



UNIVERSIDAD JOSÉ CARLOS MARIÁTEGUI

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y
ARQUITECTURA**

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

T E S I S

**PROPAGACIÓN VEGETATIVA DE ESQUEJES DE QUEÑUA
(*Polylepis incana*) CON APLICACIÓN DE ENRAIZADORES
NATURALES EN CONDICIONES DE VIVERO PATAN,
HAQUIRA – APURÍMAC**

PRESENTADA POR

BACHILLER MARIO RICHARD QUISPE MENDOZA

ASESOR:

ING. BRUNO ISAIAS CRUZ ESTEBA

PARA OPTAR TÍTULO PROFESIONAL DE

INGENIERO AGRÓNOMO

MOQUEGUA – PERÚ

2021

CONTENIDO

	Pág.
Página de jurado.....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	iv
ÍNDICE DE TABLAS.....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	viii
ÍNDICE DE APÉNDICES.....	ix
RESUMEN.....	x
ABSTRACT.....	xi
INTRODUCCIÓN.....	xii

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Descripción de la realidad del problema.....	1
1.2. Definición del problema.....	3
1.2.1. Problema general.....	3
1.2.2. Problemas específicos.....	3
1.3. Objetivo de la investigación.....	4
1.3.1. Objetivo general.....	4
1.3.2. Objetivos específicos.....	4
1.4. Justificación.....	4
1.4.1. Económica.....	5
1.4.2. Social.....	5

1.4.3. Ambiental	6
1.5. Alcances y limitaciones.....	6
1.5.1. Alcances	6
1.5.2. Limitaciones	7
1.6. Variables.....	7
1.6.1. Variables independientes	7
1.6.2. Variable dependientes.....	7
1.6.3. Variable interviniente.....	7
1.6.4. Operacionalización de variables.....	8
1.6.5. Definición conceptual de las variables	8
1.7. Hipótesis de la investigación.....	10
1.7.1. Hipótesis general	10
1.7.2. Hipótesis específicas	10

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación.....	11
2.2. Marco teórico.....	15
2.3. Definición de términos.....	28

CAPÍTULO III

MÉTODO

3.1. Tipo de investigación.....	30
3.2. Diseño de la investigación.....	30
3.3. Población y muestra.....	31

3.4.	Descripción e instrumentos para recolección de datos	33
------	--	----

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1.	Presentación de resultados.....	41
4.2.	Contrastación de hipótesis.....	50
4.3.	Discusión de resultados.....	51

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1.	Conclusiones	54
5.2.	Recomendaciones.....	55

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	56
----------------------------------	----

APÉNDICES.....	62
----------------	----

MATRIZ DE CONSISTENCIA	71
------------------------------	----

INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	72
---	----

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Operacionalización de variables.....	8
Tabla 2. Distribución geográfica de la especie <i>Polylepis ssp</i> , por países.....	15
Tabla 3. Extensión de queñuales en alguna región del Perú.....	16
Tabla 4. Modelo matemático del DCA utilizado en el estudio.....	34
Tabla 5. ANVA porcentaje enraizado de esquejes de queñua a los 30 días.....	41
Tabla 6. Prueba Tukey para porcentaje enraizado de esquejes de queñua a los 30 días.....	42
Tabla 7. ANVA Altura de brote a los 60 días.....	43
Tabla 8. Ordenamiento altura de brote (cm) a los 60 días.....	43
Tabla 9. ANVA altura de brote (cm) a los 90 días.....	44
Tabla 10. Ordenamiento altura de brote a los 90 días	45
Tabla 11. ANVA número de hojas a los 60 días d esquejes de queñua.....	46
Tabla 12. Ordenamiento número de hojas a los 60 días esquejes de queñua.....	46
Tabla 13. ANVA número de hojas a los 90 días de esquejes de queñua	47
Tabla 14. Ordenamiento para número de hojas a los 90 días esquejes de queñua. ...	48
Tabla 15. ANVA para número de brotes a los 90 días de esquejes de queñua.....	49
Tabla 16. Prueba de Tukey número de brotes a los 90 días esquejes de queñua.....	49

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Aleatorización de tratamientos.....	31
Figura 2. Plano geo referenciado del ensayo UTM	32
Figura 3. Porcentaje de enraizamiento de esquejes de queñua	42
Figura 4. Altura de brote a los sesenta días	44
Figura 5. Altura de brote a los 90 días.....	45
Figura 6. Número de hojas a los 60 días.....	47
Figura 7. Número de hojas a los 90 días.....	48
Figura 8. Número de brotes a los 90 días	50

ÍNDICE DE APÉNDICES

	Pág.
Apéndice A. Tablas.....	62
Apéndice B. Fotografía.....	66

RESUMEN

El presente trabajo titulado “*Propagación vegetativa de esquejes de queñua (Polylepis incana) con la aplicación de enraizadores naturales en condiciones de vivero Patán en distrito Haqira, región Apurímac*”, cuyo objetivo fue determinar la efectividad de los enraizadores naturales frente al químico, evaluando las variables (porcentaje de enraizado, altura de brote, número de hojas y número de brotes) en esquejes de queñua. La población fue de 800 esquejes, los tratamientos fueron los enraizadores naturales T1: extracto de sauce, T2: extracto de coco y T3: té de estiércol de vacuno y T4: Enraizador químico (Root-Hor). Se utilizó un diseño experimental completamente al azar (DCA), con 4 repeticiones. De los resultados obtenidos se determinó: Para el porcentaje de enraizado a los 30 días, se apreció la influencia superior estadísticamente del extracto de sauce (80 % de enraizado) seguido de T3 con 79 %, T4 con 72 % y T2 con 71,5 %. En la variable altura de brote no se encontraron diferencias estadísticas concluyendo que todos tienen la misma influencia con un promedio de 9,44 cm. Del mismo modo en la variable número de hojas por esqueje no se encontraron diferencias estadísticas entre tratamientos lo significa que todos tuvieron la misma influencia con un promedio de 14, 25 hojas por esqueje. Finalmente, en la variable número de brotes por esqueje si encontramos diferencias altamente significativas donde T4 (tratamiento químico) logró 2,75 brotes, de forma similar a T3 con 2,5 brotes superiores a T2 con 2,03 brotes y a T1 con 1,55 brotes.

Palabras claves: Propagación vegetativa, esquejes, enraizador.

ABSTRACT

The present research work entitled "Vegetative propagation of queñua cuttings (*Polylepis incana*) with the application of natural rodents under conditions of Patán nursery in Haquira district, Apurímac region", to determine the effectiveness of natural rooting against the chemical, evaluating the variables (rooting percentage, cutting height, number of leaves and number of shoots) in queñua cuttings. The population was 800 cuttings, the treatments were the natural rooters T1: willow extract, T2: coconut extract and T3: beef manure tea and T4: Chemical root (Root-Hor). A completely randomized experimental design (DCA) was used, with 4 repetitions. From the results obtained it was determined: For the percentage of rooted at 30 days, the superior influence of the willow extract (80 % rooted) is observed statistically followed by T3 with 79 %, T4 with 72 % and T2 with 71,5 %. In the variable height of sprout no statistical differences are found concluding that all have the same influence with an average of 9,44 cm. Similarly, in the variable number of leaves per cut, there are no statistical differences between treatments, which means that they all had the same influence with an average of 14,25 leaves per cut. Finally, in the variable number of shoots per cutting if we find highly significant differences where T4 (chemical treatment) achievement 2,75 shoots, similar to T3 with 2,5 shoots higher than T2 with 2,03 shoots and T1 with 1,55 outbreaks

Keywords: Vegetative propagation, cuttings, rooting.

INTRODUCCIÓN

La población de los bosques de queñua, son ecosistemas muy numerosos y/o múltiples, que normalmente presentan un hábitat propio con la particularidad de tener especies endémicas de nuestro Perú. Para lo cual estos queñuales están propensos a ser modificados ya que son ambientes frágiles, causado directamente por el hombre en la actualidad, debido a que toda esta zona se convierte en un lugar muy utilizado por la agricultura y se emplea como un recurso maderable para el propio uso de la comunidad andina, llegando a una extinción si no se usa con moderación.

La propagación vegetativa en plantas es de una gran relevancia en las especies nativas del Perú, de ahí la necesidad de trabajar en la investigación y conocer los diferentes comportamientos que muestran estas especies en condiciones de vivero durante su fase propagativa; por ello este método de propagación con plantas de Queñua nos ayudarán a preservar las características genéticas de sus progenitores, facilitando su adaptabilidad en actividades de reforestación y forestación.

Estos árboles de queñua son importantes en la actualidad ya que cumplen un rol importante en las zonas alto andinas, constituyendo ecosistemas que representan diversa variedad de flora y fauna endémica.

Los queñuales, por lo general son empleadas por los campesinos del lugar para el pastoreo de sus animales y utilizan sus partes vegetativas para la cocción de sus alimentos, este tipo de actividades está causando serios daños al medio

ambiente, especialmente la deforestación del lugar, a ello se suma la destrucción de la poca cobertura vegetal que se tiene en el lugar, provocando alteración de los ecosistemas de flora, fauna y microorganismos del suelo.

La queñua es un árbol nativo de gran valor ecológico, porque se sabe que retiene el agua en épocas de lluvia, aumentando la persistencia del ciclo del agua, disminuyendo así la erosión de los suelos del lugar, alimentando los niveles del agua subterránea, de ahí que se están implementando programas y proyectos por entidades gubernamentales del estado y privadas, para ejecutar actividades de forestación y reforestación con esta planta. Por ello es necesario conocer de los diferentes métodos de propagación que faciliten la urgente repoblación de nuevos bosques y puedan fortalecer la agrosilvicultura en estas zonas alto andinas.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Descripción de la realidad problemática

En la superficie forestal en el mundo se ha producido una disminución de 129 millones de ha (3,1 %) entre los años comprendidos de 1990 y 2015, y actualmente se encuentra por debajo de los 4 000 millones de ha. También debemos mencionar que las áreas netas de bosque a nivel mundial están disminuyendo a una media de 3,3 millones de ha comprendidos en los años del periodo de 2010 - 2015 (SERFOR, 2015, p.18).

Entre los años 2000 - 2010, se perdieron siete millones de hectáreas anuales en diversos países tropicales, así como que se incrementaron seis millones de hectáreas de terrenos agrícolas, igualmente por año; ocurriendo este incremento de terrenos agrícolas, principalmente en aquellos países con escasos ingresos económicos y con ocupación rural. La deforestación principalmente deriva de: agricultura comercial en un 40 % (Excepto en américa latina en que alcanza el 70 %); agricultura de subsistencia en 33 %; infraestructura en 10 %; expansión urbana en 10 % y la minería en 7 % (SERFOR, 2015, p. 17).

Así mismo el autor dice y concluye que, para el Perú en los últimos años los Ministerios de Ambiente, Agricultura, y Economía y Finanzas buscan financiamiento y asistencia técnica para incrementar las plantaciones forestales como parte de un conjunto de medidas denominadas “Prácticas de siembra y cosecha de agua” para contribuir con la conservación del recurso hídrico. Por ello, el SERFOR está construyendo un programa de restauración de áreas degradadas para cumplir con los compromisos voluntarios relacionados con la agenda de cambio climático.

En el Perú en la zona de Apurímac con el programa de bosques a cargo de la región, denominado “Sacha Tarpuy” o ‘Siembra de árboles’ se consideró uno de los mejores programas de forestación con financiamiento público en las regiones andinas del Perú, con problemas de despoblamiento de bosques naturales; abarcando 266 comunidades campesinas en 60 distritos distribuidos en las 7 provincias de Apurímac. Su meta fue plantar alrededor de 29 731,50 ha. bajo sistemas de plantaciones macizo, agroforestal, silvopasturas y de protección (Arce, 2018, p. 4).

En el departamento de Apurímac antes del proyecto ‘Siembra de árboles’, había escasa experiencia en proyectos de plantaciones, debilidad institucional, crecientes impactos del cambio climático, tendencia a la desertificación y degradación de tierras, y agotamiento de fuentes de agua en varias de sus comunidades campesinas. Lo malo del proyecto fue su enfoque con predominio de eucaliptos y pinos en 80 % de los árboles, bien como sabemos son plantas traídas de otros países, siendo relegadas las especies nativas como tara (11,4 %), queñua (3,7 %), sauco, basul y chachacomo con 5,4 % (Arce, 2018, p. 5).

Padilla (2005, p. 12) nos menciona que una de las limitantes para la propagación de especies nativas es los escasos de semillas, bajo poder germinativo menos del 3 %, debido a la dicogamia del género, anemofilia y reducidas poblaciones producto de la actividad humana, con tendencia peligrosa a la extinción. Los trabajos de investigación indican que la propagación vegetativa es la más aconsejable para la queñua, pero se tiene poca información sobre ello.

El presente trabajo de investigación desea comprobar el impacto de promotores radiculares naturales en la propagación asexual de esquejes de queñua con el fin de otorgarle viabilidad económica en la localidad de Haqira.

1.2. Definición del problema

1.2.1. Problema general.

¿Cómo influye en la propagación vegetativa de esquejes de queñua la aplicación de enraizadores naturales en condiciones de vivero Patan, Haqira - Apurímac?

1.2.2. Problemas específicos.

¿Cuál es el efecto de tres enraizadores naturales en el desarrollo raíces de esquejes de queñua en condiciones de vivero Patán, distrito de Haqira - Apurímac?

¿Qué diferencias existen entre tres enraizadores naturales frente a un enraizador químico en el desarrollo de raíces de esquejes de queñua en condiciones de vivero Patán, distrito de Haqira – Apurímac?

1.3. Objetivos de la investigación

1.3.1. Objetivo general.

Evaluar la influencia en la propagación vegetativa de esquejes de queñua con la aplicación de enraizadores naturales en condiciones de vivero Patán, Haqira – Apurímac.

1.3.2. Objetivos específicos.

Determinar el efecto de tres enraizadores naturales en el desarrollo raíces de esquejes de queñua en condiciones de vivero Patán, distrito de Haqira - Apurímac.

Identificar las diferencias entre tres enraizadores naturales frente a un enraizador químico en el desarrollo de raíces de esquejes de queñua en condiciones de vivero Patán, distrito de Haqira - Apurímac

1.4. Justificación

La presente tesis desarrollada en la región Apurímac, contribuirá al conocimiento de otras técnicas para la reproducción asexual de queñua, con utilizando enraizadores naturales y comprobar su eficiencia frente a enraizadores de origen sintético.

La reforestación como actividad agrícola en las zonas que se encuentran carentes de vegetación con fines de protección ambiental, contribuirá con el pasar del tiempo a incrementar la cobertura vegetal del futuro bosque, mejorando su

calidad ambiental, recuperando la biodiversidad y las fuentes hídricas, siendo afectado por el calentamiento global, por consiguiente ayudará a disminuir la erosión del suelo, propiciando el fortalecimiento de otras actividades como la pecuaria, siempre con un enfoque sostenible de los recursos forestales.

El árbol de queñua es parte y seguirá formando parte de los bosques en los andes del Perú, siempre y cuando sigamos propiciando su investigación, identificando sus principales limitaciones y potencialidades en un entorno diverso de condiciones climatológicas, sabiendo que el mismo hombre puede ayudar a retomar el sitio que tenía, contribuyendo a dejar este recurso imperecedero para las generaciones futuras.

1.4.1. En lo económico.

Es lógico pensar que los gobiernos (locales y nacionales) tienen ideas centralistas, donde no perciben la realidad rural especialmente de las comunidades andinas, es en ello que radica nuestra propuesta de uso de insumos locales a fin de poder realizar una propagación vegetativa a nivel comunal, fortaleciendo los viveros locales con ayuda de los gobiernos locales y regionales, y mejorar la economía de sus participantes en proyectos que tengan fines de forestación y reforestación de bosques.

1.4.2. En lo social.

Este proyecto de investigación se justifica socialmente, porque el estado actual de esta especie es consecuencia de la sobreexplotación, ocasionada por la misma población rural, carentes de conocimientos para una gestión sostenible del

recurso forestal, mucho menos de recursos económicos para su reposición y manejo; hechos que contribuyeron a la pérdida de flora y fauna local y el deterioro progresivo del recurso hídrico que son afectados por el cambio climático. Por ello, el presente estudio pretende ayudar a reconciliar ambos niveles, haciendo uso de técnicas viables con un enfoque rural sostenible bajo la mirada de los gobiernos locales y regionales que apuesten a la preservación del medio ambiente.

1.4.3. En lo ambiental.

La queñua es una especie forestal que forman parte de la gran biodiversidad de nuestros andes peruanos. Con ecosistemas adaptados al actual problema de la alta demanda de la contaminación ambiental, siendo reguladores del ciclo hidrológico y actuando como sumideros del exceso de carbono producto de la actividad humana. Por ello su plantación y establecimiento favorecerá las condiciones ambientales del lugar.

1.5. Alcances y limitaciones

1.5.1. Alcances.

El alcance del presente trabajo es el de establecer nuevas técnicas de propagación vegetativa para la queñua a nivel de vivero, acción que debería ser tomada en cuenta por los futuros proyectos de reforestación con otras especies nativas en todas las provincias del departamento de Apurímac, especialmente en la provincia de Cotabambas distrito de Haqira, lugar donde se desarrolló el presente estudio, por los grandes problemas de reforestación que tienen sus

diferentes comunidades que lo conforman.

1.5.2. Limitaciones.

En la región Apurímac no existen investigaciones relativas a la propagación asexual de la queñua, pero a nivel de otras realidades se tiene algunas referencias en forma general, siendo una limitación al inicio del estudio. También sabemos que en las zonas de Cuzco existen proyectos de reforestación de queñua por instituciones privadas, pero su información no se encuentra al alcance de la población en general. Las limitaciones para efectuar el proyecto principalmente se centraron en el uso de equipos y materiales de laboratorio que son difíciles de acceder para los análisis correspondientes.

1.6. Variables del estudio

1.6.1. Variable independiente.

Enraizador químico.

Enraizadores naturales.

1.6.2. Variable dependiente.

Porcentaje de enraizamiento (%).

Altura de brote (cm).

Número de hojas.

Número de brotes.

1.6.3. Operacionalización de los variables.

La operacionalización de las variables del estudio se muestra en la siguiente tabla como sigue:

Tabla 1

Operacionalización de variables de estudio

Variable	Dimensiones	Indicador	Escala	Unidad
Independiente	Enraizador químico	Dosis	Nominal	%
	Extractos vegetales	Tipo	Ordinal	%
Dependiente	Enraizamiento	Proporción	Intervalo	%.
	Altura de brote	Medida	Intervalo	cm
	Número de hojas	Proporción	Intervalo	Unidad
	Número de brotes	Proporción	Intervalo	Unidad

1.6.4. Definición conceptual de las variables.

- **Enraizador químico:** El producto utilizado fue el Root Hor en base a Auxinas y (Ácido Indolbutírico) + Ácidos Nucleicos) y el contenido es el siguiente: Acido Alfa naftalenacético: 0,40 %; acido 3 Indol butírico: 0,10 %; ácido nucleico: 0,10 %; sulfato de zinc: 0,40 %; solución nutritiva: 95,40 % (Comercial Andina Industrial S.A.C; s.f.).

- **Extracto de sauce:** Erazo (2018, p. 7) reporta como fuente natural enzimas al extracto de sauce, además de es rico en fósforo y potasio. Y pueden utilizarse sus hojas en infusión, como fuente de ácido salicílico (Ballesteros y Peña, 2012, p. 8).

- **Extracto de coco:** Cortez (2011) referido por Montenegro (2015, p. 22) propone el uso de agua de coco, como fuente de nutrición de las plantas, ya que contiene azúcares, vitaminas enzimas, aminoácidos, citoquininas, y fitohormonas; además de minerales como el potasio, magnesio, calcio, sodio y fósforo.

- **Té de estiércol:** Es una preparación que consiste en convertir el estiércol sólido en un abono líquido, durante este proceso el estiércol vierte sus nutrientes al agua para su asimilación posterior de las plantas (MAGAP, 2014, p. 11), este preparado contiene diversos compuestos, como los aminoácidos que constituyen la fuente de nitrógeno más importante para los microorganismos en la fermentación. Constituyen el punto de inicio para la formación de compuestos secundarios en la fermentación alcohólica, también la conversión de ciertos aminoácidos en hormonas específicas o neurotransmisores, estas son evidencias de la riqueza de los biofermentos, no solo como parte de los macro y microelementos disponibles para las plantas, si no que a los biofermentos debemos considerarlo como un complejo bioquímico donde se forman hormonas juegan un papel muy importante en el desarrollo de las plantas (Machaca, 2018, p. 22).

- **Porcentaje de enraizado:** Se determinará a los 30 días de iniciado el ensayo, relacionando el número de plantas logradas del total de plantas por tratamiento.

- **Altura de brote:** Medido desde el cuello de planta hasta la parte terminal más alta del brote con ayuda de un flexómetro

- **Número de hojas:** A través del conteo simple de hojas en el tallo principal y los brotes.

- **Número de brotes:** Mediante un conteo simple después de iniciar con el trasplante.

1.7. Hipótesis de la investigación

1.7.1. Hipótesis general.

Los enraizadores naturales favorecen la propagación vegetativa de esquejes de queñua en condiciones de vivero Patán, Haqira – Apurímac.

1.7.2. Hipótesis específicas.

Los tres enraizadores naturales tienen efecto positivo en el desarrollo raíces de esquejes de queñua en condiciones de vivero Patán, Haqira – Apurímac.

Los tres enraizadores naturales tienen el mismo efecto que un enraizador químico en el desarrollo de raíces de esquejes de queñua en condiciones de vivero Patán, Haqira – Apurímac.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación.

Soto (2013) propuso un trabajo de investigación para la provincia de Huarochirí, en el distrito de Carampoma, ubicada a 3 800 msnm, esta investigación fue realizada en el año 2013, intitulada *“Propagación vegetativa de esquejes de queñual (Polylepis sp.), bajo diferentes dosis del enraizador Root-Hor en el distrito de Carampoma – Huarochirí – Lima”*, donde su objetivo principal fue, *“Evaluar el efecto de tres dosis de Root-Hor en la propagación vegetativa de queñua”*, las variables evaluadas son: porcentaje de prendimiento de esquejes, número de brotes y número de hojas. Se utilizó un diseño completamente al azar (DCA) y para la comparación de medias Duncan a un nivel de significancia del 5 %. Con tres repeticiones y cuatro tratamientos, se utilizaron concentraciones del enraizador Root-Hor a 3 ml, 5 ml y 10 ml por litro de agua, sumergidas de 3 a 4 cm la base de las estacas para luego ser colocadas en sustrato (arena de río, suelo y estiércol de ovino). Los resultados indican que el mayor porcentaje de prendimiento de 69 y 62 % a los 65 días de su instalación se obtuvieron con los tratamientos T1 y T2 con concentraciones de 3ml y 5ml de

Root-Hor respectivamente, comparados con T4 (testigo) y el tratamiento T3 (10ml de Root-Hor) que tuvieron ambos un porcentaje de prendimiento del 44 %.

Quispe (2013) efectuó el proyecto titulado “*Propagación vegetativa de esquejes de queñua en base a la aplicación de dos enraizadores naturales y tres tipos de sustrato en el vivero de la comunidad de Huancané*”, con el objetivo de evaluar la propagación asexual con esquejes de queñua (*Polylepis besseri* Hieron) utilizando dos enraizadores naturales (extracto de sauce (ES) y agua de coco (AC)) y tres de sustratos S1 (turba + arena + cascarilla), S2 (turba + arena) y S3 (turba + cascarilla). Evaluando las variables: % de prendimiento, altura de esquejes, número de hojas, número de brotes, longitud de raíz y determinación de costos parciales. Duncan a un nivel de significancia del 5 %. Sus resultados muestran que los enraizadores y sustratos tuvieron comportamientos independientes con influencia en el estudio de las variables respuesta. Para el % de prendimiento con el extracto de sauce (ES) se obtuvo un 52,22 % de prendimiento y con el sustrato “S2” de igual manera se obtuvo un mayor porcentaje de prendimiento de 52,67 %. Respecto a la altura de esquejes con “ES” se obtuvo un 13,04 cm y con el “AC” un 10,19 cm, respecto a los sustratos con S2 se obtuvo 13,12 cm y con S1 se obtuvo 11,19 cm. En lo referente al número de hojas mostró una influencia altamente significativa los enraizadores, donde con el “ES” se obtuvo 8,30 hojas y “AC” 7,86 hojas, para el caso de los sustratos S2 y S1 se obtuvieron 8,39 y 8,31 hojas respectivamente, en comparación de S3 con el que se obtuvo 7,52 hojas. No existieron diferencias significativas en número de brotes para el enraizador, pero si existieron diferencias significativas para el caso del sustrato,

donde S2 y S1 lograron 2,46 y 2,36 brotes respectivamente, en comparación de S3 con 2,11 brotes en promedio.

Espejo (2015) es su proyecto de investigación intitulado “*Evaluación de la eficiencia de cuatro enraizadores y dos longitudes de corte para la propagación vegetativa de esquejes de queñua (Polylepis racimosa) a nivel de vivero en el municipio de El Alto*”, La Paz. Aplicó dos enraizadores químicos (Rapid-Root y Parque) y dos enraizadores orgánicos (germinado de lenteja y agua de coco), también se evaluó dos longitudes de corte del esqueje de queñua (15 y 30 cm). Teniendo como variables a: porcentaje de prendimiento, n° de brotes por esqueje, crecimiento longitudinal de los esquejes, longitud de raíz, volumen radicular y porcentaje de sobrevivencia. La prueba de medias las realizó utilizando Duncan con un nivel de significación del 5 %. Para el Factor A, se concluye que los esquejes de 15 cm fueron de mayor eficiencia en la variable % de prendimiento con un 76,67 %; crecimiento longitudinal de los esquejes de 1,69 y 7,19 cm (60 y 120 días); Sin embargo, el mejor desarrollo de brotes se observó en esquejes de 30 cm con 2,13 y 3,99 brotes (60 y 120 días respectivamente), en comparación a los esquejes de 15 cm con 1,2 y 2,55 brotes por esqueje (60 y 120 días respectivamente). Los esquejes de 30 cm lograron el mejor desarrollo de brotes, los esquejes de 15 cm lograron el mayor desarrollo radicular. En el Factor B, se encontró que el mayor % de prendimiento de esquejes fueron los tratados con enraizadores químicos Parque y Rapid Root obteniendo 80,12 % y 77,78 %, sin embargo con los enraizadores orgánicos, germinado de lenteja y agua de coco, lograron 75 % y 72,22 % de prendimiento, y el testigo obtuvo un porcentaje de prendimiento de 61,11 %. Respecto al número de brotes a los 60 días, el

enraizador químico Parque con 2,25 cm, registró la mayor brotación, seguido del enraizador químico Rapid-Root con 1,99 brotes por esqueje, los enraizadores orgánicos a base de lenteja y agua de coco registraron 1,59 y 1,4 brotes por esqueje, finalmente la menor brotación evidenció el testigo con un promedio de 1,1 brotes por esqueje. Al analizar el crecimiento longitudinal de esquejes a los 60 días, el enraizador químico Parque, registró el mayor crecimiento con 2,02 cm, seguido de Rapid Root con 1,71 cm y el enraizador orgánico a base de lenteja con 1,67 cm y agua de coco con un crecimiento de 1,44 cm respectivamente, siendo el de menor crecimiento el testigo con 1,04 cm en promedio

Huarhua (2017) elaboró un trabajo de investigación intitulado *“Propagación vegetativa de esquejes de queñua (*Polylepis incana*) con la aplicación de dos enraizadores naturales y tres tipos de sustratos en condiciones de vivero Cujone, Torata-Moquegua”*. Siendo sus objetivos, estudiar los efectos de dos enraizadores naturales: e1 (Agua de coco) y e2 (Extracto de sauce) y tres tipos de sustratos s1 (Tuba + arena + humus), s2 (Turba + arena) y s3 (Turba + humus), en la propagación vegetativa de esquejes queñua y evaluar la interacción enraizador x sustrato. Las variables que se evaluaron fueron: % de prendimiento, altura de esquejes, n° de hojas, n° de brotes, longitud de raíz, n° de raíces y materia seca de raíces. Utilizó para su estudio, el diseño experimental completamente aleatorio (DCA) con arreglo factorial (A x B) con tres niveles en el factor A y cuatro niveles en el factor B, recurriendo para el análisis estadístico al análisis de varianza (ANVA) con una probabilidad F de 0,05 y 0,01, y la prueba Tukey al 95 % de confiabilidad. Con los resultados obtenidos concluye que, los enraizadores y sustratos en condiciones de vivero mejoran significativamente los

niveles de propagación de esquejes de queñua. El porcentaje de prendimiento a los 90 días fue del 69,44 %; el enraizador que demostró mayor significancia con un 85,67 %, fue el agua de coco y el sustrato s3 (Turba 50 % + humus 50 %) logró un 73,78 % y la combinación de S1 logró el mayor promedio con 94,67 %.

2.2. Marco teórico

2.2.1. Distribución geográfica del género *Polylepis*.

Kessler (2000, p. 4) menciona que las plantas de queñua se encuentran distribuidas en toda la Cordillera de los Andes, desde el noreste de Argentina, norte de Chile, Bolivia, Perú, Ecuador y Venezuela (tabla 2)

Tabla 2

Distribución geográfica de la especie Polylepis ssp., por países.

Especie/ País	Argentina	Bolivia	Colombia	Chile	Ecuador	Perú	Venezuela
<i>P. australis</i>	x	x					
<i>P. besseri</i>		x				x	
<i>P. hieronymi</i>	x	x					
<i>P. incana</i>					x	x	
<i>P. lanuginosa</i>					*		
<i>P. multifuga</i>						*	
<i>P. pauta</i>					x	x	
<i>P. pepeí</i>		x				x	
<i>P. quadrijuga</i>			*				
<i>P. reticulata</i>					*		
<i>P. racemosa</i>					x	*	
<i>P. serícia</i>		x	x		x	x	
<i>P. subsericana</i>						*	
<i>P. tomentella</i>	x	x		x		*	
<i>P. tarapacana</i>		x		x			x
<i>P. weberbaueri</i>					x	x	
Total	3	7	2	2	7	10	1

Fuente: Padilla, 2005, p. 15

Nota: Donde X= Ocurrencia, * = endemismo

En la cordillera de los Andes tropicales y subtropicales de Sudamérica, el género *Polylepis* (Rosaceae) es el único elemento arborescente que puede desarrollarse formando fragmentos de bosques a gran altura. *Polylepis* es un

género endémico de los Andes que se distribuye desde Venezuela hasta Argentina y Chile. Su rango altitudinal va desde los 1 800 msnm en Córdoba, Argentina, hasta los 5 200 m.s.n.m. en el volcán Sajama, en Bolivia (PUCE, 2018).

2.2.2. Área de bosques de *Polylepis* en el Perú.

En el Perú existen 19 especies de *Polylepis*, distribuidas en 19 departamentos, con mayor cantidad en Cusco y Ayacucho; se ubican en las partes alto andinas, de los departamentos: Tacna, Moquegua, Puno, Arequipa, Cuzco, Apurímac, Ayacucho, Junín, Huancavelica, Pasco, Lima, Huánuco, Ancash, San Martín, La Libertad, Amazonas, Cajamarca, Lambayeque y Piura (Masías, 2017, p. 17).

Zutta et al. (2012, p. 8) refieren que una recolección de los datos del tamaño de los bosques de queñuales a partir de los estudios de la ONERN se puede observar en la tabla 3.

Tabla 3

Extensión de queñuales en algunas regiones del Perú.

Región	Superficie (Ha.)	Proporción (%)
Ancash	3 400	8,10
Arequipa	12 000	28,40
Ayacucho	3 900	9,23
Cusco	1 000	2,36
Huancavelica	4 700	11,12
Lima	8 850	20,94
Moquegua	2 450	5,8
Puno	2 400	5,68
Tacna	3 550	8,40
Total	42 250	100,00

Fuente: Yallico, 2012, citado por Huarhua, 2017, p. 14

2.2.3. Taxonomía del género *Polylepis*.

Ruiz y Pav (1794) citado por Choque (2019, p. 24) clasifica taxonómicamente a la queñua del siguiente modo:

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Subclase: Rosidae

Orden: Rosales

Familia: Rosaceae

Subfamilia: Rosoideae

Tribu: Sanguisorbeae

Subtribu: Sanguisorbinae

Género: *Polylepis*

Especie: *Polylepis* spp

2.2.4. Características vegetativas.

Botánicamente, Mindreau y Zúñiga (2010, p. 17) describen a estas dos especies así:

En *Polylepis weberbaueri*: Árbol o arbusto de hasta 12 m de alto (Huasta y Aquia en Ancash) a pesar de que otros autores lo describen con 6 metros, describen sus hojas con de borde doblado y ovadas (con ápice emarginado: muesca poco profunda), pilosidades finas que cubren densamente en la base y el raquis disminuyendo hacia el extremo superior de la misma (el tallito que prende la lámina de la hoja con el peciolo tiene una longitud de 0,2 – 0,6 cm) tiene 2 a 4 pares de hojas. Presentan la forma de un arreglo en espiral las hojas en el extremo de las ramas; flores en racimo simple conformado en número de 4 a 10, normalmente presenta brácteas pequeñas de 3 - 4 mm de longitud; flores de 4 - 6

mm: con hipantio densamente lanoso, con pequeñas espinas aplanadas; la base de los sépalos lanosos y hacia el axis sin pelos, poco lanosos al ápice; estambres de 8 - 16 mm pilosos con semillas 2 - 3 mm de longitud; el fruto globoso con vellosidades y espinas aplanadas, de 0,29 a 0,57 cm de largo y 0,31 - 0,65 cm de largo. Además, mencionan que la Unión internacional para la conservación de la naturaleza (UICN) ha clasificado a esta especie en estado de amenazada

En caso de *Polylepis incana*: Citando a Reynel, Pennington y Sárkinen (2013) lo describen como árbol de 4 - 8 metros de altura y tallo de 20 a 40 centímetros de diámetro, con fuste regular, nudoso y frecuentemente revirado, presenta ramificaciones a partir del segundo tercio; las hojas son compuestas de tres hojitas, agrupadas en los extremos de las ramitas, de 5 - 7 cm de longitud, el eje de las hojas fuertemente acanalado, las láminas alargadas a obovadas, de 1 - 2 cm de longitud y 0,5 - 1 cm de ancho, punta escotada (con una entrada), base aguda, el margen acanalado hacia la punta, con los dientes separados 1 - 2 mm entre sí, presenta una nerviación media principal y a ambos lados se disponen varios nervios laterales; con pubescencia fina en ambas caras, coloración amarillenta por el envés cuando secan; Presentan inflorescencia en racimo peduncular terminal con 5 a 7 cm de largo, 3 a 10 flores con brácteas de 3 mm Las inflorescencias en racimos pendulares terminales de 5 a 7cm de longitud con 3 - 10 flores, brácteas florales a 3 mm de largo. Las flores generalmente hermafroditas aunque puede tener atrofiado uno de los sexos, de color verduzco, simetría radial, con cuatro tépalos de 1 a 3 mm, anteras afelpadas de color rosado, con un solo diminuto pistilo; el fruto seco de 5 mm aristado y color verduzco.

2.2.5. Desarrollo de la anatomía de las raíces en los esquejes.

Factores fisiológicos y ambientales son los que se relacionan con el enraizamiento, así:

Hidalgo (2002) citado por Mita y Grundy (2017, p. 18) menciona que las características fisiológicas son: características específicas de cada variedad:

Fisiológicamente, cuando las yemas, donde las hojas sintetizan auxinas y rizocalinas que estimulan la rizogénesis (produciéndose raíces solamente en la parte basal, si se suprimen las yemas de la estaca). Por otro lado, la rizogénesis es favorecida por las reservas, por ello no es conveniente reducir la respiración y asfixia, que resulta en pérdidas energéticas que pueden bloquear el proceso. Y ambientalmente favorece la rizogénesis, mediante niveles de humedad relativa de entre 80 a 90 % y citando a Cuba, Huayanca y Uribe (2014) expresa que la temperatura óptima es de 20 a 34 °C, anulándose el crecimiento cuando se superan 35 °C. Además, indica que la aireación deberá ser moderada de tal modo que no genere deshidratación de los tejidos y la iluminación deberá ser absolutamente nula, lo que provoca que el enraizamiento ocurra antes que la brotación, siendo requerible que estos factores sean favorables solamente para la parte radical (Mita y Grundy, 2017, p. 19, citando a Hidalgo, 2002, Hartmann y Kester, 1999).

2.2.5.1. Callo y emergencia de las nuevas raíces.

González et al. (2008) y Evans et al. (2003) citados por Cedeño (2015, p. 22) manifiestan que previo a la formación del callo, ocurre un proceso de

desdiferenciación de un conjunto de células que pierden su especialización, originando tejido meristemático en que se inicia la diferenciación del callo y posterior organogénesis (órganos) indirecta o embriogénesis somática indirecta (Embriones somáticos) proporcionando abundantes células totipotentes con capacidad de generar plantas completas, particularmente raíces.

2.2.6. Bases fisiológicas en la formación de raíces

Bitti (1999) citado por Reyes (2014, p. 17) expresa que en la etapa de formación y el desarrollo de raíces a partir de estacas ocurre en cuatro etapas:

- **Inducción y diferenciación** grupo de células meristemáticas (inicio de división celular); que aumentan la actividad de divisiones celulares para formar los primordios iniciales (aún no determinados); para organizar grupos de primordios radiculares (cuando hay aproximadamente 1 500 células en cada primordio inicial).
- **Crecimiento, diferenciación y emergencia de nuevas raíces**, ruptura de tejidos superficiales de la epidermis para permitir su salida y la conexión vascular con los tejidos del xilema y floema de la estaca.

2.2.6.1. Auxina.

Mita y Grundi (2017, p. 25) citando a Hartmann y Kester (1999) y (Taiz y Zeiger, 2006) afirma coincidentemente, que las auxinas activan la división celular en el cambium y periciclo e intervienen en la formación de raíces por medio de la

activación y división de células del cambium y del periciclo, siendo el Acido-indol-3-acético (IAA) el promotor más conocido, sintetizado en la yema apical, y llevado hacia la raíz a través del transporte polar realizado por células cambiales y diferenciadas asociadas al floema. También interviene en la activación del cambium, favoreciendo la callogénesis de los tejidos que interviene en la unión en los injertos.

2.2.6.2. Auxinas naturales.

Las diferentes formas de auxinas que se presentan en las plantas dentro de sus tejidos, según HortiCultivos (2016) se caracterizan por ser un conjunto de hormonas vegetales reguladores del desarrollo de la planta, siendo preeminente el ácido indolacético y otras formas naturales de auxina como: ácido 4-cloro-indolacético (4CIIAA), ácido fenilacético (PAA), ácido indolbutírico (IBA) y el ácido indolpropiónico.

2.2.6.3. Mecanismos de acción.

La división celular en el cambium vascular, donde ocurre la diferenciación que da origen a los tejidos de floema y xilema son controlados por las auxinas, con mayor efecto en la diferenciación del xilema; así cuando se tratan, cortes de tallos, con Acido indol acético (AIA) la formación de elementos es proporcional a la cantidad de producto hormonal aplicado (Horticultivos, 2016). En general, el AIB posee una baja actividad auxínica, pero una buena acción rizógena (Boutherin y Bron, 1994, citado por Chirca, 2019, p. 45).

Hartmann y Kester (1999, p. 121) mencionan que la acción de la auxina se da de acuerdo a un mecanismo en la membrana citoplasmática; seguidamente la reducción del pH empiezan a activarse enzimas, luego hidrolizan los componentes de la pared celular y se suelta la pared; el potencial de acuerdo a la presión se va disminuyendo; seguidamente ingresa el agua, se da el volumen celular en aumento; la célula crece, para lo cual se encuentra un efecto entre la auxina y el metabolismo de ácidos nucleicos con las proteínas.

2.2.7. Propagación del género *Polylepis*.

Kessler y Driesch (2011) citados por Martínez y Villarte (2009, p. 19) expresan que la queñua tiene dos formas de reproducirse; mediante el uso de semilla y mediante la propagación vegetativa de sus partes. Las partes vegetativas que se pueden utilizar son estacas, esquejes y acodos; estos tres últimos son los métodos más empleados y recomendados por presentar buena respuesta al prendimiento.

2.2.7.1. Propagación sexual.

Osuna et al. (2016, p. 19) sostiene que el único medio de reproducción y donde se pueden adaptar las plantas en la semilla. En donde desde tiempo remotos todo cultivo con semilla ha sido predominante entre los ecosistemas, por su medio de adecuación rápida y espontánea, de dicho modo se puede dar una propagación mediante una dispersión de la especie, pero tiene un inconveniente por la segregación genética que se presenta.

2.2.7.2. Propagación vegetativa.

Osuna et al., (2016, p. 41) afirma que la propagación vegetativa constituye una habilidad natural por separación de partes vegetativas. Donde a la planta se le considera como un organismo modular y cada módulo constituye un brote conformado por una hoja, nudo, yema o entrenudo que se tendrá como resultado el origen a raíces, brotes, horas, flores y frutos.

Ipizia (2011) citado por Huarhua (2017, p. 17) menciona que la propagación asexual o vegetativa en las plantas se dan a partir de órganos vegetativos; donde las células de las plantas pueden producir otras nuevas genéticamente idénticas a ellas, a través de la función de la mitosis y el principio de totipotencia.

2.2.7.3. Importancia de la propagación vegetativa.

La propagación asexual tiene la particularidad de mantener intactas las características de la planta madre en la nueva planta, con la ventaja de reproducir exactamente el árbol progenitor manteniendo las cualidades por las que fue seleccionado, por lo que es el método mejor aprovechado por los viveristas (Huanca, 2011, citado por Huarhua, 2017, p. 19).

Mita y Grundy (2017) citando a Hidalgo (2002) y Hartmann y Kester, (1999) expresan que las razones por las que se desarrolla una propagación asexual es que las nuevas muestras pueden tener como resultado un genotipo similar a la planta madre. En síntesis, se puede desarrollar una buena propagación con características ideales.

Miranda (2013, p.14) indica que, durante la propagación asexual de la queñua, no se da la formación de las raíces fácilmente a partir de un tallo o ramas cortadas, estos deberán ser trasladados a un lugar que ayude a facilitar el crecimiento de las raíces y de este modo se lleve a cabo un buen crecimiento de la planta, donde puedan absorber los nutrientes necesarios de acuerdo al sustrato empleado; por ende el crecimiento de estas raíces es de forma limitada.

2.2.7.4. Métodos de propagación vegetativa.

Una propagación asexual, se desarrolla cuando se unen partes originales de la planta, teniendo en cuenta que la célula vegetal tendrá las mismas características genéticas necesarias para generar una nueva planta, denominada totipotencia (Reyes, 2015).

Quispe (2013, p. 16) refiriéndose a Mendoza (2010) menciona que: con la utilización de esquejes o ramillas conocidas como estacas apicales, constituyen un método confiable y que se recomienda para reproducir el género *Polylepis*, es importante mencionar que para el éxito del prendimiento el material de propagación debe tener por lo menos cinco raíces preformadas (Primordios radiculares a modo de protuberancias o chichones), en la corteza inferior de la rama.

Los principales métodos de propagación asexual son:

a. Propagación por estacas y esquejes: Las estacas, esquejes se consideran unidades reproductoras, pero se deben obtener separando partes de la planta

madre que contengan zonas meristemáticas (nudos y entrenudos) que colocadas en condiciones favorables son capaces de formar nuevos tejidos e incluso un nuevo individuo con caracteres idénticas a la planta madre (Osuna et al., 2016, p. 47).

Quispe (2013, p. 18) afirma que, en las especies vegetales, los esquejes enraizados mantienen las mismas características de la planta reproductora; muy utilizado en especies que normalmente no pueden generar semilla viable, o producen semillas de bajo poder germinativo o de tenerlo, pierden su capacidad germinativa muy pronto, como es el caso de las especies de queñua. También nos dice que el material de propagación de la queñua debe ser el apropiado para el enraizado del esqueje.

Igualmente, Quispe (2013, p. 15) citando a Ipizia (2011) manifiesta que, para la propagación por estacas, se corta una porción de la planta madre, colocando esa porción en las condiciones adecuadas se induce la formación de raíces y tallos, obteniéndose con ello una planta nueva. Y Hartmann y Kester (1999) clasifican estacas de madera dura, estacas de madera semidura (siempre verdes); que para el caso de la queñua se utilizan estacas de madera semi dura y de raíz.

b. Propagación por acodo: Este método de propagación se desarrolla mediante una rama o un tallo, haciendo que desarrollen sus raíces libres, luego que el tallo o rama tenga sus raíces, se hará una incisión por debajo del punto, procederá a ser plantado en otro recipiente y veremos que tienen las mismas características a la planta madre.

Puede ser acodo terrestre, que consiste en doblar una rama de la planta madre y hacer pequeñas heridas cerca de los nudos, luego se dobla la rama hasta tocar el suelo, se cubre con tierra y se espera que enraíce para obtener una nueva planta. O puede ser acodo aéreo, donde se practica un corte en forma de anillo en la rama elegida, y en el tejido del xilema, se aplica el enraizador y se cubre con un sustrato el que es sujetado con polietileno, cuando se logre el enraizado, se cortará la rama en base y procederá a su plantado (Osuna et al., 2016, p. 8).

c. Cultivo in vitro: El cultivo in vitro consiste en utilizar diversas técnicas de cultivo de células y tejidos vegetales de forma aislada, aprovechando su comportamiento totipotente, así como su capacidad de modificación y variación genética (Atarés, 2007, p. 51)

Mamani, Rocabado, Rey, Torrez y Quezada (s.f., p. 5) en su trabajo de investigación encontraron que el mejor tratamiento desinfectante para yemas de *P. pepeii* fue de 1,7 % NaClO por 20 min. Encontró además, que el medio de cultivo (0,5 mg/l de AIB + 1 mg/l de AG₃ + 1 mg/l de BAP.Y) fue el que mejor se comportó en la fase de multiplicación in vitro

Huamán (2012, p. 97) en su trabajo de investigación titulado “Cultivo in vitro de *Polylepis incana* HBK”, demuestra los medios de cultivo y el tipo de explante expresaron influencia en el crecimiento y desarrollo in vitro de *P. incana* HBK, a los 45 días; así el medio (M y S 4,60 g/l, + 0,60 mg/l de AG₃ + 0,06 mg/L de BAP + 0,40 mg/L de AIA y IBA + 3,00 ml/L de vitaminas y 4,00 mg/L de pantotenato de calcio) se comportó mejor en la fase de elongación; además en la fase de enraizamiento destacó el medio de cultivo (MS 4,60 g/L +

0,32 mg/L de ANA + 0,64 mg/L de IBA + 1,00 ml/L de vitaminas +1,60 mg/L de pantotenato de calcio más la adición de 25,00 g/L de azúcar + 3,00 g/L de phytigel + 1,60 g/L de carbón activado); así mismo el sustrato compuesto por turba resultó superior en crecimiento y desarrollo con 26,39 cm de altura. Recomendándose propagar plántulas in vitro a partir de explantes apicales y su aclimatación en sustrato compuesto por turba.

2.2.7.5. Sustrato.

Goitia (2000) citado por Condori (2006, p. 17), indica que hay variedad de sustratos, pero los más utilizados para un vivero son la arcilla, guano, compost y tierra. Pero cualquier sustrato que quisiéramos emplear en el proceso deberá contener un grado índice de nutrientes para que se desarrollen adecuadamente.

Hoyos (2004, p. 18) hace mención en que el sustrato a emplear tiene diferentes componentes los cuales son beneficiosos para su desarrollo de la planta, se desarrolla para obtener un mejor rendimiento de la misma, entre ellos tenemos:

a. Tierra.- Sirve como estabilizador y soporte de la planta, normalmente con diferente porcentaje de nutrientes.

b. Arena.- Componente que se utiliza para priorizar la filtración del recurso hídrico y precaver el endurecimiento del sustrato.

c. Turba.- Se encuentra conformada por biomasa de la planta acuática, propia de zonas con bastante humedad (pantanos) que se mantienen debajo de su superficie en estado de descomposición parcial, mencionado por (Hartmann y Kester, 1999).

2.2.7.6. Propiedades requeridas en los sustratos.

Todo material sólido diferente al suelo, de origen natural (mineral u orgánico), de síntesis o residual; mezclado o puro, que puesto en un contenedor, permita el anclaje del sistema radicular de la planta, es un sustrato de propagación (INFOAGRO, 2010, citado por Valenzuela, 2014, p. 14)

De igual modo Valenzuela (2014) manifiesta que los sustratos son un medio oscuro donde se desarrolla el sistema radicular y servirán como medio de aporte de agua, nutrientes y oxígeno, para el desarrollo vegetal.

2.3. Definición de términos

2.3.1. La queñua.

El más famoso árbol de alturas frías es el queñual, cuyo nombre científico es *Polylepis*, que en latín significa «cubierto de escamas». Ese es el secreto de su supervivencia: un abrigo de miles de láminas del grosor de las alas de una mariposa, superpuestas de tal manera que los vientos helados no logran congelar su torrente de savia. Llegan a ser tantas que el tronco, de madera durísima e inflexible, se vuelve suave y mullido al tacto (Castaño, 2014, p. 102).

2.3.2. Propagación vegetativa de queñua.

Actualmente la propagación vegetativa para la práctica campesina y para los forestales es una de las técnicas más importantes para el mejoramiento genético. La propagación vegetativa para el género *Polylepis* es mejor que la propagación vía semilla (Ocaña, 2004, citado por Mindreau y Zúñiga, 2010, p. 19).

Bajo condiciones naturales su recuperación es complicada, debido a que la semilla presenta bajo poder germinativo, según investigaciones realizadas por Pretzell (1985) citado por Mamani, et al. (s.f.) en Perú, *Polylepis incana* presentó valores de germinación entre 2 a 4 %.

2.3.3. Promotores radiculares.

Los enraizadores son recursos que serán dispuestos para los cultivos con la finalidad de poder fortalecer las raíces mediante fitohormonas de enraizamiento (Cisneros, 2018).

Los bioestimulantes agrícolas constituyen un grupo de diverso de sustancias, entre ellas el triptófano (Precursor de ácido indolacético) que ayuda a promover el crecimiento de raíces laterales y pelos radiculares; *la arginina* que estimula la síntesis interna de *poliaminas*; *la asparagina*; los *polisacáridos* que aplicados al sistema radicular las vuelve más permeable, además favorecen la formación de raíces secundarias y su elongación; las *Saponinas* que vuelven las raíces más permeable para una mejor absorción de nutrientes y agua, y complejos vitamínicos además de contribuir a la mejorar de la rizósfera y desarrollo de microorganismos (INTAGRI, 2015).

Osuna, et al. (2016, p. 51) menciona a enraizadores comerciales como: Enraizador para leñosas: 10 000 ppm de ácido Indol-3butírico; b: Enraizador para herbáceas: 1 500 ppm de ácido Indol-3-butírico; c: Enraizador líquido: 3 % de ácido Indol-3-butírico y d: Enraizador para trasplantes soluble en agua.

CAPÍTULO III

MÉTODO

3.1. Tipo de investigación.

La investigación propuesta será de tipo cuantitativa explicativa, que busca responder las causas de los eventos y fenómenos, centrandó su interés en explicar por qué ocurre un fenómeno y en qué condiciones se manifiesta o por qué se relacionan dos o más variables (Hernández, Fernández y Baptista, 2014, p. 95). Y según Arias (2012, p. 34) es experimental ya que es un proceso que consiste en someter a un objeto o grupo de individuos a determinadas condiciones, estímulos o tratamiento (variable independiente), para observar los efectos o reacciones que se producen (variable dependiente).

3.2. Diseño de la investigación.

Para esta investigación se empleó el diseño estadístico completamente aleatorio (DCA) con cuatro tratamientos, cuatro repeticiones 16 unidades experimentales; con prueba de significación de Tukey, a los niveles de significancia correspondiente.

3.3. Población y muestra.

La población se constituyó por 800 esquejes de queñua, distribuidos con 50 esquejes por tratamiento y 200 esquejes por repeticiones; ésta población sirvió para determinar los efectos de los tratamientos.

La muestra estuvo dada por 10 esquejes tomados al azar dentro de cada unidad experimental, extraídos de los 50 esquejes de la UE; esto se realizó para las evaluaciones de las variables: porcentaje de enrizados, altura de brote, número de hojas y número de brotes a los 60 y 90 días.

3.3.1. Tratamientos.

T1: Extracto de sauce

T2: Extracto de coco

T3: Té de estiércol

T4: Producto químico (Root-Hor)

3.3.2. Aleatorización de tratamientos.

T1	T2	T3	T4
T4	T3	T1	T2
T3	T2	T4	T1
T2	T4	T1	T3

Figura 1. Aleatorización de tratamientos

3.3.3. Características del campo experimental.

3.3.3.1. Lugar de la ejecución.

El presente trabajo se realizó en el vivero Patán propiedad de la Municipalidad Distrital de Haquira de la provincia de Cotabambas – región Apurímac. Se accede mediante una vía carrozable dentro del centro poblado de Patán.

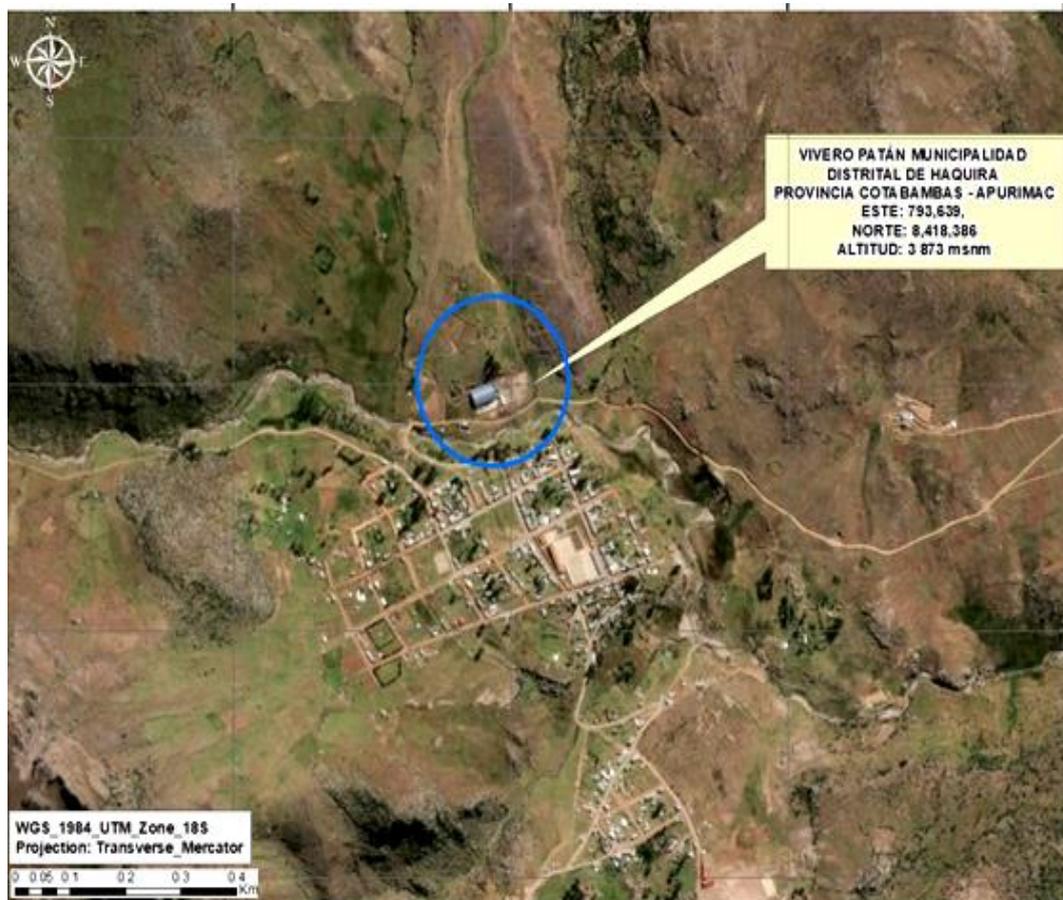


Figura 2. Plano georreferenciado con coordenadas UTM.

Fuente: Google Earth, 2019

3.3.3.2. Campo experimental.

El campo experimental neto fue de 10,24 m², constituidos por cuatro bloques cuyas dimensiones son de 3,20 m de largo por 3,20 m de ancho.

3.3.3.3. Unidad experimental.

La unidad experimental tuvo un área de 0,85 m² con dimensiones de 0,425 m de largo; 0,425 m de ancho.

3.4. Descripción de instrumentos para recolección de datos

3.4.1. Observación directa.

La técnica consistió en realizar observaciones en campo, de los del comportamiento de las lombrices, durante todo el desarrollo del presente trabajo de investigación.

3.4.2. Observación indirecta.

Usada para realizar observaciones particulares de las variables en estudio.

3.5. Manejo del experimento

3.5.1. Material vegetativo.

Se ha utilizado 800 esquejes de queñua, con las características siguientes: 0,5 a 1,0 cm de diámetro, con 7 a 15 cm de longitud y como mínimo con tres yemas foliares; reteniendo una o dos hojas superiores del área apical.

3.5.2. Enraizadores.

- *T1: Extracto de sauce.* Siguiendo la estrategia de Condori (2006, p. 30), se recolectaron ramas de sauce de la parte apical (tiernas), luego se molieron en una

relación de 2,5 kilogramos de brotes de sauce en 4 litros de agua, se dejaron remojar por 24 horas a fin de que tenga una mayor concentración de sus dos componentes principales ácido indolbutírico y ácido salicílico.

- **T2: Extracto de coco.** Para este caso se utilizaron cinco unidades de semillas de cocos, para obtener 1 litro de agua de coco, un día antes del tratamiento de los esquejes, guardándose en un recipiente plástico abierto (Condori, 2006, p. 30).

- **T3: Té de estiércol.** Para ello se mezcló 1 kilogramo de estiércol de vacuno fresco con 3 litros de agua corriente, luego se procedió a cernir en un colador de plástico para realizar su uso inmediato.

- **T4: Producto químico.** Root-Hor (Auxinas + Ácido Indolbutírico + Ácidos Nucleicos); enraizador líquido utilizado para el mejoramiento de raíces, estacas, esquejes y acodos, generalmente se emplea para el crecimiento de la planta. Se puede emplear foliarmente en todo momento del desarrollo de cultivos. Su procedimiento fue 10 ml en un litro de agua, acción realizado el mismo día del tratamiento de esquejes (Comercial Andina Industrial S.A.C; s.f.).

3.6. Análisis estadístico

3.6.1. Análisis de varianza y prueba de significancia.

Tabla 4

Modelo matemático del DCA utilizado en el estudio.

F. de V.	GL.	SC.	CM.	Fc
Tratamientos (t)	(t-1) = 3	$\sum^2(t_1+t_2+t_3+t_4)/r-GT$	SC.t/GL.t	CM.t/CM.e
Error Exp. (e)	t(r-1) = 12	SC.T – SC.t	SC.e/GL.e	
Total (T)	t.r-1 = 15	$\sum^2(r_1+r_2+r_3\dots+r_{16})-GT$		

Fuente: Calzada (1981)

3.6.2. Hipótesis estadística.

$H_a = H_o$: Los enraizadores naturales tienen efectos similares que el químico.

$H_a \neq H_o$: Uno de los enraizadores naturales sobresalen al efecto del químico

$H_o: T_1 = T_2 = \dots T_t$

H_a : Al menos un tratamiento es diferente a los demás

3.6.2.1. Nivel de significación.

$\alpha = 0,05$ y $0,01$

3.6.2.2. Regla de decisión.

$F_c \leq F_{0,05}$ no se rechaza la H_o

$F_{0,05} < F_c < F_{0,01}$ se rechaza la H_o , representándola por *

$F_c > F_{0,01}$ se rechaza la H_o , representándola por **

3.6.3. Recolección del material vegetal.

Los esquejes fueron recolectados del sector forestal de Haqira, en el cual se seleccionó arboles madre, mostrando adecuadas condiciones sanitarias, además de haber reunido las características fenotípicas elegidas (Plantas de con altura superior a dos metros y abundancia de chichones).

3.6.4. Preparación del área del ensayo.

Primero se adecuaron las condiciones del espacio donde se realizará el ensayo, procediendo con la eliminación de desmonte, rastrojos y limpieza en general,

luego se procedió al nivelado del terreno manualmente, para finalmente realizar la delimitación, para lo ubicar adecuadamente el ensayo.

3.6.4.1. Preparación del sustrato y desinfección.

Para la preparación del lugar se necesitó en primera instancia hacer la nivelación del terreno, seguidamente la preparación del mismo eliminando maleza u otros elementos que causen daños al interior del vivero.

El sustrato se preparó en las siguientes proporciones: tierra negra (50 %) tierra agrícola (25 %) + arena (25 %), para el caso de la tierra negra y tierra agrícola se realizó el mullido y zarandeo del material, eliminando terrones y piedras grandes, logrando a la vez una mezcla homogénea. Luego se procedió a la desinfección del sustrato utilizando formaldehído (40 %) mezclado en agua, para reducir la presencia de inóculo de posibles enfermedades. Posteriormente se prosiguió la mezcla del sustrato en las proporciones indicadas.

3.6.4.2. Embolsado.

Posteriormente se realizó el colocado del sustrato en los contenedores de polietileno, perforado con medidas de 10 x 18 cm.

3.6.4.3. Preparación de esquejes.

Los esquejes colectados se seleccionaron por tamaño, en el mismo lugar de extracción. Luego, se eliminaron las hojas inferiores, flores y frutos si los tuviese, manteniendo una o dos hojas superiores, esto último es necesario para evitar la

deshidratación del esqueje por la excesiva transpiración de las hojas. Luego se quitó la corteza (Ritidoma) que protege el tallo, para facilitar el desarrollo de raíces preformadas (Chichones) y yemas adventicias.

3.6.5. Enraizadores.

3.6.5.1. *Preparación de enraizadores.*

Para el presente trabajo de investigación se prepararon tres productos naturales, seleccionados por haber mostrado resultados satisfactorios en otras investigaciones.

3.6.5.2. *Aplicación de enraizadores.*

Para ello se colocaron, los esquejes, en bandejas conteniendo los diferentes enraizadores (extracto de sauce, té de estiércol, agua de coco y Root-Hor), sumergiendo la base unos 5 cm en la solución, de manera que se remojen los “chichones” basales, durante 24 horas.

Para el caso del enraizador químico, los esquejes sólo se dejaron por 5 minutos para luego proceder a su plantado.

3.6.5.3. *Trasplante de los esquejes.*

Los esquejes fueron repicados en los contenedores, según el tamaño; iniciándose por los más grandes, buscando evitar la competencia por luz cuando desarrollen.

Además, se cuidó de que los contenedores estén muy juntos, para favorecer la conservación de la humedad.

El trasplante se realizó con repicador, con el que se realizaron agujeros con una profundidad de 5 cm aproximadamente, colocando los esquejes de forma inclinada, ya que los esquejes de la queñua presentan una curvatura en los tallos; luego se comprimió el sustrato, por los lados, evitando la presencia de bolsas de aire que podrían generar problemas de enraizado o pudriciones.

3.6.6. Conducción del ensayo.

3.6.6.1. *Labores culturales.*

a. Riego: el riego ha sido en forma manual con una regadera de plástico de 15 litros realizando inter diario en las primeras dos semanas y luego se ha reducido dos veces a la semana hasta los 60 días, luego el riego ha sido una vez a la semana hasta término de la investigación, así mismo

b. Desmalezado: Se ha trabajado tradicionalmente una vez al mes durante la investigación

c. Control fitosanitario: Se ha realizado dos veces durante la investigación, aplicando por vía foliar con un fungicida agrícola CAPTAN en polvo en razón de 40 gr. Por 20 litros de agua en una mochila asperjadora, en la otra fecha cuando tenía 3 meses de edad se aplicó insecticida agrícola MATADOR contra el pulgón verde su aplicación fue 60 ml por 20 litros de agua en una mochila asperjadora.

d. Fertilización: La aplicación de un abono foliar POWER 20-20-20 a razón de 35 ml por 20 litros de agua con una mochila asperjadora, esta actividad se ha realizado una vez durante la investigación.

3.7. Instrumentos para la recolección de datos.

3.7.2. Observación directa.

La técnica empleada fue de observación directa con un solo observador y medición estructurada en cada una de las unidades experimentales, de igual modo se utilizó la estratificación para la determinación de las 10 unidades experimentales por repetición para las evaluaciones de alturas de brote, números de hojas y números de brotes en las evaluaciones de 60 y 90 días, luego ésta información es consignada en el cuaderno de campo.

3.7.3. Características de las variables evaluadas.

3.7.3.1. *Porcentaje de enraizado (%)*.

Para emitir la valoración sobre el porcentaje de enraizamiento, se ha realizado por conteo simple por observación, el porcentaje de enraizamiento se realizó 30 días después de trasplante, mediante conteo simple entre plantas vivas y muertas, notándose en las hojas dejadas en el ápice de cada esqueje, utilizando la siguiente fórmula.

$$\%P = \frac{NPV}{NPT} \times 100$$

Donde:

% P = Porcentaje de enraizado.

NPV= Número de plantas vivas.

NPT= Número de plantas totales (50).

3.7.3.2. *Altura de brote (cm).*

La altura de los brotes fue evaluada a los 60 y 90 días desde el trasplante, para ello se tomó medida desde el cuello de planta hasta al ápice del brote, utilizando para ello una regla graduada expresada en cm (promedio de 10 plantas marcadas).

3.7.3.3. *Número de hojas (unidad).*

El número de hojas se determinó mediante un conteo directo de las mismas sobre el tallo principal y brotes, al término de los 60 y 90 días del trasplante (promedio de 10 plantas marcadas).

3.7.3.4. *Número de brotes prendidos (unidad).*

Se evaluó a terminar el ensayo (90 días) para ello se realizó el conteo directo, considerando el aspecto verdoso y fresco de los mismos, registrando el promedio de 10 plantas de cada unidad experimental.

CAPÍTULO IV
ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1. Presentación de resultados

4.1.1. Porcentaje de enraizado de esquejes a los 30 días.

Tabla 5

Análisis de varianza para porcentaje enraizado en esquejes de queñua a los 30 días

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft		Sig.
					5 %	1 %	
Tratamiento	3	229,000	76,333	3,550	3,490	5,950	*
Error	12	258,000	21,500				
Total	15	487,000					

Nota: CV = 6,12 % *= Significativo

En la tabla 5 del análisis de varianza (ANVA) para porcentaje de enrizamiento en esquejes de queñua a los 30 días, se tiene para tratamientos significancia al nivel del 5 %, indicando la existencia de 95 % de certeza de encontrar diferencias estadísticas entre los tratamientos del estudio. Con un coeficiente de variabilidad (CV) de 6,12 %, considerado confiable, es decir que hubo un adecuado registro de datos durante las evaluaciones.

Tabla 6

Prueba Tukey para porcentaje enraizado en esquejes de queñua a los 30 días

Nº de orden	Tratamientos	Porcentaje enraizamiento esquejes	Significación de Tukey al 5 %
I	T-1: Extracto de sauce	80,00	a
II	T-3: Té de estiércol de vacuno	79,00	ab
III	T-4: Químico (Root Hor)	72,50	bc
VI	T-2: Extracto de coco	71,50	c

Realizado la prueba de Tukey para porcentaje enraizado en esquejes de queñua a los 30 días, se tiene con un nivel de seguridad del 95 %, que el tratamiento T-1: Extracto de sauce con un 80,00 %, fue mejor que los tratamientos con T-4: Químico (Root Hor) y T-2: Extracto de coco, que obtuvieron prendimientos del 72,50 % y 71,50 % respectivamente (ver figura 1).

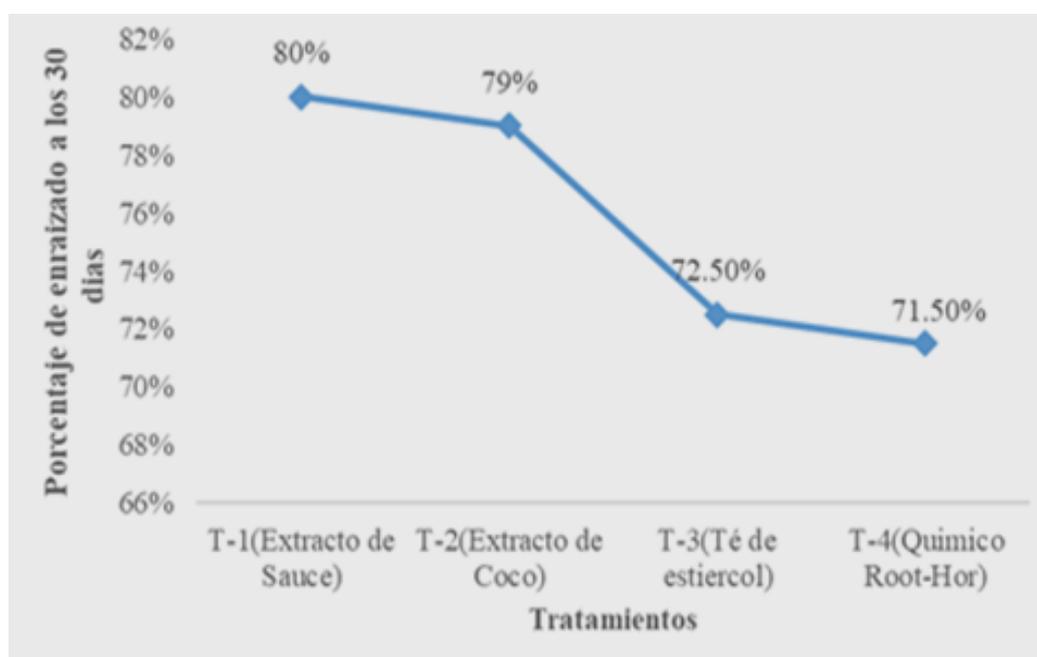


Figura 3. Porcentaje de enraizado en esquejes de queñua a los 30 días.

4.1.2. Altura de brote (cm) en esquejes de queñua.

Tabla 7

Análisis de varianza para altura de brote (cm) a los 60 días en esquejes de queñua

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft		Sig.
					5 %	1 %	
Tratamiento	3	1,188	0,396	0,253	3,490	5,950	Ns
Error	12	18,750	1,563				
Total	15	19,938					

Nota: CV = 13,25 % ns = no significativo

El análisis de varianza en la tabla 7, para altura de brote (cm) a los 60 días en esquejes de queñua, se tiene que no hay significancia para los tratamientos, indicando que estadísticamente guardan homogeneidad los tratamientos del estudio. Con un coeficiente de variabilidad (CV) de 13,25 %, considerado confiable debido a un adecuado registro de datos durante las evaluaciones.

Tabla 8

Ordenamiento altura de brote (cm) a los 60 días en esquejes de queñua

Nº de orden	Tratamientos	Altura de brote (cm)
I	T-2: Extracto de coco	9,75
II	T-1: Extracto de sauce	9,50
III	T-4: Químico (Root Hor)	9,50
VI	T-3: Té de estiércol de vacuno	9,00

En la tabla 8 se muestra el ordenamiento para altura de brote (cm) a los 60 días en esquejes de queñua, indicando que el tratamiento T-2: Extracto de coco con 9,75 cm es aritméticamente superior comparado con el resto de los

tratamientos, no llegando a niveles estadísticos para alcanzar la significancia (ver figura 2).

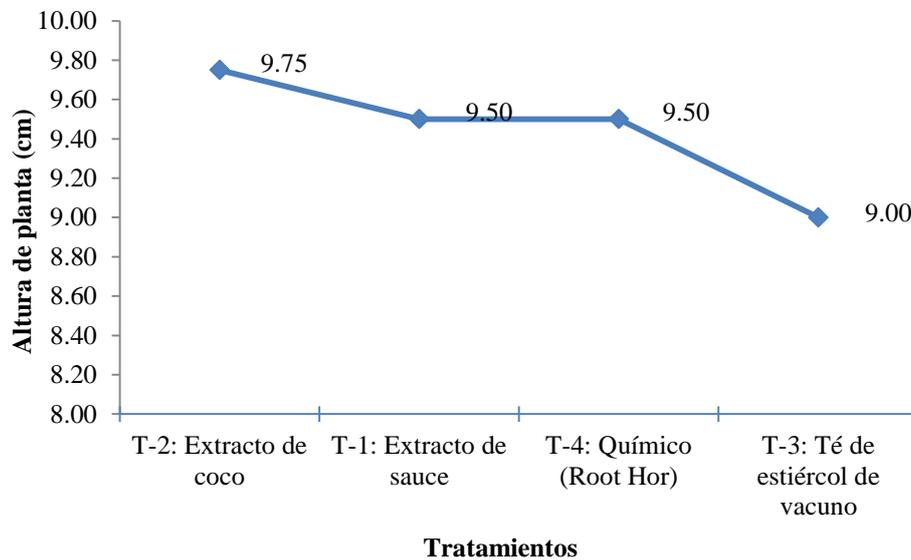


Figura 4. Altura de brote (cm) a los 60 días en esquejes de queñua.

Tabla 9

Análisis de varianza para altura de brote (cm) a los 90 días en esquejes de queñua

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft		Sig.
					5 %	1 %	
Tratamiento	3	5,743	1,914	1,389	3,490	5,950	Ns
Error	12	16,538	1,378				
Total	15	22,281					

Nota: CV = 10,26 % ns= no significativo

En la tabla 9 del análisis de varianza (ANVA) para altura de brote (cm) a los 90 días en esquejes de queñua, se tiene que no hay diferencias significativas para tratamientos, indicando que estadísticamente guardan homogeneidad los tratamientos del estudio. Con un coeficiente de variabilidad (CV) de 10,26 %, considerado confiable debido a un adecuado registro de datos durante las evaluaciones.

Tabla 10

Ordenamiento altura de brote (cm) a los 90 días en esquejes de queñua

Nº de orden	Tratamientos	Alt. De brote 90 días (cm)
I	T-4: Químico (Root-Hor)	12,14
II	T-1: Extracto de sauce	11,83
III	T-2: Extracto de coco	11,24
VI	T-3: Té de estiércol de vacuno	10,57

En la tabla 10 se muestra el ordenamiento para altura de brote (cm) a los 90 días en esquejes de queñua, indicando que el tratamiento T-4: Químico (Root-Hor) con 12,14 cm es aritméticamente superior comparado con el resto de los tratamientos, no llegando a niveles estadísticos para alcanzar la significancia (ver figura 03).

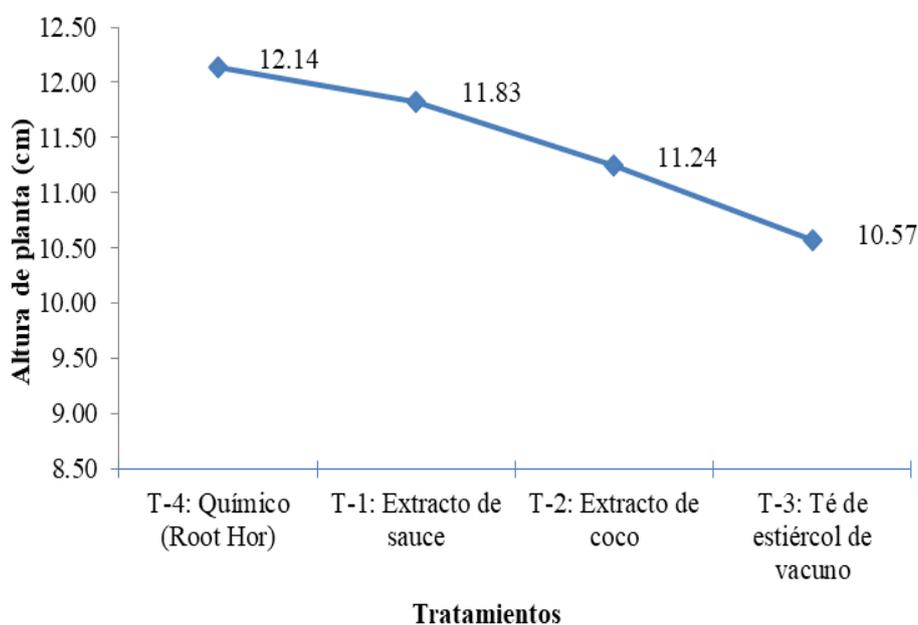


Figura 5. Altura de esqueje (cm) a los 90 días en esquejes de queñua

4.1.3. Número de hojas por esquejes de queñua.

Tabla 11

Análisis de varianza para número de hojas por esqueje a los 60 días

FV	GL	SC	CM	Fc	F α		Sig.
					5 %	1 %	
Tratamiento	3	15,500	5,167	3,024	3,490	5,950	Ns
Error	12	20,500	1,708				
Total	15	36,000					

Nota: CV = 10,46 % ns= no significativo

En la tabla 11 del análisis de varianza (ANVA) para número de hojas a los 60 días en esquejes de queñua, se tiene para tratamientos que no existe significancia, indicando que estadísticamente guardan homogeneidad los tratamientos del estudio. Con un coeficiente de variabilidad (CV) de 10,46 %, considerado confiable por un adecuado registro de datos durante las evaluaciones.

Tabla 12

Ordenamiento para número de hojas a los 60 días en esquejes de queñua

N ° de orden	Tratamientos	N° hojas en esquejes 60 días
I	T-1: Extracto de sauce	13,50
II	T-4: Químico (Root Hor)	13,25
III	T-3: Té de estiércol de vacuno	12,25
VI	T-2: Extracto de coco	11,00

En la tabla 12 se muestra el ordenamiento para número de hojas a los 60 días en esquejes de queñua, indicando que el tratamiento T-1: Extracto de sauce con 13,50 hojas es aritméticamente superior comparado con el resto de los

tratamientos, no llegando a niveles estadísticos para alcanzar la significancia (ver figura 04).

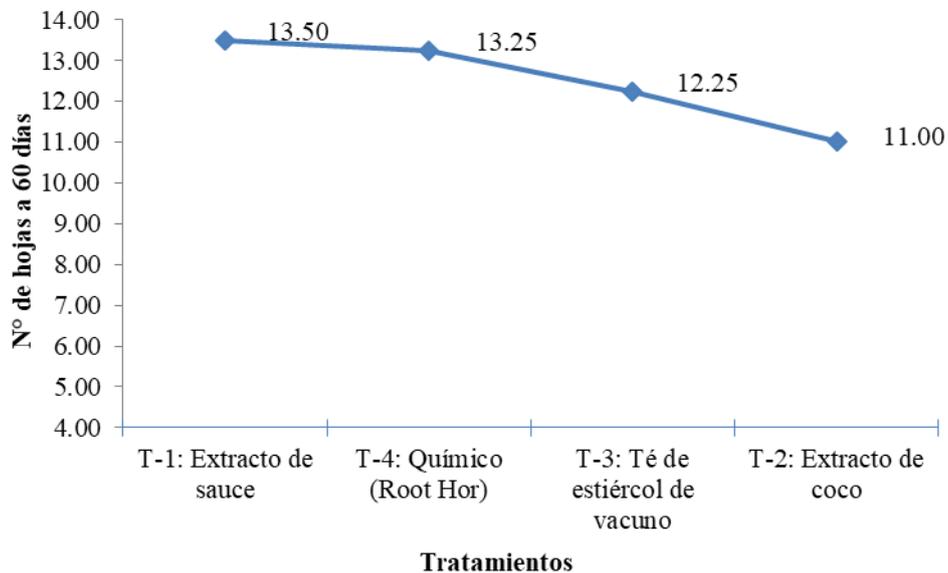


Figura 6. Número de hojas a los 60 días en esquejes de queñua.

Tabla 13

Análisis de varianza para número de hojas a los 90 días

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft		Sig.
					5%	1%	
Tratamiento	3	1,715	0,572	0,767	3,490	5,950	Ns
Error	12	8,945	0,745				
Total	15	10,660					

Nota: CV = 6,06 % ns= no significativo

En la tabla 13 del análisis de varianza (ANVA) para número de hojas a los 90 días en esquejes de queñua, se tiene para tratamientos que no hay significancia, indicando que estadísticamente guardan homogeneidad los tratamientos del estudio. Con un coeficiente de variabilidad (CV) de 6,06 %, considerado confiable por un adecuado registro de datos durante las evaluaciones.

Tabla 14

Ordenamiento para número de hojas a los 90 días en esquejes de queñua

N° de orden	Tratamientos	N° hojas en estacas 90 días
I	T-4: Químico (Root-Hor)	14,73
II	T-3: Té de estiércol de vacuno	14,25
III	T-2: Extracto de coco	14,23
VI	T-1: Extracto de sauce	13,80

En la tabla 14 se muestra el ordenamiento para número de hojas a los 90 días en esquejes de queñua, indicando que el tratamiento T-4: Químico (Root-Hor) con 14,73 hojas es aritméticamente superior comparado con el resto de los tratamientos, no llegando a niveles estadísticos para alcanzar la significancia (ver figura 05).

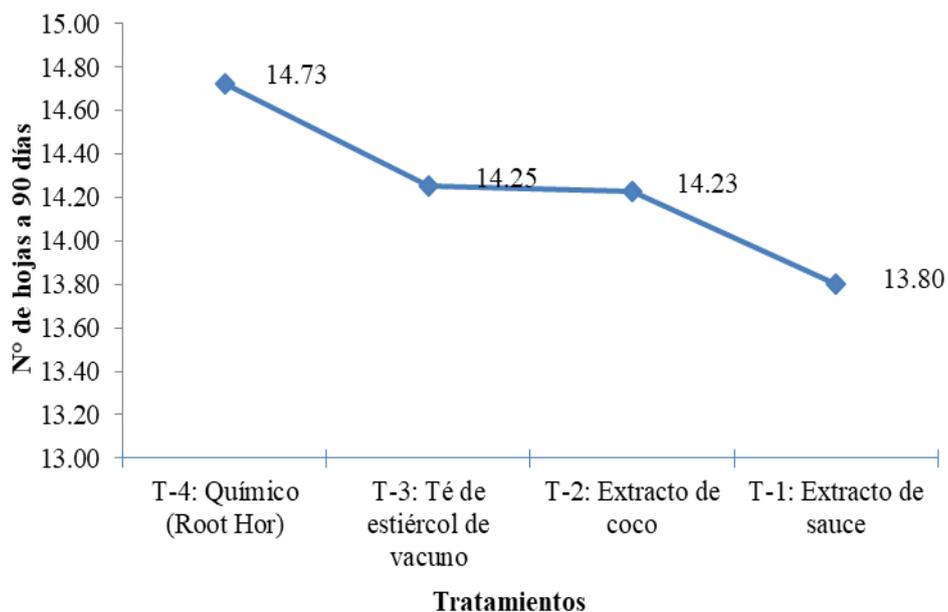


Figura 7. Número de hojas a los 90 días en esquejes de queñua.

4.1.4. Número de brotes por esquejes de queñua.

Tabla 15

Análisis de varianza para número de brotes por esqueje a los 90 días

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft		Sig.
					5 %	1 %	
Tratamiento	3	3,382	1,127	54,657	3,490	5,950	**
Error	12	0,248	0,021				
Total	15	3,629					

Nota: CV = 6,51 % **= altamente significativo

En la tabla 15 del análisis de varianza (ANVA) para número de brotes a los 90 días en esquejes de queñua, se tiene para tratamientos significancia al nivel del 1 %, indicando la existencia de 99 % de certeza de encontrar diferencias estadísticas entre los tratamientos del estudio. Con un coeficiente de variabilidad (CV) de 6,51 %, considerado confiable, es decir que hubo un adecuado registro de datos durante las evaluaciones.

Tabla 16

Prueba Tukey para número de brotes a los 90 días en esquejes de queñua

Nº de orden	Tratamientos	Nº brotes en estacas 90 días	Significación de Tukey al 5%
I	T-4: Químico (Root-Hor)	2,75	a
II	T-3: Té de estiércol de vacuno	2,50	b
III	T-2: Extracto de coco	2,03	c
VI	T-1: Extracto de sauce	1,55	d

Realizado la prueba de Tukey para número de brotes a los 90 días en esquejes de queñua, se tiene que el tratamiento T-4: Químico (Root-Hor) con 2,75 brotes es superior a los demás, seguido del tratamiento T-3: Té de estiércol de vacuno con 2,50 brotes, en tercer lugar, se ubicó el tratamiento T-2: Extracto de

coco con 2,03 brotes. En último lugar quedo el tratamiento T-1: Extracto de sauce con 1,55 brotes. Todos los tratamientos se diferenciaron estadísticamente el uno del otro (ver figura 6).

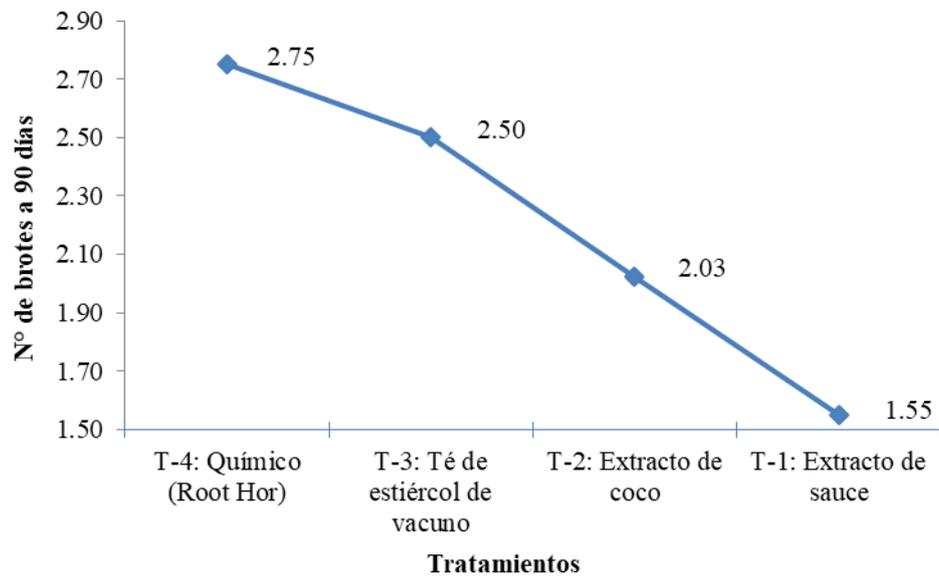


Figura 8. Número de brotes a los 90 días en esquejes de queñua.

4.2. Contrastación de hipótesis

Considerando los estadísticos de prueba (Sí $F_c > F_{(0,01)}$ ó $F_{(0,05)} < F_c < F_{(0,01)}$): Se rechaza la H_0 , y si $F_c \leq F_{(0,05)}$: Se acepta la H_0) y en base los resultados Concluimos que:

Para la variable porcentaje de enraizado de esquejes de queñua a los 30 días, encontramos que F_c con un valor de 3,55 es mayor a $F_{(0,05)}$ con valor de 3,49 ($F_{(0,05)} < F_c < F_{(0,01)}$) por tanto se rechaza la hipótesis nula porque por lo menos uno de los tratamientos es diferente al testigo. Luego, se realizó la prueba de significación de Tukey para categorizar los tratamientos.

Para la variable de altura de brote (cm) a los 60 días encontramos que F_c con valor de 0,253 es menor que $F_{(0,5)}$ con valor de 3,49. Ocurre lo mismo a los 90 días en que F_c alcanza un valor de 1,389 que es menor que 5,95 valor designado para $F_{(0,05)}$. Debido a ello se acepta la hipótesis nula, puesto que no existirían diferencias significativas entre tratamientos con el testigo, al final del experimento.

En la variable número de hojas por esqueje, encontramos a los 60 días un valor de 3,024 para F_c y que resulta inferior a 3,49 de $F_{(0,05)}$, ocurriendo resultado similar a la evaluación efectuada a los 90 días con F_c de 0,767 inferior a $F_{(0,05)}$ con valor de 3,39; en base a estos resultados, se acepta la hipótesis nula, evidenciándose que no existirían diferencias estadísticas en los resultados de los tratamientos respecto al testigo.

En la variable, número de brotes por esqueje a los 90 días encontramos un valor F_c de 54,657 que es superior a $F_{(0,01)}$ con valor de 5,95; por lo que rechazamos la hipótesis nula, entendiendo que existe por lo menos un tratamiento con resultados diferentes al testigo. En base a ello se realiza la prueba de significación de Tukey, que nos permitirá determinar la influencia de cada tratamiento.

4.3. Discusión de resultados.

En la variable porcentaje de enraizado de esquejes de queñua a los 30 días, al someter a la prueba de significación de Tukey, con un nivel de significación de 5

%, encontramos que el tratamiento uno (T1: extracto de sauce) ocupa el primer lugar en su influencia para el enraizamiento con un 80 %, seguido del tratamiento tres (T3: té de estiércol) con el que se logra un 79 % de enraizado, luego sigue el tratamiento (T4: Enraizador químico Root-Hor - Testigo químico) con un 72 % superior al tratamiento dos (T2: extracto de coco) con un 71,5 % de enraizado. Este resultado demuestra que los enraizadores naturales en base a extracto de sauce y té de estiércol logran una mayor inducción a la radicación que el enraizador químico que tiene efectos similares al extracto de coco. Estos resultados coinciden con Erazo (2018, p. 18) que concluye que el agua de coco fue la mejor sustancia enraizante en estacas de tabaco, del mismo modo, Quispe (2013, p. 74) concluye que el enraizador extracto de sauce manifestó mayor efecto (52,22 % de prendimiento) y que esto ocurriría porque el sauce contiene en los tejidos de las yemas sustancias hormonas que promueven la formación de raíces; y en nuestro ensayo utilizamos extracto de ramas apicales.

En la variable de altura de brote (cm) a los 60 días y 90 días, no se encontraron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos; sin embargo, demuestra que los tratamientos con enraizadores naturales (extracto de coco, extracto de sauce y té de estiércol) logran los mismos resultados que el producto químico comercial; con un promedio de 11,21 cm para los tratamientos naturales; que coinciden con Quispe (2013, p. 74) donde los resultados con extracto de sauce logró 13,04 cm de altura de brotes y 10,19 cm el agua de coco; y con Huarhua (2017, p. 64) en que encuentra brotes de 5,98 cm con agua de coco y 5,85 cm con extracto de sauce.

En la variable número de hojas por esqueje a los 60 y 90 días no se encuentran diferencias significativas en las medias por lo cual se concluye que no existen diferencias en el efecto enraizante entre el testigo y los tratamientos, lo cual significa que los tratamientos ensayados (enraizadores naturales) promueven la radicación de forma similar al tratamiento químico, coincidiendo con Huarhua (2017, p. 66) con un promedio de 2,13 y 2,04 utilizando agua de coco y extracto de sauce.

En la variable número de brotes por esqueje a los 90 días, donde el ANVA demuestra altas diferencias significativa. Al realizar la prueba de significación de Tukey, se encuentra que destaca el T4 (tratamiento químico: Root-Hor) con 2,75 brotes similar al T3 (té de estiércol) superiores a T2 (extracto de coco) con 2,03 brotes que a su vez fue superior a T1 (extracto de sauce) con 1,55 brotes. Este resultado difiere de los 2,43 brotes obtenidos con agua de coco por Erazo (2018, p. 15) similar a obtenido por Huarhua (2017, p. 69) con 2,17 brotes por esqueje.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De los resultados y su discusión obtenidos en el presente trabajo de investigación, basados en el análisis estadístico y experimental, se concluye:

5.1. Conclusiones

Primera. Influyó positivamente la aplicación de enraizadores naturales en condiciones de vivero en la propagación vegetativa de esquejes de queñua en la zona de Patán, Haqira – Apurímac.

Segunda. Los enraizadores naturales: extracto de sauce, té de estiércol y extracto de coco promovieron efectivamente en las variables de porcentaje de enraizados, altura de brote, número de brotes y número de hojas por brote; sobre esquejes de queñua en condiciones de vivero Patán, distrito de Haqira – Apurímac.

Tercera. Los enraizadores naturales: extracto de sauce, té de estiércol y extracto de coco tuvieron el mismo efecto en las variables de porcentaje de enraizados, altura de brote, número de brotes y número de hojas por brote respecto al enraizador químico, incluso superándolo en el caso del tratamiento con extracto de sauce.

5.2. Recomendaciones

Primera. Realizar pruebas con otras especies vegetales que contienen enraizadores naturales en base a auxinas y otros componentes que pueden facilitar labores de propagación de diferentes especies vegetales, tales como esquejes de queñua en la zona de Patán, Haqira – Apurímac.

Segunda. Utilizar los enraizadores naturales evaluados en el presente trabajo, en la propagación de queñua, puesto que se demostró su capacidad enraizante.

Tercera. El uso de enraizadores químicos puede ser sustituido por los enraizadores naturales, materia del presente trabajo, aportando a la sostenibilidad ambiental mediante la reducción de productos sintéticos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arce, J. (2018). *Programa Bosques Manejados de la Región Apurímac – Sacha Tarpuy*. Sistematización de la experiencia interinstitucional del Programa Bosques Andinos de la Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación (COSUDE), Consorcio para el Desarrollo Sostenible de la Ecorregión Andina (CONDESAN) y el Gobierno Regional de Apurímac. Apurímac, Perú: Edición y Editorial Edítalo
- Arias, F. (2012). *El Proyecto de Investigación: Introducción a la metodología científica*. 6ª Ed. Caracas, Episteme.
- Atarés, A. (2007). *El cultivo in vitro de plantas: ventajas y aplicaciones*. Ponencia presentada la Jornada de divulgación científica: Biotecnología vegetal, plantas para el futuro. España. Universidad Politécnica de Valencia.
- Ballesteros, I y Peña, R. (2012). *Evaluación de cuatro enraizadores y tres métodos de aplicación en Sedum acre L, Sedum luteoviride R.T.Clausen, Sedum reflexum (L.) Grulich y Sedum sediforme (Jacq.) Pau* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Colombia.
- Calzada, J. (1981). *Métodos estadísticos para la investigación*. Lima-Perú.
- Castaño, J. (2014). *Perú, reino de bosques*. Ministerio del Ambiente. Perú.
- Cedeño, G. (2015). *Biorreguladores para la propagación intensiva del banano Williams (Musa AAA Simmonds) en cámara térmica* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Agraria la Molina, Lima.
- Chirca, M. (2019). *Capacidad de enraizamiento de lloque (Kageneckia lanceolata Ruiz & Pav.) en diferentes condiciones controladas, Mollepata, Cusco* (Tesis de pregrado). Universidad Científica del Sur, Lima.

- Choque, D. (2019). *Biogeografía, percepción local acerca de servicios ecosistémicos de los bosques de Polylepis spp. y usos que impactan su área en el distrito de Nuñoa* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional del Altiplano de Puno.
- Cisneros, A. (2018). *Reguladores de crecimiento ¿Qué son los enraizadores?*. [Mensaje de blog]. Recuperado de <https://elblogdefagro.com.mx/2018/08/17/que-son-los-enraizadores/>
- Comercial Andina Industrial S.A.C (s.f.). *Ficha técnica "ROOT- HOR.* [en línea]. Recuperado.http://grupoandina.com.pe/uploads/ficha_tecnica/rootor_ficha_tecnica.pdf.
- Condori, E. (2006). *Efecto de enraizadores naturales en la propagación asexual de arce negundo (arce negundo) en vivero* (Tesis de pregrado). Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía. La Paz, Bolivia: UMSA.
- Erazo, V. (2018). *Propagación vegetativa de babaco (Carica pentagona hilb) mediante estacas inducidas en tres sustancias enraizantes* (Tesis de pregrado). Universidad Técnica de Ambato, Ecuador.
- 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 vivero en el municipio de El Alto* (Tesis de pregrado). La Paz, Bolivia: Universidad Mayor de San Andres.
- Google Earth. (2019). *El globo terráqueo más detallado del mundo.* Image 2019. CNES/Airbus. [En línea] <https://www.google.com/intl/es-419/earth/>

- Hartmann, H. y Kester, D. (1999). *Propagación de Plantas. Principios y prácticas Compañía*. 7ma ed. México: Continental S. A.
- Hernández, R, Fernández, C y Baptista, M. (2014). *Metodología de la investigación*. McGRAW-HILL/Interamericana Editores S.A. México
- HortiCultivos. (2016). *Aplicación de Hormonas Vegetales* [internet]. HortiCultivos, México. Recuperado de <https://www.horticultivos.com/4990/aplicacionhormonas-vegetales/>.
- Hoyos, R. (2004). *Determinación de sustratos y efecto de cuatro niveles de ácido naftalenacetico (ANA) sobre el enraizamiento de esquejes (Polylepis tarapacana) queñua, UTO*. Oruro, Bolivia.
- Huaman, A. (2012). *Cultivo in vitro de Polylepis incana HBK* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional del Centro del Perú. Huancayo.
- Huarhua, T. (2017). *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* (Tesis de pregrado). Universidad Jose Carlos Mariátegui, Moquegua.
- INTAGRI (2015). *Bioestimulación del crecimiento radical de los cultivos*. [En línea]. Recuperado de <https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/bioestimulacion-del-crecimiento-radical-de-los-cultivos>.
- Kessler, M. (2000). *Diversidad, evolución y distribución del género Polylepis (Rosaceae)*. En: *Resúmenes del I Congreso internacional de ecología y conservación de bosque de Polylepis*. Cochabamba, Bolivia.
- Machaca, A. (2018). *Niveles de guano de islas y té de estiércol de cuy en el rendimiento del cultivo de arveja verde (Pisum sativum L.) en la*

- irrigación Majes de Arequipa* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa.
- MAGAP, (Ministerio de Agricultura Ganadería Acuacultura y Pesca). (2014). *Elaboración, uso y manejo de abonos orgánicos*. Quito, Ecuador: Ministerio de Agricultura Ganadería Acuacultura y Pesca.
- Mamani, B; Rocabado, P; Rey, L; Torrez, M y Quezada, J. (s.f.). *Establecimiento y multiplicación in vitro de Polylepis pepei*. Bolivia. Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal.
- Martínez, R y Villarte. (2009). *Estructura dasométrica de las plantas de un parche de Polylepis besseri incarum y avifauna asociada en la Isla del Sol (Lago Titicaca, LaPaz - Bolivia)*. La Paz, Bolivia: UMSA Servicio Nacional de Áreas Protegidas (SERNAP).
- Masías, V. (2017). *Consideraciones para la medición de diámetros y alturas de árboles vivos de Polylepis flavipila (Bitter) M. Kessler & Schmidt-Leb* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Agraria la Molina, Lima.
- Mindreau, M y Zúñiga, C. (2010). *Manual de forestería comunitaria de alta montaña: Experiencias de reforestación con Polylepis sp. en el corredor de Conchucos-Ancash*. Proyecto: Corredor de Conservación de Polylepis en el Sur de los Conchucos. Instituto de Montaña.
- Miranda, U. (2013). *Poca producción y multiplicación de plantas de yagual con sustratos acompañados con fertilizantes edáficos*. Pelileo, EC. Ecuador: Pelileo.

- Mita, K y Grundy, E. (2017). *Encallado de injertos de la variedad borgoña en cámara de forzada en dos patrones de vid (Vitis vinífera L.)* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de San Agustín, Arequipa.
- Montenegro, A. (2015). “*Evaluación de tres enraizantes en el cultivo de Lotus corniculatus en el Centro experimental San Francisco, Huaca – Carchi* (Tesis de pregrado). Universidad Politécnica Estatal del Carchi, Ecuador
- Osuna, H; Osuna, A y Fierro A. (2016). *Manual de propagación de plantas superiores*. México: Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco.
- Padilla, S. (2005). *La agroforestería con colle: alternativa para el campesino altoandino. Seri agroforestal Perú N°3, proyecto Desarrollo Forestal participativo en los Andesj*. Lima, Perú: Seri agroforestal.
- PUCE. (2018). *Los bosques de Polylepis en los Andes*. [Mensaje de blog]. Recuperado de <https://bioweb.bio/floraweb/polylepis/home>
- Quispe, M. (2013). *Propagación vegetativa en esquejes de queñua (Polylepis besseri Hieron) con la aplicación de dos enraizadores naturales y tres tipos de sustratos en el vivero de la comunidad de Huancané* (Tesis de pregrado). La Paz-Bolivia: Universidad Mayor de San Andrés.
- Reynel, C., Pennington, R y Sárkinen, T. (2013). *Cómo se formó la diversidad ecológica del Perú*. Fundación Desarrollo Agrario-Royal Botanic Garden. Lima-Edinburgh.
- Reyes, E. (2015). *Propagación vegetativa de cacao (Theobroma cacao L.) con dos tipos de estacas y cuatro dosis de ácido indolbutírico (AIB) en cámara de subirrigación en Tingo María* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Agraria de la Selva.

- Reyes, J. (2014). *Guía de técnicas, métodos y procedimientos de reproducción asexual o vegetativa de las plantas*. [Libro en línea]. Recuperado de <http://www.competitividad.org.do/wp-content/uploads/2016/05/Guía-de-técnicas-métodos-y-procedimientos-de-reproducción-asexual-o-vegetativa-de-las-plantas.pdf>
- SERFOR (2015). *Lineamientos de política de inversión pública en desarrollo forestal 2015-2021*. Lima: Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre.
- Soto, L. (2013). *Propagación vegetativa de esquejes de queñual (poly/epis sp) bajo diferentes dosis del enraizador Root-Hor en el distrito Carampoma-Huarochirí-Lima* (Tesis de pregrado). Ocobamba, Huancavelica: Universidad Nacional de Huancavelica.
- Valenzuela, S (2014). *Propagación vegetativa de yagual (Polylepis incana Kunth) mediante la aplicación de tres niveles de enraizadores y tres sustratos. vivero la Magdalena* (Tesis de pregrado). Universidad Técnica del Norte. Ecuador.
- Zutta, B; Rundel, W; Saatchi, S; Casana, J; Gauthier, P; Soto, A; Velazco, Y y Buermann, W. (2012). Prediciendo la distribución de *Polylepis*: bosques Andinos vulnerables y cada vez más importantes. *Rev. peru biol.* vol.19 no.2 Lima ago. 2012