



Universidad Nacional Autónoma de Chota

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

Unidad de Investigación

RESOLUCIÓN DE COORDINACIÓN N° 001-2024-FCA/UNACH

“Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia,
y de la conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho”



CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

La que suscribe, Directora de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional Autónoma de Chota, **hace constar** que el Informe Final de Tesis Titulado. “**Propagación vegetativa de Quinual (*Polylepis racemosa*) utilizando diferentes dosis de Root – Hor y diferentes tipos de estacas en Chota, Cajamarca**”; desarrollado por la **Bach. Ericka Sandra Pedemonte Lopez** de la Escuela Profesional de Ingeniería Forestal y Ambiental, **asesora: Mtr. Denisse Milagros Alva Mendoza** y **coasesor: Ing. Auner Medina Rafael**; presenta un **ÍNDICE DE SIMILITUD DEL 20%** 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° 120-2022-UNACH**.

Se expide la presente, a petición de la parte interesada para los fines que estime conveniente.

Chota, 20 de febrero de 2024.

Atentamente

Dra. Doris Elena Delgado Tapia

Directora de la Unidad de Investigación
de la Facultad de Ciencias Agrarias

IT-CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD-UIFCA-ESPL

Propagación vegetativa de Quinual (*Polylepis racemosa*) utilizando diferentes dosis de Root - Hor y diferentes tipos de estacas en Chota, Cajamarca.

INFORME DE ORIGINALIDAD

20%

INDICE DE SIMILITUD

19%

FUENTES DE INTERNET

4%

PUBLICACIONES

5%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	2%
2	www.repositorio.unach.edu.pe Fuente de Internet	2%
3	repositorio.umsa.bo Fuente de Internet	1%
4	repositorio.cientifica.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	repositorio.unach.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	repositorio.unasam.edu.pe Fuente de Internet	1%
7	repositorio.unu.edu.pe Fuente de Internet	1%
8	aprenderly.com Fuente de Internet	1%
9	repositorio.unheval.edu.pe Fuente de Internet	<1%

106 Ali Nasiri Khiavi, Mehdi Vafakhah, Seyed Hamidreza Sadeghi. "Comparative applicability of MCDM-SWOT based techniques for developing integrated watershed management framework", *Natural Resource Modeling*, 2023

Publicación

<1 %

107 Sugenith Margarita Arteaga Castillo. "Cultivos para el cambio climático: selección y caracterización de variedades de judía (*Phaseolus vulgaris* L.) y *Phaseolus lunatus* tolerantes a la sequía y salinidad", *Universitat Politecnica de Valencia*, 2021

Publicación

<1 %

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias

Apagado

Excluir bibliografía

Activo

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL Y
AMBIENTAL



**Propagación vegetativa de Quinual (*Polylepis racemosa*) utilizando
diferentes dosis de Root - Hor y diferentes tipos de estacas en Chota,
Cajamarca.**

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO FORESTAL Y
AMBIENTAL

AUTOR:

Bach. Ericka Sandra Pedemonte Lopez

ASESOR:

Mtr. Denisse Milagros Alva Mendoza

CO-ASESOR:

Ing. Auner Medina Rafael



Mtr. Denisse Milagros Alva Mendoza
Ingeniera Forestal – Ingeniera Ambiental
Docente Ordinario
Escuela Profesional de Ingeniería Forestal y Ambiental
Universidad Nacional Autónoma de Chota

Auner Medina Rafael
Ing. Forestal
CIP. N° 159519

CHOTA-PERÚ

2023

ACTA DE SUSTENTACIÓN

ACTA N° 009-2023/EPIFA- FCA/UNACH

Siendo las 9:30 horas, del día 17 de febrero de 2023, en video conferencia del aplicativo Google Meet, los miembros del Jurado de Tesis titulada: “Propagación vegetativa de Quinual(*Polylepis racemosa*) utilizando diferentes dosis de Root – Hor y diferentes tipos de estacas en Chota, Cajamarca” integrado por:

1. M.Sc. Duberlí Geomar Elera Gonzáles Presidente


2. M.Sc. Jim Jairo Villena Velásquez, Secretario

3. M.Sc. Alex Wilfredo Huatay Saldaña, Vocal

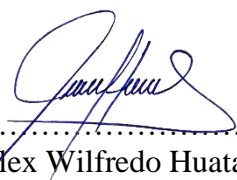
Sustentada por Ericka Sandra Pedemonte Lopez, asesorado por la Mtr. Denisse Milagros Alva Mendoza, y coasesorado por el Ing. Auner Medina Rafael, con la finalidad de obtener el Título Profesional en Ingeniería Forestal y Ambiental.

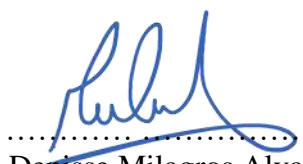
Terminada la sustentación, con las preguntas formuladas por los integrantes del Jurado y las respuestas otorgadas por el graduando, luego de deliberar, acuerda Aprobar, la tesis, calificándola con la nota de: 14 (catorce); asimismo. Se eleva la presente Acta al Coordinador de la Facultad de Ciencias Agrarias, a fin de que se le declare EXPEDITO para conferirle el Título Profesional de Ingeniero Forestal y Ambiental.

Firmado en: Chota, 17 de febrero del 2023


.....
M.Sc. Duberlí Geomar Elera Gonzáles
Velásquez
Presidente


.....
M.Sc. Jim Jairo Villena
Velásquez
Secretario


.....
M. Sc. Alex Wilfredo Huatay Saldaña
Mendoza Vocal


.....
Mtr. Denisse Milagros Alva
Asesor

DEDICATORIA

Primero dar gracias a Dios, el dador original de la vida, luego a mis padres, por su ayuda constante para terminar satisfactoriamente mi carrera profesional. En especial mi madre por su amor, recomendaciones y ayuda incondicional que me ha brindado en toda la etapa de mi formación personal y profesional.

A mis hermanos y tíos por siempre estar impulsándome a ser mejor cada día y enseñarme el verdadero significado de la familia.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional Autónoma de Chota, Facultad de Ciencias Agrarias, Escuela Profesional de Ingeniería Forestal y Ambiental, por haberme acogido en sus aulas y formado profesionalmente.

A los docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Forestal y Ambiental por su importante aporte a mi formación profesional en términos de conocimiento y asesoramiento.

A la Mtr. Denisse Milagros Alva Mendoza y al Ing. Auner Medina Rafael por brindarme su asesoramiento en el presente trabajo de investigación.

A mi familia, en especial a mi madre por su motivación constante y apoyo para culminar mi carrera profesional.

A mis compañeros por brindarme su amistad, y con quienes hemos compartido tantos momentos a lo largo de los años de estudio.

En definitiva, a Dios por sus grandes bendiciones, por iluminarme en los difíciles momentos que, afrontado, por su infinito amor y misericordia.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	15
1.1. Planteamiento del problema.....	15
1.2. Formulación del problema.....	17
1.3. Justificación.....	17
1.4. Objetivos.....	18
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	19
2.1. Antecedentes.....	19
2.1.1. A nivel mundial.....	19
2.1.2. A nivel nacional.....	20
2.1.3. A nivel regional.....	22
2.2. Bases teóricas – científicas.....	23
2.2.1. Bosque de <i>Polylepis</i>	23
2.2.2. Quinual (Género <i>Polylepis</i>).....	24
2.2.3. Propagación vegetativa.....	28
2.2.4. Fitohormonas y reguladores de crecimiento.....	32
2.2.5. Root Hor (Comercial Andina Industrial 2018).....	33
2.3. Marco conceptual.....	34
2.3.1. Auxina.....	34
2.3.2. Ácido indolbutírico.....	34

2.3.3. Estacas.....	35
2.3.4. Estaca lignificada	35
2.3.5. Estaca semilignificada.....	35
2.3.6. Fitohormonas.....	35
2.3.7. Propagación de vegetativa.....	35
2.3.7. Regulador de crecimiento.....	36
2.4. Hipótesis	36
2.4.1. Hipótesis general.....	36
2.4.2. Hipótesis específicas	36
2.5. Operacionalización de variables	37
2.5.1. Variable independiente.....	37
2.5.2. Variables dependientes.....	37
CAPITULO III. MARCO METODOLÓGICO.....	39
3.1. Tipo y nivel de investigación.....	39
3.2. Diseño de la investigación	39
3.3. Métodos de investigación	44
3.4. Población, muestra y muestreo	52
3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	52
3.6. Técnicas de procesamiento y análisis de datos	55
3.7. Aspectos éticos.....	56

CAPÍTULO IV	57
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	57
4.1. Descripción de resultados	57
4.1.1. Análisis de normalidad	57
4.1.2. Efecto de diferentes dosis de Root- Hor y tipos de estacas en la capacidad rizogénica de <i>Polylepis racemosa</i>	58
a. Efecto en el porcentaje de enraizamiento	60
b. Efecto en el número de brotes.....	61
c. Efecto en el número de hojas	62
d. Efecto en el número de raíces	63
e. Efecto en la longitud de raíces	64
f. Efecto en la longitud de tallo	65
g. Efecto en el peso seco de la parte aérea.....	66
h. Efecto en el peso seco radicular.....	67
i. Efecto en el diámetro basal	68
4.1.3. Efecto de la interacción de diferentes dosis de Root-Hor y diferentes tipos de estacas sobre la capacidad rizogénica de <i>Polylepis racemosa</i> a lo largo de seis meses ...	68
a. Efecto en el número de estacas con brotes	68
b. Efecto en el número de hojas	70
c. Efecto en el número de brotes	71

4.1.4. Índices de calidad de la planta de <i>Polylepis racemosa</i>	72
4.2. Contratación e hipótesis	77
4.3. Discusión de resultados.....	78
CAPÍTULO V.....	88
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	88
CAPÍTULO VI	90
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	90
CAPÍTULO VII.....	100
ANEXOS	100
Anexo 1. Instrumento de recolección de datos.	100
Anexo 2. Reporte de análisis de suelo.	101
Anexo 3. Tablas	102
Anexo 4. Panel fotográfico	107

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Matriz de Operacionalización de variables	38
Tabla 2 Tratamientos utilizados en el estudio	40
Tabla 3 Delineamiento del experimento.....	41
Tabla 4 Resultados del análisis de normalidad de la capacidad rizogénica de <i>Polylepis racemosa</i>	57
Tabla 5 Efecto del tipo de estaca y enraizante en la capacidad rizogénica de <i>Polylepis racemosa</i> a los seis meses	59
Tabla 6 Resumen del análisis estadístico de los índices de calidad de planta	72
Tabla 7 Tabla ANOVA.....	102
Tabla 8 Tabla de Kruskal Wallis de peso seco de raíces.....	104
Tabla 9 Tabla de Kruskal Wallis de diámetro de estacas	105
Tabla 10 Tabla de Kruskal Wallis de índice de proporcionalidad biométrica.	106

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Diversidad de especies pertenecientes del género de <i>Polylepis</i> , en los departamentos de Perú.....	25
Figura 2 Ingredientes activos.....	34
Figura 3 Esquema de distribución de las parcelas experimentales.....	42
Figura 4 Diseño del vivero	43
Figura 5 Mapa de Ubicación del vivero	45
Figura 6 Porcentaje de estacas de <i>Polylepis racemosa</i> enraizadas.....	60
Figura 7 Número promedio de brotes por estaca de <i>Polylepis racemosa</i> enraizadas.	61
Figura 8 Número promedio de hojas por estaca de <i>Polylepis racemosa</i>	62
Figura 9 Número promedio de raíces por estaca de <i>Polylepis racemosa</i>	63
Figura 10 Longitud de raíces promedio de estacas de <i>Polylepis racemosa</i>	64
Figura 11 Longitud de tallo promedio de estacas de <i>Polylepis racemosa</i>	65
Figura 12 Peso seco de la parte aérea promedio de estacas de <i>Polylepis racemosa</i>	66
Figura 13 Peso seco radicular promedio de estacas de <i>Polylepis racemosa</i>	67
Figura 14 Diámetro basal promedio de estacas de <i>Polylepis racemosa</i>	68
Figura 15 Porcentaje de estacas con brotes en un periodo de seis meses.....	69
Figura 16 Número promedio de hojas por estaca en un periodo de seis meses.	70
Figura 17 Número promedio de brotes por estaca en un periodo de seis meses.	71
Figura 18 índice de robustez promedio de estacas de <i>Polylepis racemosa</i>	73
Figura 19 índice de calidad de Dickson promedio de estacas de <i>Polylepis racemosa</i>	74
Figura 20 Índice de lignificación promedio de estacas de <i>Polylepis racemosa</i>	75
Figura 21 Índice de proporcionalidad biométrica promedio de estacas de <i>Polylepis racemosa</i>	76

Figura 22 Limpieza del área para el vivero	107
Figura 25 Estructura del vivero	107
Figura 23 Delimitación de parcelas experimentales.....	107
Figura 24 Construcción del vivero	107
Figura 26 Protección del vivero con Malla Rashell	108
Figura 28 Dosificación de Formol.....	108
Figura 27 Preparación del sustrato	108
Figura 29 Desinfección del sustrato.	108
Figura 30 Remoción del sustrato desinfectado.....	109
Figura 31 Llenado de bolsas.....	109
Figura 32 Colocación de bolsas en la parcela	109
Figura 33 Codificación.....	109
Figura 34 Materiales utilizados	110
Figura 35 Recolección de estacas de <i>Polylepis racemosa</i>	110
Figura 36 Selección del material Vegetal.....	110
Figura 37 Root_Hor.....	110
Figura 38 Apilación de Root-Hor en estacas de <i>Polylepis racemosa</i>	111
Figura 39 Siembra de estacas de <i>Polylepis racemosa</i>	111
Figura 40 Riego de plántulas de <i>Polylepis racemosa</i>	111
Figura 41 Evaluación y registros de datos.....	111
Figura 42 Evaluación de la parte aérea de las plántulas de <i>Polylepis racemosa</i>	112
Figura 43 Plántulas de <i>Polylepis racemosa</i> en vivero.....	112
Figura 44 Plántulas de <i>Polylepis racemosa</i> al finalizar el experimento.....	112
Figura 45 Evaluación del sistema radicular.....	112

Figura 46 Separación de la parte aérea y radicular.....	113
Figura 47 Secado de estufa de <i>Polylepis racemosa</i>	113
Figura 48 Evaluación de peso seco aéreo.....	113
Figura 49 Evaluación de peso seco radicular	113

RESUMEN

Polylepis racemosa conocido como “Quinual” es una especie difícil de propagar por semillas, el cual conlleva a buscar métodos alternativos de propagación vegetativa. Se planteó como objetivo de investigación determinar el efecto de diferentes dosis de Root – Hor y tipos de estacas en la capacidad rizogénica de Quinual (*Polylepis racemosa*) en Chota, Cajamarca. El estudio fue ejecutado en un vivero construido para tal fin, con un diseño completamente al azar (DCA) en arreglo factorial siendo el primer factor tipo de material de propagación con dos niveles [estacas semilignificadas (A1) y estacas lignificadas (A2)] y el segundo factor dosis de Root - Hor con cuatro niveles [(0 ml (B1), 5 ml (B2), 10 ml (B3) y 15 ml (B4)], con ocho tratamientos [T1 (A1B0), T2 (A2B0), T3 (A1B1), T4 (A2B1), T5 (A1B2), T6 (A2B2), T7 (A1B3), T8 (A2B3), con tres repeticiones y 30 unidades experimentales por parcela experimental, siendo un total de 720 estacas. Los indicadores evaluados fueron, porcentaje de enraizamiento (%), número de brotes, número de hojas, número de raíces, longitud de raíces, longitud de tallo, peso seco de la parte aérea, peso seco radicular y diámetro basal, también se determinó el índice de la calidad de la planta. Mejores progresos se obtuvieron en las medias de estacas lignificadas, en los indicadores: porcentaje de enraizamiento, número de brotes, número de hojas, número de raíces en el T2 con 64,4%; 2,8; 13,6; 18,3, respectivamente; para longitud del tallo, peso seco de la parte aérea, peso seco radicular se obtuvieron 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. En estacas semilignificadas se obtuvo la mayor longitud de raíces en el T1 con 32,2 cm respectivamente.

Palabras claves: Quinual, propagación vegetativa, estacas, Root-Hor.

ABTRAC

Polylepis racemosa known as “Quinual” is a difficult species to propagate by seeds, which leads to seeking alternative methods of vegetative propagation. The research objective was to determine the effect of different doses of Root – Hor and types of cuttings on the rhizogenic capacity of Quinual (*Polylepis racemosa*) in Chota, Cajamarca. The study was carried out in a nursery built for this purpose, with a completely randomized design (DCA) in a factorial arrangement, the first factor being the type of propagation material with two levels [semi-lignified cuttings (A1) and lignified cuttings (A2)] and the second dosage factor of Root-Hor with four levels [(0 ml (B1), 5 ml (B2), 10 ml (B3) and 15 ml (B4)], with eight treatments [T1 (A1B0), T2 (AB2), T3 (A1B1), T4 (A2B1), T5 (A1B2), T6 (A2B2), T7 (A1B3), T8 (A2B3), with three replicates and 30 experimental units per experimental plot, being a total of 720 stakes. The indicators evaluated were rooting percentage (%), number of shoots, number of leaves, number of roots, root length, stem length, dry weight of the aerial part, root dry weight and basal diameter, the quality index of the plant will also be prolonged: 4%; 2,8; 13,6; 18,3, respectively; for stem length, dry weight of the aerial part, dry root weight, the highest were obtained. median values in T8 with 33,9 cm; 9,9g; 4,1 g, and the basal diameter in the T6 treatment with 1,05 cm. In semilignified cuttings, the greatest length of roots was obtained in T1 with 32,2 cm respectively.

Keywords: Quinual, vegetative propagation, cuttings, Root-Hor.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Planteamiento del problema

Actualmente, se está perdiendo grandes áreas de bosques nativos; Gómez (2018) señala que la destrucción del bosque nativo en los últimos años representa un gran problema ambiental. En tal sentido, la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2014) precisa la reducción de ecosistemas nativos representa un peligro socio ambiental, pues los bosques proveen bienes y servicios que satisfacen las exigencias básicas de la comunidad y contribuyen a mejorar las condiciones de vida, conservación del suelo, fijación de carbono, protección del hábitat, conservación de la biodiversidad e influyen en los procesos del ciclo hidrológico.

Los bosques de *Polylepis* tienen una diversidad de biota única, con altos niveles de endemismo, aprovisionan los servicios ambientales y socioeconómicos más importantes, como el cuidado de los recursos hídricos, regulación de escorrentía, prevención de la erosión y la regulación de los patrones y procesos atmosféricos, *Polylepis* no solo representa un elemento endémico y ecológicamente importante por su hábitat y por la flora que sustenta, sino que también tiene valor social y cultural, especialmente para aquellos que residen en estas zonas y utilizan los bosques como fuente de leña y carbón (Cuyckens & Renison, 2018).

En el Perú se localizaba un alto porcentaje (95 %) de los bosques de *Polylepis*, pero en estos tiempos se afirma que han desaparecido gran cantidad, evidenciándose en las regiones altoandinas de Perú y Bolivia un valor inferior al 10%. (Fjeldsa & Kessler, 1996; Lizana, 2019). Los bosques de *Polylepis* se ven coaccionados por operaciones antrópicas

como extracción para leña, incendios forestales intencionales, extracción de madera para construcciones rurales entre otros (Morales et al., 2018).

La composición de los bosques nativos y su estado de regeneración natural son susceptibles a ser destruidos. A todo esto, el hecho de que no se implementan las políticas, programas o proyectos consignados a proteger los recursos naturales y aumentar la superficie de bosques con especies de *Polylepis*.

Pretell et al. (1985) menciona que la reproducción a través de semillas de los árboles de *Polylepis*, se da a un grado muy limitado debido al bajo poder germinativo de la semilla botánica, en este sentido, es necesario usar métodos más eficientes para la propagación de *Polylepis*, entre los métodos más alternativos está la propagación asexual o vegetativa mediante el uso de estacas, hojas, raíces, etc. Por otro lado, el conocimiento de la propagación vegetativa de *Polylepis* es limitado (Huarhua et al., 2020).

En la Provincia de Chota, la población tiene conocimiento limitado de la transcendencia de conservar los bosques nativos de *Polylepis*, esto se evidencia en el uso inadecuado del recurso; porque a menudo se observa que los árboles son talados indiscriminadamente para la obtención de leña, actividades de sobre pastoreo, cambio del uso de la tierra por medio de la expansión de áreas para cultivos y prácticas forestales insostenibles; así mismo, la introducción de especies tales como: *Eucalyptus globulus* y *Pinus sp.* en la reforestación, especies priorizadas por su rápido crecimiento y conocimiento de su silvicultura.

Ante los problemas planteados y la necesidad de propagación de individuos de *Polylepis*, es necesario ejecutar investigaciones con la finalidad de determinar las

alternativas más viables de reproducción de esta planta nativa en vivero a través del estudio del efecto de diferentes dosis de Root -Hor y tipos de estacas en la capacidad rizogénica de Quinual (*Polylepis racemosa*) en Chota, Cajamarca, información que permitirá contribuir con conocimiento para su óptima propagación.

1.2. Formulación del problema

- ¿Cuál es el efecto de las diferentes dosis de Root-Hor y tipos de estacas en la capacidad rizogénica de Quinual (*Polylepis racemosa*) en Chota, Cajamarca?

1.3. Justificación

Una alternativa de producción de plantas para aquellas especies que tienen bajos porcentajes de germinación y alta mortalidad de plantas en vivero, es la propagación vegetativa, técnica que permite producir mayor cantidad de individuos en cualquier época del año y preservar las características genéticas deseables como: alta productividad, mayor productividad, capacidad para resistir plagas o enfermedades, así como soportar niveles elevados de humedad. Las técnicas de propagación vegetativa pueden ser mediante estacas, esquejes, acodos y cultivo in vitro. El corte de tallo se considera una de las más importantes ya que es económicamente viable, sencillo y rápido (Maggioni et al., 2020).

Existen especies de plantas que se propagan por estacas, pero, algunas de estas, no enraízan fácilmente, por lo que se requiere el uso de sustancias inductoras del enraizamiento (Giraldo et al., 2009). La aplicación de sustancias promotoras de raíces como el ácido indolbutírico puede acelerar el proceso de enraizamiento adventicio, así como uniformidad de raíces entre estacas de tallo en un vivero (Maggioni et al., 2020). La propagación vegetativa mediante tipos de estacas con reguladores de crecimiento aplicando Root-Hor para aumentar el porcentaje de emisión de raíces tanto en estacas lignificadas y estacas

semilignificadas va a permitir la formación, tanto en tamaño como en número y uniformización en el proceso de enraizamiento.

Los bosques de la especie de *Polylepis* tienen un rol fundamental de preservar la biodiversidad y funciones hidrológicas, sin embargo, son cada vez más amenazadas por la acción antrópica como la deforestación para ganar tierras para la ganadería y la agricultura (Zutta et al., 2012). Por ello este trabajo de investigación en la provincia de Chota, aportará al conocimiento para ampliar y mejorar los procedimientos de reproducción asexual de la especie en la etapa inicial de producción de plantas para futuros proyectos de restauración o reforestación con esta especie, dado que se encontrará la mejor dosis del producto enraizante para promover mayor enraizamiento en los tipos de estacas de *Polylepis racemosa*.

1.4.Objetivos

- **Objetivo General**

- Determinar el efecto de diferentes dosis de Root - Hor y tipos de estacas en la capacidad rizogénica de Quinual (*Polylepis racemosa*) en Chota, Cajamarca.

- **Objetivos Específicos**

- Determinar el efecto de diferentes dosis de Root – Hor sobre la capacidad rizogénica de estacas de Quinual (*Polylepis racemosa*) en Chota, Cajamarca.
- Determinar el efecto de diferentes tipos de estacas sobre la capacidad rizogénica de Quinual (*Polylepis racemosa*) en Chota, Cajamarca.
- Determinar el efecto de la interacción de diferentes dosis de Root - Hor y diferentes tipos de estacas sobre la capacidad rizogénica de Quinual (*Polylepis racemosa*) Chota, Cajamarca.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. A nivel mundial

Espejo (2015) indica que los esquejes de 15cm de longitud de *Polylepis racemosa subespecie triacontandra* produjeron mejores resultados en términos de rendimiento (76,67%), longitud de raíces (10,76 cm), volumen de raíces (6,37 cm³) y supervivencia (67,78%). Los esquejes de 30 cm de longitud mostraron el mejor desarrollo de brotes. Además, los esquejes tratados con enraizantes químicos y orgánicos superaron al testigo en cada una de las variables examinadas en vivero del Municipio Alto, La Paz, Bolivia.

Guaraca (2018) concluye que al evaluar tres mezclas de nutrientes y dos de frecuencias de utilización en el crecimiento y desarrollo de plantas de *Polylepis racemosa* deduce que las variables altura y diámetro en plantas de yagual (*Polylepis racemosa*) no tienen efecto al mes de aplicada la solución. El mejor resultado se obtuvo a los 60 días, cuando la cantidad de 200-100-200 NPK superó el 38,8% en altura, el 29,9% en diámetro y el 43,5% en el número de hojas respecto al tratamiento testigo, realizado en la provincia de Chimborazo, Ecuador.

Rosero et al. (2018) concluyen que al utilizar altas dosis de NPK aplicando tres veces por semana en un periodo de 120 días, se consiguió un buen desarrollo de la *Polylepis racemosa* tanto en altura de plántula y número de hojas. Esto significa que en la inaugural etapa de desarrollo en vivero la *P. racemosa* responde mejor al empleo de una alternativa nutritiva en cantidades altas y con una periodicidad de aplicación de tres veces por semana. Los tratamientos incluyeron la combinación de

tres fertilizantes (nitrato de amonio, nitrato de potasio y fosfato monopotásico) con tres concentraciones ((D1) 100-50-100; (D2) 150-75-150; y (D3) 200-100-200; mg. L de NPK, correspondientemente), dos dosis de aplicación y un procedimiento de control. Realizado en la provincia de Chimborazo-Ecuador.

Maggioni et al. (2020) afirman que la corta de troncos de árboles jóvenes y la adición exógena de ácido indolbutírico (IBA) en una concentración de 6000 mg. L⁻¹ es factible y se recomienda para producir plántulas de *Aegiphila brachiata Vell.* La inoculación de esquejes de tallo con *Azospirillum brasilense* no reveló influencia en la rizogénesis. Los esquejes de tallo obtenidos de árboles adultos no están indicados para la propagación clonal de *A. brachiata*, llevado a cabo en Brasil.

Rehana et al. (2020) mencionan que el uso de esquejes terminales unido a un pretratamiento con IBA a 3000 ppm en el método de inmersión rápida durante 10 segundos y su combinación exhibió un efecto pronunciado sobre la formación de raíces y brotes en los esquejes, así como un establecimiento superior de campo esquejes enraizados. Indicó claramente su efectividad en el profundo aumento del éxito en la propagación vegetativa a través de esquejes en *crossandra var. Arka Shravya*, en la India.

2.1.2. A nivel nacional

Oropeza (2016) Evaluó los efectos de tres concentraciones de la fitohormona de enraizamiento AIB y un control en condiciones de invernadero. Con base en los datos promedio recolectados, se pudo determinar que el tratamiento con Ti con AIB a 2250 ppm, tiene los resultados más favorables en la propagación vegetativa de esquejes de *Polylepis beueri hieron* fueron registradas con mejor longitud de brotes,

longitud de raíces y número de brotes frescos. Además de secarse desde la raíz con m45.38 cm, 11.4 cm, 25.9 brotes, 87.18 g y 42.58 g, respectivamente, realizado en la localidad universitaria de Shancayan-Huaraz.

Poma (2017) manifiesta que las distintas dosis de Root Hor aplicados a los esquejes de *Lilium sp.* mostraron diferencias reveladoras en la longitud de raíz. A una dosis de 15 ml/L se consiguió la mayor longitud de raíz, así mismo no hace diferencia estadísticamente a los tratamientos de 5 y 10ml/L, se obtuvo la menor longitud de raíz en el testigo, de tal manera se puede derivar que conforme aumenta la dosis de enraizante, aumenta el número de raíces y no existe diferencias significativas en concentraciones de 10 y 15 ml/L, realizado en Acobamba-Huancavelica.

Lizana (2019), indica que el T5 (Tarma, 0 ppm) tuvo 100% de supervivencia y enraizamiento, el T13 (Concepción, 0 ppm) tuvo 93% de supervivencia y enraizamiento, y T1 (Masajancha, 0 ppm) tuvo 100% de supervivencia, 87% de enraizamiento y la formación de callos en cámaras de subarrigación. Estos tratamientos tuvieron los mejores resultados para el enraizamiento de *Polylepis spp* en la cuarta semana después de la instalación de la prueba, que se realizó en el vivero de la EEA Santa Ana-INIA en Huancayo.

Mendoza (2019) sostiene que el tratamiento con mayor efecto de las variables evaluadas (número de brotes, número de hojas, altura de la planta, número de raíces y longitud de raíces) es la dosis de 300 ml (T3) de Root-Hor , por lo que es la dosis más recomendada para enraizar esquejes de *Ficus carica*. Al mes de la plantación, el tratamiento con una cantidad de 300 ml de Root-Hor, alcanzó el mayor número de

brotos con una media de 1,40 brotes/estaca; aunque, no existe diferencia estadísticamente significativa. En el tratamiento con 300 ml de Root Hor alcanzó el máximo promedio de 15,03 hojas por esqueje en la variable número de hojas a los 45 días; más bien, no difirió significativamente del tratamiento con 250 ml de Root-Hor, que produjo 13,25 hojas/esquejes. De manera similar, después de 60 días, el tratamiento con 300 ml de Root Hor arrojó 20,73 hojas/estaca mientras que el tratamiento con 250 ml de Root Hor arrojó 17,63 hojas/estaca. El experimento se realizó en condiciones de vivero en Nuevo Chimbote-Perú-

Huarhua et al. (2020) obtuvieron un rendimiento del 69,44% al propagar vegetativamente brotes de *Polylepis incana* en condiciones de vivero durante un periodo de 90 días utilizando enraizadores y sustratos en Torata-Moquegua.

2.1.3. A nivel regional

No se han registrado investigaciones a nivel regional en enraizamiento de estacas de *P. racemosa*, pero si en otras especies.

Gutierrez (2014) menciona que poseen baja capacidad para enraizar aquellos esquejes de *Pinus radiata* que se obtienen de árboles adultos, así como también el período de recolección interviene en el enraizamiento de estacas, siendo el mes de agosto la mejor fecha y la arena el mejor sustrato para enraizar esquejes de esta especie; así mismo, se registró una intervención conjunta del sustrato (arena) más dosis de hormona (2000 ppm ANA), obtenido con ello los mejores resultados. La investigación fue realizada en condiciones de invernadero en ADEFOR-Cajamarca.

Hernández (2015) afirma que las estacas de *Solanum betaceum* Cav. con alto enraizamiento se logra con la administración de una porción de AIB de 1000 ppm. La utilización de AIB para el enraizamiento de estacas contribuye en el desarrollo de esta especie tanto en la cantidad como en la extensión de raíces, tallos y callos. El estudio se realizó en la provincia de San Pablo-Cajamarca.

Vargas (2017) concluye que el tratamiento E1D2 con proporciones AIB de 1000 ppm, manifestó un efecto mayor tanto en el tipo de estaca *Rubus fruticosus* L. como en la dosis de AIB, obteniendo los resultados más sobresalientes en aquellas estacas de 2000 ppm de AIB. Se observaron mejoras en el número y longitud de raíces, la longitud promedio de las yemas, el porcentaje de enraizamiento y un comportamiento similar en el número promedio de yemas en los tratamientos. Este estudio se llevó a cabo en el invernadero de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Cajamarca.

2.2. Bases teóricas – científicas

2.2.1. Bosque de *Polylepis*

En los andes centrales, entre 3500 y 5000 m.s.n.m. la presencia de bosques de *Polylepis* forma parte de la flora auto

ctona, su distribución de tipos de hábitat es diferente a lo que se suele ver, lo que contribuye a la formación de varios micro hábitats debido a la presencia de especies vegetales y altos niveles de endemismos (Trinidad & Cano, 2016). Los escasos bosques naturales que allí existen están dominados por el género *Polylepis*, también existen especies leñosas como *Buddleja*, *Clethra*, *Gynoxys*, *Podocarpus* o *Prumnopitys*. Estos bosques cumplen una función principal en la ecología de los

andes altoandinos, siendo su espacio de vida de diversas especies arbustivas y animales, además se presenta como una fuente de gran importancia de recursos para las poblaciones locales. Sin embargo, forman parte de los ecosistemas más vulnerables a ser desaparecidos (Kessler, 2006).

Sin embargo, un género arborescente de *Polylepis* se encuentra en los andes tropicales altos, pueden encontrarse a elevaciones de hasta 5200 m.s.n.m. totalmente cercados por la flora de las zonas altas y aislados de cualquier otro tipo de bosque. La corteza color rojo intenso y el color verde oscuro de las hojas de los árboles de *Polylepis* lo hacen más identificables en los paisajes de páramo o puna (Simpson, 1979).

Los bosques de *Polylepis* son significativos para conservar la cuenca, así como la capacidad productiva del suelo por lo cual deben ser protegidas (Tarifa & Yensen, 2020).

Para los andes peruanos se han reportado del género *Polylepis* 19 especies, lo que representa a más del 70 % de las 27 especies encontradas en toda el área andina; prevaleciendo entre Bolivia y Ecuador (Mendoza & Cano , 2011). Segovia-Salcedo et al. (2018) y Simpson (1979) indican que en los ecosistemas alto andinos, el género *Polylepis* ostenta 28 especies entre árboles y arbustos.

2.2.2. Quinual (Género *Polylepis*)

La designación *Polylepis* procede de las palabras griegas poly (muchos) más letis (capas), en referencia a la corteza tributaria y multicapa que es común a todas las especies del género (Simpson, 1979).

2.2.2.1. Distribución geográfica

Mendoza & Cano (2011) mencionan que las especies de *Polylepis* se localizan en 19 departamentos del Perú, encontrando una cantidad más significativa de diversidad de esta especie en Cusco y Ayacucho (Figura 1).

Figura 1

Diversidad de especies pertenecientes del género de Polylepis, en los departamentos de Perú



2.2.2.2 Taxonomía

La familia a la que pertenece el género de *Polylepis* es Rosaceae específicamente se ubican en la subfamilia Rosoide y la tribu Sanguisorbeae (Focke, 1888; Robertson, 1974). Este género es nativo y diferente a los demás componentes de la familia, sin embargo, la repartición extraña de la totalidad de las especies tanto por factores naturales y antrópicos ha implicado mucha variación interpoblacional (Simpson, 1979).

De acuerdo al sistema de clasificación APG IV Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants (APG IV, 2022), *P. racemosa* se categoriza de la siguiente forma:

Reino: Plantae

Filo: Tracheophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Rosales

Familia: Rosaceae

Género: *Polylepis*

Especie: *Polylepis racemosa* Ruiz & Pav.

P. racemosa es comúnmente conocida como Quinual (Perú), coloradito (Venezuela), Queñua-qiwuña (Bolivia-Perú), Yagual (Colombia), Palo colorado, Pantza, Siete cortezas, Yagual (Ecuador).

2.2.2.3 Características vegetativas

Según Mendoza & Cano (2012) *P. racemosa* presenta las siguientes características dendrológicas.

- Es un árbol que oscila entre 3 y 15 metros de altura, con una corteza que muestra tonalidades marrón rojizas.

- Vaina estipular inclinadas alejándose del pecíolo, glabra en la superficie externa, pero con tricomas largos que sobresalen en el ápice de la superficie interna.
- Hojas asociadas situadas en los extremos de las ramas y compuestas de forma imparipinada con 1 a 3 pares de folíolos. El pecíolo mide entre 0.5 y 2.5 cm de longitud, mientras que las hojas tienen dimensiones de 3.5 a 8.8 cm de longitud y 2.3 a 6.8 cm de ancho. El raquis presenta vellosidades mezclado con tricomas glandulares.
- Punto de unión del folíolo presenta un grupo de tricomas rectos y largos, de color blanco. Los folíolos tienen contorno oval o casi oblongo, con dimensiones de 1.9 a 4.9 cm de largo y 0.7 a 1.8 cm de ancho, base atenuado, redondeado y el extremo puede ser agudo obtuso o ligeramente emarginado. Los bordes de los folíolos son aserrados, y en el envés se encuentran pelos largos blancos o marrones entrelazados. En el haz, la superficie es lisa ligeramente rugosa, de color verde oscuro y la textura puede variar de glabra a ligeramente áspera a lo largo de la vena central.

Racimo sencillo que mide entre 3.5 y 15 cm de longitud, con un total de 3 a 18 flores. La bráctea floral tiene una forma lanceolada y una longitud que oscila entre 2 y 10 mm.
- Flores completas con un diámetro de 0.9 a 1.0 cm. sépalos de 3 a 4 ovadas, vellosas en la superficie externa especialmente en las puntas, interior piloso mezclado con tricomas glandulares cerca al ápice, estambres 10 – 20.

- Anteras orbiculares, hárbate; estilo a menudo agrandado cerca de la base debido a la proyección del ovario desde la copa florar, vellosos en el punto de proyección

2.2.3. Propagación vegetativa

En especies forestales abarca desde tratamientos simples hasta muy avanzados, utilizando la tecnología para el cultivo de tejidos genéticamente homogéneos, perfeccionada y con ausencia de plagas y enfermedades, ya que esta va a permitir conservar el potencial del material vegetativo (Cruz et al., 2008). Permite propagar desde una célula, tejido u órganos (raíz, tallo, ramas u hojas). Dadas las condiciones de temperatura, nutrientes entre otros para el crecimiento, cualquier parte de la planta puede producir una nueva con las mismas propiedades (Rojas et al., 2004).

2.2.3.1. Ventajas

Rojas et al. (2004) menciona la vital importancia de la reproducción vegetativa, pues resulta esencial para la supervivencia de especies en situación de amenaza o riesgo de extinción.

Con la propagación se proyecta:

- Evaluar genéticamente el material vegetal.
- Conservar los genotipos en bancos clónales y arboretos o colección de árboles, arbustos.

- Mantener la información genética propicia para la defensa de plagas y enfermedades, así como para el desarrollo de una nueva planta resistente a condiciones climáticas extremas.
- Puede ser procedimiento más preciso si la reproducción sexual no constituye el método más efectivo.
- Producir especies cuyas semillas tienen dificultades para germinar o su período de germinación es muy largo.
- Hacer uso de la genética correcta de 2 plantas en una.
- Producir plantaciones semejantes con identificación genética.

2.2.3.2. Métodos de propagación vegetativa

La estaca es la forma más rentable de propagación vegetativa de plantas clonales, ya que permite una propagación de bajo costo en un corto período de tiempo. De manera similar, el enfoque de corte no presenta los problemas de incompatibilidad que presenta la técnica de inyección. Este enfoque implica quitar o descubrir una rama, hoja o raíz de la planta madre y colocarla en un medio apropiado para desarrollar un sistema de raíces (Paiva & Gomes, 1995; Pinheiro et al., 2004).

A. Estacas

La técnica de propagación vegetativa por estacas constituye una alternativa para superar las dificultades en la propagación de especies nativas, con fines productivos, así como para ayudar a proteger y conservar los recursos genéticos forestales (Coqueiro et al., 2012).

Es posible extraer las estacas de la porción aérea como de la parte subterránea de la planta original, se denomina estacas caulinarias aquellas que son retiradas de la parte aérea y pueden ser herbáceas o leñosas (Pinheiro et al., 2004).

B. Tipos de estacas

Según Hartmann & Kester (1998) clasifica las estacas según la porción de la planta de la cual provienen: estacas provenientes de los tallos, estacas derivadas de las hojas y estacas originadas de las raíces.

a. Estaca de tallo

Estas estacas se extraen de ramas que poseen yemas en los extremos o en los laterales y se dividen en madera: dura, semidura, suave y herbácea.

- Estacas de madera dura

Especies Deciduas: Se utiliza para la propagación de especies leñosas y se obtiene de la parte central y basal de la planta con presencia de nudos, presentando longitudes de 10 a 15 cm y diámetros que varían de 0,6 y 2,5 cm.

Especies siempre verdes de hojas angostas: El periodo de enraizamiento de este tipo de estacas es lento y las condiciones para enraizar es prevenir un secamiento excesivo, el uso de sustancias reguladoras de crecimiento como el ácido indol butírico aumentan la proporción de emisión raíces.

- Estacas de madera semidura

La hora indicada para extraer las estacas es la mañana protegiéndolo del sol para evitar la deshidratación, las estacas con presencia de hojas demasiado grandiosas, se deben cortar para reducir la merma de agua, el clima frío y húmedo son aptos para el enraizamiento de las estacas.

- **Estacas de madera suave**

Este tipo de estaca tiene un enraizamiento rápido y sencillo, pero requiere de un mayor cuidado debe estar en un rango de temperatura de 23 a 27 °C en la base y 21 °C en la hoja, responden y tienen un efecto positivo al utilizar reguladores de crecimiento.

d. Estacas herbáceas

Este tipo de material vegetativo enraízan en un ambiente húmedo, se extraen de la planta madre con presencia de hojas en dimensiones de siete a 12 cm, en condiciones aptas su periodo de enraizamiento es corto.

e. Estacas de hojas

Para la propagación de este tipo de estacas solo existen algunas especies de plantas de las cuales se extrae su limbo y peciolo, la hoja tiene que estar en contacto con el medio enraizante para formar raíces

f. Estacas de raíz

Los mejores resultados se obtienen si las fracciones de la raíz se extraen de plantas madres jóvenes, no es recomendable obtener este tipo de estacas en tiempo

de primavera, puesto que las plantas están en su máximo desarrollo de ramas. Se debe realizar la plantación con el extremo proximal hacia arriba.

2.2.4. Fitohormonas y reguladores de crecimiento.

La fitohormona también conocida como hormona vegetal es una sustancia generada por las especies vegetales, que realizan su función en mínimas proporciones y su acción esencial opera a nivel celular, renovando estándares de desarrollo en las plantas. Durante su fase de crecimiento, las plantas necesitan reguladores hormonales que sean capaces de influir en todas las actividades metabólicas. Entre las fitohormonas de crecimiento vegetal tenemos auxinas, giberelinas, citoquininas. (Alcantara et al., 2019).

A. Auxinas

Esta fitohormona tiene una distribución variada en células y tejidos vegetales, acumulándose particularmente en una célula o conjunto de células en algunas circunstancias y asumiendo un suministro diferencial en los tejidos vegetales en otras. Debido a que este gradiente de concentración de auxinas regula varios procesos morfogénéticos, esta hormona vegetal se clasifica como morfógena (Garay-Arroyo et al., 2014).

Las auxinas pueden impulsar naturalmente la diferenciación celular en órganos como las raíces, tallos y hojas a medida que maduran. Una propiedad sobresaliente de las auxinas es su habilidad para estimular el crecimiento y elongación en los tallos a nivel vegetal, así como para acelerar la proliferación celular en cultivos de callos cuando se encuentran presentes citoquininas. A nivel

vegetal, la auxina más conocida es el ácido 3-indol-acético, que se produce de forma natural; las auxinas sintéticas adicionales incluyen el ácido indolbutírico, el ácido 2,4-diclorofenoxiacético, y el ácido -naftalenoacético (Alcántara et al., 2019).

2.2.5. Root Hor (Comercial Andina Industrial 2018)

Descripción: Es una sustancia biorreguladora muy poderosa, para enraizar plantas. Es usado principalmente en acodos y esquejes.

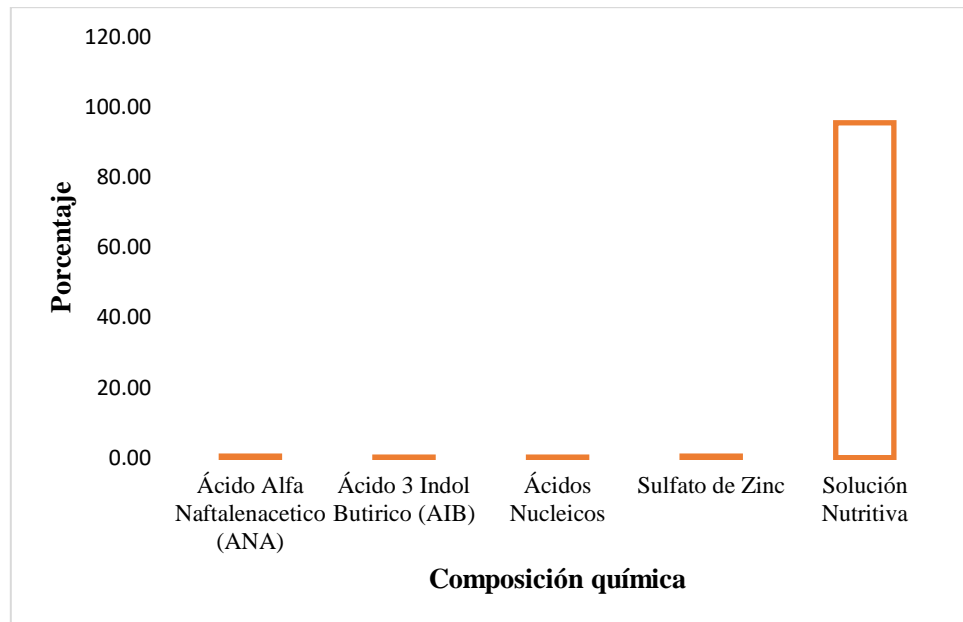
Sistema de preparación y aplicación

- Para enraizar esquejes: se coloca 5 ml de Root Hor en 1 L de agua, luego sumergir los esquejes a 3 cm de la altura de la solución por un tiempo de 5 minutos, posteriormente puede aplicarse cuando aparecen las primeras hojas.

Categoría Toxicológica

- Banda verde-categoría IV-Ligeramente Tóxico

Figura 2
Ingredientes activos



Fuente: Comercial Andina Industrial (2018).

2.3. Marco conceptual

2.3.1. Auxina

La auxina es una hormona que participa en el transcurso del ciclo de vida de la planta, a nivel celular, contribuye en los procesos de división, elongación y diferenciación de células, son capaces de incidir en los fenómenos biológicos como la inducción en la elongación de tallos, formar raíces adventicias en hojas y tallos, lo que da lugar a diferentes procesos morfogénéticos y la sustancia más prevalente y significativo es el ácido 3-indol-acético (IAA) (Garay-Arroyo et al., 2014).

2.3.2. Ácido indolbutírico

IBA actúa como un controlador del crecimiento que fomenta y acelera la aparición de raíces adventicias en la flora. Se emplea en la multiplicación vegetativa de

varias especies vegetales; favorece el enraizamiento y optimiza las actividades metabólicas. (Báez-Pérez et al., 2015).

2.3.3. Estacas

Fracción de la planta dotada de brotes y hojas, que a través de manipulación químicas, mecánicas y ambientales puede formar raíces y brotes (Baldini , 1992).

2.3.4. Estaca lignificada

Estacas lignificadas tienen una consistencia leñosa, son más productivas y vigorosas que se extraen de la parte lateral de las ramas que en condiciones adecuadas forman raíces (Prieto-Ruíz et al., 2022).

2.3.5. Estaca semilignificada

Estacas semilignificadas conocidas también como estacas tiernas o apicales extraídas del penúltimo crecimiento, que en condiciones adecuadas desarrollan raíces adventicias para generar una nueva planta (Prieto-Ruíz et al., 2022).

2.3.6. Fitohormonas

Componentes de diversa naturaleza química, se encuentra en tejidos u órganos celulares. Intervienen en proporciones reducidas y se constituyen en las diferentes partes de la planta (Garay-Arroyo et al., 2014).

2.3.7. Propagación de vegetativa

La reproducción vegetativa o asexual es el proceso mediante el cual una planta se reproduce utilizando células, tejidos u órganos con las mismas características (raíz, tallo, rama u hoja) genotipo superior a la planta madre (Gárate, 2010).

2.3.7. Regulador de crecimiento

Compuesto similar a las fitohormonas que se sintetizan químicamente o se derivan de otros organismos, son esenciales para la regulación de una variedad de procesos químicos a nivel de las células en las plantas (Alcántara et al., 2019).

2.4. Hipótesis

2.4.1. Hipótesis general

- La aplicación de diferentes dosis de Root - Hor incrementa de manera significativa la capacidad rizogénica en diferentes tipos de estacas de Quinual (*Polylepis racemosa*) en Chota, Cajamarca.

2.4.2. Hipótesis específicas

- El uso del Root - Hor incrementa de manera significativa la capacidad rizogénica de estacas de Quinual (*Polylepis racemosa*) en Chota, Cajamarca.
- El uso de diferentes tipos de estacas incrementa de manera significativa la capacidad rizogénica de Quinual (*Polylepis racemosa*) en Chota, Cajamarca.
- La interacción del Root - Hor y el tipo de estaca incrementan de manera significativa la capacidad rizogénica de estacas de Quinual (*Polylepis racemosa*) en Chota, Cajamarca.

2.5. Operacionalización de variables

2.5.1. Variable independiente

- Dosis de Root - Hor

0 ml (testigo)

5 ml.

10 ml.

15 ml.

- Tipos de estacas:

Estacas semilignificadas

Estacas lignificadas

2.5.2. Variables dependientes

- Porcentaje de enraizamiento (%).
- Número de brotes (N°)
- Número de hojas (N°)
- Número de raíces (N°)
- Longitud de raíces (cm)
- Longitud de tallo (cm)
- Peso seco de la parte aérea (g)
- Peso seco radicular (g)
- Diámetro basal (cm)

En la Tabla 1 se evidencia la matriz que detalla la Operacionalización de variables en este estudio.

Tabla 1
Matriz de Operacionalización de variables

Variable	Definición conceptual	Dimensiones	Indicadores	Índices
Dosis de Root – Hort	Fitohormona que se introduce en los tejidos celulares y eleva las concentraciones de auxinas, principalmente Alfa Naftalenacético (ANA) y el Ácido Indol Butírico (AIB) en la planta, promoviendo el desarrollo de la raíz.	Testigo	0	ml
			5	ml
		Dosis/ lignificadas semilignificadas	10	ml
			15	ml
Tipos de estacas: lignificadas/ semilignificadas	Se trata de crear una nueva planta a partir de una célula, tejido u órgano tomado de una planta madre.	Especie forestal en estudio: <i>Polylepis racemosa</i>	% de enraizamiento	%
			Nº de brotes	Nº
			Nº de hojas	Nº
			Nº de raíces	Nº
			Longitud de raíces	cm
			Longitud de tallo	cm
			Peso seco de la parte aérea	g
			Peso seco radicular	g
Diámetro basal	cm			

CAPITULO III. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Tipo y nivel de investigación

El estudio fue de tipo cuantitativa, ya que se realizó la recolección y análisis de datos numéricos, utilizando la estadística con el fin de evidenciar la influencia de una variable sobre otra (Hernández-Sampieri & Mendoza, 2018). durante el proceso de enraizamiento de *P. racemosa*.

El nivel de investigación es aplicativo pues los resultados derivados pueden aplicarse en la producción forestal de *P. racemosa*. Hernández-Sampieri & Mendoza (2018) indican que este nivel de investigación se enfoca en medir la efectividad de la intervención en la población en términos de a proceso, resultado e impacto.

3.2. Diseño de la investigación

El diseño optado es experimental, el cual llega a manipular las variables bajo condiciones controladas de vivero (Hernández-Sampieri & Mendoza, 2018) El experimento fue completamente al azar (DCA) en arreglo factorial con ocho tratamientos, siendo el primer factor tipo de material de propagación con dos niveles (estacas semilignificadas y estacas lignificadas) y el segundo factor dosis de Root-Hor con cuatro niveles (0, 5, 10 y 15 ml), tres repeticiones y 30 unidades experimentales por parcela experimental.

Para la obtención de los tratamientos (Tabla 2) se combinaron los dos factores:

- **Factor A:** Tipo de material de propagación con dos niveles
 - A1:** estacas semilignificadas
 - A2:** estacas lignificadas
- **Factor B:** Dosis del regulador de crecimiento Root-Hor con cuatro niveles

B0: testigo absoluto (sin aplicación del producto)

B1: 5 ml de Root-Hor

B2: 10 ml de Root-Hor

B3: 15 ml de Root-Hor

Tabla 2
Tratamientos utilizados en el estudio

Tratamientos	Combinación	Descripción
T1	A1B0	Estacas semilignificadas + 0 ml de Root-Hor
T2	A2B0	Estacas lignificadas + 0 ml de Root-Hor
T3	A1B1	Estacas semilignificadas + 5 ml de Root-Hor
T4	A2B1	Estacas lignificadas + 5 ml de Root-Hor
T5	A1B2	Estacas semilignificadas + 10 ml de Root-Hor
T6	A2B2	Estacas lignificadas + 10 ml de Root-Hor
T7	A1B3	Estacas semilignificadas + 15 ml de Root-Hor
T8	A2B3	Estacas lignificadas + 15 ml de Root-Hor

A. Delineamiento del experimento

Se especifica en la tabla 3 las características del experimento.

Tabla 3

Delineamiento del experimento

Unidades en el experimento	Detalles
Número de tratamientos	8
Número de repeticiones	3
Número de parcelas experimentales	24
Número de unidades experimentales por parcela experimental.	30
Total de plantas (semilignificadas y estacas lignificadas).	720

B. Disposición de los tratamientos

Se distribuyó en el vivero 24 parcelas experimentales (Figura 3).

Figura 3

Esquema de distribución de las parcelas experimentales

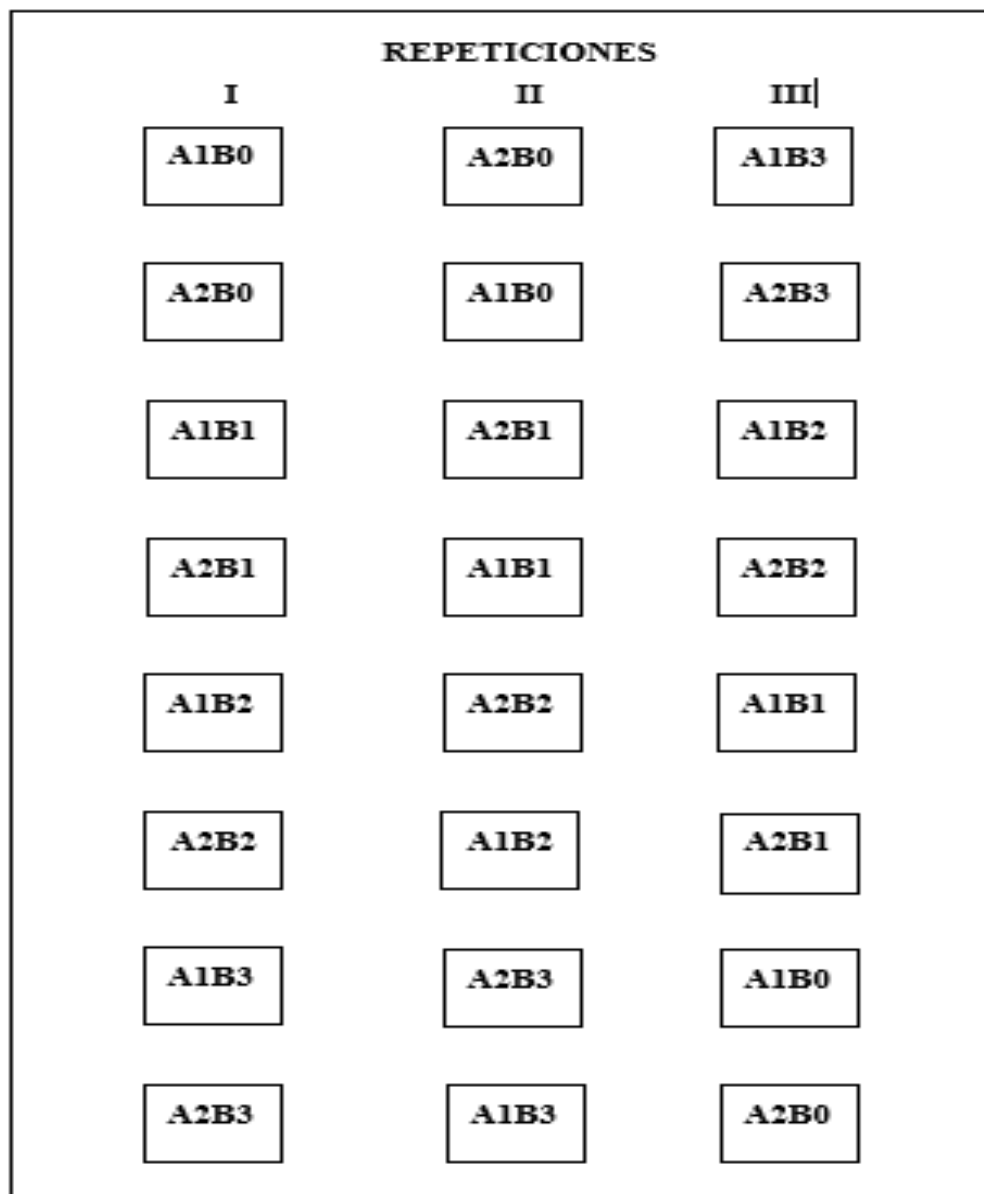
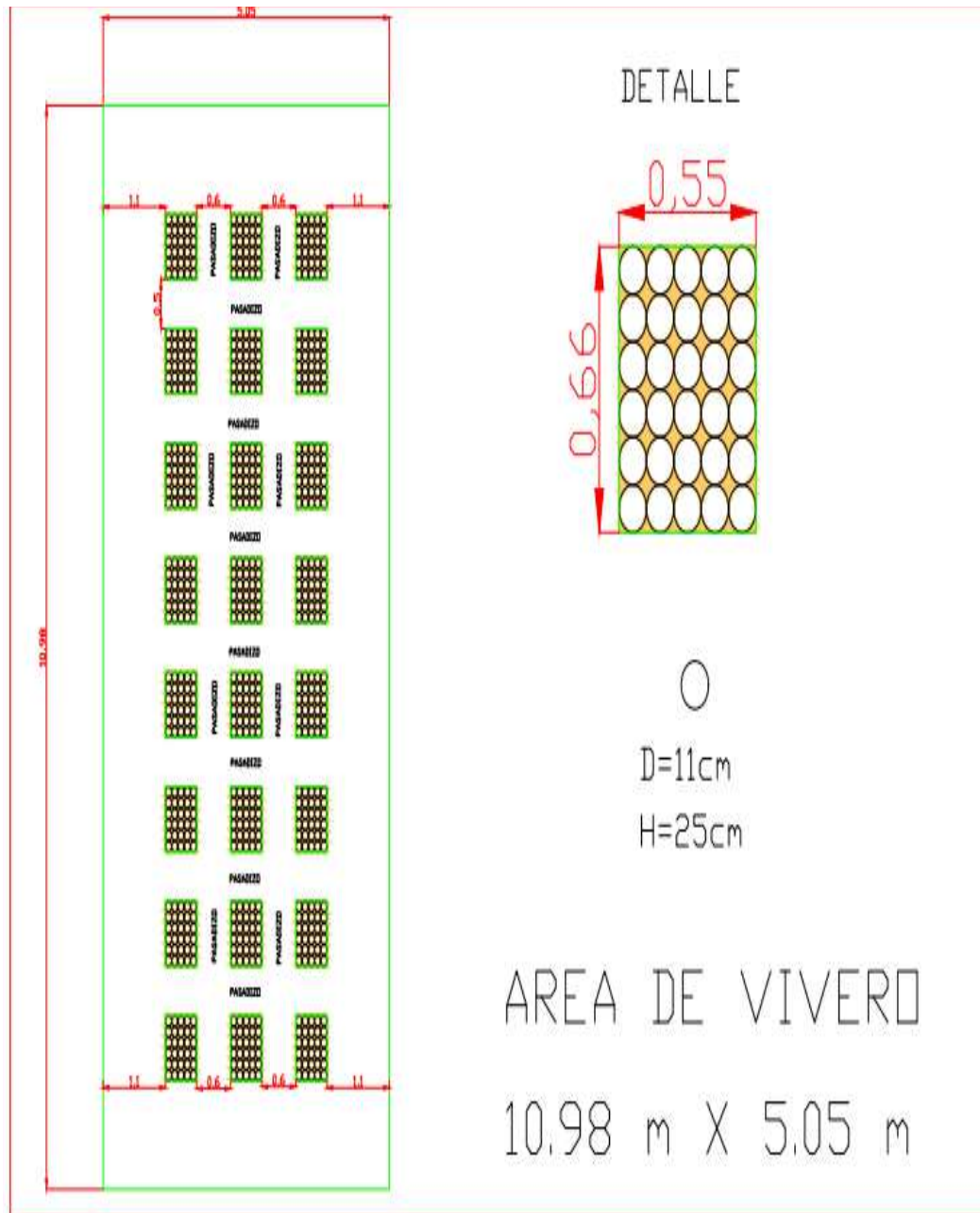


Figura 4
Diseño del vivero



3.3. Métodos de investigación

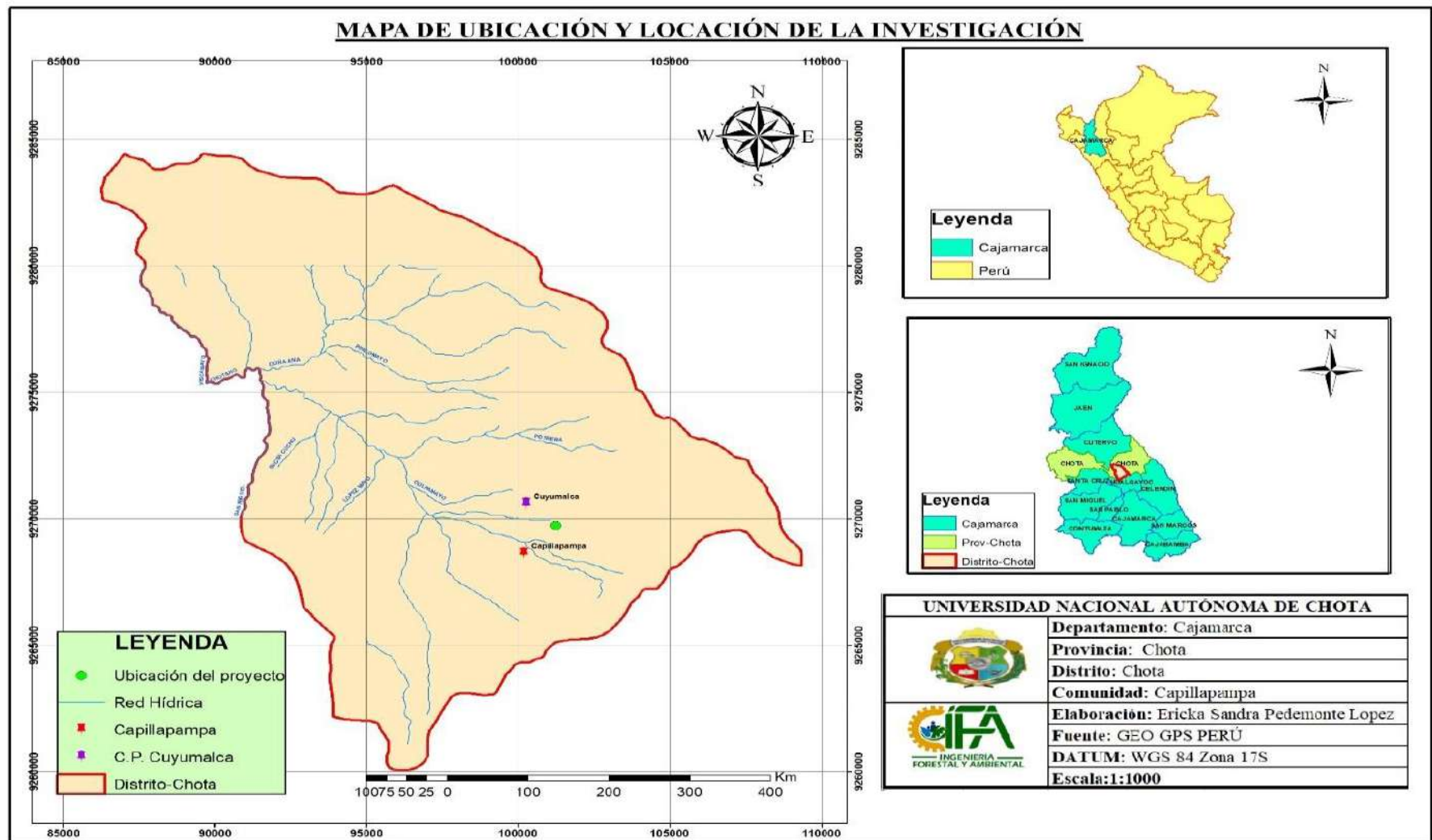
3.3.1. Ubicación

El presente estudio tuvo lugar en un vivero construido especialmente para este experimento y estuvo ubicado en la comunidad de Capillapampa perteneciente al Centro Poblado de Cuyumalca del distrito y provincia de Chota, departamento de Cajamarca, ubicado en las coordenadas geográficas 6° 35' 37.121" S 78° 36' 17.546" W a una altitud de 2872 m.s.n.m. (Figura 5).

Específicamente el vivero se ubicó a 10 km al sur de la ciudad de Chota, carretera Chota-Bambamarca. De Chota en carretera asfaltada a la altura 7,5 Km, se toma a la izquierda en tramo de la carretera afirmada 2,0 Km, a esa altura se continua a la izquierda por un camino peatonal aproximadamente 0,5 Km hasta llegar al vivero. El tiempo en promedio es de 1 hora.

Según la estación meteorológica Chota (Código:106034), durante los meses que se ejecutó el proyecto (septiembre, octubre, noviembre, diciembre 2021- enero, febrero 2022), la Temperatura osciló entre 21,24 °C como máximo y 10,72 °C como mínimo, de igual manera se tuvo un promedio de Humedad Relativa de 84,78 % y una Precipitación anual de 4,33 mm / día (SENAMHI-Chota).

Figura 5
Mapa de Ubicación del vivero



3.3.2. Equipos, materiales e insumos

3.3.2.1. Equipos

- Sierra eléctrica
- Balanza analítica
- Estufa

3.3.2.2. Materiales

a) Materiales de campo

- Rastrillo
- Tijeras de podar
- Carretilla
- Madera
- Postes de madera
- Baldes
- Regla metálica
- Plumones indelebles
- Regadera
- Manguera
- Malla rachell
- GPS
- Cinta masking
- Paja rafia
- Sacos de yute

- Formol
- Esmalte en color negro y rojo
- Clavos
- Grapas
- Tablitas de triplay
- Láminas de plástico
- Vernier
- Jeringa
- Hoyador de madera
- Wincha de 50 m
- Bolsa de polietileno color negro de 7x10 (18 cm x 25 cm).

b) Materiales de gabinete

- Equipos de computación
- Cámara fotográfica
- Libreta de apuntes
- Tablero
- Papel
- Planilla de evaluación

3.3.2.3. Insumos

- **Material vegetativo**

Estacas lignificadas y semilignificadas de *Polylepis racemosa*.

- **Fitohormona**

Root-Hor

- **Material para sustrato**

Tierra negra

Arena de cantera

Humus

3.3.3. Trabajo en campo

a. Acondicionamiento del vivero

Se construyó el vivero en un área de 11m de largo x 5 m de ancho haciendo un área total de 55 m², colocando maya Rashell de 65% color verde a una altura de 2,50 metros del suelo. De acuerdo al diseño experimental fueron construidas las parcelas experimentales en dimensiones de 0,66 m de largo x 0,55 m de ancho, bajo el nivel del suelo (Figura 4).

b. Preparación del sustrato

- Para eliminar piedras, terrones y restos de materia vegetal, los componentes del sustrato (tierra negra, arena de cantera y humus) fueron tamizados en una zaranda, posteriormente fueron mezclados.
- Se utilizó un solo tipo de sustrato en todo el experimento el mismo que estuvo preparado en base a tres partes de tierra negra, dos partes de arena de cantera y una parte de humus (3:2:1) (Figura 27).
- Terminada la mezcla se realizó la desinfección con formol al 40 %, diluido en una concentración de 150 cm³ por balde de 20 L de agua y se procedió a humedecer el sustrato de manera homogénea, luego fue cubierto con un

plástico negro por espacio de 48 horas, al término del cual fue descubierto y removido hasta eliminar completamente el formol (Figura 29).

- El sustrato utilizado presentó las siguientes características físico químicas (Anexo 2):

- Arena%: 60,00 (Fr. Ar. A.)
- Limo %: 13,00 (Fr. Ar. A.)
- Arcilla %: 27,00 (Fr. Ar. A.)
- Reacción actual (pH): 5,29 (fuertemente ácido)
- Reacción potencial (pH): 4,47
- Al intercambiable (meq/100 g): 1;45 (medio)
- Calcáreo total (%): 0,00 (bajo)
- C.E. ($\mu\text{mhs/cm}$): 156,00
- C.E. actual ($\mu\text{mhs/cm}$): 141,00
- M.O. %: 6,50 (alto)
- N total (%): 0,32 (alto)
- P disponible (ppm): 6,83 (bajo)
- K disponible (ppm): 159,69 (alto)
- C.C.C (r) (meq/100g): 24,55 (alto)
- Ca cambiabile (meq/100g): 9,80
- Mg cambiabile (meq/100g): 0,98
- K cambiabile (meq/100g): 0,49
- Na cambiabile (meq/100g): 0,01
- Saturación de bases (%): 45,94 (bajo)
- Acidez de cambio (meq/100g): 13,28 (alto)

c. Embolsado

Se utilizó bolsas de polietileno de color negro de 7x10 pulgadas (18 cm x 25 cm) en los cuales se colocó el sustrato preparado (Figura 31).

d. Codificación

En cada uno de los tratamientos se colocaron placas de triplay con su respectiva identificación, considerando las dosis del enraizador “Root-Hor”, el tipo de estaca y la repetición por unidad experimental (Figura 33).

e. Recolección del material de vegetación

El material vegetativo (estacas lignificadas y estacas semilignificadas) fue extraído de los bosques nativos ubicado en la comunidad de Andes del Calvario, Perteneciente al distrito de Chalamarca. El mismo que se encuentra ubicada en las coordenadas geográficas 6° 32' 56,026''S 78° 33'28,94'' a una altitud de 3654 m.s.n.m.

En el área del bosque identificado de *P. racemosa*, se seleccionaron los cinco mejores árboles teniendo en cuenta sus características fenotípicas de la especie: árboles saludables y fornidos de aproximadamente 2,5 metros de altura, fuste recto, copa bien formada, corteza exfoliante, láminas papiráceas rojizas, haz glabra o brillante, envés con varios tipos de indumento, ramas imparipinadas y con mayor presencia de chinchones, de donde se tomaron las estacas lignificadas y semilignificadas de las ramas medias y apicales, con la ayuda de tijera podadora en horas de la mañana (Figura 35).

f. Preparación de las estacas

Los materiales empleados en la preparación de las estacas fueron desinfectados con alcohol al 95 %. Se procedió a colocar las estacas en recipientes con agua, posteriormente se realizó un corte en bisel.

Para la aplicación del enraizador se empleó el tiempo y la dosificación según Información Técnica “Root-Hor” Comercial Anadina Industrial S.A.C. el cual indica:

Para enraizar acodos y esquejes: se colocó 5 ml de Root-Hor en 1L de agua, luego se embebieron los esquejes a 3 cm del nivel de la solución por un tiempo de 5 min. La dosificación fue de 0 ml, 5 ml, 10 ml y 15 ml. Cada tratamiento fue preparado en una bandeja de plástico color blanco (Figura 38).

g. Plantación

Se colocaron las estacas lignificadas y semilignificadas en las bolsas llenas de sustrato, teniendo en cuenta el orden y disposición de los tratamientos, en forma inclinada, introduciéndolas en el sustrato aproximadamente 1/3 de estaca (Figura 39).

h. Labores culturales

- **Protección:** con la finalidad de proteger el experimento de las influencias directas de los rayos solares y las precipitaciones fuertes se colocó en todo el perímetro del vivero y a una altura de 2,50 m del suelo, Malla Raschel de color verde de 65 % (Figura 26)
- **Riego:** inicialmente y durante un mes, los riegos fueron diarios en horas de la tarde, utilizando una regadera manual; posteriormente y durante el tiempo que

duro el experimento (6 meses) se regó cada dos a tres días, esto adaptándose a la humedad del sustrato (Figura 40).

- **Deshierbo:** esta actividad, se realizó en forma manual a partir del segundo mes de ser instalado el ensayo.

3.4. Población, muestra y muestreo

3.4.1. Población: la población estuvo compuesta por los árboles de *Polylepis racemosa* de la provincia de Chota, Cajamarca.

3.4.2. Muestra: correspondió a las 720 estacas (lignificadas y semilignificadas) que se utilizó en el experimento.

2.4.3. Muestreo: Cada unidad experimental tenía la misma probabilidad de ser seleccionada e incluida en las muestras para la evaluación mediante muestreo aleatorio simple.

3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Los datos fueron recopilados mediante la aplicación de la observación experimental y medición. Para la evaluación de los indicadores en estudios se utilizó como instrumentos de recolección de datos planillas para el registro de los datos.

Se utilizó equipos de medición como es un vernier para medir el diámetro basal, una regla milimetrada para evaluar longitud de raíces, longitud del tallo y una balanza analítica para evaluar el peso húmedo y seco de la parte aérea y radicular de las estacas.

3.5.1. Procesamiento de recolección de datos de las variables en estudio

La medición se realizó cada 30 días a partir de la plantación hasta el sexto mes que duró el experimento, considerando los siguientes indicadores:

- Porcentaje de enraizamiento
- Número de brotes
- Número de hojas
- Número de raíces
- Longitud de raíces

Asimismo, al concluir el experimento se evaluó:

- Longitud de tallo
- Peso seco de la parte aérea y radicular
- Diámetro basal

3.5.2. Metodología para medir las variables en estudio

- **Porcentaje de enraizamiento (%):**

El enraizamiento se evaluó en las 30 estacas instaladas por parcela experimental, al concluir el experimento (6 meses). El porcentaje de enraizamiento fue calculado a través de la siguiente fórmula:

$$PE = \frac{NEE}{NET} \times 100$$

Donde:

PE: Porcentaje de enraizamiento

NEE: Número de estacas enraizadas

NET: Número de estacas totales

- **Número de brotes**

Se registro la cantidad de nuevos brotes que surgieron a partir de las yemas axilares cada periodo de 30 días para esta variable luego de establecer el experimento durante seis meses, y este conteo se realizó al 100% de las estacas instaladas.

- **Número de hojas**

La cantidad de hojas, fue medida mediante un conteo sencillo en cada estaca, la evaluación se realizó cada 30 días, hasta la culminación del experimento.

- **Número de raíces**

Se efectuó el recuento de las raíces de las estacas lignificadas y semilignificadas del 100 % de las estacas que sobrevivieron, esto se realizó a los 180 días.

- **Longitud de raíces**

Después de transcurrir 180 días se llevó a cabo la medición de la longitud máxima de las raíces de las estacas que sobrevivieron, utilizando una regla de dimensiones considerables.

Longitud de tallo

Al culminar el experimento, de 10 estacas por unidad experimental se midió con una regla el largo del tallo.

- **Peso seco de la parte aérea y radicular**

Se trasladó al laboratorio 10 estacas enraizadas de las 30 instaladas, para evaluar el peso seco de la parte aérea y radicular. Con ayuda de una tijera de podar se separaron las partes, codificando y colocando en placas petri las

muestras vegetales, para luego ser secadas a una estufa a 75 ° C por 24 horas. Transcurrido ese tiempo se sacaron las muestras de la estufa y dejaron enfriar en campana desecadora, posteriormente se registró el peso.

- **Diámetro basal**

Al concluir el experimento, con un vernier se midió el diámetro de la estaca al ras del suelo.

3.6. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Se utilizaron pruebas paramétricas y no paramétricas. Se efectuó el test de normalidad de Shapiro Wilk, luego de cual para variables con distribución normal se aplicaron pruebas paramétricas (ANOVA y Tukey) y para variables con distribución diferente a la normal prueba no paramétricas (Kruskal Wallis). En todas las pruebas se aplicó un nivel de significación de 0,05. Para el procesamiento de los datos se utilizaron el software Excel y para el análisis estadístico el SPSS vs 25. (Anexo 3)

Asimismo, se calcularon índices de calidad de planta como se especifica:

- **Índice de robustez (IR)**

Llamado también índice de esbeltez, representa la proporción entre la altura de la planta (cm) y el diámetro (mm).

$$IR = \frac{\text{Altura (cm)}}{\text{Diámetro (mm)}}$$

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

$$ICD = \frac{\text{Masa seca total g}}{\frac{\text{Altura (cm)}}{\text{Diámetros (mm)}} + \frac{\text{Masa seca parte aérea (g)}}{\text{peso seco de Raíz (g)}}}$$

- **Índice de lignificación (IL)**

Es el porcentaje de peso seco en comparación con el contenido de agua en las plantas.

$$IL = \frac{\text{Masa total seca (g)}}{\text{Masa total húmeda (g)}}$$

- **Índice de proporcionalidad biométrica (IPB)**

También conocido como relación biomasa seca aérea/biomasa seca de raíz, se define representando el crecimiento de la planta en vivero.

$$IPB = \frac{\text{Biomasa seca aérea (g)}}{\text{Biomasa seca raíz (g)}}$$

3.7. Aspectos éticos.

La investigación se enmarca dentro del marco de la ética profesional, citando de manera apropiada las fuentes de información empeladas, además se ha solicitado autorización a SERFOR para la extracción del material vegetativo fuera de áreas naturales protegidas.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Descripción de resultados

4.1.1. Análisis de normalidad

Inicialmente se aplicó la prueba de Shapiro Wilk (Tabla 4) con el fin de evaluar la forma de distribución de los datos de los indicadores evaluados en la investigación

Tabla 4

*Resultados del análisis de normalidad de la capacidad rizogénica de *Polylepis racemosa**

Indicador	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	Gl	Sig.
Porcentaje de enraizamiento	,889	24	,013
Número de brotes*	,951	24	,282
Número de hojas*	,983	24	,949
Número de raíces*	,960	24	,445
Longitud de raíces*	,979	24	,869
Longitud de tallo*	,967	24	,585
Peso seco de la parte aérea*	,935	24	,125
Peso seco radicular	,907	24	,031
Diámetro basal	,907	24	,031
Índice de robustez	,910	24	,035
Índice de calidad de Dickson	,914	24	,043
Índice de lignificación*	,966	24	,574
Índice de proporcionalidad biométrica	,886	24	,011

*: distribución normal

Nota 1: nivel de significación 0,05%

Los indicadores con asterisco (*) presentan una distribución normal (p valor mayor a 0,05) por lo que se aplicaron métodos paramétricos para su evaluación (ANOVA y posterior prueba de media de Tukey). Para los indicadores con distribución de datos diferente a la normal (p valor menor a 0,05) se aplicó pruebas no paramétricas.

4.1.2. Efecto de diferentes dosis de Root- Hor y tipos de estacas en la capacidad rizogénica de *Polylepis racemosa*.

En la tabla 5 se presenta resultados correspondientes a la evaluación de la capacidad rizogénica de estacas de *P. racemosa* a los seis meses.

Tabla 5*Efecto del tipo de estaca y enraizante en la capacidad rizogénica de *Polylepis racemosa* a los seis meses*

Indicador tratamiento	Unidad de medida	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	F	Sig
Porcentaje de enraizamiento*	%	43,3 ± 3,0	64,4 ± 4,1	46,6 ± 1,1	48,9 ± 3,7	36,7 ± 1,0	49,0 ± 4,5	56,6 ± 1,5	59,9 ± 4,5		0,14
Número de brotes	Nº	2,5 ± 1,4 a	2,8 ± 1,3 a	2,2 ± 1,1 a	2,4 ± 1,3 a	2,3 ± 1,3 a	2,7 ± 0,9 a	2,2 ± 1,1 a	2,5 ± 1,3 a	0,67	0,67
Número de hojas	Nº	12,7 ± 8,6 a	12,4 ± 6,5 a	10,0 ± 6,3 a	11,6 ± 7,7 a	10,5 ± 6,5 a	8,9 ± 5,8 a	12,2 ± 6,0 a	12,2 ± 6,1 a	2,84	0,04
Número de raíces	Nº	16,6 ± 7,6 a	19,1 ± 8,8 a	16,0 ± 8,8 a	12,6 ± 9, a	15,3 ± 8,7 a	14,1 ± 9,0 a	15,3 ± 7, a	17,8 ± 9,5 a	1,69	0,18
Longitud de raíces	cm	32,2 ± 448,8 a	25,6 ± 123,6ab	22,2 ± 127,2 ab	20,9 ± 134,1b	20,0 ± 137,3b	20,8 ± 117,3b	21,9 ± 102,4ab	23,4 ± 121,0ab	0,79	0,61
Longitud de tallo	cm	23,6 ± 6,5d	31,3 ± 8,5abc	23,5 ± 7, 4d	32,1 ± 7,0ab	25,6 ± 6,7cd	27,78 ± 8,6bc	24,7 ± 4, 7d	33,9 ± 9,1 a	1,63	0,19
Peso seco de la parte aérea	g	4,3 ± 1,9 d	7,2 ± 2,0b	4,5 ± 2,8cd	7,2 ± 3,3b	3,1 ± 1,1d	6,6 ± 3,3bc	4,1 ± 1,0d	9,9 ± 4,1 a	11,09	0,00
Peso seco radicular*	g	1,1 ± 0,5	2,6 ± 0,7	1,4 ± 0,7	2,9 ± 1,3	1,2 ± 0,5	2,7 ± 1,1	1,3 ± 0,4	4,1 ± 2,2		0,01
Diámetro basal*	cm	0,5 ± 0,1	0,9 ± 0,1	0,5 ± 0,1	1,05 ± 0,1	0,5 ± 0,1	1,0 ± 0,1	0,6 ± 0,1	0,99 ± 0,2		0,01

*Prueba no paramétrica (Kruskall Wallis)

T1: estacas semilignificadas + 0 ml de Root-Hor, T2: estacas lignificadas + 0 ml de Root-Hor, T3: semilignificadas +5 ml de Root-Hor, T4: estacas lignificadas + 5 ml de Root-Hor, T5: estacas semilignificadas + 10 ml de Root-Hor, T6: estacas lignificadas +10 ml de Root-Hor, T7: estacas semilignificadas + 15 ml de Root-Hor, T8: estacas lignificadas + 15 ml de Root-Hor.

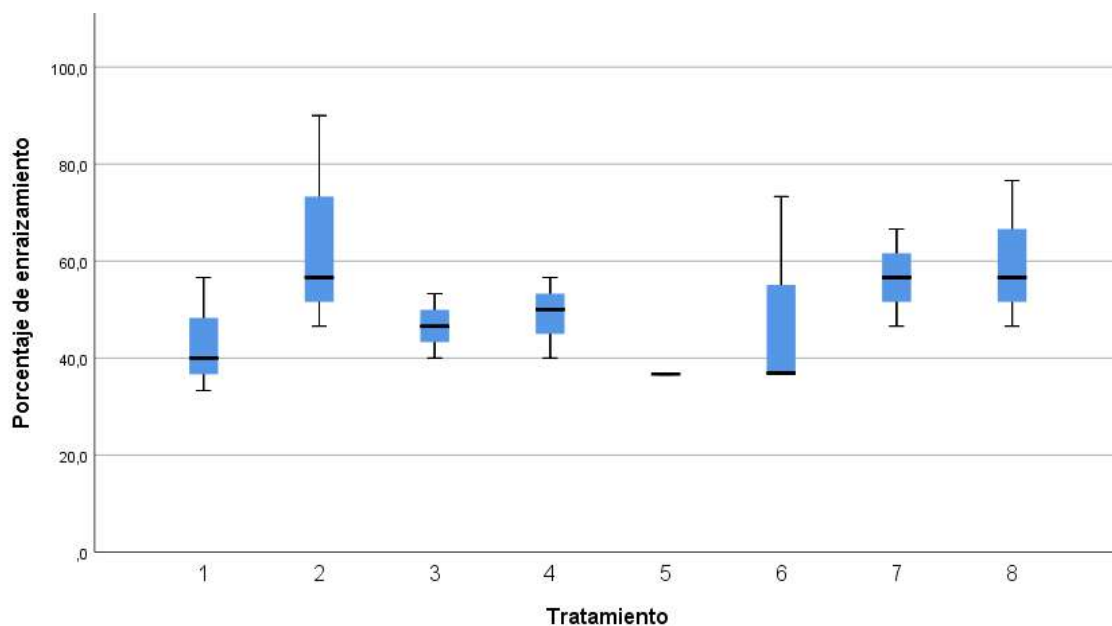
Nota 1: Media ± desviación estándar

Nota 2: Letras diferentes indican diferencia estadística significativa entre tratamientos según la prueba de medias de Tukey ($p < 0,05$).

Se registro diferencias significativas en los indicadores: peso seco de la parte aérea, obteniendo los mejores resultados en el T8 (estacas lignificadas + 15 ml de Root-Hor), peso seco radicular, obteniéndose los mejores resultados en el T8 (estacas lignificadas + 15 ml de Root-Hor) y el diámetro basal se registraron los mejores resultados en los tratamientos con estacas lignificadas, porque son de mayor dimensión el material de propagación.

a. Efecto en el porcentaje de enraizamiento

Figura 6
*Porcentaje de estacas de *Polylepis racemosa* enraizadas*



Los diagramas de cajas que representan a cada uno de los tratamientos monitoreados nos indican que los promedios de ellos existen diferencias numéricas, pero desde el punto de vista estadístico son iguales ($p > 0,05$) (Figura 6).

En la figura 6, muestra el porcentaje de enraizamiento por tratamiento, En estacas lignificadas los tratamientos que presentan mayor porcentaje de enraizamiento es el T2 (0

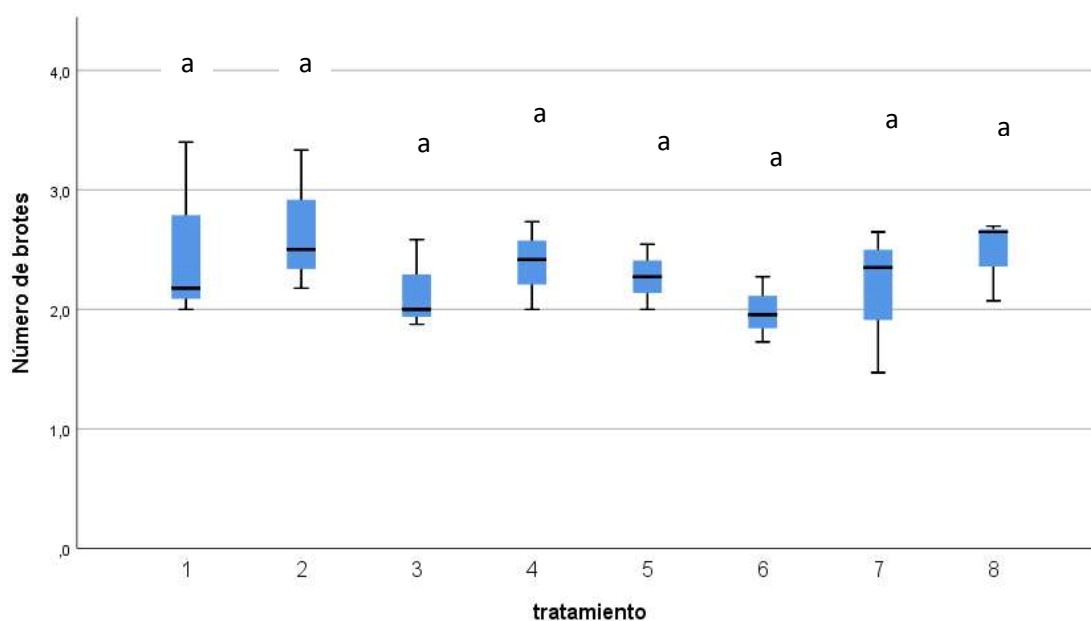
ml) en un 64,4%, T8 (15 ml) en un 59,9 %, seguido del T6 (10 ml) en un 49 % y el T4 (5 ml) en un 48,9 % de estacas de *P. racemosa* enraizadas.

En estacas semilignificadas los tratamientos que presentan mayor porcentaje de enraizamiento es el T7 (15 ml) en un 56,6 %, T3 (5 ml) en un 46,6%, seguido de T1 (0 ml), en un 13,3% y el T5 (10 ml) en un 36,7 % de estacas de *P. racemosa* enraizadas. En ambos tipos de estacas no existe diferencias estadísticas significativas (Figura 6).

b. Efecto en el número de brotes

Figura 7

Número promedio de brotes por estaca de *Polylepis racemosa* enraizadas.



Los diagramas de cajas que representan a cada uno de los tratamientos monitoreados nos indican que los promedios de ellos existen diferencias numéricas, pero desde el punto de vista estadístico son iguales ($p > 0,05$) (Figura 7).

En la figura 6 número promedio de brotes por tratamiento para estacas lignificadas indica que el T2 (0 ml de Root-Hor) tiene el mayor valor promedio con 2,8 número de brotes,

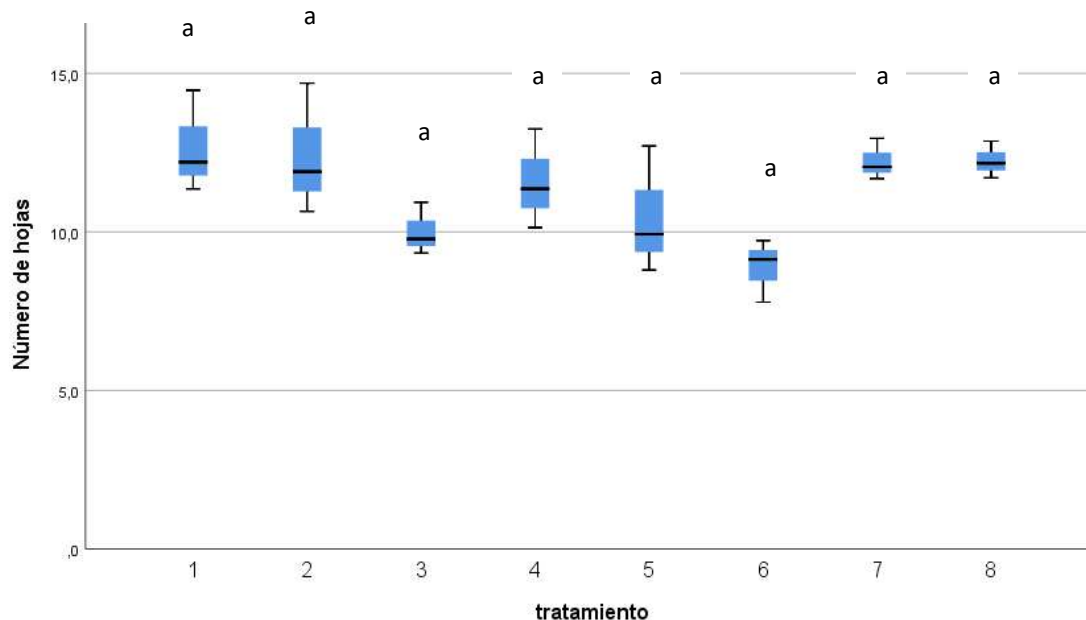
T8 (15 ml de Root-Hor) tiene un valor de 2,5 número de brotes, T4 (5 ml de Root - Hor) tiene un valor de 2,4 número de brotes y el T6 (10 ml de Root-Hor) tiene el menor valor promedio en número de brotes.

Para estacas semilignificadas el T1 (0 ml de Root- Hor) es el que tuvo el mayor valor con 2,5 número de brotes, T5 (10 ml de Root-Hor) con un valor de 2,3 número de brotes, T7 (15 ml de Root-Hor) con un valor de 2,2 brotes y el T3 (5ml de Root-Hor) con un valor de 2.2 brotes. Sin embargo, estos resultados no difieren estadísticamente entre sí.

c. Efecto en el número de hojas

Figura 8

Número promedio de hojas por estaca de Polylepis racemosa.



Los diagramas de cajas que representan a cada uno de los tratamientos monitoreados nos indican que los promedios de ellos existen diferencias numéricas, pero desde el punto de vista estadístico son iguales ($p > 0,05$) (Figura 8).

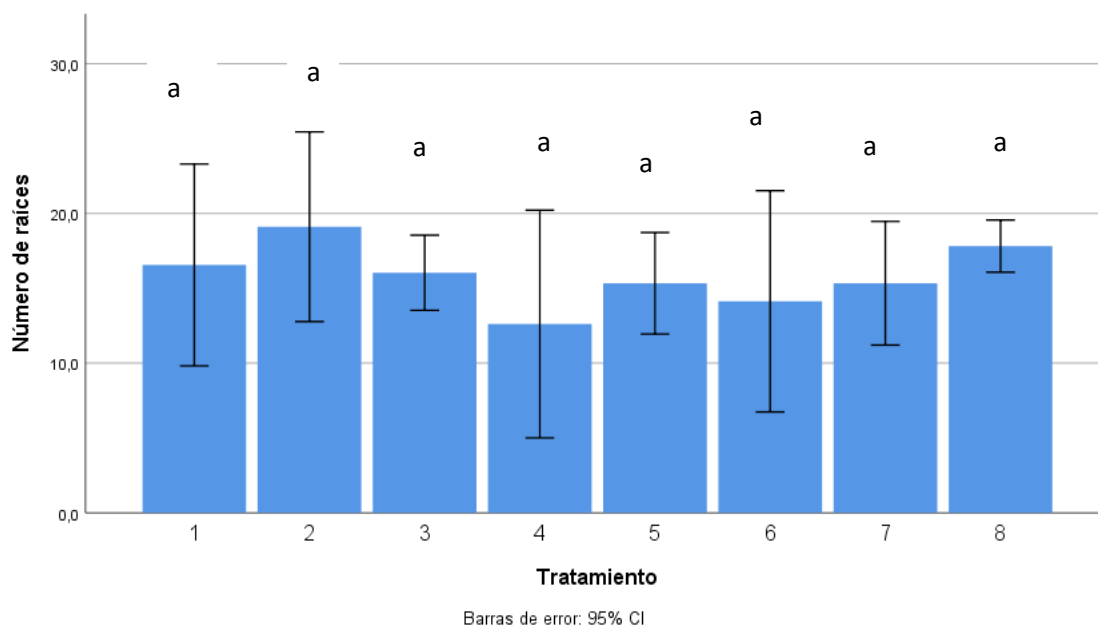
En la figura 8, muestra el número promedio de hojas por tratamiento, para estacas lignificadas el T2 (0 ml de Root-Hor), el que presenta el mayor valor promedio 12,4 hojas, T8 (15 ml de Root-Hor), presenta un valor promedio de 12,2 hojas, T4 (5ml de Root-Hor), presenta un valor promedio de 11,6 hojas y el tratamiento T6 (10ml de Root-Hor) con un valor promedio de 8,9 hojas.

Para estacas semilignificadas el tratamiento que presenta el mayor valor promedio es T1 (0 ml de Root-Hor) con un valor de 12,7 hojas, T7 (15 ml de Root-Hor) con un valor promedio de 12,2 hojas, T5 (10 ml de Root-Hor) con un valor promedio de 10,5 hojas y el T3 (5ml de Root-Hor) con un valor promedio de 10 hojas,

d. Efecto en el número de raíces

Figura 9

Número promedio de raíces por estaca de Polylepis racemosa



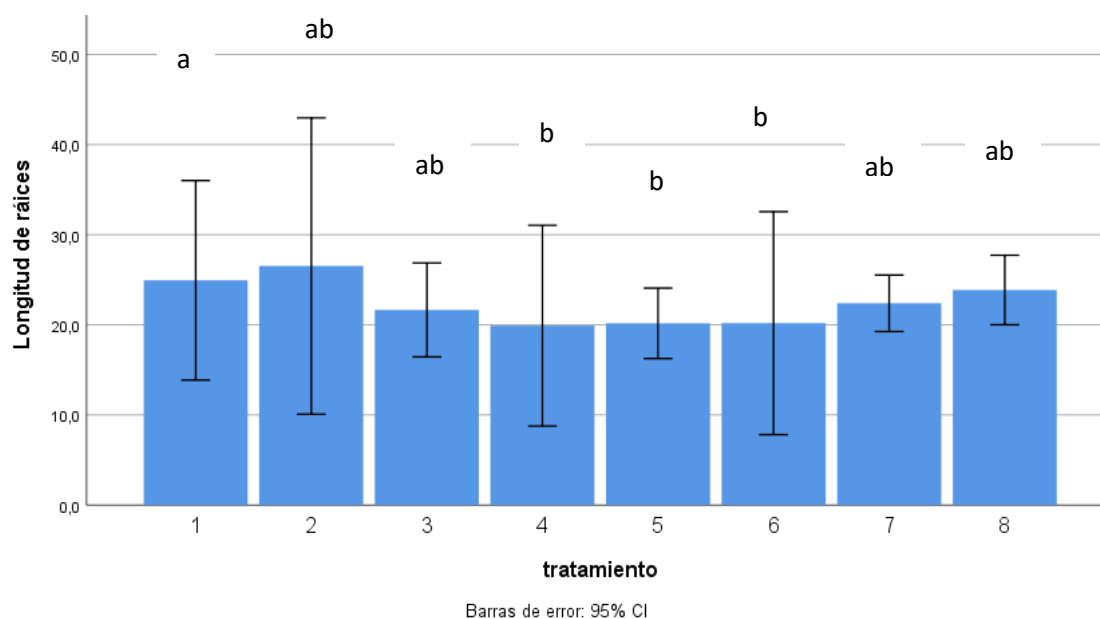
Los tratamientos monitoreados nos indican que los promedios de ellos existen estadísticamente iguales ($p > 0,05$). (Figura 9)

Como se observa en la figura 9, para la característica número promedio de raíces en estacas lignificadas, el T2 (0 ml de Root-Hor) alcanzó el mayor número 19,1 raíces, T8 (15 ml de Root-Hor) con número de 17,8 raíces, T6 (10 ml de Root-Hor) con un número 14,1 raíces y el tratamiento T4 (5ml de Root-Hor) con un número de 12,6 raíces. Para estacas semilignificadas el T1 (0 ml de Root-Hor) alcanzó en mayor número de 16,6 raíces, el T3 (5ml de Root-Hor) con un número de 16 raíces y los tratamientos T5 y T7 (10 y 15 ml de Root-Hor) con un número de 15,5 raíces.

e. Efecto en la longitud de raíces

Figura 10

Longitud de raíces promedio de estacas de Polylepis racemosa



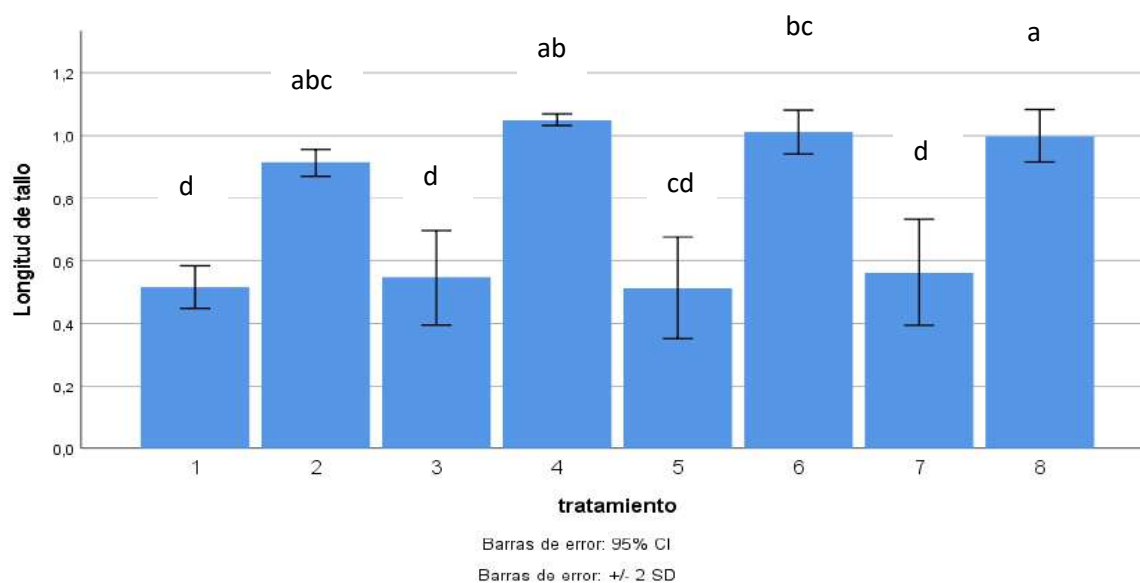
La figura 10, muestra la característica longitud de raíces por tratamiento. El T1 (estacas semilignificadas + 0 ml de Root Hor) logró el mayor valor promedio 32,6 cm longitud promedio de raíces siendo estadísticamente superior a los tratamientos T4 (estacas lignificadas +5 ml de Root-Hor), con un valor promedio de 20,9 cm, T5 (estacas

semilignificadas + 10 ml de Root-Hor), con un valor promedio de 50 cm, T6 (estacas lignificadas + 10 ml de Root- Hor) con un valor promedio de 20,8 cm ($p < 0,05$). Los otros tratamientos fueron estadísticamente iguales entre ellos tratamientos T2 (estacas lignificadas + 0 ml de Root-Hor), con un valor promedio de 25,6 cm, T3 (estacas semilignificadas + 5 ml de Root-Hor), con un valor promedio de 22,2 cm, T7 (estacas semilignificadas + 15 ml de Root-Hor) con un valor promedio de 21,9 cm y T8 (estacas lignificadas + 15 ml de Root-Hor), con un valor promedio de 23,4 cm.

f. Efecto en la longitud de tallo

Figura 11

*Longitud de tallo promedio de estacas de *Polylepis racemosa**

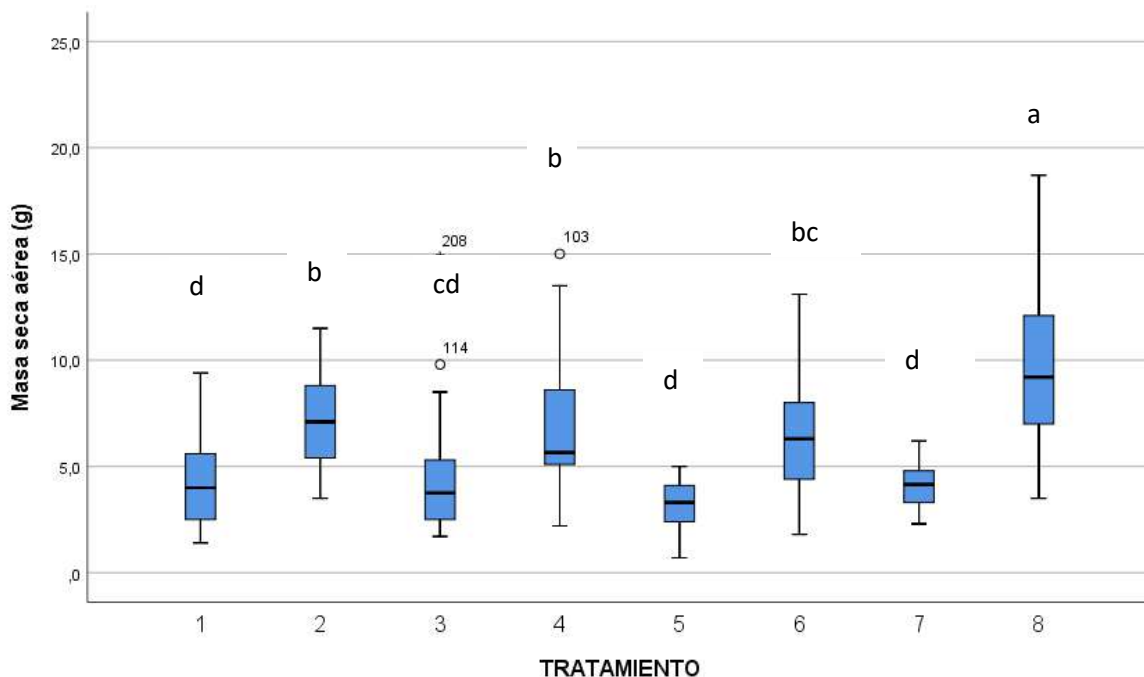


La figura 11, muestra la característica longitud de tallo promedio por tratamiento el T8 (estacas lignificadas + 15 ml de Root-Hor) logro el mayor valor 33,9 cm longitud promedio de tallo siendo estadísticamente superior a los demás tratamientos. Los tratamientos que fueron estadísticamente iguales entre ellos T1, T3, T7, que corresponde a estacas semilignificadas.

g. Efecto en el peso seco de la parte aérea

Figura 12

*Peso seco de la parte aérea promedio de estacas de *Polylepis racemosa**



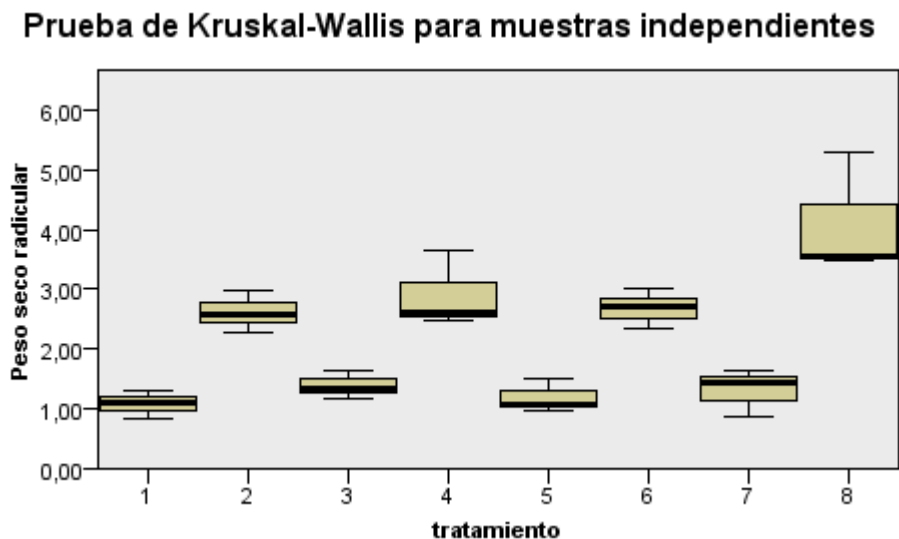
Los diagramas de cajas que representan a cada uno de los tratamientos monitoreados nos indican que los promedios de ellos existen diferencias estadísticas significativas ($p < 0,05$)

La figura 12, muestra la característica de peso seco de la parte aérea promedio por tratamiento, el T8 (estacas lignificadas +15 ml de Root-Hor) logró el mayor valor 9,9 g peso seco promedio, siendo estadísticamente superior a los demás tratamientos. Y los tratamientos que fueron estadísticamente iguales entre ellos T2 (estacas lignificadas + 0 ml de Root-Hor) y T4 (estacas lignificadas + 5 ml de Root-Hor) con un valor de 7,2 g peso seco promedio. Así mismo, los tratamientos T1, T5, T7 (estacas semilignificadas de 0 ml, 10 ml y 15 ml de Root-Hor) con valores de 4,3; 3,1; 4,1 g de peso seco promedio, también son estadísticamente iguales entre sí correspondiente a las estacas semilignificadas.

h. Efecto en el peso seco radicular

Figura 13

Peso seco radicular promedio de estacas de Polylepis racemosa

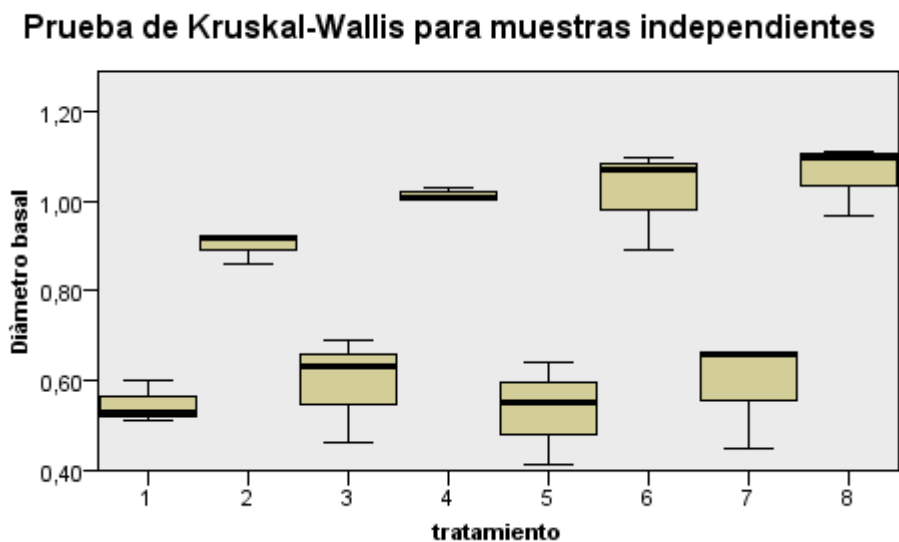


La figura 13 muestra el peso seco radicular promedio por tratamiento, se evidencia que las raíces de las estacas semilignificadas (T1, T3, T5 y T7) presentar menor peso seco que las estacas lignificadas (T2, T4, T6 y T8). La prueba de Kruskal Wallis evidencia diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos T1 y T2, T1 y T4, T1 y T6, T1 y T8, T3 y T8, T5 y T6, T5 y T4, T5 y T8, T7 y T8, diferencias que se especifican en la Tabla 8.

i. Efecto en el diámetro basal

Figura 14

*Diámetro basal promedio de estacas de *Polylepis racemosa**



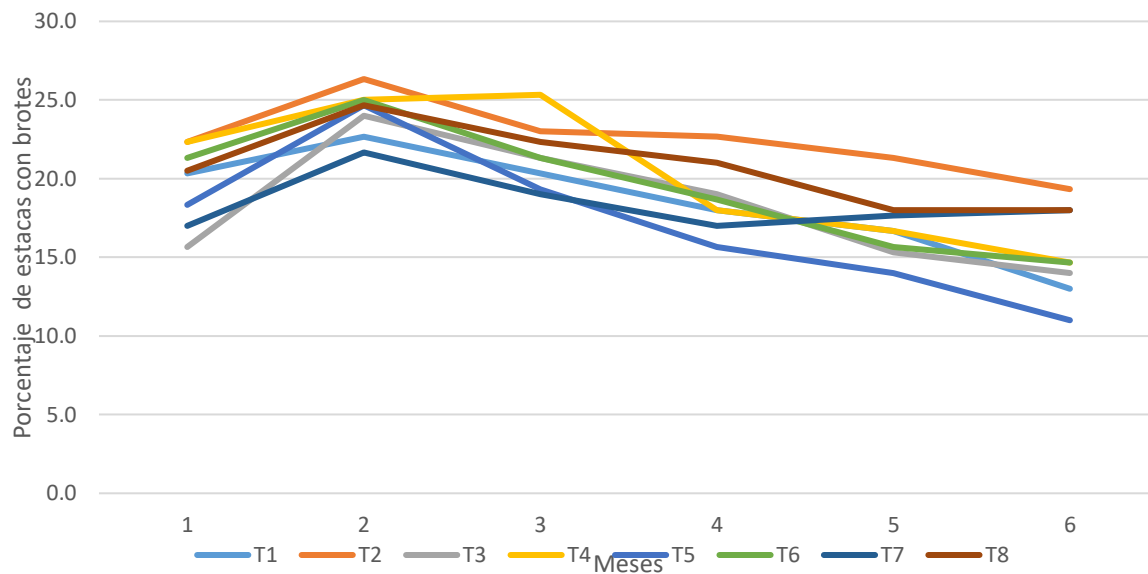
La figura 14 muestra el diámetro basal promedio por tratamiento, evidenciándose que las estacas lignificadas (T2, T4, T6 y T8) presentan mayor diámetro basal promedio que las estacas semilignificadas (T1, T3, T5 y T7). Las diferencias se muestran entre el T1 y T4, T1 y T6, T1 y T8, T3 y T4, T3 y T6, T3 y T8, T5 y T4, T5 y T6, T5 y T8, T7 y T4, T7 y T6, T7 y T8, como se muestra en la Tabla 9.

4.1.3. Efecto de la interacción de diferentes dosis de Root-Hor y diferentes tipos de estacas sobre la capacidad rizogénica de *Polylepis racemosa* a lo largo de seis meses

a. Efecto en el número de estacas con brotes

Figura 15

Porcentaje de estacas con brotes en un periodo de seis meses

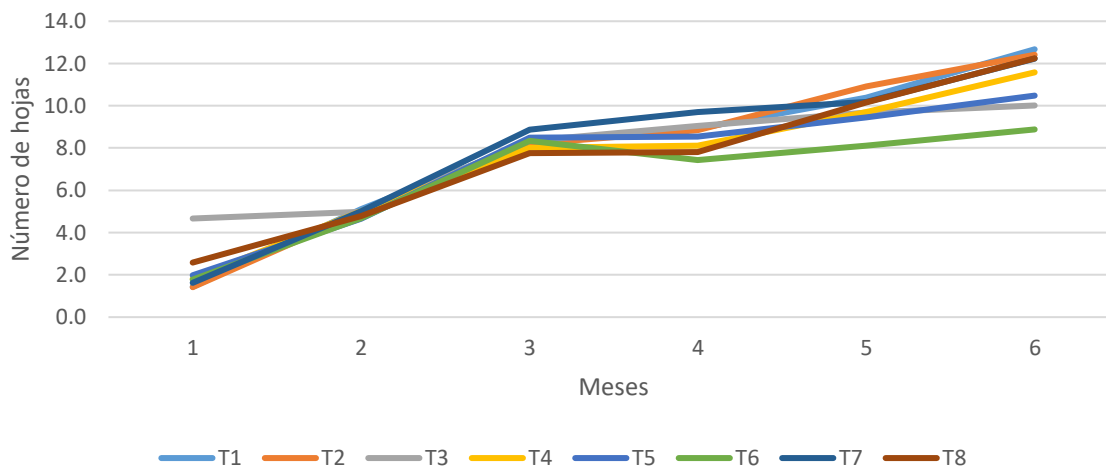


La figura 15 muestra el porcentaje de estacas con brotes en un periodo de seis meses, se observa que, a los dos meses, en la mayoría de los tratamientos, el porcentaje es mayor, luego de lo cual va descendiendo hasta el mes seis, a excepción del T3 (estacas semilignificadas + 5 ml de Root Hor) que el mayor porcentaje de brotes se evidencia en el mes tres. El T2 (estacas lignificadas + 0 ml de Root Hor) obtiene su máximo valor en el mes dos en comparación con los demás tratamientos y el tratamiento con menor porcentaje de estacas con brote fue T7 (estacas semilignificadas + 15 ml de Root Hor).

b. Efecto en el número de hojas

Figura 16

Número promedio de hojas por estaca en un periodo de seis meses.

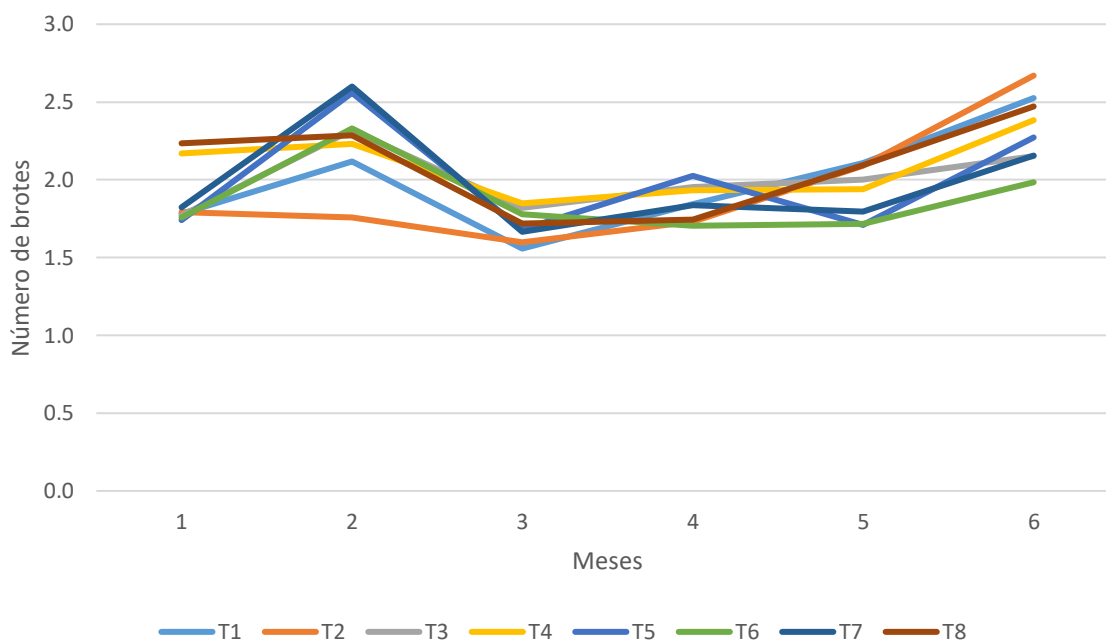


En la figura 16 muestra el número promedio de hojas por estaca evaluada de cada mes durante 6 meses, siendo T2 (lignificadas + 0 ml de Root-Hor) el que tiene en mayor valor promedio de hojas en el mes 6 en comparación a los demás tratamientos, y el tratamiento con menor valor de número promedio de hojas es el T6 (lignificadas + 10 ml de Root-Hor).

c. Efecto en el número de brotes

Figura 17

Número promedio de brotes por estaca en un periodo de seis meses.



Las evaluaciones de número de brotes se realizaron cada 30 días. En la figura 17 muestra el número promedio de brotes por estaca en seis meses, donde se evidencia que el mayor número de brotes fue en el mes dos, en la mayoría de los tratamientos y va descendiendo en el mes tres y cuatro, pero a partir del mes 5 va en acenso hasta el mes seis.

4.1.4. Índices de calidad de la planta de *Polylepis racemosa*.

Tabla 6

Resumen del análisis estadístico de los índices de calidad de planta

Índice	Tratamiento								F	Sig.
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8		
IR*	4,5 ± 1,28	3,6 ± 1,09	4,2 ± 1,68	3,3 ± 1,06	5,3 ± 2, 20	2,8 ± 0, 88	4,4 ± 1,26	3,4 ± 1,19		0,26
ICD	0,6 ± 0, 34c	1,6 ± 0,48b	0,8 ± 0,44c	1,7 ± 0,67b	0,6 ± 0,34c	1,8 ± 0,78b	0,7 ± 0,22c	2,4 ± 1,09a	38,45	0,00
IL	0,4 ± 0,13d	0,5 ± 0,10bc	0,5 ± 0,13ab	0,5 ± 0,05bc	0,4 ± 0,14cd	0,4 ± 0,12bcd	0,6 ± 0,08a	0,5 ± 0,57bc	9,80	0,00
IPB*	4,3 ± 1, 80	2,8 ± 0,82	3,7 ± 1,77	2,6 ± 0,71	2,9 ± 1,06	2,5 ± 0,70	3,5 ± 1,09	2,6 ± 0,54		0,01

IR: Índice de robustez, ICD: Índice de calidad de Dickson, IL: Índice de lignificación, IPB: Índice de proporcionalidad biométrica.

*: indicadores en los que se aplicó pruebas no paramétricas.

Nota 1: Media ± desviación estándar

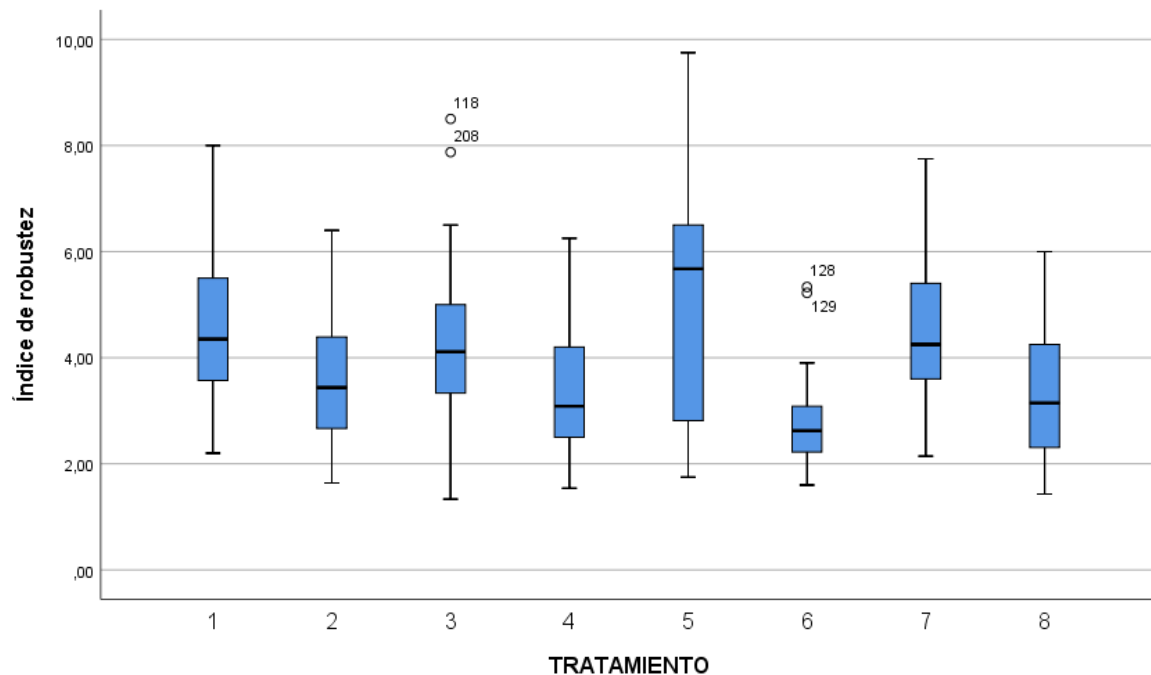
Nota 2: Letras diferentes indican diferencia estadística significativa entre tratamientos según la prueba de medias de Tukey ($p < 0,05$).

Los índices de calidad de planta permiten sintetizar en un valor la influencia de los tratamientos en el desarrollo de la planta. Se registraron diferencias estadísticas significativas en los indicadores, ICD (índice de calidad de Dickson), IL (Índice de Lignificación), IPB (Índice de Proporcionalidad Biométrica) pues el nivel de significancia es menor a 0,05. Estos resultados implican que el Root-Hor ha generado efectos significativos en la calidad de la planta, siendo los tratamientos superiores T8 (estacas lignificadas +15ml de Root-Hor), T7 (estacas semilignificadas +15 ml de Root-Hor) y T3 (Estaca semilignificadas +5 ml de Root-Hor).

a. Índice de robustez (IR) o índice de esbeltez.

El Índice de robustez muestra la relación entre altura y diámetro de tallo. En la Tabla 6 y Figura 18 se evidencia ausencia de diferencias estadísticas entre cada tratamiento.

Figura 18
índice de robustez promedio de estacas de Polylepis racemosa



Para el índice de robustez, en estacas lignificadas, el T2 (0 ml de Root-Hor) es el que tuvo el más alto valor promedio 3,6 y el tratamiento que mostró el menor valor fue T6 (10

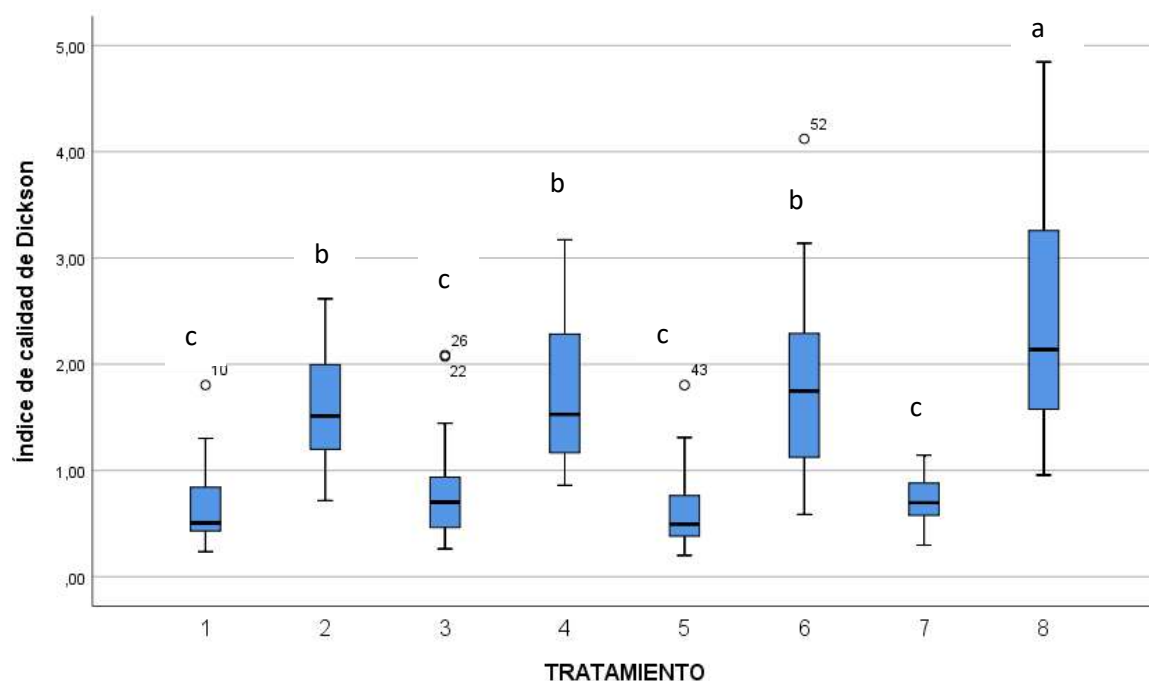
ml de Root- Hor) con un valor 2,8. Para estacas semilignificadas el T5 (10 ml de Root-Hor) es el que obtuvo el mayor valor 5,3 y el T3 (5 ml de Root – Hor) el que obtuvo el menor valor.

b. Índice de calidad de Dickson (ICD)

El índice de calidad de Dickson, es el mejor de todos los índices y el más complejo ya que involucra todos los parámetros de los otros índices evaluados (Villalón-Mendoza et al., 2016).

Figura 19

índice de calidad de Dickson promedio de estacas de Polylepis racemosa



Existen diferencias estadísticas entre los tratamientos (Figura 19), el T8 (estacas lignificadas + 15 ml de Root Hor) es el tratamiento que es superior estadísticamente a los demás con un valor de media 2,4. Los tratamientos con estacas semilignificadas T1 (0 ml de Root Hor), T3 (5 ml de Root Hor), T5 (10 ml de Root Hor), T7 (15 ml de Root Hor), son estadísticamente iguales entre sí. Así mismo, los tratamientos T2 (0 ml de Root Hor), T4 (5

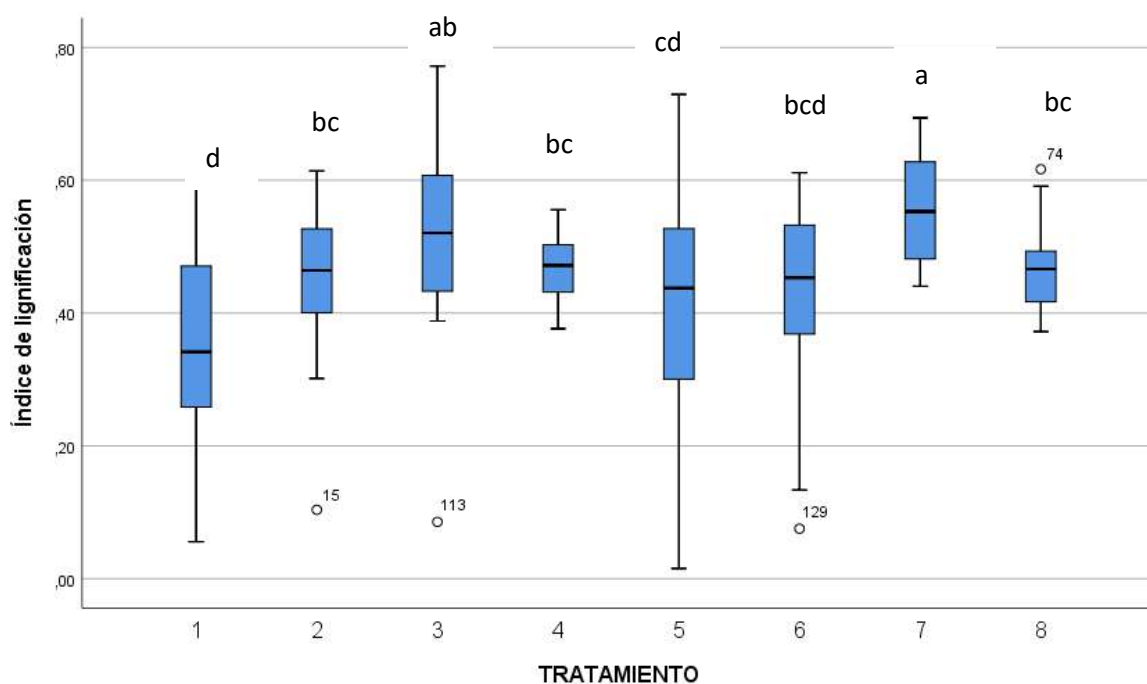
ml de Root Hor), y T6 (10 ml de Root Hor) con estacas lignificadas son estadísticamente iguales entre ellos, tratamientos evaluados según el índice de Calidad de Dickson, determinaron que T8 mostró mayores valores de calidad.

c. Índice de lignificación (IL)

Los diagramas de cajas (Figura 20) evidencian que existen diferencias significativas entre tratamientos para el índice de Lignificación, el T7 (15 ml de Root –Hor) obtuvo un valor superior de 0,6 a los demás tratamientos con estacas semilignificadas. Los tratamientos con estacas lignificadas T2 (0 ml de Root-Hor), T4 (5 ml de Root-Hor) y T8 (15 ml de Root-Hor) son estadísticamente iguales entre ellos con un valor de 0,5

Figura 20

Índice de lignificación promedio de estacas de Polylepis racemosa



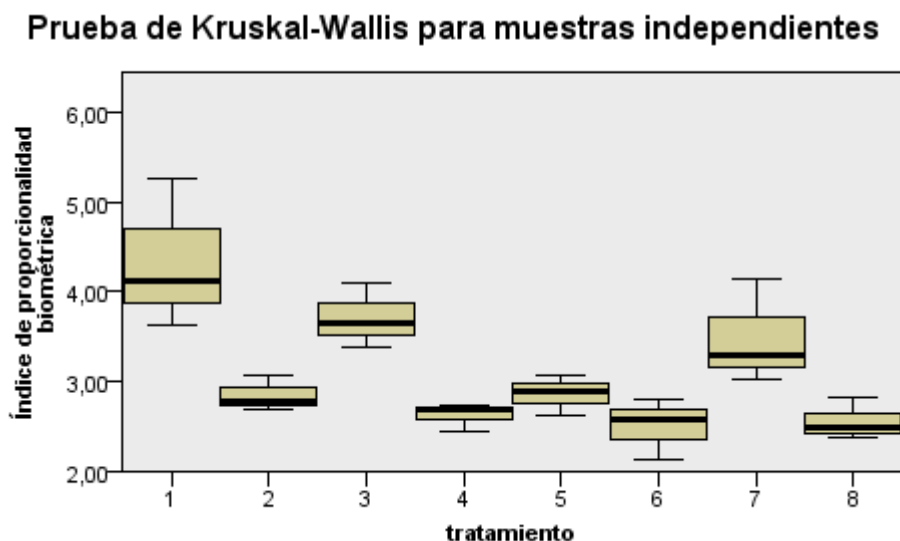
d. Índice de proporcionalidad biométrica (IPB) o relación biomasa seca aérea/biomasa seca raíz

Se evidencia que existe diferencia estadística en el IPB según la prueba Kruskal Wallis, evidenciándose diferencias significativas entre T4 y T1, T4 y T3, T6 y T1, T6 y T3, T6 y T7, T8 y T1, T8 y T3, T8 y T7.

El mayor valor promedio para del IPB se registró en el T1, siendo 4,3 y el promedio en el T6, T4 y T8, con 2,5, 2,6 y 2,6, respectivamente.

Figura 21

*Índice de proporcionalidad biométrica promedio de estacas de *Polylepis racemosa**



4.2. Contratación e hipótesis

4.2.1. Contratación e hipótesis general

Se evidencia que la aplicación de diferentes dosis de enraizante Root-Hor no incrementa la capacidad rizogénica en diferentes tipos de estacas de *Polylepis racemosa*, lo que indica que se rechaza la hipótesis alterna.

4.2.1. Contratación de hipótesis específica 1

De acuerdo a las características estudiadas se ha evidenciado que el uso de enraizante Root-Hor no incrementa la capacidad rizogénica de estacas de *Polylepis racemosa*, pero se evidencia mayor biomasa seca en estacas lignificadas

4.2.3. Contratación de hipótesis específica 2

Según las características estudiadas, los mejores resultados se presentan en estacas lignificadas, es decir el uso de diferentes tipos de estacas incrementa la capacidad rizogénica de Quinual (*Polylepis racemosa*), por lo tanto, acepta la hipótesis alterna.

4.2.4. Contratación de hipótesis específica 3

De acuerdo a las características estudiadas la interacción del enraizante Root-Hor y el tipo de estaca no incrementan la capacidad rizogénica de estacas de Quinual (*Polylepis racemosa*) por lo tanto se rechaza la hipótesis alterna.

4.3. Discusión de resultados

Efecto de diferentes dosis de regulador de crecimiento y tipos de estacas en la capacidad rizogénica de *Polylepis racemosa*.

- Efecto en el porcentaje de enraizamiento

El comportamiento fisiológico que sucede en el desarrollo radicular se basa en la teoría de la rizocalina de Bouillene, esta teoría indica que el cofactor de enraizamiento se da por un compuesto fenólico conocido como dihidroxifenol. Este cofactor se produce en las hojas y yemas de las estacas y va a la zona radicular, con la ayuda del polifenol oxidasa y células que se hallan en mínimas cantidades en los tejidos (auxinas), dan como resultado a rizocalina que intervine como estimulante de la rizogénesis (Gutiérrez, 1995).

Según Hartmann y Kester (1998), los cambios anatómicos que se observan en el tallo cuando comienza el enraizamiento se dividen en cuatro etapas: desdiferenciación de células maduras específicas, formación de raíces en células cercanas a los haces vasculares que se han vuelto meristemáticas mediante la diferenciación, desarrollo de la esquejes de raíces iniciales a partir de primordios de raíces organizados y desarrollo y aparición de estos primordios de raíces hacia afuera a través del tejido del tallo, y formación de confluencia vascular entre los primordios radicales y los tejidos conductores de la propia estaca.

El proceso de enraizamiento directo cerca al área vascular se realiza cuando existen células especializadas que producen la división celular y que conforman los primordios de la raíz, esta característica a menudo se asocia con especies fáciles de enraizar (De Sousa et al., 2023).

En la figura 6, muestra el porcentaje de enraizamiento por tratamiento, siendo el T2 (Estacas lignificadas + 0 ml de Root-Hor) el que presenta el mayor valor promedio con 64, 4

% y el T5 (estacas semilignificadas +10 ml de Root Hor), el que presenta el menor valor promedio con 36,7 %; no obstante, estas diferencias no son significativas.

Concuerda con los resultados de Latsague et al. (2008) que indica que el mayor porcentaje de enraizamiento se determinó en los tratamientos con las dosis bajas de AIB entre 500 mg L⁻¹ y 1000 mg L⁻¹ en estacas de *Berberidopsis corallina*.

Ello puede sustentarse desde lo que menciona Braga (2019), quien indica que los factores que mas influyen para generar raíces en la reproducción del material vegetal es: el tratamiento que se le da a la planta madre para obtener brotes jóvenes con buen estado nutricional en el momento y edad adecuados; la longitud y diámetro de las estacas, la presencia de hojas y brotes e inducción favorable de condición ambientales de enraizamiento (luz, temperatura, humedad relativa, medio de enraizamiento).

Carvalho et al. (2020) afirma que la capacidad de las estacas para enraizar tambien estan en función de factores, como la luminosidad, temperatura, mantenimiento y balance hidrico de los tejidos, factores que se puede controlar a traves de un riego en intervalo de tiempo adecuado y sombra.

- **Efecto en el número de brotes**

El promedio de brotes por tratamiento para estacas lignificadas indica que el T2 (0 ml de Root-Hor) tiene el mayor valor promedio con 2,8 número de brotes y para estacas semilignificadas el T1 (0 ml de Root- Hor) es el que tuvo el mayor valor con 2,5 número de brotes, para ambos tipos de estacas los mejores resultados se evidencian en los tratamientos que no tiene la aplicación del Root-Hor, sin embargo, estos resultados no difieren estadísticamente entre sí (Figura 7).

Comparados con los resultados de Lizana (2019), el número de brotes de estacas de *Polylepis spp.* Se registraron los mejores resultados en la concentración (0 ppm) con 0,28 brotes y las concentraciones de (1000 ppm) con 0,13 brotes y (3000 ppm) con 0,03 brotes y (5000 ppm) sin brotes.

Quispe (2013) menciona que el desarrollo de los brotes es el resultado de la proliferación de células que muestran el efecto positivo en las raíces de la planta cuando las hormonas están presentes para ayudar a la generación de la planta.

- **Efecto en el número de hojas**

La figura 8, muestra el número promedio de hojas por tratamiento, siendo el T2 (estacas lignificadas + 0 ml de Root Hor), el que presenta el mayor valor promedio 12,4 hojas, y el T6 (lignificadas + 10 ml de Root-Hor), presenta el menor valor promedio 8,9 hojas. no obstante, no se evidencia diferencias significativas; es decir, la aplicación de Root-Hor no influyó en el número de hojas de las estacas de *P. racemosa*. Comparados con los resultados de Soto (2013) donde no se evidenció diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos, en la característica número de hojas de *Polylepsi spp.* Bajo la aplicación de diferentes dosis de Root-Hor.

La permanencia de hojas primarias es fundamental para el proceso de enraizamiento, para que se produzca la producción de carbohidratos derivado de la fotosíntesis y de auxinas que se produce por las hojas y yemas apicales necesarias para el enraizamiento. Así mismo la obtención de algunos compuestos fenólicos, que se procesan en la parte aérea e interactúan con auxinas, estimulando la actividad de intercambio y diferenciación celular e induciendo a la aparición de raíces (Carvalho et al., 2020)

Kessler (2006) indica que la existencia de hojas en las estacas constituye una fuerte inducción en la aparición de raíces. En especies lignificadas es fundamental la presencia de hojas para un mayor enraizamiento en estacas (Souza et al., 2013).

- **Efecto en el número de raíces**

El T2 (estacas lignificadas + 0 ml de Root-Hor) alcanzó el mayor número 19,1 raíces y el T4 (lignificadas + 5 ml de Root-Hor) el menor número 12,6 raíces, no encontrándose diferencias estadísticas significativas.

Comparados con los resultados de Lizana (2019), donde registró que los mejores valores de número de raíces de estacas de *Polylepis spp.* se presentan en las concentraciones de (0 ppm) y (1000 ppm) con 10,58 raíces y 10,90 raíces; los menores valores se presentan en las concentraciones de (3000 ppm) y (5000 ppm) con 5,98 y 3,35 raíces.

Abanto-Rodriguez et al. (2015), indica que el AIB, es el enraizante más utilizado para para estimular el crecimiento de raíces, sin embargo, existe diferentes especies que pueden necesitar dosificaciones altas o bajas de reguladores de crecimiento.

El número de raíces puede verse favorecido por el origen de la planta, ya que proceden de madres con buenas condiciones genéticas (Aguirre et al., 2010; Braga, 2019).

Las raíces adventicias son aquellas que se producen de cualquier fragmento de la planta que no sea la raíz, son de tipo de raíces preformadas a menudo llamados chinchones como es el caso de *Polylepis sp.* creciendo en tallos todavía insertadas en la planta madre, pero que no surge raíces después de cortar el tallo de la estaca (Kessler, 2006). Para la propagación por estacas herbáceas se debe tomar en cuenta la presencia de chinchones (Huarhua et al., 2020)

- **Efecto en la longitud de raíces**

El T1 (estacas semilignificadas + 0 ml de Root Hor) es el que obtuvo el mayor valor en longitud de raíces promedio con un valor de 32,2 cm, en comparación en comparación con el T4 (estacas lignificadas +5 ml de Root-Hor) que obtuvo el menor valor promedio de 20,0 cm (Figura 10). Lizana (2019), sostiene que el número de raíces en estacas de *Polylepis spp.* se encuentra estadísticas significativas, el primer grupo de (0 ppm) y (1000 ppm) con 46,28 mm y 33,06 mm; el segundo grupo (1000 ppm) y (3000 ppm) con 33,06 mm y 19,08 mm; y el último grupo de (3000 ppm) y (5000 ppm) con 19,08 mm y 10,77mm, los mejores resultados se mostraron en los que tratamientos que tienen menor concentración de AIB

En su investigación indica que el suministro de IBA no influyo significativamente en el enraizamiento, número y longitud de raíces (De Sousa et al., 2023). La auxina es la principal responsable de la formación de células de la raíz, la rizogénesis ocurre en concentraciones muy bajas de auxina, en concentraciones más altas de auxina inhiben el desarrollo y crecimiento de las raíces (Braga, 2019).

Gárate (2010) menciona que las estacas de la parte apical, es decir las estacas semilignificadas son las de mayor tamaño y mejor enraizamiento.

- **Efecto en la longitud del tallo**

El T8 y (estacas lignificadas + 15 ml de Root-Hor) es el que obtiene el mayor valor con respecto a la longitud promedio de tallo con un valor de 33,9 cm. Evidenciándose que existe mayor longitud del tallo en el tratamiento que tiene la mayor dosis de Root-Hor (Figura11).

En comparación con Poma (2017) indica el mejor crecimiento en altura de las plantas de *Lilium* a los 90 días en el tratamiento T3 (15 ml de Root Hor) con un valor de 87,75 cm de altura de planta.

- **Efecto en el peso seco de la parte aérea**

Se puede evidenciar que el tratamiento que tuvo la más alta dosis de Root- Hor, es el que tuvo los mejores resultados en estacas lignificadas que es el T8 (15 ml de Root-Hor) con un valor de 9,9 g. (Figura 12).

- **Efecto en el peso seco radicular**

El T8 (estacas lignificadas + 15 ml de Root) el que presenta el mayor valor 4,1 g de peso seco radicular promedio y el T1 (estacas semilignificadas + 0 ml de Root-Hor) presenta el menor valor promedio de 1,1 g peso seco radicular. (Figura 13). El peso seco radicular está determinado por el tipo de material vegetativo que son las estacas lignificadas de mayor grosor.

Según Oropeza (2016), la materia seca de la raíz a los 5 meses de instalado el experimento muestra que existen diferencias entre dosis de IBA, T3 (AIB 2250 ppm) con 42,58 g. de materia seca de raíces supera estadísticamente a los demás tratamientos, seguido del T2 (AIB 1500 ppm) con 36,13 g. y T0 (control) con 21,63 g. La diferencia entre los tratamientos T3 y T0 es significativa.

- **Efecto en el diámetro basal**

Las estacas lignificadas son las que presentan el mayor diámetro basal en comparación a las estacas semilignificadas.

El diámetro es una de las propiedades morfológicas más empleadas en la determinación de la calidad y pronóstico de supervivencia de las especies vegetales, por su bajo costo en medición y su capacidad predictiva de repuesta en el campo (Barnett, 1984; Ureta et al., 2018).

Souza et al. (2013) indica que las variables de altura y diámetro de la planta son características sencillas de medir, y son utilizadas para evaluar la calidad de plantas en viveros forestales, algunas instituciones consideran una altura media de 15 a 30 cm y un diámetro de fuste mayor a 2 mm como criterio de calidad para especies arbóreas.

Efecto de la interacción de diferentes dosis de regulador de crecimiento y diferentes tipos de estacas sobre la capacidad rizogénica de *Polylepis racemosa* a lo largo de 6 meses

- Efecto en el número de estacas con brotes

En estacas lignificadas se evidencia que existe mayor porcentaje de brotes a lo largo de los seis meses, a comparación con estacas semilignificadas, siendo el T2 (estacas lignificadas + 0 ml de Root- Hor) el que presenta el mayor valor en el mes dos con un 26,3%, seguido del T4 (estacas lignificadas + 5 ml de Root – Hor) que presenta su mayor valor en el mes tres con un 25,3%, el T6 (estacas lignificadas+ 10 ml de Root – Hor) presenta su mayor valor en el mes dos con 25 % y finalmente el T8 (estacas lignificadas + 15 ml de Root-Hor) con un 24,7% en el mes dos.

En estacas semilignificadas se observa que todos los tratamientos presentan el mayor porcentaje de brotes en el mes 2, siendo el T5 (semilignificadas + 10 ml de Root – Hor) es el que presenta el más alto valor con 24,7 %, T3 (semilignificadas + 5 ml de Root –Hor) con 24 %, T1 (semilignificadas + 0 ml de Root- Hor) y el T7 (semilignificadas + 15 ml de Root – Hor) con 27 %.

- Efecto en el número de hojas

La cantidad promedio de hojas en estacas lignificadas se registra mayores valores en el T2 (estacas lignificadas +0 ml de Root-Hor) y los menores valores se registraron en el T6 (estacas lignificadas + 10 ml de Root-Hor), a lo largo de los 6 meses.

Rosero et al. (2018) en su investigación realizada da como resultado que a los 120 días, con el aporte de 200-100-200 mg.L-1 de NPK, tres veces por semana T6 (200-100-200), se alcanza el valor superior de hojas con 28,95 y en inferiores cantidades en el T1 (100-50-100) y T7 (Testigo) con 19,15 hojas respectivamente en el crecimiento inicial de *Polylepis racemosa*.

- **Efecto en el número de brotes**

La mayor cantidad de brotes fue en el mes dos, en la mayoría de los tratamientos y va descendiendo en el mes tres y cuatro, pero a partir del mes 5 va en acenso hasta el mes seis.

Mendoza (2019), señala que la cantidad de brotes desarrollados, se logra estimar desde los 30 días de instalado el experimento para alcanzar los resultados iniciales en condiciones de vivero.

Índices de calidad de la planta de *Polylepis racemosa* Ruiz & Pav.

- **Índice de robustez (IR) o índice de esbeltez**

Los tratamientos que obtuvieron los mayores valores en estacas lignificadas y semilignificadas son las plantas que tuvieron la mayor altura, en relación altura y diámetro.

Se ha manifestado que las plantas que presentan el menor valor en relación (altura /diámetro). Son aquellas plantas que, al tener una deficiencia hídrica, pueden sobrevivir al realizar un consumo más moderado de agua (Villalón-Mendoza et al., 2016).

El IR es un indicador de la resistencia que tienen algunas plantas de sobrevivir y desarrollarse en sitios secos, un valor inferior indica una mejor calidad de plantas pequeñas ideales para zonas donde no existe mucha humedad y los valores deben ser menores a seis, ya que, si son superiores a seis, existe una asimetría entre el diámetro y la altura por lo cual se sitúan a ser dañados por el viento, sequías y heladas (Sáenz et al., 2014)..

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

El T8 (estacas lignificadas + 15 ml de Root Hor) es el que mostró mayores valores de calidad con una media de 2,4.

Tinoco y Ramirez (2014) estimaron el índice de calidad de Dickson según límites específicos que van de 0,2 a 0,5 en un estudio sobre la calidad de las plantas en viveros, en el que incorporaron categorías de calidad donde valores menores a 0,02 se estimaron como de baja calidad, valores entre 0,2 y 0,5 como calidad media, y valores superiores a 0,5 como calidad alta. Además, la fertilización alteró el desarrollo de las plantas; según el índice de calidad, las plantas fertilizadas obtuvieron puntuaciones más altas que las plantas no fertilizadas.

Se puede deducir que las plantas de *Polylepis racemosa* Ruiz & Pav, con calidad alta corresponde a todos los tratamientos tanto en estacas lignificadas y estacas semilignificadas.

La relación entre la masa de la parte aérea y radicular de especies forestales de menor tamaño, generalmente es inferior que el de una planta con partes aéreas más grandes, existe una tendencia a que las plantas con partes aéreas de mayor tamaño sean de buena calidad y

crezcan más tras la siembra, y que no precisamente tengan mayor mortalidad que las plantas de menor tamaño (Villalón-Mendoza et al., 2016).

- **Índice de lignificación (IL)**

Se evidencia que el porcentaje de peso seco con relación al contenido de agua en las plantas *P. racemosa* es mayor en el T7 para estacas semilignificadas con la mayor dosis de Root Hor, obteniéndose un valor de 0,6.

Una reducción en el abastecimiento de agua puede causar estrés hídrico, lo que ayuda a disminuir el desarrollo en altura, favorece el nacimiento de yemas terminales y empieza el mecanismo resistente a sequía y a las bajas temperaturas, es por ello que las plantas con menor altura son mejores según el índice de lignificación (Tinoco & Ramírez, 2014).

- **Índice de proporcionalidad biométrica (IPB)**

El T6 (Estacas lignificadas + 10 ml de Root- Hor) es el que tiene el mejor índice de proporcionalidad biométrica con un valor de 2,5.

Como se puede observar existe gran variación entre la biomasa seca radicular y la biomasa seca aérea. Según Sáenz et al. (2014) indica que la biomasa de la planta posee un alto paralelismo con la supervivencia en campo definitivo, así mismo una relación mayor a uno indica que la biomasa aérea es superior a la subterránea, de manera que los valores deben estar en un rango de 1,5-2,5.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- No se encontró impacto significativo con la aplicación de diferentes dosis de Root-Hor en la capacidad rizogénica de estacas de *Polylepis racemosa*, no obstante, en la longitud de tallo, peso seco radicular, peso seco de la parte aérea y diámetro basal los mejores resultados se mostraron en el T8, que tuvo la más alta dosis del enraizante.
- Los mejores resultados de diferentes tipos de estacas sobre la capacidad rizogénica de *Polylepis racemosa*, se obtuvieron en estacas lignificadas, en las características: porcentaje de enraizamiento, número de hojas, número de brotes, número de raíces en el tratamiento T2 (0 ml de Root-Hor); longitud del tallo, peso seco de la parte aérea, peso seco radicular se obtuvieron los más altos valores en el tratamiento T8 (15 ml de Root-Hor) y el diámetro basal en el tratamiento T6 (10 ml de Root-Hor). En estacas semilignificadas, se obtuvo la mayor longitud de raíces en el T1 (0 ml de Root-Hor).
- En conclusión, los resultados alcanzados demostraron que, existe un impacto en la interacción de diferentes dosis de regulador de crecimiento y diferentes tipos de estacas, pues los resultados obtenidos con altas dosis son las estacas lignificadas en los indicadores de longitud de tallo, peso seco de la parte aérea y radicular y diámetro basal.

5.2. Recomendaciones

- Se sugiere a los investigadores desarrollar investigaciones con diferentes tipos de estacas teniendo en cuenta sus dimensiones y presencia de chinchones para obtener mejores porcentajes de enraizamiento, con las diferentes especies de *Polylepis*.
- Se recomienda realizar investigación en diferentes épocas del año con el fin de determinar la época más conveniente para la recolección del material vegetativo y el comportamiento de las estacas en la propagación de especies de *Polylepis*.

CAPÍTULO VI

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abanto-Rodriguez, C. A., Cardoso-Chagas, P., Alves-Chagas, E., Renfigio-Pérez, C., Pérez-Flores, W. M., Rosello-Tamani, E., . . . Jaymes-Vásquez, M. (2015). Efecto del ácido indolbutírico y tipo de estacas en el enraizamiento de copoazú en cámaras de subirrigación. *Ciencia Amazónica (Iquitos)*, 5(2), 104-109. doi:<https://doi.org/10.22386/ca.v5i2.95>
- Alcántara, J. S., Acero, J., Alcántara, J. D., & Sánchez, R. M. (2019). Principales reguladores hormonales y sus interacciones en el crecimiento vegetal. *Nova*, 17(32), 109-1029. Obtenido de <https://revistas.unicolmayor.edu.co/index.php/nova/article/view/1036>
- Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants. (2022). *Polylepis racemosa* Ruiz & Pav. *The Catalogue of Life Partnership*. Obtenido de <https://www.gbif.org/es/species/5370613>
- Báez-Pérez, A., Gonzáles-Molina, L., Solís, E., Bautista-Cruz, A., & Bernal-Alarcón, M. (2015). Efecto de la Aplicación del ácido-3-butírico en la producción y calidad de trigo (*Triticum Aestivum* L.). *Revista Mexicana de ciencias agrícolas*, 6(3), 523-527. Obtenido de https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342015000300007
- Baldini , R. M. (1992). Numeri cromosomici per la Flora Italiana. *Informatore Botánico Italiano*, 24(3), 189-195.

- Braga, S. M. (2019). *Efecto del ácido indolbutírico en el enraizamiento de estacas de tallo en Myrciaria (HBK Mc Vaugh) Clon E3-F7, Yarinacocha-Ucayali, Perú*. Yarinacocha-Perú: [Tesis Pregrado, Universidad Nacional Intercultural de la Amazonia]. Obtenido de http://repositorio.unia.edu.pe/bitstream/unia/203/1/T084_44989833_T.pdf
- Carvalho, A., Neves, A. H., & Tronco, K. M. (2020). Propagação vegetativa de espécies florestais da Amazônia. *Brazilian Journal of Development*, 6(10), 83417-83430. doi:<https://doi.org/10.34117/bjdv6n10-686>
- Coqueiro, P., Silva, L., Xavier, A., & Wendling, I. (2012). Estaquia e miniestaquia de espécies florestais lenhosas do Brasil. *Pesquisa Florestal Brasileira*, 32(72), 453-462. Obtenido de <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/945853/1/PFBEstaquia.pdf>
- Cruz, N., Morante, J., & Acosta, M. (2008). Propagación vegetativa (*Triplaris guayaquilensis*) mediante la utilización de hormonas de enraizamiento (ANA Y AIB). *Ciencia y Tecnología*, 1, 7-10. doi:<https://doi.org/10.18779/cyt.v1i1.68>
- Cuyckens, G. A., & Renison, D. (2018). Ecología y conservación de los bosques montanos de *Polylepis*. Una introducción al número especial. *Ecología Austral*, 28, 157-162. Obtenido de <https://core.ac.uk/download/pdf/237185434.pdf>
- De Sousa, C., Rodrigues, F. L., Sant'Anna-Santos, B. F., & Zuffellato-Ribas, K. C. (2023). Physiological and anatomical aspects of the rooting of *Brunfelsia pauciflora* cuttings. *Scientia Horticulturae*, 307. doi:<https://doi.org/10.1016/j.scienta.2022.111491>

- Espejo, E. (2015). *Evaluación de la eficiencia de cuatro enraizadores y dos longitudes de corte para la propagación vegetativa de esquejes de Queñua (Polylepis racemosa subespecie triacontandra) a nivel de Vivero, en el Municipio de el Alto*. La Paz-Bolivia: [Tesis pregrado, Universidad Mayor de San Andrés].
- FAO. (2014). *El estado de los bosques en el mundo. Potenciar los beneficios económicos de los bosques*. Lapstun. Obtenido de [//www.fao.org/3/a-i3710s.pdf](http://www.fao.org/3/a-i3710s.pdf)
- Gárate, M. H. (2010). *Técnicas de propagación por estacas*. Perú: [Tesis pregrado, Universidad Nacional de Ucayali]. Obtenido de http://iiap.org.pe/Archivos/publicaciones/Publicacion_1679.pdf
- Garay-Arroyo, A., Sánchez, M., García-Ponce, B., Álvarez-Buylla, E. R., & Gutiérrez, C. (2014). La homeostasis de las Auxinas y su importancia en el desarrollo de Arabidopsis Thaliana. *Revista de educación bioquímica*, 33(1), 13-22. Obtenido de <https://www.medigraphic.com/pdfs/revedubio/reb-2014/reb141c.pdf>
- Giraldo, L. A., Ríos, H. F., & Polanco, M. F. (2009). Efecto de dos enraizadores en tres especies forestales promisorias para la recuperación de suelos. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, 41-47. Obtenido de <https://hemeroteca.unad.edu.co/index.php/riaa/article/view/1966/2187>
- Gómez, S. (2018). Destrucción de los bosques nativos y deforestación ilegal: El caso Argentino (1998-2016). *Papeles de Geografía*, 154-180. doi:<http://dx.doi.org/10.6018/geografia/2018/349551>
- Guaraca, H. G. (2018). *Aplicación de soluciones nutritivas en plantulas de Yagual (Polylepis racemosa) en la comunidda de Tiocajas del Cantón Guamote, provincia*

de Chimborazo. Riobamba-Ecuador: [Tesis pregrado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo].

Gutiérrez, B. (1995). Consideraciones sobre la fisiología y el estado de madurez en el enraizamiento de estacas de especies forestales. *Ciencia & Investigación Forestal*, 9(2), 261-277. doi:<https://doi.org/10.52904/0718-4646.1995.228>

Gutierrez, N. M. (2014). *Evaluación del efecto del tipo de sustrato y dosis de Acido Naftaleno Acético (ANA) en el enraizamiento de estacas Pinus radiata D.* JAÉN: [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca]. Obtenido de <http://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/398/T%20F04%20G983%202014.pdf>

Hartmann, H. T., & Kester, D. E. (1998). *Propagación de Plantas: Principios y prácticas*. México: Compañía Editorial Continental, S.A. DE C.V.

Hernández , L. (2015). *Eficiencia del tratamiento con ácido indol -3-butírico en el enraizamiento de estacas de berenjena (Solanum betaceum Cav.)*. Cajamarca-Perú: [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca].

Hernández-Sampieri, R., & Mendoza, T. C. (2018). *Metodología de la investigación* . Ciudad de México: Mc Graw Hill Education.

Huarhua, T., Rojas, B. J., & Bedoya, E. V. (2020). Propagación Vegetativa de esquejes de Queñua (*Polylepis incana*) con la aplicación de dos enraizadores naturales y tres tipos de sustratos en condiciones de vivero Cuajone, Torata-Moquegua. *Revista Ciencia y Tecnología*, 6(11), 60-67. Obtenido de <https://revistas.ujcm.edu.pe/index.php/rctd/article/view/168>

- Kessler, M. (2006). Bosques de *Polylepis*. *Botánica Económica de los Andes Centrales*, 110-120. Obtenido de https://www.researchgate.net/profile/Michael_Kessler/publication/228644927_Bosques_ues_
- Latsague, M., Saéz, P., & Hauenstein, E. (2008). Inducción de enraizamiento en estacas de *Berberidopsis corallina* con ácido indolbutírico. *Bosque*, 29(3), 227-230. doi:<http://dx.doi.org/10.4067/S0717-92002008000300006>
- Lizana, S. B. (2019). *Enraizamiento de estacas de Queñual (Polylepis spp.) de diferentes procedencias y concentraciones hormonales de AIB en cámara de Sub-irrigación, Huancayo*. [Tesis de pregrado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. Obtenido de <http://dspace.esoch.edu.ec/bitstream/123456789/754/1/13T651%20.pdf>
- Maggioni, R., Vieira, L., Invernizzi, S., Carpanezi, A., & zuffellato-Ribas, K. (2020). Germination potencial and vegetative propagation of *Aegiphila brachiata* VELL. *Cerne*, 26(22), 222-231. Obtenido de <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1124544/1/Carpanezi-2365-17->
- Mendoza, J. L. (2019). *Efecto de tres dosis de Root-Hor en el enraizamiento de estacas de Higo (Ficus carica) en condiciones de vivero*. Nuevo Chimbote-Perú: [Tesis pregrado, Universidad Nacional del Santa].
- Mendoza, W., & Cano, A. (2011). Diversidad del género *Polylepis* (Rosaceae, Sanguisorbeae) en los Andes Peruanos. *Revista Peruana de Biología*, 18(2), 197-200. doi:[doi:10.15381/rpb.v18i2.228](https://doi.org/10.15381/rpb.v18i2.228)

- Mendoza, W., & Cano, A. (2012). *El Género Polylepis en el Perú: Taxonomía, Morfología y Distribución*. Perú: Academia Española.
- Morales, L. V., Fuentealba, B., Sevillano, C. S., Gómez, M. I., Segovia-Salcedo, M. C., Renison, D., . . . Hensen, I. (2018). Oportunidades para acercar la ciencia a la práctica de la restauración de bosques y arbustales de *Polylepis*. *Ecología Austral*, 28, 291-300. Obtenido de <https://doi.org/10.25260/EA.18.28.1.1.529>
- Oropeza, Y. C. (2016). *Propagación vegetativa de Queñua (Polylepis besseri hieron) utilizando fitohormona enraizador en diferentes dosis, en el invernadero de la ciudad universitaria de Shancayán-Huaraz-Ancash*. [Tesis pregrado, Universidad Nacional Santiago Antunez de Mayolo]. Obtenido de <http://repositorio.unasam.edu.pe/handle/UNASAM/2410>
- Pinheiro, M., Gossi, F., & Wendling, I. (2004). <https://ecojardines.files.wordpress.com/2013/12/propagacinasexualdeplantas.pdf>.
- Poma, M. (2017). *Efecto de Enraizante en la propagación asexual de esquejes de Lirio (Lilium sp.) en condiciones de invernadero*. Acobamba-Huancavelica: [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Huancavelica]. Obtenido de [http://repositorio.unh.edu.pe/bitstream/handle/UNH/2588/TESIS-2017-AGRONOM%
c3%8dA-POMA%20QUISPE.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unh.edu.pe/bitstream/handle/UNH/2588/TESIS-2017-AGRONOM%c3%8dA-POMA%20QUISPE.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Pretell, J., Ocaña, D., Jon, R., & Barahona, E. (1985). *Apuntes sobre algunas especies forestales nativas de la sierra Peruana*. Lima. Obtenido de https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/34129754/Apuntes_sobre_algunas_especies_forestales

- Prieto-Ruíz, J. Á., Pérez-Luna, A., Manríquez-Santillán, M. Á., Hernández-Díaz, J. C., Montiel-Antuna, E., & Soto-Cervantes, J. A. (2022). Supervivencia y crecimiento radicular en staquillas tiernas y lignificadas de cedro limon con diferentes sustratos y enraizantes. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 13(73), 155-174. doi:10.29298/rmcf.v13i73.1220
- Quispe, M. E. (2013). *Propagación vegetativa de esquejes de Queñua (Polylepis besseri Hieron) en base a la aplicación de dos enraizadores naturales y tres tipos de sustratos en el vivero de la comunidad de Huancané*. La Paz-Bolivia: [Tesis de pregrado, Universidad Mayor de San Andrés].
- Rehana, S., Madhavi, M., Dorajee, R. A., & Subbaramamma, P. (2020). Effect of cutting types and IBA treatments on success of vegetative propagation in crossandra (Crossandra infundibuliformis L.) Var. Arka shravya. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 9(2), 1469-1475. Obtenido de <http://www.phytojournal.com/archives/2020/vol9issue2/PartX/9-2-169-294.pdf>
- Rojas, S., Alarcón, M., Cipagauta, M., Osorio, V. E., Trujillo, R., Rivera, E., . . . Colorado, G. (2004). *Propagación asexual de plantas*. Produmedios. Obtenido de <https://ecojardines.files.wordpress.com/2013/12/propagacinasexualdeplantas.pdf>
- Rosero, S., Arcos, J., Gualpa, M., & Guaraca, H. (2018). Efecto de la aplicación de solución nutritiva para el crecimiento inicial de Polylepis racemosa a nivel de vivero. *Enfoque UTE*, 9(2), 198-207. Obtenido de http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1390-65422018000200198

- Sáenz, J. T., Muñoz, H. J., Pérez, C. M., Rueda, A., & Hernández, J. (2014). Calidad de planta de tres especies de pino en el vivero "Morelia", estado de Michoacán. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 5(26), 98-111.
- Segovia-Salcedo, M. C., Domic, A., Boza, T. E., & Kessler, M. (2018). Situación taxonómica de las especies del género *Polylepis*. Implicancias para los estudios ecológicos, la conservación y la restauración de sus bosques. *Ecología Austral*, 28, 188-201. doi:<https://doi.org/10.25260/EA.18.28.1.1.527>
- Simpson, B. B. (1979). A Revision of the Genus *Polylepis* (Rosaceae: Sanguisorbeae). Washington: Smithsonian Contributions To Botany. Obtenido de <https://repository.si.edu/bitstream/handle/10088/7018/scb-0043.pdf>
- Soto, L. I. (2013). *Propagación vegetativa de esquejes de Queñual (Polylepis sp) bajo diferentes dosis del enraizador Root-Hor en el distrito de Carampoma-Huaro-chiri-Lima*. Acobamba-Huancavelica: Universidad Nacional de Huancavelica.
- Souza, C. C., Xavier, A., Leite, F. P., Santana, R. C., & Leite, H. G. (2013). Padrões de miniestacas e sazonalidade na produção de mudas clonais de *Eucalyptus grandis* Hill X *E. urophylla* S. T. Black. *Revista Árvore*, 37(1), 67-77. Obtenido de <https://www.scielo.br/j/rarv/a/qr4G9xDQ6hwghvpMYxwQttm/abstract/?lang=pt>
- Tarifa, T., & Yensen, E. (2020). Mamíferos de los bosques de *Polylepis* de Bolivia. *Revista Boliviana de ecología y conservación ambiental*(9), 1-2. Obtenido de <http://www.cesip.org.bo/rebeca/index.php/rebeca/article/view/116>

- Tinoco, J., & Ramírez, O. (2014). *Evaluación de la influencia de la fertilización en el vivero sobre la calidad de la planta de Pinus oocarpa Schiede y su desarrollo inicial en campo*. Managua, Nicaragua: [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria].
- Trinidad, H., & Cano, A. (2016). Composición florística de los bosques de Polylepis Yauyino y Chaqsi-Chaqsi forests, Nor Yauyos-Cochas Landscape Reserve, Lima. *Revista Peruana de biología*, 23(3), 271-286. doi:doi:
<http://dx.doi.org/10.15381/rpb.v23i3.12862>
- Ureta, D. A., García, Y., Arteaga, Y., Morales, A., Lazo, Y., & Jalca, I. (2018). Método de clasificación a partir del diagnóstico de calidad morfológica en vivero para la selección de especies forestales promisorias en programas de restauración. *Revista Amazónica Ciencia y Tecnología*, 7(3), 142 -150.
- Vargas, Y. G. (2017). *Efecto de la concentración del ácido auxínico (Ácido Indol -3-Butírico) en el enraizamiento de estacas de zarzamora (Rubus fruticosus L.)*. Cajamarca: [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca]. Obtenido de <http://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/1677/EFEECTO%20DE%20LA%20C>
- Villalón-Mendoza, H., Ramos-Reyes, J. C., Vega-López, B. M., Muñoz Palomino, M. A., & Garza-Ocañas, F. (2016). Indicadores de calidad de la planta de Quercus canby Trel. (encino) en vivero forestal. *Revista Latinoamericana de Recursos Naturales*, 12(1), 46-52.
- Zutta, B. R., Rundel, P. W., Saatchi, S., Casana, J. D., Gau-thier, P., Soto, A., . . . Buermann, W. (2012). Prediciendo la distribución de Polylepis: bosques Andinos vulnerables y

cada vez más importantes. *Revista Peruana de Biología*, 19(2), 205-212. Obtenido de <http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1727->

CAPÍTULO VII

ANEXOS

Anexo 1. Instrumento de recolección de datos.

PLANTILLA TOMA DE DATOS																	
VARIABLE												FECHA:					
REPETICIONES						REPETICIONES						REPETICIONES					
I						II						III					
A1B0						A2B0						A1B3					
1	7	13	19	25		1	7	13	19	25		1	7	13	19	25	
2	8	14	20	26		2	8	14	20	26		2	8	14	20	26	
3	9	15	21	27		3	9	15	21	27		3	9	15	21	27	
4	10	16	22	28		4	10	16	22	28		4	10	16	22	28	
5	11	17	23	29		5	11	17	23	29		5	11	17	23	29	
6	12	18	24	30		6	12	18	24	30		6	12	18	24	30	
A2B0						A1B0						A2B3					
1	7	13	19	25		1	7	13	19	25		1	7	13	19	25	
2	8	14	20	26		2	8	14	20	26		2	8	14	20	26	
3	9	15	21	27		3	9	15	21	27		3	9	15	21	27	
4	10	16	22	28		4	10	16	22	28		4	10	16	22	28	
5	11	17	23	29		5	11	17	23	29		5	11	17	23	29	
6	12	18	24	30		6	12	18	24	30		6	12	18	24	30	
A1B1						A2B1						A1B2					
1	7	13	19	25		1	7	13	19	25		1	7	13	19	25	
2	8	14	20	26		2	8	14	20	26		2	8	14	20	26	
3	9	15	21	27		3	9	15	21	27		3	9	15	21	27	
4	10	16	22	28		4	10	16	22	28		4	10	16	22	28	
5	11	17	23	29		5	11	17	23	29		5	11	17	23	29	
6	12	18	24	30		6	12	18	24	30		6	12	18	24	30	
A2B1						A1B1						A2B2					
1	7	13	19	25		1	7	13	19	25		1	7	13	19	25	
2	8	14	20	26		2	8	14	20	26		2	8	14	20	26	
3	9	15	21	27		3	9	15	21	27		3	9	15	21	27	
4	10	16	22	28		4	10	16	22	28		4	10	16	22	28	
5	11	17	23	29		5	11	17	23	29		5	11	17	23	29	
6	12	18	24	30		6	12	18	24	30		6	12	18	24	30	
A1B2						A2B2						A1B1					
1	7	13	19	25		1	7	13	19	25		1	7	13	19	25	
2	8	14	20	26		2	8	14	20	26		2	8	14	20	26	
3	9	15	21	27		3	9	15	21	27		3	9	15	21	27	
4	10	16	22	28		4	10	16	22	28		4	10	16	22	28	
5	11	17	23	29		5	11	17	23	29		5	11	17	23	29	
6	12	18	24	30		6	12	18	24	30		6	12	18	24	30	
A2B2						A1B2						A2B1					
1	7	13	19	25		1	7	13	19	25		1	7	13	19	25	
2	8	14	20	26		2	8	14	20	26		2	8	14	20	26	
3	9	15	21	27		3	9	15	21	27		3	9	15	21	27	
4	10	16	22	28		4	10	16	22	28		4	10	16	22	28	
5	11	17	23	29		5	11	17	23	29		5	11	17	23	29	
6	12	18	24	30		6	12	18	24	30		6	12	18	24	30	
A1B3						A2B3						A1B0					
1	7	13	19	25		1	7	13	19	25		1	7	13	19	25	
2	8	14	20	26		2	8	14	20	26		2	8	14	20	26	
3	9	15	21	27		3	9	15	21	27		3	9	15	21	27	
4	10	16	22	28		4	10	16	22	28		4	10	16	22	28	
5	11	17	23	29		5	11	17	23	29		5	11	17	23	29	
6	12	18	24	30		6	12	18	24	30		6	12	18	24	30	
A2B3						A1B3						A2B0					
1	7	13	19	25		1	7	13	19	25		1	7	13	19	25	
2	8	14	20	26		2	8	14	20	26		2	8	14	20	26	
3	9	15	21	27		3	9	15	21	27		3	9	15	21	27	
4	10	16	22	28		4	10	16	22	28		4	10	16	22	28	
5	11	17	23	29		5	11	17	23	29		5	11	17	23	29	
6	12	18	24	30		6	12	18	24	30		6	12	18	24	30	

Anexo 2. Reporte de análisis de suelo.



Tecnología y Desarrollo Agrícola J.D. S.R.L.

Urb. J. Hurtado Miller J - 8 (Baños del Inca)

RUC 20529318511

EVALUACION DE SUELOS			
Fecha	21/03/2022	N° Registro	JD21-0022
Usuario	ERIKA SANDRA PEDEMONTE LOPEZ		
Procedencia de la muestra	Provincia	CHOTA	
	Distrito	CHOTA	
	Comunidad	CAPILLAPAMPA	
	Predio	0	
	Parcela	INVESTIGACION	
Nombre del cultivo	0		

Resultados de la Evaluación		
Determinaciones	Resultados	Clasificación
Arena (%)	60.00	Fr.Ar.A.
Limo (%)	13.00	
Arcilla (%)	27.00	
Reacción actual (pH)	5.29	Fuertemente ácido
Reacción potencial (pH)	4.47	-
Al cambiante (me/100g)	1.45	Medio
Calcáreo total (%)	0.00	Bajo
C. E. ($\mu\text{mohs/cm}$)	156.00	Libre de sales
C. E. actual ($\mu\text{mohs/cm}$)	141.00	-
M.O. (%)	6.50	Alto
N total (%)	0.32	Alto
P disponible (ppm)	6.83	Bajo
K disponible (ppm)	159.69	Alto
C.C.C.(r) (me/100g)	24.55	Alto
Ca cambiante (me/100g)	9.80	-
Mg cambiante (me/100g)	0.98	-
K cambiante (me/100g)	0.49	-
Na cambiante (me/100g)	0.01	-
Saturación de bases (%)	45.94	Bajo
Acidez de cambio (me/100g)	13.28	Alto

NOTA: El presente análisis ha sido realizado con fines de abonamiento
La utilización para otros fines es responsabilidad del usuario.



Oscar Narvaez Tejada
Ing. Oscar Narvaez Tejada
CIP. 20175

Jefe de Laboratorio

Anexo 3. Tablas

Tabla 7
Tabla ANOVA.

		ANOVA				
		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Número de brotes	Entre grupos	1,082	7	,155	,665	,699
	Dentro de grupos	3,720	16	,233		
	Total	4,802	23			
Número de hojas	Entre grupos	39,372	7	5,625	2,842	,040
	Dentro de grupos	31,661	16	1,979		
	Total	71,033	23			
Número de raíces	Entre grupos	87,030	7	12,433	1,686	,183
	Dentro de grupos	117,963	16	7,373		
	Total	204,993	23			
Longitud de raíces	Entre grupos	126,839	7	18,120	,786	,609
	Dentro de grupos	368,681	16	23,043		
	Total	495,521	23			
Longitud de tallo	Entre grupos	360,978	7	51,568	1,634	,196
	Dentro de grupos	504,850	16	31,553		
	Total	865,828	23			
Peso seco de la parte aérea	Entre grupos	104,622	7	14,946	11,097	,000
	Dentro de grupos	21,549	16	1,347		
	Total	126,171	23			
Índice de robustez	Entre grupos	145,533	7	20,790	10,735	,000
	Dentro de grupos	449,295	232	1,937		
	Total	594,828	239			
Índice de calidad de Dickson	Entre grupos	100,795	7	14,399	38,450	,000
	Dentro de grupos	86,882	232	,374		
	Total	187,677	239			

Índice de lignificación	Entre grupos	,827	7	,118	9,782	,000
	Dentro de grupos	2,803	232	,012		
	Total	3,630	239			
Índice de proporcionalidad biométrica	Entre grupos	91,851	7	13,122	9,800	,000
	Dentro de grupos	310,646	232	1,339		
	Total	402,497	239			

Tabla 8*Tabla de Kruskal Wallis de peso seco de raíces*

Muestra 1-...	Estadístico de contraste	Error Error	Desv. Estadístico de contraste	Sig.	Sig. ajust.
1-5	-1,333	5,772	-,231	,817	1,000
1-7	-3,167	5,772	-,549	,583	1,000
1-3	-4,167	5,772	-,722	,470	1,000
1-2	-11,667	5,772	-2,021	,043	1,000
1-6	-13,000	5,772	-2,252	,024	,681
1-4	-14,000	5,772	-2,425	,015	,428
1-8	-18,000	5,772	-3,118	,002	,051
5-7	-1,833	5,772	-,318	,751	1,000
5-3	2,833	5,772	,491	,624	1,000
5-2	10,333	5,772	1,790	,073	1,000
5-6	-11,667	5,772	-2,021	,043	1,000
5-4	12,667	5,772	2,194	,028	,790
5-8	-16,667	5,772	-2,887	,004	,109
7-3	1,000	5,772	,173	,862	1,000
7-2	8,500	5,772	1,473	,141	1,000
7-6	9,833	5,772	1,704	,088	1,000
7-4	10,833	5,772	1,877	,061	1,000
7-8	-14,833	5,772	-2,570	,010	,285
3-2	7,500	5,772	1,299	,194	1,000
3-6	-8,833	5,772	-1,530	,126	1,000
3-4	-9,833	5,772	-1,704	,088	1,000
3-8	-13,833	5,772	-2,397	,017	,463
2-6	-1,333	5,772	-,231	,817	1,000
2-4	-2,333	5,772	-,404	,686	1,000
2-8	-6,333	5,772	-1,097	,273	1,000
6-4	1,000	5,772	,173	,862	1,000
6-8	-5,000	5,772	-,866	,386	1,000
4-8	-4,000	5,772	-,693	,488	1,000

Tabla 9*Tabla de Kruskal Wallis de diámetro de estacas*

Muestra 1-...	Estadístico de contraste	Error Error	Desv. Estadístico de contraste	Sig.	Sig. ajust.
1-5	,000	5,768	,000	1,000	1,000
1-3	-2,333	5,768	-,404	,686	1,000
1-7	-2,333	5,768	-,404	,686	1,000
1-2	-9,333	5,768	-1,618	,106	1,000
1-4	-13,667	5,768	-2,369	,018	,499
1-6	-13,833	5,768	-2,398	,016	,461
1-8	-15,833	5,768	-2,745	,006	,170
5-3	2,333	5,768	,404	,686	1,000
5-7	-2,333	5,768	-,404	,686	1,000
5-2	9,333	5,768	1,618	,106	1,000
5-4	13,667	5,768	2,369	,018	,499
5-6	-13,833	5,768	-2,398	,016	,461
5-8	-15,833	5,768	-2,745	,006	,170
3-7	,000	5,768	,000	1,000	1,000
3-2	7,000	5,768	1,213	,225	1,000
3-4	-11,333	5,768	-1,965	,049	1,000
3-6	-11,500	5,768	-1,994	,046	1,000
3-8	-13,500	5,768	-2,340	,019	,540
7-2	7,000	5,768	1,213	,225	1,000
7-4	11,333	5,768	1,965	,049	1,000
7-6	11,500	5,768	1,994	,046	1,000
7-8	-13,500	5,768	-2,340	,019	,540
2-4	-4,333	5,768	-,751	,453	1,000
2-6	-4,500	5,768	-,780	,435	1,000
2-8	-6,500	5,768	-1,127	,260	1,000
4-6	-,167	5,768	-,029	,977	1,000
4-8	-2,167	5,768	-,376	,707	1,000
6-8	-2,000	5,768	-,347	,729	1,000

Tabla 10*Tabla de Kruskal Wallis de índice de proporcionalidad biométrica.*

Muestra 1-...	Estadístico de contraste	Error Error	Desv. Estadístico de contraste	Sig.	Sig. ajust.
6-8	-,333	5,774	-,058	,954	1,000
6-4	1,000	5,774	,173	,862	1,000
6-2	5,000	5,774	,866	,386	1,000
6-5	6,000	5,774	1,039	,299	1,000
6-7	-12,333	5,774	-2,136	,033	,915
6-3	14,000	5,774	2,425	,015	,429
6-1	16,000	5,774	2,771	,006	,156
8-4	,667	5,774	,115	,908	1,000
8-2	4,667	5,774	,808	,419	1,000
8-5	5,667	5,774	,981	,326	1,000
8-7	12,000	5,774	2,076	,038	1,000
8-3	13,667	5,774	2,367	,018	,502
8-1	15,667	5,774	2,714	,007	,186
4-2	4,000	5,774	,693	,488	1,000
4-5	-5,000	5,774	-,866	,386	1,000
4-7	-11,333	5,774	-1,963	,050	1,000
4-3	13,000	5,774	2,252	,024	,682
4-1	15,000	5,774	2,598	,009	,262
2-5	-1,000	5,774	-,173	,862	1,000
2-7	-7,333	5,774	-1,270	,204	1,000
2-3	-9,000	5,774	-1,559	,119	1,000
2-1	11,000	5,774	1,905	,057	1,000
5-7	-6,333	5,774	-1,097	,273	1,000
5-3	8,000	5,774	1,386	,166	1,000
5-1	10,000	5,774	1,732	,083	1,000
7-3	1,667	5,774	,289	,773	1,000
7-1	3,667	5,774	,635	,525	1,000
3-1	2,000	5,774	,346	,729	1,000

Anexo 4. Panel fotográfico

Figura 22

Limpieza del área para el vivero



Figura 25

Construcción del vivero



Figura 24

Delimitación de parcelas experimentales



Figura 23

Estructura del vivero



Figura 27
Protección del vivero con Malla Rashell



Figura 26
Dosificación de Formol



Figura 28
Preparación del sustrato



Figura 29
Desinfección del sustrato.



Figura 30
Remoción del sustrato desinfectado



Figura 32
Colocación de bolsas en la parcela



Figura 31
Llenado de bolsas



Figura 33
Codificación



Figura 38
Apilación de Root-Hor en estacas de Polylepis racemosa



Figura 40
Riego de plántulas de Polylepis racemosa



Figura 39
Siembra de estacas de Polylepis racemosa



Figura 41
Evaluación y registros de datos



Figura 42

*Evaluación de la parte aérea de las plántulas de *Polylepis racemosa**



Figura 44

*Plántulas de *Polylepis racemosa* al finalizar el experimento*



Figura 43

*Plántulas de *Polylepis racemosa* en vivero*



Figura 45

Evaluación del sistema radicular



Figura 46
Separación de la parte aérea y radicular



Figura 48
Evaluación de peso seco aéreo



Figura 47
*Secado de estufa de *Polylepis racemosa**



Figura 49
Evaluación de peso seco radicular

