mayor

de 69% en los tratamientos T3 y T4 que corresponde a S1 y S2 + 6 kg/m<sup>3</sup> Myco Growl. En cambio, T5 y T6 equivalentes a S1 y S2 + 12 kg/m<sup>3</sup> Myco Grow mostraron valores bajos de 40%, incluso menores a los tratamientos sin micorriza que se mantuvieron en 53%. Valenzuela (2014) en su experimento obtuvo 30% de supervivencia en el tratamiento más elevado a los tres meses de evaluación, pero sin micorrizas, solo con estimulante y enraizante químico. Mollohuanca (2022) utilizó fitohormonas como las auxinas y citoquininas y obtuvo 87,5% de supervivencia. La comparación con otros estudios indica que los resultados obtenidos se mantienen en un rango aceptable, pero es notable, como la dosis más alta de micorriza mostró un menor porcentaje de supervivencia, esto puede deberse a que, el exceso de micorriza puede hacer que el hongo sea dañino y se convierta en un parásito para la planta, estudio como el de Miranda (2023) muestra mejores resultados con menor dosis de micorriza de 3 y 5 g a diferencia de la dosis de 8 g, el bajo rendimiento en mayor dosis lo atribuye al posible incremento de esporas.

Con el análisis estadístico se obtuvo que, para los tratamientos el p-valor es menor a 0,05, siendo estadísticamente significativo, dejando claro que la micorriza influye positivamente en la supervivencia de brinzales, pero en concentraciones bajas, donde el intercambio entre planta y hongo sea equilibrado.

#### **4.3.4. *Influencia del conglomerado de *Glomus intraradices* y *Rhizophagus sp.* en el crecimiento de brinzales de *P. multijuga*.***

Con el objetivo específico propuesto se consideró determinar la influencia de *Glomus intraradices* y *Rhizophagus sp.* en el crecimiento de brinzales de la especie de *P. multijuga*, los resultados mostraron una ligera diferencia en cuanto a los valores promedio de crecimiento de 0,35 cm en tratamientos con micorriza a 0,31 cm en tratamientos sin micorriza. La influencia de *Glomus intraradices* y *Rhizophagus sp.* es positiva, pero no es suficiente estadísticamente para obtener diferencias significativas según el análisis ANOVA, donde el p-valor es de 0,417

( $p > 0,05$ ). Esto puede indicar que el efecto de la micorriza bajo las condiciones del estudio es moderado, en algunos casos este fenómeno es notable en especies altoandinas, que hacen que los efectos sean lentos.

#### **4.3.5. *Propiedades químicas y físicas de los sustratos para la propagación de plantones de P. multijuga.***

Con el objetivo específico propuesto se buscó identificar las propiedades químicas y físicas de los sustratos para la propagación de plantones de *P. multijuga*, los resultados mostraron contenido normal de K y deficiente de P, N y MO, carbonato de calcio sobre lo normal, pH ligeramente alcalino y en las bases intercambiables un contenido por sobre lo normal de Ca. Estas características determinan que los sustratos evaluados son poco favorables para plantas forestales, principalmente en vivero, limitando la disponibilidad de los nutrientes, crecimiento y desarrollo de las plantas, Zapeta (2021) establece que, los parámetros químicos de un sustrato determinan el intercambio de nutrientes. Por lo tanto, teniendo resultados poco favorables en las características químicas, se puede atribuir como un factor limitante que ha podido producir efectos desfavorables en el experimento.

La clasificación textural de los sustratos lo establecen como francos arenosos, con porcentajes mayores a 70% de contenido de arena, capacidad de campo de 12,76 a 13,68%, punto de marchitez de 6,4 a 6,97%, agua disponible de 6,36 a 6,7% y densidad de 1,49 a 1,5 g/cm<sup>3</sup>, estas características son limitadas y hacen de los sustratos deficientes en cuanto a sus características físicas. Barbaro (2023) en su estudio recomienda que un sustrato óptimo debe tener espacio poroso total  $> 85\%$ , capacidad de retención de agua  $\leq 55\%$ , porosidad de aireación  $\geq 35\%$ . Según los datos obtenidos en el estudio, los sustratos fueron de baja capacidad de retención de agua, esto ha podido influir en el experimento y haber limitado el desarrollo de los brinzales, debido a que son plantas pequeñas trasplantadas que necesitan de humedad

permanente para su adaptación y supervivencia, por lo tanto, es recomendable para este tipo de sustratos realizar un mejoramiento físico previo, ya sea con materia orgánica o estructurantes.

## CAPÍTULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1. Conclusiones

La inoculación con micorrizas *de Glomus intraradices* y *Rhizophagus sp* en brinzales de *P. multijuga*, influye positivamente en la calidad de planta generando variaciones en altura, crecimiento de raíz, diámetro del cuello de planta e índices de calidad, pero no son suficientes para generar variaciones estadísticamente significativas, debido a que su  $p >$  valor está por encima del 0,05.

La dosis de micorriza y tipo de sustrato han determinado que, los promedios en altura en los tratamientos son de mala calidad, en diámetro del cuello de la planta calidad media, longitud radicular mayor en tratamientos con micorriza, en proporción altura raíz calidad alta para tratamientos sin micorriza y con aquellos con dosis alta, en cambio los tratamientos con menos dosis calidad media, calidad alta para índice de robustez y calidad media y baja para índice de Dickson. Sin embargo, estadísticamente los valores no son significativos debido a que el p-valor esta por sobre 0,05, a excepción del crecimiento de la raíz que fue de 0,046, mostrando una variación ligeramente estadística significativa.

Para la supervivencia la dosis 1 de micorriza (6 kg/m<sup>3</sup> Myco Grow) mostró el mejor porcentaje de supervivencia con 69%, a diferencia de la dosis 2 (12 kg/m<sup>3</sup> Myco Grow) que obtuvo 40%, muy por debajo de los tratamientos sin micorriza que obtuvieron 53% en promedio, esto define que una dosis desproporcionada por sobre lo normal afecta la supervivencia de las plantas. Los resultados obtenidos de supervivencia atribuyen un p-valor menor a 0,05, 0,010 específicamente, esto demuestra que el efecto de la micorriza entre tratamientos fue estadísticamente significativo para la supervivencia de los brinzales.

De acuerdo con los análisis de laboratorio, los sustratos según sus componentes químicos son poco adecuados para viveros, con concentraciones por sobre lo permitido de Ca,

CE, Carbonato de Calcio y un pH ligeramente alcalino, limitada concentración de N, P, K y MO. Estas características lo hacen limitante para el intercambio de nutrientes. A la vez, son sustratos franco arenosos con porcentajes bajos de capacidad de campo, punto de marchitez, agua disponible y alta densidad aparente, atribuyéndole características físicas limitantes para la retención de agua y nutrientes. En definitiva, son sustratos con limitadas características para manejo de plantas en vivero y más para aquellas como los brinzales que requieren condiciones óptimas de nutrientes y agua para su adaptabilidad y supervivencia.

## **5.2. Recomendaciones**

- A la Universidad Nacional Autónoma de Chota si va a realizar experimentos con brinzales los sustratos seleccionados deben contar con características fisicoquímicas específicas y garantizar una buena capacidad de retención de agua y nutrientes.
- A la comunidad estudiantil se le recomienda que es muy importante que un sustrato pase por un análisis completo de características fisicoquímicas antes de ser utilizado en un experimento, o en todo caso utilizar sustratos ya estudiados, esto orientará a solo evaluar los parámetros morfométricos de una planta y reducir la posibilidad de factores limitantes.
- La comunidad estudiantil en este tipo de estudios que buscan evaluar la influencia de las micorrizas en la calidad de las plantas, se recomienda no solo medir el crecimiento de los brinzales, si no también comprobar que el hongo realmente logró adaptarse en la raíz asegurando que la simbiosis hongo-raíz si se produjo.
- Desde una perspectiva metodológica, para análisis de especies nativas se recomienda que se debe realizar inoculación de micorrizas endógenas y autóctonas para ver en cuál de ellas se obtienen efectos más favorables.
- Las pruebas de viabilidad de los inóculos antes de un experimento deben realizarse para evitar que las micorrizas estén desintegradas por calor o almacenamiento.

## CAPITULO VI

### REFERENCIAS

- Acosta, D. (2022). *Efecto de tres enraizadores y tres sustratos en la propagación vegetativa de yagual (*Polylepis incana*) en el cantón Tulcán, provincia del Carchi* [Tesis Pregrado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo].  
<https://dspace.esPOCH.edu.ec:8080/server/api/core/bitstreams/e34d843b-c6b0-4533-afac-c37d7c97b259/content>
- Acosta, R. (2021). *Estudio de la diversidad de Hongos Micorrízicos Arbusculares (HMA) en el cultivo de Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis* L.), en la región San Martín* [Tesis Pregrado, Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto].  
[https://repositorio.unsm.edu.pe/backend/api/core/bitstreams/d47ab63f-2f46-4ffc-95d1-e9191506a281/content?utm\\_source=chatgpt.com](https://repositorio.unsm.edu.pe/backend/api/core/bitstreams/d47ab63f-2f46-4ffc-95d1-e9191506a281/content?utm_source=chatgpt.com)
- Alvares, M., Perna, O., Olivetti, C., Antezana, P., Municoy, S., Tuttolomondo, M., Galdopórpora, J., Alvarez, G., Olmedo, D., & Desimone, M. (2022). Recent Advances in Synthetic and Natural Biomaterials-Based Therapy for Bone Defects. *Macromolecular Bioscience*, 22(4). <https://doi.org/10.1002/mabi.202100383>
- Apaza, B. (2022). *Efecto de extracto de sauce y abonos orgánicos en el prendimiento de esquejes de queñua (*Polylepis Tomentella* Wedell.) en el vivero distrital de Tambobamba-Apurímac*. [Tesis Pregrado, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco].  
[https://repositorio.unsaac.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12918/6588/253T20220147\\_TC.pdf?isAllowed=y&sequence=1&utm\\_source](https://repositorio.unsaac.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12918/6588/253T20220147_TC.pdf?isAllowed=y&sequence=1&utm_source)
- Aperlo, D., Schrohn, H., Fernández, N., & Mestre, M. (2023). Mycorrhizae and Salicaceae: What we have learned from 2010-2020 and what comes next. *Bosque*, 44(1), 9–22.  
<https://doi.org/10.4067/S0717-92002023000100009>

- Aquino, J., Chahuaylacc, F., Nuñez, B., Juñuruco, L., Chancha, J., & Gutiérrez, J. (2024). Regeneración natural del *Alnus spp.* (aliso) en los anexos Pusqui y Dos de Mayo, Tayacaja - Huancavelica. *revistas.unat.edu.pe*.  
<https://doi.org/10.46908/tayacaja.v7i1.225>
- Astudillo, P., Grass, I., Siddons, D. C., Schabo, D., & Farwig, N. (2020). Centrality in Species-Habitat Networks Reveals the Importance of Habitat Quality for High-Andean Birds in *Polylepis* Woodlands. *Ardeola*, 67(2), 307. <https://doi.org/10.13157/arla.67.2.2020.ra5>
- Ayros, C. (2022). Dasonomía del bosque de queñua (*Polylepis spp*) de la comunidad Quello Quello en el distrito de Lampa, Puno-Perú. *Revista de Investigaciones*, 11(2), 142-154.  
<https://doi.org/10.26788/ri.v11i2.3441>
- Barbaro, L. (2023). Evaluación de las propiedades físicas del sustrato para la producción de plantines de yerba mate. *Ciencia del Suelo*, 41(2), 131-143.  
<https://ojs.suelos.org.ar/index.php/cds/article/view/786/356>
- Bedoya-Canas, L., López-Hernández, F., & Cortés, A. (2024). Climate Change Responses of High-Elevation *Polylepis* Forests. *Forests*, 15(5), 811.  
<https://doi.org/10.3390/f15050811>
- Beltrano, J., & Gimenez, D. (2020). *Cultivo en hidroponía*. In *Cultivo en hidroponía* (1a ed.). Universidad Nacional de La Plata. <https://doi.org/10.35537/10915/46752>
- Bernaola-Paucar, R., Archi, G., & Vilcapoma, M. (2022). Morphological indicators of the quality of five forest species produced in nurseries. *Agroindustrial Science*, 12(2), 175-180. <https://doi.org/10.17268/agroind.sci.2022.02.07>
- Burga-Cieza, A., Burga Cieza, J., Iglesias-Osores, S., Alcalde-Alfaro, V., Martínez-Sovero, G., Dávila-Estela, L., & Villena-Velásquez, J. (2020). Caracterización florística del relicto los Lanches del bosque montano Las Palmas – Chota, Perú. *SciELO*, 1, 20.  
<https://doi.org/10.22386/ca.v9i1.319>

- Cai, Q., Codjia, J. E. I., Buyck, B., Cui, Y., Ryberg, M., Yorou, N. S., & Yang, Z. L. (2024). The evolution of ectomycorrhizal symbiosis and host-plant switches are the main drivers for diversification of Amanitaceae (Agaricales, Basidiomycota). *BMC Biology*, 22(1). <https://doi.org/10.1186/s12915-024-02031-8>
- Carrillo-Saucedo, S., Puente-Rivera, J., Montes-Recinas, S., & Cruz-Ortega, R. (2022). Mycorrhizas as a tool for ecological restoration. *Acta Botánica Mexicana*, 129. <https://doi.org/10.21829/ABM129.2022.1932>
- Castro, S., Aldrete, A., López, J. Ordaz, V. (2020). Caracterización física y química de sustratos con base en corteza y aserrín de pino. *Madera y bosques*, 25(2), <https://doi.org/10.21829/myb/2019.2521520>
- Cauja, E. (2022). *Evaluación de la germinación de semillas de aliso (Alnus acuminata) en tres sustratos y dos procesos pregerminativos en el vivero de la Epoch*. [Tesis Pregrado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. <https://dspace.epoch.edu.ec:8080/server/api/core/bitstreams/cbb25141-36a6-42f8-a7c9-ea1373ca85e2/content>
- Chanove-Manrique, A., Salas-Camargo, A., Yopez-García, L., Mamani-Mamani, M., Benavides, O., & Cardenas-Pillco, B. (2025). Identification of arbuscular mycorrhizal fungi in queñua (*Polylepis rugulosa*) in the forest of southern Peru. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 53(1), 14256. <https://doi.org/10.15835/nbha53114256>
- Díaz, F. (2023). *Influencia de las plantaciones de pino (Pinus patula Schiede ex Schltdl. y cham.) sobre las propiedades físicas y químicas de los suelos del bosque montano de Chalamarca, Cajamarca, Perú*. [Tesis Pregrado, Universidad Nacional Autónoma de Chota]. <https://repositorio.unach.edu.pe/server/api/core/bitstreams/b950cd20-dddf-4dbd-acde-8e784c11da6c/content>

- Díaz, G., & Rosales, O. (2016). *Regeneración natural de bosques latifoliados en áreas de aprovechamiento forestal comunidad Wasakin, Rosita 2015* [Tesis Pregrado, Universidad de las Regiones Autónomas de la Costa Caribe Nicaraguense Uraccan].  
chrome-extension://efaidnbnmnnibpcajpcglclefindmkaj/http://repositorio.uraccan.edu.ni/1420/1/Monografía Gladys y Oasis.pdf
- Domínguez, D. (2020). *Efecto de los sustratos en la propagación vegetativa por esquejes del quenual (*Polylepis incana*) en condiciones de vivero en la localidad de Huacrachuco-Marañón- 2018*. [Tesis Pregrado, Universidad Nacional Hermilio Valdizán - Huánuco].  
[https://repositorio.unheval.edu.pe/backend/api/core/bitstreams/a1370a29-81d4-4947-92fe-c28a8b0880d7/content?utm\\_source](https://repositorio.unheval.edu.pe/backend/api/core/bitstreams/a1370a29-81d4-4947-92fe-c28a8b0880d7/content?utm_source)
- Domínguez-Liévano, A., & Espinosa-Zaragoza, S. (2021). Evaluación de sustratos alternativos en la germinación y crecimiento inicial de *Hymenaea courbaril* L. en condiciones de vivero. *Revista Forestal Del Perú*, 36(1), 107. <https://doi.org/10.21704/rfp.v1i36.1707>
- Domínguez, G., & Vega, L. (2021). Development of quenual seedlings (*Polylepis incana*) in the nursery as an effect of the different post-transplant substrates. *Revista Investigación Agraria*, 3(1), 28–35. <https://doi.org/https://doi.org/10.47840/ReInA.3.1.1043>
- Espinoza, T., & Kessler, M. (2022). A monograph of the genus *Polylepis* (Rosaceae). *PhytoKeys*, 203, 1–274. <https://doi.org/10.3897/phytokeys.203.83529>
- Faggioli, V. (2023). La agricultura y las micorrizas. *Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria*, 4. chrome-extension://efaidnbnmnnibpcajpcglclefindmkaj/https://repositorio.inta.gob.ar/bitstream/handle/20.500.12123/14014/INTA\_CRCordoba\_EEAMarcosJuarez\_Faggioli\_V\_Agricultura\_y\_micorrizas.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- Falcón, E., Cobas, I., Bonilla, M., & Rodríguez, O. (2021). Effect of substrate and arbuscular mycorrhiza on the root system and nutritional status of *Swietenia mahagoni* L. Jacq. *Revista Cubana de Ciencias Forestales*, 9(3), 395–411. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S2310-34692021000300395&script=sci\\_arttext](http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S2310-34692021000300395&script=sci_arttext)
- Flores, C. (2025). *Regeneración natural de especies forestales en un bosque secundario del CIEFOR Puerto Almendra, Loreto, Perú, 2022* [ Tesis Pregrado, Universidad Nacional de la Amazonia Peruana] <https://hdl.handle.net/20.500.12737/11940>
- 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 Pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca] [https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/4487?utm\\_source](https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/4487?utm_source)
- Fonseca, D., Marques, M., Dos Santos, S., Gonçalves, J., Faria, R., & Oliveira, L. (2021). Production and initial growth of forest species seedlings using sewage sludge and automated irrigation. *Ciencia e Agrotecnologia*, 45, 14. <https://doi.org/10.1590/1413-7054202145017321>
- Gonzales, A. (2020). *Prendimiento en la plantación forestal del proyecto Fortalecimiento para la forestación y reforestación con especies nativas y exóticas de Chirinos - San Ignacio - Cajamarca* [Tesis Pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca]. <http://hdl.handle.net/20.500.14074/4128>
- González, I. (2023). *La importancia de las micorrizas y sus beneficios para las plantas* [Tesis Pregrado, Universidad de la Laguna]. <http://riull.ull.es/xmlui/handle/915/33818>
- Guerra, A., Ames-Martínez, F., & Rodríguez-Ramírez, E. (2024). Wood anatomical acclimation in the endemic genus *Polylepis* in Peruvian Andean forests. *Journal Of Mountain Science*, 21(9), 2986-3000. <https://doi.org/10.1007/s11629-024-8738-1>

- Huarhua, T. (2017). *Propagación vegetativa de esquejes de queñua (Polylepis incana) con la aplicación de dos enraizadores y tres tipos de sustratos en condiciones de vivero Cujone, Torata-Moquegua*. [Tesis Pregrado, Universidad José Carlos Mariátegui]. <https://hdl.handle.net/20.500.12819/186>
- Jiménez, E. (2024). *Evaluación de sustratos orgánicos alternativos en la producción hidropónica de jitomate (Solanum lycopersicum L.)* [Tesis Pregrado, Universidad Autónoma Chapingo]. <https://repositorio.chapingo.edu.mx/server/api/core/bitstreams/8ac58729-c2a3-4b82-ac23-3d72a76bbced/content>
- Kader, S., Gratchev, I., & Michael, R. (2024). Recycled waste substrates: A systematic review. *The Science Of The Total Environment*, 953, 176029. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.176029>
- Lázaro, F. (2020). *Efectos del humus de lombriz y micorrizas en el crecimiento de plántulas de pino (Pinus radiata), distrito de Pillcomarca - Huánuco 2020* [Tesis Pregrado, Universidad de Huánuco]. [http://repositorio.udh.edu.pe/123456789/2665%0Achrome-extension://efaidnbnmnnibpcajpcglclefindmkaj/http://repositorio.udh.edu.pe/bitstream/handle/123456789/2665/Lázaro Baldeon%20Faustino.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.udh.edu.pe/123456789/2665%0Achrome-extension://efaidnbnmnnibpcajpcglclefindmkaj/http://repositorio.udh.edu.pe/bitstream/handle/123456789/2665/Lázaro%20Baldeon%20Faustino.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Lizana, S. (2019). *Enraizamiento de estacas de queñual (Polylepis spp.) de diferentes procedencias y concentraciones hormonales de AIB en camra de sub-irrigacion, Huancayo* [Tesis Pregrado, Universidad Científica del Sur]. <https://repositorio.cientifica.edu.pe/handle/20.500.12805/821>
- López, V. (2021). Distribución y estructura de bosques de *Polylepis tarapacana* en los andes argentinos. *Sociedad Argentina de Botánica*. <https://bicyt.conicet.gov.ar/fichas/produccion/10463438>

- López, V., Pérez, M., Sharry, S., & Cellini, J. (2020). Estructura vertical y horizontal en dos bosques de *Polylepis tarapacana* con diferentes situaciones ambientales. *Historia Natural*, Tercera Serie, 10(2), 165-173.  
[https://www.researchgate.net/publication/344238848\\_Estructura\\_vertical\\_y\\_horizonta](https://www.researchgate.net/publication/344238848_Estructura_vertical_y_horizonta)  
[l\\_en\\_dos\\_bosques\\_de\\_Polylepis\\_tarapacana\\_con\\_diferentes\\_situaciones\\_ambientales](https://www.researchgate.net/publication/344238848_Estructura_vertical_y_horizonta)
- Lunel, J., Yaranga, R., Arizapana, M., Venelli, M., Freire, F., & Berg, E. (2021). Socioeconomic Conditions and Landowners' Perception Affect the Intention to Restore *Polylepis* Forests in the Central Andes of Peru. *Forests*, 12(2), 118.  
<https://doi.org/10.3390/f12020118>
- Manjari, R., Malathi, g., Balasubramaniam, P., Vethamoni, P., Parwin, S., & Vanitha, K. (2024). *Exploring ideal growing media for the mass multiplication of plantation and spice crops. Journal Of Plant Nutrition*, 1-14.  
<https://doi.org/10.1080/01904167.2024.2427297>
- Manzur, N., Rodríguez, R., Razo, R., Acevedo, O., & Aguilar, O. (2024). Biomasa aérea y radicular en etapa de brinzal de *Abies religiosa* (Kunth) Schldl. & Cham. en Hidalgo. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 16(87), 28-47.  
<https://doi.org/10.29298/rmcf.v16i87.1503>
- Melendrez, H. (2024). *Propagación asexual de ishpingo (Amburana cearensis (allemão) a.c. smith) mediante esquejes incitados con root hor, en diferentes sustratos en Panchía alto – Cajamarca*. [Tesis Pregrado, Universidad Nacional de Jaén].  
[https://repositorio.unj.edu.pe/bitstream/UNJ/631/1/T\\_Melendrez%20Meza\\_IFA\\_2024.pdf?utm\\_source](https://repositorio.unj.edu.pe/bitstream/UNJ/631/1/T_Melendrez%20Meza_IFA_2024.pdf?utm_source)
- Miranda, G. (2023). *Aplicación de micorriza comercial en dos tipos de siembra de pino (Pinus radiata D. Don) en condiciones de vivero municipal del distrito de Anta - Cusco* [Tesis

- Pregrado, Universidad Nacional de San Antonio de Abad del Cusco].  
<http://hdl.handle.net/20.500.12918/8920>
- Mollohuanca, C., Bustamante, E., Mayta, L., & Bardales, R. (2022). In vitro rooting and the influence of four types of substrates on the acclimatization of Queñoa *Polylepis rugulosa* Bitter. *Manglar*, 19(1), 25-32. <https://doi.org/10.17268/manglar.2022.003>
- Naranjo-Moran, J., Pincay-Orrala, Z., & Navarrete-Mite, T. (2026) Autotrophic in vitro culture method, inoculated with native arbuscular mycorrhizae, for the adaptation of trap plants of the Asteraceae family. *Scientia Agropecuaria*, 17(1), 67-75. <https://revistas.unitru.edu.pe/index.php/scientiaagrop/article/view/6275/7035>
- Ortega, K., Cordova, B., Molina, M., Oscanoa, J., Enríquez, L., Flores, I., & Ccopi, D. (2025). An approach to the impact of weather variables on the growth of *Polylepis* species in the central Andes of Peru. *Forestry Ideas*. <http://hdl.handle.net/20.500.12955/2756>
- Pacco, F. (2022). *Efecto de extracto de sauce y abonos orgánicos en el prendimiento de esquejes de queñua (Polylepis tomentella Wedell) en el vivero distrital de Tambobamba - Apurímac* [Tesis Pregrado, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco]. <https://repositorio.unsaac.edu.pe/handle/20.500.12918/6588>
- Pedemonte, E. (2023). *Propagación vegetativa de Quinual (Polylepis racemosa) utilizando diferentes dosis de Root - Hor y diferentes tipos de estacas en Chota, Cajamarca* [Tesis Pregrado, Universidad Nacional Autónoma de Chota]. <https://repositorio.unach.edu.pe/items/6ecfa78c-4182-4873-9b5f-546f555854cc>
- Pinos, J. (2020). Challenges and conservation implications of *Polylepis* woodlands in the Andean region: Defining actions for sustainable management. *Hacquetia*, 19(2), 143-153. <https://doi.org/10.2478/hacq-2020-0001>
- Polo, L. (2021). *Evaluación de la germinación y desarrollo de plántulas de aguacate "Hass" (Persea americana Mill) con la utilización de diferentes sustratos enriquecidos con*

- micorrizas bajo condiciones de invernadero en la finca experimental Alonso Tadeo en la Parroquia* [Tesis Pregrado, Universidad Politécnica Estatal del Carchi].  
<http://repositorio.upec.edu.ec/handle/123456789/1382>
- Poupon, V., Chakraborty, D., Stejskal, J., Konrad, H., Schueler, S., & Lstibůrek, M. (2021). Accelerating Adaptation of Forest Trees to Climate Change Using Individual Tree Response Functions. *Frontiers in Plant Science*, 12, 1–7.  
<https://doi.org/10.3389/fpls.2021.758221>
- Ramos, Y. (2024). *Efecto de dosis de micorrizas y sustratos orgánicos en el enraizamiento de esquejes de queñua (Polylepis sp.) en condiciones de ambiente controlado* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional del Altiplano].  
[https://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14082/21472/Ramos\\_Rosel\\_Yimi\\_Breymer.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14082/21472/Ramos_Rosel_Yimi_Breymer.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Ramos-Huapaya, A., & Lombardi-Indacochea, I. (2020). Calidad de plantas en un vivero de tecnología intermedia en Huánuco: Estudio de caso con “*Eucalipto urograndis*” *Revista Forestal Del Perú*, 35(2), 132–145. <https://doi.org/10.21704/rfp.v35i2.1581>
- Requena-Rojas, E., Morales, M., & Villalba, R. (2020). Dendroclimatological assessment of *Polylepis rodolfo-vasquezii*: A novel *Polylepis* species in the Peru highlands. *Dendrochronologia*, 62, 125722. <https://doi.org/10.1016/j.dendro.2020.125722>
- Romaní, S. (2020). *Propiedades químicas del suelo con plantaciones de quinual (Polylepis racemosa R & P.) y ciprés (Cupressus macrocarpa), en Cullpa Alta, Huancayo, 2017* [Tesis Pregrado, Universidad Continental].  
[https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/8365/3/IV\\_FIN\\_107\\_TE\\_Romani\\_Olivera\\_2020.pdf?utm\\_source](https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/8365/3/IV_FIN_107_TE_Romani_Olivera_2020.pdf?utm_source)
- Romero, J. (2021). *Propagación vegetativa de esquejes de queñua (Polylepis incana) con la aplicación de dos enraizadores naturales y tres tipos de sustratos en condiciones de*

- vivero región Junín* [Tesis Pregrado, Universidad José Carlos Mariátegui].  
<https://repositorio.ujcm.edu.pe/handle/20.500.12819/1353>
- Salvatierra, K. (2023). *Efecto del sustrato de bagazo de caña de azúcar en la calidad morfológica de *Polylepis incana* Kunth. y *Polylepis racemosa* Ruiz y Pav. en condiciones de vivero.* [Tesis Pregrado, Universidad Nacional del Centro del Perú].  
[https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/10570/T010\\_73493558\\_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/10570/T010_73493558_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Seeliger, M., Hilton, S., Muscatt, G., Walker, C., Bass, D., Albornoz, F., Standish, R. J., Gray, N. D., Mercy, L., Rempelos, L., Schneider, C., Ryan, M. H., Bilsborrow, P. E., & Bending, G. D. (2024). New fungal primers reveal the diversity of *Mucoromycotinian arbuscular mycorrhizal* fungi and their response to nitrogen application. *Environmental Microbiome*, 19(1). <https://doi.org/10.1186/s40793-024-00617-x>
- Segovia, P. (2025). *Capacidad de infiltración en suelos con cobertura forestal de *Pinus radiata* y *Polylepis spp* en la Unidad Hidrográfica Rontoccocha-Abancay, 2021.* [Tesis Pregrado, Universidad Tecnológica de los Andes].  
<https://repositorio.utea.edu.pe/server/api/core/bitstreams/7f4416c2-3ba7-4c49-831d-5d4e6712ed78/content>
- Suntaxi, K. (2025). *Evaluación del impacto de los hongos micorrícicos arbusculares (AM) autóctonos y exógenos en el desarrollo de plantas de *Polylepis incana* Kunth* [Tesis Pregrado, Universidad de las Fuerzas Armadas].  
<https://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/46335>
- Supo, T. (2024). *Enraizamiento y crecimiento de estacas de *Queñua* (*Polylepis sp.*) Empleando diferentes sustratos en condiciones de invernadero* [Tesis de grado, Universidad Nacional de San Agustín].

[https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UNSA\\_25ce71b7ffcd45b62cfe9b671736828f](https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UNSA_25ce71b7ffcd45b62cfe9b671736828f)

Tanta S. (2021). *Morfología de las especies forestales en los relictos boscosos de Perlamayo y Coyunde, Chugur – Hualgayoc* [Tesis Pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca].

[https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14074/4677/TESIS%20SANTOS%20TANTA%20HUAM%C3%81N.pdf?isAllowed=y&sequence=1&utm\\_source](https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14074/4677/TESIS%20SANTOS%20TANTA%20HUAM%C3%81N.pdf?isAllowed=y&sequence=1&utm_source)

Teran, J. (2022). *Aprovechamiento de pañales descartables utilizados como fuente de reserva hídrica en plantaciones forestales de quinual en el valle del Mantaro* [Tesis Pregrado, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga].

[https://repositorio.unsch.edu.pe/bitstream/UNSCH/5844/1/TM CI20\\_Ter.pdf](https://repositorio.unsch.edu.pe/bitstream/UNSCH/5844/1/TM CI20_Ter.pdf)

Ticse-Otarola, G., Vidal, O. D., Andreu-Hayles, L., Quispe-Melgar, H. R., Amoroso, M. M., Santos, G. M., & Requena-Rojas, E. J. (2023). Age structure and climate sensitivity of a high Andean relict forest of *Polylepis rodolfo-vasquezii* in central Peru. *Dendrochronologia*, 79, 1–7. <https://doi.org/10.1016/j.dendro.2023.126071>

Trevizan, J., & Aguilar, R. (2019). Nursery process evaluation for obtain queñoa plants (*Polylepis rugulosa* Bitter= with different substrates in Chapiquiña, Arica and Parinacota region, Chile. *Idesia* (Arica), 37(3), 89–97. <https://doi.org/10.4067/S0718-34292019000300089>

Ugarte, A. (2022). *Propagación vegetativa de esquejes de queuña (Polylepis sp) aplicando dos enraizadores y tres tipos de sustratos en el vivero de la comunidad Pfullpuri puente Ccoyo Uscamarca, distrito Santo Tomas, Chumbivilcas-Cusco* [Tesis Pregrado, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco]. <https://repositorio.unsaac.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12918/7212/253T20220565.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Valenzuela, S. (2014). *Propagación vegetativa de yagual (Polylepis incana Kunth) mediante la aplicación de tres niveles de enraizadores y tres sustratos, vivero la Magdalena* [Tesis Pregrado, Universidad Técnica del Norte]. <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/4325>
- Vega, C., Villegas, G., Rocabado, P., Quezada, J., López, M., & Quevedo, A. (2018). Reproductive biology of three *Polylepis* species (*P. neglecta*, *P. incarum* and *P. pacensis*), with emphasis on their germinative behavior. *Ecología Austral*, 28(1) [https://bibliotecadigital.exactas.uba.ar/collection/ecologiaaustral/document/ecologiaaustral\\_v028\\_n01bis\\_p310](https://bibliotecadigital.exactas.uba.ar/collection/ecologiaaustral/document/ecologiaaustral_v028_n01bis_p310)
- Vizcaíno, P., Maldonado, I., & Cedeño, R. (2023). Metodología de la investigación científica: guía práctica. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(4), 9723-9762. [https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v7i4.7658](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i4.7658)
- WFO. (2025). WFO *Polylepis multijuga* Pilg. <https://www.worldfloraonline.org/taxon/wfo-0001004626>
- Yaranga, R., Arizapana, M., Orellana, E., Pariona, V., & Castañeda, M. (2021). Water Status of *Polylepis* Forests Related to Altitudinal Gradient, Microclimate Variables and Slope. *Journal Of Ecological Engineering*, 22(3), 151-160. <https://doi.org/10.12911/22998993/132425>
- Zapeta, A. (2021) *Evaluación del crecimiento inicial de plántulas de pino blanco (Pinus ayacahuite Ehrenberg) utilizando contenedor en cuatro sustratos* [Tesis Pregrado, Universidad de San Carlos de Guatemala]. <http://www.repositorio.usac.edu.gt/16458/1/05-2021%20FOR-ANGEL%20MARIO%20ZAPETA%20AJPOP.pdf>

## CAPITULO VII

### ANEXOS

#### Anexos 1.

##### Matriz de consistencia

Título: Influencia de las micorrizas en el crecimiento de brinzales del quinual de montaña ( <i>Polylepis multijuga</i> Pilg.) en un vivero de Chota - Perú									
Variabl e	Definición conceptua l	Definición operacion al	Problem a	Objetivos	Hipótesi s	Dime nasion es	Indicador	Escala	Instrument o
VI: Micorri zas	Grupos simbióticos entre hongos micorrízicos y raíces (Carrillo-Saucedo et al., 2022)	Aplicación de micorriza para determinar los efectos en el crecimiento de plantas.	¿Cuál es la influencia de las micorrizas en el crecimiento de brinzales del quinual de montaña ( <i>Polylepis multijuga</i> Pilg.) en un vivero de Chota - Perú?	<b>Objetivo general</b> * Determinar la influencia de las micorrizas en el crecimiento de brinzales del quinual de montaña ( <i>Polylepis multijuga</i> Pilg.) en un vivero de Chota - Perú	<b>H0:</b> No existe una influencia significativa de las micorrizas en el crecimiento de brinzales del quinual de montaña ( <i>Polylepis multijuga</i> Pilg.) en un vivero de Chota - Perú.		Dosis de micorriza	%	Ficha de registro de información
							Porcentaje de plantas inoculadas	%	
VD: Calidad de la planta de <i>Polylepis multijuga</i> Pilg. propagada mediante	La calidad de las plantas está definida por las características morfológicas de <i>Polylepis multijuga</i> Pilg., estas determinan la supervivencia y	Grado de características morfológicas de brinzales de <i>Polylepis multijuga</i> manejados en viveros y evaluados a través de		<b>Objetivos específicos</b> *Analizar de la influencia de la dosis de micorrizas y tipo de sustrato en la calidad de planta de <i>Polylepis multijuga</i> . *Analizar la influencia de		Atributos morfológicos de los brinzales de <i>Polylepis multijuga</i> Pilg.	Altura de la planta	cm, mts	Regla
							Diámetro del cuello	cm	
							Tamaño del sistema radicular	cm	
							Peso de la planta fresco/seco	gr/kg	Balanza

brinzales	adaptación (Ramos y Lombardi, 2020).	indicadores biométricos e índices de calidad.	diferentes dosis de micorrizas en el enraizamiento de <i>Polylepis multijuga</i> . *Analizar la influencia del conglomerado de Glomus intraradices y Rhizophagus sp. en el crecimiento de brinzales de P. multijuga. *Caracterizar las propiedades químicas y físicas de los sustratos para la propagación de plantones de P. multijuga.	<b>H1:</b> Existe una influencia significativa de las micorrizas en el crecimiento de brinzales del quinal de montaña ( <i>Polylepis multijuga</i> Pilg.) en un vivero de Chota - Perú.	Calidad de brinzales (varía según la especie, ejem. Pino)	Proporción altura/raíz	$PAR = \frac{Peso\ aéreo\ (g)}{Peso\ radicular\ (g)}$	Registro de datos
						Índice de robustez o esbeltez	$IR = \frac{Altura\ (cm)}{Diámetro\ (mm)}$	Registro de datos
						Índice de calidad de dickson.	$ICD = \frac{Masa\ seca\ total\ (g)}{\frac{Altura\ (cm)}{Diámetro\ (cm)} + \frac{Masa\ seca\ parte\ (g)}{Masa\ seca\ de\ la}}$	Registro de datos
VI: Tipo de sustratos	Las características físicas y químicas del sustrato son fundamentales para obtener plantas con condiciones morfológicas adecuadas (Castro et al., 2020).	Medio de crecimiento, cuyas características fisicoquímicas definen su aptitud para la producción de plantas.			Propiedades físicas de los sustratos	Porosidad	%	Probeta
						Densidad aparente	gr/ml	Probeta
						Textura (A, L, Ar)	%	Triángulo textural
						pH		pHmetro
						CIC	meq/100 grs	
						CE	µS/cm	Conductímetro
MO	%	Análisis de laboratorio						
					Micro y Macro elementos	%, ppm	Análisis de laboratorio	

## Anexo 2.

### *Calidad y rangos para indicadores del estudio*

Variable	Calidad y rango		
	Alta	Media	Baja
Altura (cm)	15--25	10—14,9	<10
Diámetro basal (mm)	$\geq 4$	2,5—3,9	<2.5
Lignina (%)	1,33—17,01	10--11.33	<10
Índice de Robustez	<6	6--8	>8
Relación Altura de Planta/longitud de raíz. (R A/LR)	$\leq 2$	2,1—2,5	>2,5
Índice de lignificación (IL)	25-30%		
Relación peso seco aéreo/peso seco de raíz	1,5-2,0	2,1-2,5	>2,5
Índice de calidad de Dickson	$\geq 0,5$	0,2—0,5	<0,2

### Anexo 3.

#### Resultado de análisis de los sustratos en laboratorio



Instituto Nacional de Innovación Agraria

## INFORME DE ENSAYO LABSAF BAÑOS DEL INCA N° 101464-25NA / SU / BI

### I. INFORMACIÓN GENERAL

Cliente : ESDAR ELI COLUNCHE CRUZADO  
 Propietario / Productor : ESDAR ELI COLUNCHE CRUZADO  
 Dirección del cliente : UNACH - CHOTA  
 Solicitado por : CLIENTE  
 Muestreado por : CLIENTE  
 Referencia del muestreo : RESERVADO POR EL CLIENTE  
 Procedencia de muestra(s) (\*\*\*\*) : COLPA MATARA - CHOTA - CHOTA - CAJAMARCA  
 Fecha(s) de muestreo (\*\*\*) : 2025-09-14  
 Fecha de recepción de muestra(s) : 2025-09-19  
 Lugar de ensayo : LABSAF BAÑOS DEL INCA  
 Fecha(s) de análisis : Del 2025-09-22 al 2025-10-13  
 Cotización del servicio : 329-25-BI  
 Fecha de emisión : 2025-10-23

### II. RESULTADO DE ANÁLISIS

ITEM	1	2				
Código de Laboratorio	SU3067-BI-25	SU3068-BI-25	-	-	-	-
Matriz Analizada	Suelo	Suelo	-	-	-	-
Fecha de Muestreo (***)	2025-09-14	2025-09-14	-	-	-	-
Hora de Inicio de Muestreo (h) (***)	10:30	10:30	-	-	-	-
Código/Identificación de la Muestra por el Cliente (***)	S1	S2	-	-	-	-
Ensayo	Unidad	LC	Resultados			
Potasio Disponible	mg/kg	0.05	117.57	65.59	-	-
Bases Intercambiables (Ca, Mg, Na y K Intercambiable)	-	-	-	-	-	-
Calcio (Ca)	cmol (+)/Kg	0.05	31.13	26.66	-	-
Magnesio (Mg)	cmol (+)/Kg	0.05	1.41	1.16	-	-
Sodio (Na)	cmol (+)/Kg	0.05	0.05	<0.05	-	-
Potasio (K)	cmol (+)/Kg	0.05	0.34	0.14	-	-
Parámetros Hídricos	-	-	-	-	-	-
Capacidad de Campo	%	-	12.76	13.66	-	-
Punto de marchitez permanente	%	-	6.40	6.97	-	-
Agua disponible	%	-	6.36	6.70	-	-
Densidad aparente	g/cm3	-	1.50	1.49	-	-



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

LABSAF Baños del Inca  
 Dirección: Jr. Wiracocha s/n Baños del Inca  
 Email: labsafbañosdelinca@inia.gov.pe

F-46 / Ver.06  
 www.inia.gov.pe



Instituto Nacional de Innovación Agraria

## INFORME DE ENSAYO LABSAF BAÑOS DEL INCA N° 101464-25NA / SU / BI

### III. METODOLOGÍA DE ENSAYO

ENSAYO	NORMA DE REFERENCIA
Potasio Disponible	Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000. Segunda Sección (31 de Diciembre 2002). Ítem 7.1.12. AS-12 // EPA 6010 D. Revisión 5. 2018. Validado (modificado y aplicado fuera del alcance) 2023 Determinación de potasio disponible en suelos con saturación de scatato de amonio IN. PH 7.0 // Inductively Coupled Plasma - Optical Emission Spectrometry.
Bases Intercambiables (Ca, Mg, Na y K Intercambiable)	Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000. Segunda Sección (31 de Diciembre 2002). Ítem 7.1.12. AS-12 // EPA 6010 D. Revisión 5. 2018. Validado (aplicado fuera del alcance) 2023 Determinación de la capacidad de intercambio catiónico y bases intercambiables del suelo (AS-12 Método de scatato de amonio para bases intercambiables: Ca, Mg, Na y K) // Inductively Coupled Plasma - Optical Emission Spectrometry.

### IV. CONSIDERACIONES

- Este informe no puede ser reproducido total, ni parcialmente sin la autorización de LABSAF y del cliente.
  - Los resultados se relacionan solamente con los ítems sometidos a ensayo
  - Los resultados se aplican a las muestras, tales como se recibieron
  - Este documento es válido sólo para el producto mencionado anteriormente.
  - 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.
- (\*\*\*) 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: Mariela Cervantes Peralta - Responsable de laboratorio del LABSAF - BAÑOS DEL INCA



Firmado digitalmente por:  
CABRERA HOYOS Hector  
Antonio FAU 20131365994 soft  
Motivo: Soy el autor del documento  
Fecha: 23/10/2025 10:12:10-0500

Firma

FIN DE INFORME DE ENSAYO



Red de Laboratorios de Suelos, Aguas y Foliare  
Acreditado con la Norma  
NTP-ISO/IEC 17025:2017  
LABSAF Baños del Inca  
Dirección: Jr. Wiracocha s/n Baños del Inca  
Email: labsafbanosdelinca@inia.gob.pe

F-46 / Ver.06  
www.inia.gob.pe

**INFORME DE ENSAYO**  
**LABSAF BAÑOS DEL INCA**  
**N° 101464-25 / SU / BI**



**I. INFORMACIÓN GENERAL**

Cliente : ESDAR ELI COLUNCHE CRUZADO  
 Propietario / Productor : ESDAR ELI COLUNCHE CRUZADO  
 Dirección del cliente : UNACH - CHOTA  
 Solicitado por : CLIENTE  
 Muestreado por (\*\*\*) : CLIENTE  
 Referencia del muestreo (\*\*\*) : RESERVADO POR EL CLIENTE  
 Procedencia de muestra(s) (\*\*\*) : COLPA MATARA - CHOTA - CHOTA - CAJAMARCA  
 Fecha(s) de muestreo (\*\*\*) : 2025-09-14  
 Fecha de recepción de muestra(s) : 2025-09-19  
 Lugar de ensayo : LABSAF BAÑOS DEL INCA  
 Fecha(s) de análisis : Del 2025-09-22 al 2025-10-13  
 Colización del servicio : 329-25-BI  
 Fecha de emisión : 2025-10-23

**II. RESULTADO DE ANALISIS**

ITEM	1	2					
Código de Laboratorio	SU3067-BI-25	SU3068-BI-25	-	-	-	-	-
Matriz Analizada	Suelo	Suelo	-	-	-	-	-
Fecha de Muestreo (***)	2025-09-14	2025-09-14	-	-	-	-	-
Hora de Inicio de Muestreo (h) (***)	10:30	10:30	-	-	-	-	-
Código/Identificación de la Muestra por el Cliente (***)	S1	S2	-	-	-	-	-
<b>Ensayo</b>	<b>Unidad</b>	<b>LC</b>	<b>Resultados</b>				
pH	unid. pH	0.10	7.6	7.7	-	-	-
Carbonato De Calcio Equivalente	%	0.50	14.6	14.7	-	-	-
Conductividad Eléctrica	mS/m	1.00	16.0	11.1	-	-	-
Materia Orgánica	%	0.10	3.1	1.1	-	-	-
Fósforo Disponible	mg/kg	0.50	26.0	11.1	-	-	-
Nitrógeno Total Kjeldahl	mg/g	0.10	1.7	0.9	-	-	-
<b>Textura</b>	-	-	-	-	-	-	-
Arena	%	-	73	71	-	-	-
Arcilla	%	-	13	15	-	-	-
Limo	%	-	14	14	-	-	-
Clase Textural	-	-	Franco Arenoso	Franco Arenoso	-	-	-

**INFORME DE ENSAYO**  
**LABSAF BAÑOS DEL INCA**  
**N° 101464-25 / SU / BI**



**I. INFORMACIÓN GENERAL**

Cliente : ESDAR ELI COLUNCHE CRUZADO  
 Propietario / Productor : ESDAR ELI COLUNCHE CRUZADO  
 Dirección del cliente : UNACH - CHOTA  
 Solicitado por : CLIENTE  
 Muestreado por (\*\*\*) : CLIENTE  
 Referencia del muestreo (\*\*\*) : RESERVADO POR EL CLIENTE  
 Procedencia de muestra(s) (\*\*\*) : COLPA MATARA - CHOTA - CHOTA - CAJAMARCA  
 Fecha(s) de muestreo (\*\*\*) : 2025-09-14  
 Fecha de recepción de muestra(s) : 2025-09-19  
 Lugar de ensayo : LABSAF BAÑOS DEL INCA  
 Fecha(s) de análisis : Del 2025-09-22 al 2025-10-13  
 Cotización del servicio : 329-25-BI  
 Fecha de emisión : 2025-10-23

**II. RESULTADO DE ANALISIS**

ITEM	1	2					
Código de Laboratorio	SU3067-BI-25	SU3065-BI-25	-	-	-	-	-
Matriz Analizada	Suelo	Suelo	-	-	-	-	-
Fecha de Muestreo (***)	2025-09-14	2025-09-14	-	-	-	-	-
Hora de inicio de Muestreo (h) (***)	10:30	10:30	-	-	-	-	-
Código/identificación de la Muestra por el Cliente (***)	S1	S2	-	-	-	-	-
Ensayo	Unidad	LC	Resultados				
pH	unld. pH	0.10	7.6	7.7	-	-	-
Carbonato De Calcio Equivalente	%	0.50	14.6	14.7	-	-	-
Conductividad Eléctrica	mS/m	1.00	16.0	11.1	-	-	-
Materia Orgánica	%	0.10	3.1	1.1	-	-	-
Fósforo Disponible	mg/kg	0.50	26.0	11.1	-	-	-
Nitrógeno Total Kjeldahl	mg/g	0.10	1.7	0.9	-	-	-
<b>Textura</b>	-	-	-	-	-	-	-
Arena	%	-	73	71	-	-	-
Arcilla	%	-	13	15	-	-	-
Limo	%	-	14	14	-	-	-
Clase Textural	-	-	Franco Arenoso	Franco Arenoso	-	-	-

## APÉNDICES

### Apéndice 1: Datos obtenidos en las evaluaciones

PRIMERA MEDICIÓN						SEGUNDA MEDICIÓN				TERCERA MEDICIÓN			
Tratamiento	Repetición	Nº de planta	DAP (mm)	Altura (cm)	Nº de hojas	DAP (mm)	Altura (cm)	Nº de hojas	SUPERVIVENCIA	DAP (mm)	Altura (cm)	Nº de hojas	SUPERVIVENCIA
1	1	1	2.64	4	7	2.7	4.2	4	SI	2.87	4.6	6	SI
1	1	2	1.96	1	5	2.17	1.1	3	SI	2.36	1.3	5	SI
1	1	3	3.52	4	8	3.64	4	1	SI	0	0	0	NO
1	1	4	4.62	3.7	8	4.81	3.8	5	SI	4.97	4	7	SI
1	1	5	6.25	3.5	9	6.39	3.5	3	SI	6.75	3.8	6	SI
1	1	6	4.87	2.5	8	4.96	2.6	5	SI	5.17	2.9	6	SI
1	1	7	2.67	9.5	11	0	0	0	NO	0	0	0	NO
1	1	8	3.71	5.7	8	3.77	5.8	3	SI	4.03	6.1	5	SI
1	1	9	2.95	3.4	8	3.1	3.4	2	SI	3.33	3.8	6	SI
1	1	10	5.3	2.9	10	5.41	3	5	SI	0	0	0	NO
1	1	11	5.63	4.4	9	5.85	4.4	10	SI	6.02	4.6	14	SI
1	1	12	4.5	12.5	12	4.62	12.5	7	SI	0	0	0	NO
1	1	13	4.88	11.5	10	5.94	11.7	4	SI	5.15	12.1	6	SI
1	1	14	4.19	6	5	4.25	6.1	1	SI	0	0	0	NO
1	1	15	3	3.5	9	3.35	3.6	3	SI	3.52	4	6	SI
1	1	16	3.82	3.5	10	4.87	3.6	10	SI	4.11	4	9	SI
1	1	17	2	1.5	6	2.12	1.6	5	SI	0	0	0	NO
1	1	18	2.15	1.2	6	2.22	1.2	3	SI	2.46	1.5	5	SI
1	1	19	1.93	3.4	6	1.98	3.5	4	SI	0	0	0	NO
1	1	20	3.08	5.3	8	3.14	5.3	6	SI	0	0	0	NO
1	1	21	3.96	8.7	8	4.01	8.7	5	SI	4.17	9	9	SI
1	1	22	4.29	9.5	17	4.31	9.6	12	SI	0	0	0	NO
1	1	23	3.34	3.5	7	3.45	3.6	3	SI	3.57	3.8	5	SI
1	1	24	7.61	6	13	0	0	0	NO	0	0	0	NO
1	1	25	3.65	6.4	9	3.72	6.4	1	SI	0	0	0	NO
1	1	26	2.73	2.5	9	2.75	2.5	3	SI	0	0	0	NO
1	1	27	3.05	6	9	3.18	6	5	SI	0	0	0	NO
1	1	28	2.9	8	10	3.07	8	5	SI	3.24	8.3	7	SI
1	1	29	4.01	10.5	18	4.06	10.6	4	SI	0	0	0	NO
1	1	30	4.53	7	16	4.58	7.2	5	SI	0	0	0	NO
1	2	31	3.96	11	13	4.01	11.1	8	SI	4.19	11.4	8	SI
1	2	32	4.78	9	25	4.82	9	8	SI	0	0	0	NO
1	2	33	2.4	3	8	2.55	3	1	SI	2.97	3.5	6	SI
1	2	34	4.7	1.9	8	4.75	1.9	4	SI	0	0	0	NO
1	2	35	2.34	2.5	7	2.39	2.6	3	SI	0	0	0	NO
1	2	36	3	3	12	3.05	3.2	7	SI	0	0	0	NO
1	2	37	1.98	3.8	9	2.05	3.9	4	SI	0	0	0	NO
1	2	38	2.93	6.8	8	3.06	6.8	8	SI	3.55	7	11	SI

1	2	39	1.86	3.6	8	1.91	3.7	3	SI	2.07	4	5	SI
1	2	40	2.91	2	7	3.06	2	5	SI	0	0	0	NO
1	2	41	4.6	6	8	4.72	6.1	6	SI	0	0	0	NO
1	2	42	5.69	9	17	5.73	9.1	6	SI	0	0	0	NO
1	2	43	3.44	3.5	6	3.53	3.5	2	SI	0	0	0	NO
1	2	44	7.82	2.8	12	0	0	0	NO	0	0	0	NO
1	2	45	3.7	1	7	3.75	1.1	7	SI	3.86	1.4	5	SI
1	2	46	2.67	2.5	8	2.72	2.5	2	SI	0	0	0	NO
1	2	47	2.9	3	7	2.93	3	1	SI	0	0	0	NO
1	2	48	4.42	5	11	4.45	5	4	SI	0	0	0	NO
1	2	49	2.71	4.7	8	2.79	4.8	2	SI	0	0	0	NO
1	2	50	5.75	2	7	0	0	0	NO	0	0	0	NO
1	2	51	1.03	1.9	4	1.07	2	1	SI	1.19	2.3	3	SI
1	2	52	4.46	2	5	4.48	2.1	1	SI	4.65	2.4	4	SI
1	2	53	1.99	1.5	6	2.03	1.7	3	SI	2.22	2.1	3	SI
1	2	54	2.81	1.9	5	2.86	2	1	SI	0	0	0	NO
1	2	55	6.48	7	12	6.49	7	4	SI	0	0	0	NO
1	2	56	2.95	1	5	2.99	1.1	3	SI	3.11	1.5	5	NO
1	2	57	4.01	1	6	4.08	1	5	SI	0	0	0	NO
1	2	58	5.53	4	11	5.6	4.3	3	SI	0	0	0	NO
1	2	59	4.31	6.5	7	4.38	6.6	6	SI	4.6	7	11	SI
1	2	60	2.86	2.3	6	2.89	2.3	1	SI	0	0	0	NO
1	3	61	4.2	5	11	4.25	5	6	SI	4.36	5.3	6	SI
1	3	62	4.7	14	10	4.75	14	5	SI	4.93	14.4	5	SI
1	3	63	2.87	2	6	2.88	2.1	6	SI	0	0	0	NO
1	3	64	2.16	5	8	2.21	5.1	3	SI	2.33	5.4	6	SI
1	3	65	2.45	3	7	2.51	3	2	SI	2.65	3.4	3	SI
1	3	66	2.64	5	8	2.69	5	1	SI	0	0	0	NO
1	3	67	4.85	1.5	7	4.91	1.6	1	SI	5.08	1.9	4	SI
1	3	68	1.7	3.2	4	1.78	3.3	5	SI	1.89	3.7	5	SI
1	3	69	2.96	4.9	14	3.02	5	9	SI	3.4	5.5	13	SI
1	3	70	3.27	3	12	3.33	3.1	7	SI	3.45	3.4	8	SI
1	3	71	1.66	2.8	8	1.68	2.9	5	SI	0	0	0	NO
1	3	72	3.89	5.7	8	3.93	5.7	5	SI	4.2	6	11	SI
1	3	73	2.44	3	7	2.53	3.1	5	SI	0	0	0	NO
1	3	74	6.92	2.7	7	6.98	2.8	2	SI	7.13	3	4	SI
1	3	75	3.52	5.5	15	3.55	5.5	3	SI	3.65	5.7	6	SI
1	3	76	2.91	2.1	10	2.95	2.2	2	SI	0	0	0	NO
1	3	77	2.86	3	6	2.89	3	6	SI	2.07	3.4	5	SI
1	3	78	5.51	1.9	7	5.59	2	4	SI	5.81	2.3	4	SI
1	3	79	3.44	12	10	3.52	12	9	SI	3.67	12.3	8	SI
1	3	80	2.24	4	5	2.29	4	6	SI	2.41	4.2	5	SI
1	3	81	1.34	3.5	9	1.36	3.5	5	SI	0	0	0	NO
1	3	82	4.71	2.6	6	4.77	2.7	5	SI	4.99	3	5	SI
1	3	83	3.8	9	7	4.01	9.1	4	SI	4.19	9.4	6	SI
1	3	84	1.97	3	9	2	3	2	SI	2.13	3.2	5	SI

1	3	85	1.92	1.9	5	1.98	1.9	3	SI	0	0	0	NO
1	3	86	1.96	1.5	5	1.98	1.5	4	SI	2.13	1.7	5	SI
1	3	87	5.61	6	4	5.63	6	2	SI	5.79	6.3	5	SI
1	3	88	3.18	6.3	10	3.23	6.3	5	SI	3.24	6.5	8	SI
1	3	89	4.05	3.5	9	4.13	3.5	3	SI	4.27	3.8	5	SI
1	3	90	3.65	3.8	8	3.72	3.9	1	SI	3.95	4.3	7	SI
2	1	1	2.75	6.3	5	2.78	6.4	6	SI	0	0	0	NO
2	1	2	2.61	6	7	2.67	6	5	SI	2.73	6.3	5	SI
2	1	3	3.55	8.7	15	3.56	8.8	8	SI	3.78	9	13	SI
2	1	4	2.5	6	6	2.61	6.1	5	SI	0	0	0	NO
2	1	5	2.35	5.5	5	2.43	5.5	1	SI	2.65	5.8	3	SI
2	1	6	3.46	10	5	3.52	10	2	SI	0	0	0	NO
2	1	7	4.79	2	15	4.84	2	8	SI	5.08	2.3	7	SI
2	1	8	2.85	1.5	7	2.93	1.5	4	SI	3.13	1.8	5	SI
2	1	9	2.34	3.8	9	2.39	4	8	SI	2.52	4.4	5	SI
2	1	10	4.04	1	4	4.09	1	2	SI	0	0	0	NO
2	1	11	2.02	1.8	6	2.09	2	3	SI	2.24	2.3	5	SI
2	1	12	6.65	6.4	5	6.66	6.4	4	SI	6.85	6.5	8	SI
2	1	13	3.28	2.3	5	3.35	2.5	4	SI	3.51	2.9	4	SI
2	1	14	3.7	1	5	3.75	1.2	7	SI	3.93	1.4	7	SI
2	1	15	3.35	3.6	8	3.37	3.8	5	SI	0	0	0	NO
2	1	16	2.55	6.5	6	2.59	6.5	4	SI	2.73	6.7	4	SI
2	1	17	3.91	1	9	3.95	1.2	7	SI	4.21	1.6	7	SI
2	1	18	2.52	2.5	5	2.59	2.5	3	SI	2.74	2.8	5	SI
2	1	19	4.57	3	11	4.66	3	9	SI	0	0	0	NO
2	1	20	2.31	1	4	2.33	1	4	SI	2.49	1.3	3	SI
2	1	21	4.97	10.7	9	4.97	10.8	7	SI	5.2	11	12	SI
2	1	22	2.19	2	5	2.23	2.1	7	SI	2.36	2.5	5	SI
2	1	23	2.06	9	10	2.11	9	3	SI	0	0	0	NO
2	1	24	3.06	3.8	10	3.15	3.9	3	SI	0	0	0	NO
2	1	25	2.51	1	7	2.6	1.2	7	SI	2.74	1.5	6	SI
2	1	26	4.23	2.4	7	4.32	2.5	7	SI	4.47	2.8	6	SI
2	1	27	5.2	1	7	5.2	1.2	5	SI	0	0	0	NO
2	1	28	2.03	1	5	2.09	1	6	SI	2.21	1.3	4	SI
2	1	29	1.35	1	4	1.39	1.1	1	SI	0	0	0	NO
2	1	30	1.84	2	5	1.89	2	1	SI	1.96	2.3	4	SI
2	2	31	2.49	3	11	2.52	3.1	4	SI	2.67	3.4	4	SI
2	2	32	3.23	2	8	3.25	2	1	SI	3.32	2.4	3	SI
2	2	33	1.44	0.8	3	1.46	0.8	6	SI	1.63	1.1	7	SI
2	2	34	2.34	3.4	6	2.39	3.5	3	SI	0	0	0	NO
2	2	35	2.93	4.8	6	2.93	4.8	6	SI	0	0	0	NO
2	2	36	3.29	7.9	4	3.33	7.9	1	SI	3.39	8.2	3	SI
2	2	37	2.48	5	13	2.51	5	12	SI	2.65	5.3	5	SI
2	2	38	3.34	8	6	3.37	8	3	SI	0	0	0	NO
2	2	39	3.32	7	8	3.36	7	5	SI	3.37	8.4	4	SI
2	2	40	4.16	7	18	4.19	7	9	SI	0	0	0	NO

2	2	41	3.08	9.5	6	3.1	9.6	6	SI	3.26	10	10	SI
2	2	42	2.7	4.4	7	2.79	4.5	2	SI	2.85	4.7	5	SI
2	2	43	3.12	1	6	3.14	1.2	4	SI	0	0	0	NO
2	2	44	2.04	2	5	2.11	2.1	5	SI	2.26	2.5	3	SI
2	2	45	3.38	1.5	8	3.41	1.5	1	SI	0	0	0	NO
2	2	46	2.53	1.5	5	2.58	1.5	1	SI	2.69	1.8	4	SI
2	2	47	3.18	2.8	5	3.19	2.9	2	SI	0	0	0	NO
2	2	48	1.44	3.2	9	1.48	3.2	3	SI	1.65	3.5	3	SI
2	2	49	6.49	11.7	15	6.52	11.7	9	SI	6.65	12	17	SI
2	2	50	2.9	1	3	2.95	1.3	6	SI	0	0	0	NO
2	2	51	1.4	1	5	1.6	1	4	SI	1.75	1.3	5	SI
2	2	52	5.2	5.3	6	5.28	5.5	1	SI	5.43	5.8	4	SI
2	2	53	4.24	8.5	6	4.26	8.5	3	SI	0	0	0	NO
2	2	54	4.4	8.4	13	4.47	8.4	7	SI	0	0	0	NO
2	2	55	2.42	11.8	7	2.44	11.8	1	SI	2.55	12	7	SI
2	2	56	4.9	4	8	4.97	4	2	SI	0	0	0	NO
2	2	57	6.44	8	15	6.47	8.3	9	SI	6.52	8.5	4	SI
2	2	58	4.37	2.5	5	4.41	2.6	3	SI	4.59	2.9	2	SI
2	2	59	5.16	3	7	5.26	3	5	SI	0	0	0	NO
2	2	60	2.7	1.5	6	2.7	1.6	4	SI	0	0	0	NO
2	3	61	2.84	2.2	5	2.89	2.2	4	SI	0	0	0	NO
2	3	62	1.48	1.8	8	1.49	1.8	3	SI	0	0	0	NO
2	3	63	2.9	1.5	8	2.95	1.6	1	SI	3.03	1.8	5	SI
2	3	64	1.84	1	7	0	0	0	NO	0	0	0	NO
2	3	65	2.32	0.5	4	2.32	0.6	2	SI	0	0	0	NO
2	3	66	4.38	6	10	4.46	6	6	SI	4.61	6.3	7	SI
2	3	67	2.29	1	5	2.33	1.1	6	SI	0	0	0	NO
2	3	68	3.23	5.2	5	3.25	5.3	4	SI	3.37	5.5	6	SI
2	3	69	4.04	2.5	7	4.09	2.5	4	SI	0	0	0	NO
2	3	70	3.99	8.7	8	4.05	8.7	1	SI	4.23	9	7	SI
2	3	71	3.54	10.2	11	3.54	10.2	6	SI	0	0	0	NO
2	3	72	3.15	3	8	3.17	3	3	SI	0	0	0	NO
2	3	73	5.7	4.3	6	5.83	4.3	5	SI	5.99	4.5	8	SI
2	3	74	4.8	5	17	4.85	5.1	9	SI	0	0	0	NO
2	3	75	4.45	7.9	8	4.47	7.9	4	SI	4.63	8.3	4	SI
2	3	76	6.55	3	11	6.6	3	4	SI	0	0	0	NO
2	3	77	3.96	1	5	4	1.2	6	SI	0	0	0	NO
2	3	78	4	2.5	6	4.11	2.5	5	SI	0	0	0	NO
2	3	79	2.35	1	7	2.41	1	2	SI	2.59	1.3	5	SI
2	3	80	1.8	2.8	5	1.83	2.8	3	SI	0	0	0	NO
2	3	81	2.23	2	6	2.24	2	1	SI	2.37	2.3	4	SI
2	3	82	2.06	0.5	4	2.09	0.5	2	SI	0	0	0	NO
2	3	83	3.63	5	11	3.71	5	5	SI	3.85	5.3	3	SI
2	3	84	3.22	3.9	8	3.31	3.9	3	SI	3.43	4	5	SI
2	3	85	6.08	4.5	7	6.1	4.6	4	SI	0	0	0	NO
2	3	86	3.05	3.8	12	3.08	3.8	4	SI	0	0	0	NO

2	3	87	3.47	10	10	3.49	10	12	SI	3.68	10.2	13	SI
2	3	88	2.54	8.2	6	2.57	8.3	4	SI	0	0	0	NO
2	3	89	1.5	5	19	1.54	5.1	10	SI	1.58	5.3	4	SI
2	3	90	2.36	2.8	7	2.42	3	4	SI	0	0	0	NO
3	1	1	4.45	4.2	6	4.51	4.2	1	SI	4.69	4.5	4	SI
3	1	2	2.44	3	6	2.54	3.1	5	SI	0	0	0	NO
3	1	3	2.46	2.9	4	2.52	2.9	3	SI	2.66	3.1	3	SI
3	1	4	3.05	2	6	3.1	2	2	SI	3.21	2.3	3	SI
3	1	5	2.91	1.5	7	2.97	1.6	7	SI	0	0	0	NO
3	1	6	2.35	1	4	2.35	1.1	3	SI	2.51	1.4	3	SI
3	1	7	3.30	6.6	13	3.31	6.6	8	SI	3.4	7	10	SI
3	1	8	2.70	2	8	2.72	2	1	SI	2.87	2.4	5	SI
3	1	9	4.77	1.5	8	4.9	1.6	4	SI	5.08	1.9	6	SI
3	1	10	3.85	1.8	6	3.9	2	3	SI	3.16	2.4	5	SI
3	1	11	2.56	6.7	12	2.6	6.7	11	SI	2.8	7	17	SI
3	1	12	3.89	3	8	0	0	0	NO	0	0	0	NO
3	1	13	4.38	4	12	4.41	4	2	SI	4.55	4.2	2	SI
3	1	14	4.51	10.3	20	4.56	10.5	10	SI	4.64	10.8	9	SI
3	1	15	5.15	7	11	5.15	7	5	SI	5.28	7.3	7	SI
3	1	16	2.81	3	7	2.82	3	2	SI	0	0	0	NO
3	1	17	3.11	4.2	7	3.15	4.3	1	SI	3.32	4.5	3	SI
3	1	18	4.03	10	6	4.14	10	2	SI	4.31	10.2	5	SI
3	1	19	2.64	6	10	2.7	6.3	2	SI	0	0	0	NO
3	1	20	2.48	4.1	7	2.52	4.2	4	SI	2.65	4.5	5	SI
3	1	21	3.05	4.5	7	3.11	4.5	5	SI	3.23	4.7	5	SI
3	1	22	3.80	2.5	5	3.81	2.5	4	SI	3.92	2.8	5	SI
3	1	23	4.30	1.9	8	4.33	2	5	SI	4.46	2.4	5	SI
3	1	24	1.21	3.5	5	0	0	0	NO	0	0	0	NO
3	1	25	3.12	5	9	3.15	5	3	SI	3.27	5.2	6	SI
3	1	26	3.79	2.5	17	3.85	2.5	9	SI	3.07	2.7	7	SI
3	1	27	3.9	1.5	5	3.94	1.6	7	SI	4.18	1.9	2	SI
3	1	28	5.35	9.5	13	5.36	9.6	8	SI	5.5	10	17	SI
3	1	29	7.82	11	14	7.95	11	7	SI	0	0	0	NO
3	1	30	6.41	14.5	18	6.46	14.7	5	SI	6.63	15	7	SI
3	2	31	4.05	3.5	6	4.18	3.6	2	SI	0	0	0	NO
3	2	32	5.05	3.8	7	5.1	4	3	SI	0	0	0	NO
3	2	33	2.96	9.4	24	2.97	9.4	3	SI	3.25	9.5	9	SI
3	2	34	5.46	11	11	5.49	11.2	4	SI	5.61	11.5	6	SI
3	2	35	4.04	7	5	4.07	7	1	SI	0	0	0	NO
3	2	36	3.33	8	8	3.39	8.2	1	SI	0	0	0	NO
3	2	37	2.18	3	6	2.3	3.2	4	SI	0	0	0	NO
3	2	38	2.77	2	6	2.83	2.1	4	SI	2.99	2.4	3	SI
3	2	39	1.99	6	7	2.03	6	5	SI	2.19	6.2	6	SI
3	2	40	3.43	2	5	3.48	2	4	SI	3.65	2.2	3	SI
3	2	41	2.11	1	4	2.13	1.1	4	SI	0	0	0	NO
3	2	42	3.47	2	7	3.51	2	3	SI	0	0	0	NO

3	2	43	6.18	6	15	6.25	6.1	6	SI	6.41	6.6	8	SI
3	2	44	3.55	8.2	7	3.65	8.2	10	SI	3.74	8.5	7	SI
3	2	45	5.21	9	13	5.26	9	6	SI	5.39	9.2	6	SI
3	2	46	7.90	10.5	21	7.92	10.5	6	SI	8.06	10.6	9	SI
3	2	47	2.56	4	5	2.72	4	3	SI	2.87	4.4	6	SI
3	2	48	3.34	2.9	7	3.4	3	6	SI	0	0	0	NO
3	2	49	3.41	5.8	11	3.5	6	12	SI	0	0	0	NO
3	2	50	3.26	6.5	5	3.32	6.6	1	SI	3.49	6.8	3	SI
3	2	51	7.69	11	16	7.91	11.1	9	SI	0	0	0	NO
3	2	52	3.66	8	8	3.74	8.2	4	SI	0	0	0	NO
3	2	53	2.70	7.8	6	2.74	7.8	3	SI	2.89	8	5	SI
3	2	54	3.10	6	4	0	0	0	NO	0	0	0	NO
3	2	55	2.91	1.5	6	2.92	1.5	5	SI	3.11	1.5	4	SI
3	2	56	4.81	10.7	13	4.83	10.8	5	SI	5	11	11	SI
3	2	57	3.07	3	6	3.11	3	4	SI	3.27	3.3	5	SI
3	2	58	1.91	0.5	3	0	0	0	NO	0	0	0	NO
3	2	59	2.78	1	7	0	0	0	NO	0	0	0	NO
3	2	60	2.85	7.7	13	2.93	7.7	7	SI	3.15	8	10	SI
3	3	61	4.08	5	24	4.15	5	15	SI	0	0	0	NO
3	3	62	3.26	4	7	3.33	4	3	SI	0	0	0	NO
3	3	63	4.97	4	5	5.03	4.1	2	SI	0	0	0	NO
3	3	64	2.78	9.1	9	2.81	9.1	8	SI	2.93	9.5	11	SI
3	3	65	2.57	4	6	2.59	4	3	SI	0	0	0	NO
3	3	66	3.96	7.9	10	3.99	7.9	1	SI	0	0	0	NO
3	3	67	4.45	5	5	4.54	5	1	SI	4.59	5.2	3	SI
3	3	68	3.38	6	10	3.42	6.3	5	SI	3.57	6.8	5	SI
3	3	69	4.54	12.6	6	4.59	12.7	5	SI	5	13	7	SI
3	3	70	3.58	6	6	3.62	6	4	SI	3.77	6.3	4	SI
3	3	71	3.61	6	7	3.67	6	4	SI	0	0	0	NO
3	3	72	2.26	1.8	7	2.32	1.9	4	SI	2.45	2.1	4	SI
3	3	73	2.03	4.8	5	2.07	4.8	7	SI	2.22	5	9	SI
3	3	74	3.2	2	4	3.24	2	3	SI	0	0	0	NO
3	3	75	1.96	1	4	1.99	1.3	4	SI	0	0	0	NO
3	3	76	3.28	1	6	3.34	1.1	4	SI	0	0	0	NO
3	3	77	1.97	1	5	2.02	1	3	SI	2.26	1.4	3	SI
3	3	78	3.34	6	7	3.36	6	2	SI	3.51	6.3	5	SI
3	3	79	2.54	2	7	2.62	2.2	4	SI	2.74	2.5	5	SI
3	3	80	1.85	3	6	1.89	3	4	SI	0	0	0	NO
3	3	81	2.38	4	6	2.41	4.2	3	SI	0	0	0	NO
3	3	82	1.82	3.8	5	1.93	3.9	3	SI	2.15	4.2	6	SI
3	3	83	4.57	6	8	4.68	6	3	SI	0	0	0	NO
3	3	84	4.29	9	9	4.36	9	2	SI	0	0	0	NO
3	3	85	3.96	11.5	6	3.98	11.5	6	SI	4.12	11.9	6	SI
3	3	86	5.9	7	8	6.03	7	1	SI	6.19	7.2	5	SI
3	3	87	2.64	4	7	2.74	4.3	6	SI	0	0	0	NO
3	3	88	3.08	2	7	3.14	2	5	SI	0	0	0	NO

3	3	89	2.27	2	7	2.35	2.1	5	SI	0	0	0	NO
3	3	90	4.15	3	7	4.23	3.2	4	SI	4.38	3.4	5	SI
4	1	1	3.98	3	13	4.02	3	5	SI	4.17	3.4	7	SI
4	1	2	3.64	2	10	3.68	2.2	5	SI	0	0	0	NO
4	1	3	2.68	11.6	6	2.7	11.7	2	SI	3	12	5	SI
4	1	4	3.46	2.5	4	3.49	2.7	3	SI	3.65	3	4	SI
4	1	5	2.75	2.5	4	2.81	2.6	5	SI	2.96	2.9	5	SI
4	1	6	3.46	4	11	3.5	4.2	7	SI	0	0	0	NO
4	1	7	5.28	2.5	8	5.34	2.7	5	SI	5.54	3	6	SI
4	1	8	1.71	3.5	8	1.84	3.5	4	SI	1.95	3.9	6	SI
4	1	9	4.56	4.5	10	4.62	4.6	8	SI	4.77	4.9	6	SI
4	1	10	3.08	6	14	3.16	6.2	7	SI	0	0	0	NO
4	1	11	5.27	3.5	8	5.35	3.6	6	SI	5.49	3.9	5	SI
4	1	12	3.82	5	7	3.86	5.1	4	SI	3.99	5.5	4	SI
4	1	13	5.99	5	15	6.09	5	2	SI	6.28	5.4	6	SI
4	1	14	3.05	5	6	3.22	5	4	SI	0	0	0	NO
4	1	15	5.72	2	13	5.81	2.3	6	SI	0	0	0	NO
4	1	16	2.89	3	6	2.97	3.1	6	SI	3.21	3.4	5	SI
4	1	17	1.86	7.5	6	1.88	7.6	6	SI	2	8	5	SI
4	1	18	1.17	4.5	6	1.27	4.5	5	SI	1.42	4.8	3	SI
4	1	19	3.08	2	5	3.13	2.2	5	SI	0	0	0	NO
4	1	20	2.68	1	5	2.73	1.1	4	SI	0	0	0	NO
4	1	21	3.92	5	15	3.93	5.2	9	SI	0	0	0	NO
4	1	22	3.27	6	5	3.39	6.2	5	SI	3.56	6.5	4	SI
4	1	23	3.85	7	17	3.95	7	9	SI	4.09	7.4	8	SI
4	1	24	2.71	2.5	14	0	0	0	NO	0	0	0	NO
4	1	25	3.84	3.5	9	4.01	3.6	2	SI	4.21	3.8	5	SI
4	1	26	7.42	3	20	7.47	3.2	12	SI	0	0	0	NO
4	1	27	1.84	2	8	1.92	2.3	4	SI	2.23	2.7	6	SI
4	1	28	4.51	5	9	4.56	5.2	3	SI	4.78	5.4	3	SI
4	1	29	6.22	5	9	6.33	5	3	SI	0	0	0	NO
4	1	30	3.01	2.3	10	3.05	2.3	2	SI	3.4	2.5	4	SI
4	2	31	3.24	7	12	3.34	7	5	SI	3.53	7.3	3	SI
4	2	32	2.94	4.6	10	2.94	4.7	3	SI	3	5	7	SI
4	2	33	5.97	7	13	0	0	0	NO	0	0	0	NO
4	2	34	7.1	4	8	7.19	4.1	3	SI	0	0	0	NO
4	2	35	2.83	3	6	2.85	3	4	SI	3.07	3.4	4	SI
4	2	36	3.36	3.9	7	3.38	3.9	5	SI	3.5	4	6	SI
4	2	37	2.33	2	6	2.41	2.2	4	SI	0	0	0	NO
4	2	38	3.02	5	5	3.12	5	3	SI	0	0	0	NO
4	2	39	4.55	4	6	4.58	4.2	6	SI	4.75	4.5	4	SI
4	2	40	5.42	3	11	5.49	3.3	9	SI	0	0	0	NO
4	2	41	4.01	6	9	4.11	6.1	5	SI	4.27	6.5	4	SI
4	2	42	3.64	10.5	14	3.72	10.5	7	SI	3.97	11	11	SI
4	2	43	1.62	3	7	1.65	3.2	3	SI	0	0	0	NO
4	2	44	2.60	4	8	2.68	4.3	4	SI	0	0	0	NO

4	2	45	3.31	1	6	3.37	1.1	5	SI	0	0	0	NO
4	2	46	3.02	6.5	4	3.11	6.7	5	SI	3.31	7	7	SI
4	2	47	3.06	6.5	7	3.13	6.6	1	SI	3.27	6.9	3	SI
4	2	48	1.96	7	6	2.02	7.1	2	SI	2.25	7.5	5	SI
4	2	49	3.73	7	5	3.75	7.2	3	SI	0	0	0	NO
4	2	50	4.16	4	7	4.19	4.1	3	SI	0	0	0	NO
4	2	51	5.21	4	13	5.26	4	6	SI	0	0	0	NO
4	2	52	3.2	1.5	5	3.3	1.7	7	SI	3.48	3	4	SI
4	2	53	2.43	2	6	2.47	2.1	4	SI	2.61	2.4	5	SI
4	2	54	2.9	4	6	2.93	4.2	3	SI	3.15	4.5	3	SI
4	2	55	2.7	1.5	6	2.78	1.6	2	SI	3.11	1.8	4	SI
4	2	56	4.07	2	7	4.19	2	5	SI	4.34	2.4	3	SI
4	2	57	3.58	4	7	3.62	4	5	SI	0	0	0	NO
4	2	58	2.28	6.5	6	2.31	6.5	3	SI	0	0	0	NO
4	2	59	6.88	3	9	6.91	3	4	SI	7.04	3.3	5	SI
4	2	60	4.07	8	13	4.12	8	9	SI	4.26	8.3	7	SI
4	3	61	3.45	2	6	3.63	2.3	1	SI	0	0	0	NO
4	3	62	5.44	5.5	14	5.51	5.6	7	SI	5.69	6	6	SI
4	3	63	2.85	8.5	13	2.85	8.6	9	SI	3.05	8.9	10	SI
4	3	64	2.44	4	5	2.6	4.2	5	SI	0	0	0	NO
4	3	65	2.77	4	8	2.81	4.3	6	SI	0	0	0	NO
4	3	66	4.01	10	15	4.13	10	13	SI	4.25	10.5	8	SI
4	3	67	4.44	5.5	7	4.47	5.6	3	SI	0	0	0	NO
4	3	68	4.05	5.3	6	4.15	5.3	4	SI	4.32	5.7	5	SI
4	3	69	1.97	2	7	0	0	0	NO	0	0	0	NO
4	3	70	2.91	8.5	7	2.98	8.5	4	SI	3.15	8.7	5	SI
4	3	71	2.46	3	6	0	0	0	NO	0	0	0	NO
4	3	72	1.83	1.5	5	1.88	1.6	4	SI	1.98	1.9	4	SI
4	3	73	2.45	1.5	5	2.52	1.5	1	SI	2.66	1.9	6	SI
4	3	74	2.48	1	7	2.51	1	3	SI	0	0	0	NO
4	3	75	2.12	3	6	2.16	3	5	SI	2.31	3.4	4	SI
4	3	76	3.31	2	4	3.33	2.3	5	SI	3.44	2.7	5	SI
4	3	77	2.75	2	7	2.83	2	5	SI	0	0	0	NO
4	3	78	7.33	7	17	7.36	7.2	10	SI	0	0	0	NO
4	3	79	2.02	7.3	8	2.08	7.3	8	SI	2.3	7.6	10	SI
4	3	80	4.31	7	6	4.38	7.1	4	SI	4.47	7.5	4	SI
4	3	81	2.70	4	5	2.71	4.2	3	SI	2.85	4.6	3	SI
4	3	82	5.12	9	9	5.16	9.2	6	SI	5.33	9.6	6	SI
4	3	83	4.22	6	12	4.27	6.3	9	SI	0	0	0	NO
4	3	84	4.36	5.2	7	4.39	5.5	5	SI	4.56	6	5	SI
4	3	85	3.97	7	7	4.02	7	5	SI	4.24	7.5	6	SI
4	3	86	5.89	1	7	5.97	1.2	4	SI	6.12	1.5	5	SI
4	3	87	2.28	2	7	0	0	0	NO	0	0	0	NO
4	3	88	2.14	5	6	2.24	5.2	4	SI	0	0	0	NO
4	3	89	5.45	3	10	5.51	3.3	7	SI	0	0	0	NO
4	3	90	3.82	2	5	3.9	2.1	5	SI	4.07	2.5	7	SI

5	1	1	4.88	3.8	7	4.91	3.8	4	SI	0	0	0	NO
5	1	2	6.46	6	11	6.51	6	6	SI	6.69	6.4	7	SI
5	1	3	4.82	7	10	4.84	7.3	4	SI	4.95	7.7	6	SI
5	1	4	4.99	5	12	5.04	5	1	SI	0	0	0	NO
5	1	5	3.8	8	11	3.88	8.1	4	SI	0	0	0	NO
5	1	6	3.81	4	6	3.86	4.2	3	SI	3.99	4.7	6	SI
5	1	7	6.55	6	9	0	0	0	NO	0	0	0	NO
5	1	8	5.02	8	6	5.07	8.2	2	SI	5.21	8.5	4	SI
5	1	9	2.37	8	8	2.4	8.1	3	SI	2.51	8.6	5	SI
5	1	10	1.91	3	5	1.96	3	5	SI	0	0	0	NO
5	1	11	2.79	1	8	2.83	1	3	SI	0	0	0	NO
5	1	12	5.01	7.7	14	5.09	7.8	11	SI	5.3	8	15	SI
5	1	13	2.31	1.3	7	0	0	0	NO	0	0	0	NO
5	1	14	2.27	2	8	2.29	2	3	SI	2.38	2.4	5	SI
5	1	15	2.84	1.5	6	2.86	1.7	4	SI	2.97	2	4	SI
5	1	16	1.17	4	5	1.2	4.2	3	SI	1.33	4.7	4	SI
5	1	17	3.58	2.5	5	3.61	2.7	1	SI	0	0	0	NO
5	1	18	2.55	1.5	6	2.59	1.7	6	SI	2.74	2	7	SI
5	1	19	1.88	4	6	0	0	0	NO	0	0	0	NO
5	1	20	3.63	6	8	3.65	6.2	3	SI	3.76	6.6	5	SI
5	1	21	4.64	6.2	5	4.68	6.3	1	SI	0	0	0	NO
5	1	22	5.58	4	10	5.6	4	2	SI	5.77	4.5	6	SI
5	1	23	4.69	9.3	8	4.72	9.3	1	SI	5.03	9.5	4	NO
5	1	24	4.17	4	4	4.2	4	1	SI	4.36	4.3	3	SI
5	1	25	2.48	6	8	2.51	6.1	3	SI	0	0	0	NO
5	1	26	3.32	6.5	10	3.34	6.6	3	SI	3.5	7	6	SI
5	1	27	1.85	1.5	5	0	0	0	NO	0	0	0	NO
5	1	28	2.78	4	8	2.81	4.2	3	SI	2.94	4.7	5	SI
5	1	29	3.86	6	7	3.87	6	1	SI	3.95	6.5	5	SI
5	1	30	2.66	2	10	2.67	2	6	SI	0	0	0	NO
5	2	31	3.01	2.5	7	3.03	2.8	2	SI	3.21	3.3	5	SI
5	2	32	3.21	2	6	3.24	2.2	5	SI	0	0	0	NO
5	2	33	4.83	3	9	4.86	3.3	5	SI	0	0	0	NO
5	2	34	2.24	1	4	2.33	1.1	5	SI	2.49	1.3	3	SI
5	2	35	3.82	4.5	10	0	0	0	NO	0	0	0	NO
5	2	36	1.61	2	3	1.63	2	4	SI	1.78	2.4	3	SI
5	2	37	2.66	6.3	18	2.68	6.3	6	SI	2.95	6.5	8	SI
5	2	38	3.25	1	5	3.28	1.1	1	SI	3.39	1.5	3	SI
5	2	39	3.2	2	3	3.24	2.2	1	SI	0	0	0	NO
5	2	40	2.2	3	7	2.22	3.1	2	SI	2.37	3.5	5	SI
5	2	41	2.31	11.5	5	2.33	11.5	2	SI	0	0	0	NO
5	2	42	7.30	6	13	7.32	6.2	7	SI	7.45	6.4	6	SI
5	2	43	2.29	6	5	2.33	6.2	2	SI	0	0	0	NO
5	2	44	3.24	6.5	5	3.26	6.5	1	SI	0	0	0	NO
5	2	45	3.81	3	7	3.84	3.1	3	SI	0	0	0	NO
5	2	46	3.89	4	7	3.93	4.2	4	SI	0	0	0	NO

5	2	47	5.34	6.5	7	5.36	6.5	4	SI	0	0	0	NO
5	2	48	4.01	2	9	4.05	2	5	SI	4.11	2.3	3	SI
5	2	49	5.94	4.4	7	5.05	4.4	3	SI	6.35	4.5	5	SI
5	2	50	3.86	2	6	3.86	2	1	SI	0	0	0	NO
5	2	51	6.35	3.5	9	0	0	0	NO	0	0	0	NO
5	2	52	4.21	4.9	4	4.29	4.9	2	SI	4.6	5	3	SI
5	2	53	2.51	5	10	0	0	0	NO	0	0	0	NO
5	2	54	2.67	3	6	2.68	3.3	6	SI	2.72	3.5	3	SI
5	2	55	2.16	3	6	2.19	3	2	SI	0	0	0	NO
5	2	56	3.27	6.6	12	3.28	6.7	2	SI	3.5	7	6	SI
5	2	57	3.34	3	7	3.38	3.2	7	SI	0	0	0	NO
5	2	58	6.07	6	20	6.09	6.1	5	SI	0	0	0	NO
5	2	59	3.93	2.5	8	3.93	2.5	1	SI	4.07	2.9	3	SI
5	2	60	2.58	3.5	9	2.6	3.7	3	SI	0	0	0	NO
5	3	61	3.81	6.3	4	3.85	6.4	5	SI	4.03	6.8	7	SI
5	3	62	2.69	8	6	2.7	8.1	2	SI	0	0	0	NO
5	3	63	3.34	5	7	3.37	5	3	SI	0	0	0	NO
5	3	64	2.68	3.5	6	2.7	3.5	3	SI	0	0	0	NO
5	3	65	4.36	3	6	4.39	3	4	SI	4.61	3.3	7	SI
5	3	66	2.87	2.5	6	2.89	2.5	2	SI	0	0	0	NO
5	3	67	2.92	3	7	2.95	3.2	3	SI	0	0	0	NO
5	3	68	2.29	5.1	8	2.38	4.2	5	SI	2.56	5.5	4	SI
5	3	69	4.58	1.8	2	4.61	1.9	4	SI	0	0	0	NO
5	3	70	4.98	1.5	7	5.05	1.7	5	SI	0	0	0	NO
5	3	71	3.97	2.5	8	3.99	2.5	5	SI	0	0	0	NO
5	3	72	4.29	1	7	4.33	1.3	5	SI	0	0	0	NO
5	3	73	2.13	2	7	2.15	2.2	1	SI	0	0	0	NO
5	3	74	3.08	10.3	10	3.19	10.3	9	SI	3.4	10.5	12	SI
5	3	75	4.67	5	10	4.69	5.1	6	SI	0	0	0	NO
5	3	76	5.98	4	11	6.02	4.2	6	SI	0	0	0	NO
5	3	77	7.01	7	24	7.09	7.1	9	SI	0	0	0	NO
5	3	78	3	6	16	3.02	6.2	8	SI	3.08	6.6	7	SI
5	3	79	3.94	7	7	3.98	7.2	1	SI	4.07	7.5	3	SI
5	3	80	2.38	6	6	0	0	0	NO	0	0	0	NO
5	3	81	3.93	6	16	3.98	6.2	8	SI	0	0	0	NO
5	3	82	3.72	3	8	3.74	3.3	4	SI	0	0	0	NO
5	3	83	3.53	4.5	7	3.55	4.5	5	SI	3.71	4.8	7	SI
5	3	84	4.48	3	8	4.51	3.2	1	SI	0	0	0	NO
5	3	85	2.91	5	7	2.93	5.2	4	SI	0	0	0	NO
5	3	86	4.75	1	7	4.82	1.1	5	SI	0	0	0	NO
5	3	87	4.83	0.8	6	4.87	0.8	3	SI	0	0	0	NO
5	3	88	5.24	3	12	5.26	3.3	8	SI	5.41	3.6	9	SI
5	3	89	2.55	5	7	0	0	0	NO	0	0	0	NO
5	3	90	2.03	0.5	7	2.05	0.6	5	SI	0	0	0	NO
6	1	1	4.88	1.5	7	5.02	1.5	4	SI	5.29	1.8	7	SI
6	1	2	3.78	6	8	4.01	6.1	1	SI	0	0	0	NO

6	1	3	3.55	4	5	3.64	4.2	3	SI	0	0	0	NO
6	1	4	3.27	6	6	0	0	0	NO	0	0	0	NO
6	1	5	2.35	1.5	5	2.38	1.5	6	SI	0	0	0	NO
6	1	6	4.95	1.8	6	5.09	1.8	3	SI	0	0	0	NO
6	1	7	4.26	9.7	13	4.28	9.7	10	SI	4.43	10	12	SI
6	1	8	2.53	2.8	6	2.6	3	4	SI	0	0	0	NO
6	1	9	2.46	1.5	7	2.48	1.5	1	SI	0	0	0	NO
6	1	10	3.55	2	7	3.58	2	2	SI	0	0	0	NO
6	1	11	5.01	3	7	5.08	3.2	2	SI	0	0	0	NO
6	1	12	3.52	2.5	7	3.54	2.5	2	SI	3.68	2.8	5	SI
6	1	13	4.84	2	4	4.86	2.2	4	SI	4.95	2.3	6	SI
6	1	14	3.89	2	10	4.06	2.1	3	SI	0	0	0	NO
6	1	15	2.84	2	6	2.9	2.1	1	SI	3.06	2.4	3	SI
6	1	16	5.01	2.5	7	5.14	2.5	2	SI	5.29	2.7	5	SI
6	1	17	2.03	3	8	2.09	3	2	SI	0	0	0	NO
6	1	18	4.34	5.5	19	4.38	5.6	9	SI	0	0	0	NO
6	1	19	5.05	9.4	23	5.1	9.5	18	SI	5.2	9.9	21	SI
6	1	20	3.19	3	4	3.34	3.3	4	SI	0	0	0	NO
6	1	21	2.1	1.5	6	2.19	1.6	3	SI	0	0	0	NO
6	1	22	1.63	3	6	1.68	3.1	4	SI	0	0	0	NO
6	1	23	2.95	6.2	7	3.03	6.3	5	SI	3.24	6.5	7	SI
6	1	24	7.88	3	9	7.96	3.1	5	SI	0	0	0	NO
6	1	25	4.51	5	8	0	0	0	NO	0	0	0	NO
6	1	26	3.59	3	4	3.63	3.1	1	SI	3.91	3.5	6	SI
6	1	27	3.35	3	7	3.41	3.2	4	SI	0	0	0	NO
6	1	28	6.18	4	9	6.22	4	6	SI	0	0	0	NO
6	1	29	3.92	8	10	4.01	8.1	4	SI	0	0	0	NO
6	1	30	5.44	3	6	5.49	3.3	2	SI	5.67	3.7	4	SI
6	2	31	3.05	7	5	3.11	7.1	2	SI	3.28	7.5	5	SI
6	2	32	3.21	1	6	3.24	1.1	4	SI	3.51	1.4	5	SI
6	2	33	3.51	9	10	3.58	9.2	5	SI	0	0	0	NO
6	2	34	2.65	4.5	6	0	0	0	NO	0	0	0	NO
6	2	35	3.64	6	7	0	0	0	NO	0	0	0	NO
6	2	36	1.62	1	4	1.7	1	2	SI	1.83	1.3	5	SI
6	2	37	2.13	1	4	2.21	1.1	8	SI	0	0	0	NO
6	2	38	3.32	2.3	7	3.38	2.3	4	SI	0	0	0	NO
6	2	39	2.93	3	6	3.08	3.2	3	SI	0	0	0	NO
6	2	40	1.98	9.3	8	2.04	9.3	7	SI	2.22	9.5	9	SI
6	2	41	3.42	2	5	0	0	0	NO	0	0	0	NO
6	2	42	6.55	15	10	0	0	0	NO	0	0	0	NO
6	2	43	5.98	4	20	6.05	4.1	8	SI	0	0	0	NO
6	2	44	6.99	4	16	7.02	4	7	SI	7.23	4.4	8	SI
6	2	45	6.73	4	18	7.01	4.3	1	SI	0	0	0	NO
6	2	46	3.2	6	7	3.25	6.1	1	SI	0	0	0	NO
6	2	47	2.35	8.9	8	2.43	8.9	2	SI	2.75	9	6	SI
6	2	48	6.02	3.5	7	6.1	3.5	1	SI	7.31	3.9	3	SI

6	2	49	3.95	1.5	6	4.04	1.6	4	SI	0	0	0	NO
6	2	50	3.49	2.5	7	0	0	0	NO	0	0	0	NO
6	2	51	3.85	3.5	5	0	0	0	NO	0	0	0	NO
6	2	52	6.22	3	9	6.26	3.2	2	SI	6.53	3.6	3	SI
6	2	53	4.85	7.8	12	4.92	7.9	7	SI	5.3	8.2	13	SI
6	2	54	2.71	10	7	2.8	10.1	4	SI	0	0	0	NO
6	2	55	2.42	2.4	4	2.47	2.5	5	SI	0	0	0	NO
6	2	56	1.62	3	6	1.65	3.2	6	SI	0	0	0	NO
6	2	57	2.22	1.5	7	2.24	1.5	4	SI	2.27	1.9	6	SI
6	2	58	3.41	4.5	10	3.47	4.7	6	SI	0	0	0	NO
6	2	59	4.44	7	19	4.49	7.2	9	SI	0	0	0	NO
6	2	60	1.92	1.8	6	1.94	2	3	SI	0	0	0	NO
6	3	61	3.04	3	6	3.11	3.1	2	SI	3.27	3.6	5	SI
6	3	62	2.41	1	5	2.46	1.2	3	SI	2.67	1.6	6	SI
6	3	63	4.03	6.7	11	4.19	6.7	6	SI	4.54	7	10	SI
6	3	64	3.97	6	10	3.99	6.1	4	SI	0	0	0	NO
6	3	65	3.44	1.5	5	3.51	1.6	1	SI	0	0	0	NO
6	3	66	0.88	0.8	4	0.93	0.8	3	SI	1.25	1.1	5	SI
6	3	67	3.6	1.5	7	3.82	1.5	5	SI	0	0	0	NO
6	3	68	2.79	2.5	5	2.8	2.5	6	SI	0	0	0	NO
6	3	69	2.88	4	9	2.94	4.1	4	SI	0	0	0	NO
6	3	70	1.54	6	7	1.59	6	4	SI	1.93	6.4	4	SI
6	3	71	5.69	1.5	5	5.76	1.5	4	SI	0	0	0	NO
6	3	72	2.78	1	7	2.83	1.2	3	SI	0	0	0	NO
6	3	73	3.05	6.2	9	3.16	6.2	5	SI	3.55	6.5	8	SI
6	3	74	1.9	4	7	1.98	4.2	1	SI	0	0	0	NO
6	3	75	2.85	2	6	2.88	2.2	2	SI	2.97	2.6	5	SI
6	3	76	3.62	2	2	3.65	2.1	3	SI	0	0	0	NO
6	3	77	2.61	1	7	2.66	1	5	SI	2.85	1.4	5	SI
6	3	78	4.16	3	9	4.19	3.1	5	SI	0	0	0	NO
6	3	79	1.4	2	7	1.43	2.3	3	SI	1.67	2.7	5	SI
6	3	80	1.12	3	6	1.16	3.2	3	SI	1.34	3.6	4	SI
6	3	81	2.28	11.7	9	2.29	11.8	2	SI	2.65	12	5	SI
6	3	82	2.26	1	4	2.28	1.2	4	SI	0	0	0	NO
6	3	83	2.44	2	8	2.51	2.2	4	SI	2.67	2.6	6	SI
6	3	84	2.22	2	9	2.27	2.1	3	SI	2.56	2.4	5	SI
6	3	85	2.17	1.5	6	2.22	1.6	3	SI	0	0	0	NO
6	3	86	3.8	4.5	8	3.81	4.8	5	SI	0	0	0	NO
6	3	87	3.4	5	7	3.49	5.2	8	SI	3.81	5.8	6	SI
6	3	88	3.48	9.5	7	3.49	9.9	7	SI	0	0	0	NO
6	3	89	3.77	3	10	3.81	3.2	6	SI	0	0	0	NO
6	3	90	1.24	2.3	6	1.26	2.7	4	SI	0	0	0	NO

**Apéndice 2.** Panel fotográfico

**Figura 10**

*Acondicionamiento del vivero*



**Figura 11**

*Preparación del sustrato*



**Figura 12**

*Desinfección de sustrato*



**Figura 13**

*Embolsado de sustrato*



**Figura 14**

*Enfilado de bolsas*



**Figura 15**

*Recolección de brinzales de *Polylepis multijuga* Pilg.*



**Figura 16**

*Mezcla del sustrato con la micorriza*



**Figura 17**

*Repique de brinzales*



**Figura 18**

*Medición de brinzales*



**Figura 19**

*Riego de brinzales*



**Figura 20**

*Selección de brinzales al azar para laboratorio*



**Figura 21**

*Análisis en laboratorio*

