



FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
AGROFORESTAL

**“ENRAIZAMIENTO DE ESTACAS DE QUEÑUAL (*Polylepis* spp.)
DE DIFERENTES PROCEDENCIAS Y CONCENTRACIONES
HORMONALES DE AIB EN CÁMARA DE SUB-IRRIGACIÓN,
HUANCAYO”.**

Tesis para optar al Título Profesional de:
INGENIERA AGROFORESTAL

Presentado por:
BACH. SANDY BRILLITH LIZANA ROJAS
Asesor:
DR. JOSÉ ELOY CUELLAR BAUTISTA

Lima – Perú
2019

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Lima, 13 de setiembre de 2019

Los integrantes del Jurado de Tesis:

Presidente: Dra. Gladys Lilibiana Lino Villanueva
Miembro: MSc. Julio Victor Ocaña Vidal
Miembro: Ing. Luis Paul Quirós Rossi

Se reúnen para evaluar la tesis titulada:

“ENRAIZAMIENTO DE ESTACAS DE QUEÑUAL (*Polylepis spp.*) DE DIFERENTES PROCEDENCIAS Y CONCENTRACIONES HORMONALES DE AIB EN CÁMARA DE SUB-IRRIGACIÓN, HUANCAYO”

Presentada por la tesista:

- **SANDY BRILLITH LIZANA ROJAS**

Para optar al Título Profesional de **Ingeniera Agroforestal**

Asesorado por:


- **Dr. JOSE ELOY CUELLAR BAUTISTA**

Luego de haber evaluado el informe final de tesis y evaluado el desempeño de la tesista en la sustentación, concluyen de manera unánime (X) por mayoría simple () calificar a:


SANDY BRILLITH LIZANA ROJAS			Nota (escrito): <u>17.</u>
Aprobado ()	Aprobado - Muy buena (X)	Aprobado - Sobresaliente ()	Desaprobado ()

Los miembros del jurado firman en señal de conformidad.


Presidente del Jurado
 Dra. Gladys Lilibiana Lino Villanueva


Miembro del Jurado
 MSc. Julio Victor Ocaña Vidal


Miembro del Jurado
 Ing. Luis Paul Quirós Rossi


Asesor
 Dr. Jose Eloy Cuellar Bautista

DEDICATORIA

A Dios, por darme el regalo más grande, la vida y acompañarme en todo momento.

A mis padres Hermógenes Lizana y Elizabeth Rojas por su amor, consejos, guía y apoyo incondicional que me brindaron durante todas las etapas de mi formación personal y profesional.

A mis hermanos Alex, Zonali y Eroid por haberme enseñado el verdadero significado de la amistad y complicidad.

A mis abuelos, tíos y primos quienes siempre me demostraron aprecio, colaboraron en todo momento y fortalecieron la confianza en mis capacidades.

AGRADECIMIENTOS

Al Centro Internacional de Investigación Agroforestal (ICRAF), la Estación Experimental Agraria Santa Ana – Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA) y al Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre del Perú (SERFOR), cuya asociación permitió la ejecución del proyecto FuenteS (Fuentes Semilleras Agroforestales para la Restauración y Conservación Genética).

Al Dr. José Eloy Cuellar Bautista, por brindarme el debido asesoramiento, dedicación, por compartirme sus conocimientos y depositar su confianza en mí.

Al Ing. Manuel Soudre Zambrano, quien me orientó y libró de diversas dudas que se presentaron durante la ejecución del proyecto.

A mis mejores amigos de la universidad quienes, a su manera, me dieron aliento y ánimos para intentarlo una y otra vez hasta conseguirlo: Pablo More, quien estuvo apoyándome desde los ensayos preexperimentales y Melania Chircca, con sus consejos valiosos y oportunos supo orientarme en todo momento.

A mis amigos y compañeros de trabajo, sin los que no hubiese sido posible hacer la tediosa evaluación final del experimento: César Amaru, Royer Mego, Marco Medina, Elsa Arhuis, Olinda Llacua, Jessy Pomachagua y el constante apoyo del Sr. Ysaías Zanabria, Sra. Gelly Clemente, Sr. Sebastián y Sr. Beto.

A mi padres, hermanos y familiares, quienes desde lejos me alentaron para realizar la investigación, me brindaron todo apoyo necesario. A mi tío Rosalindo Aquino, quien demostró bastante interés, me dio ánimos y algunos alcances para continuar con la investigación y Yanela Aquino, quien fue mi soporte el tiempo que estuve alejada de mi familia.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE GENERAL	iii
ÍNDICE DE FIGURAS	v
ÍNDICE DE TABLAS	x
ÍNDICE DE ANEXOS	xiv
RESUMEN	xv
ABSTRACT	xvi
I. INTRODUCCIÓN	1
II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
III. JUSTIFICACIÓN	5
IV. MARCO TEÓRICO	7
4.1. Antecedentes de la investigación	7
4.2. Marco teórico	15
4.2.1. Bosques de <i>Polylepis</i> en Perú	15
4.2.2. Género <i>Polylepis</i>	16
4.2.3. Propagación vegetativa en especies forestales	24
4.2.4. Fisiología del enraizamiento	26
4.2.5. Reguladores de enraizamiento: Auxinas	27
V. OBJETIVOS E HIPÓTESIS	30
5.1. Objetivos	30
5.1.1. Objetivo general	30
5.1.2. Objetivos específicos	30
5.2. Hipótesis de investigación	30
5.2.1. Hipótesis general	30
5.2.2. Hipótesis específicas	30
5.3. Hipótesis estadísticas	31
5.3.1. Hipótesis factor A (Concentración de AIB)	31

5.3.2.	Hipótesis factor B (Procedencia)	31
5.3.3.	Hipótesis factor A x B	31
VI.	METODOLOGÍA.....	32
6.1.	Zona de estudio	32
6.1.1.	Localización geográfica	32
6.1.2.	Clima	32
6.2.	Materiales	34
6.2.1.	Material vegetativo	34
6.2.2.	Materiales para acondicionamiento de la cámara.....	34
6.2.3.	Materiales para preparación de hormona.....	35
6.2.4.	Materiales de campo para colecta.....	35
6.2.5.	Materiales para la instalación de estacas	36
6.2.6.	Equipos para instalación de estacas	36
6.2.7.	Reactivos para instalación de estacas	36
6.2.8.	Equipos para análisis de resultados	36
6.3.	Metodología	37
6.3.1.	Tipo y enfoque de la investigación	37
6.3.2.	Alcances y limitaciones de la investigación	37
6.3.3.	Diseño experimental.....	39
6.3.4.	Establecimiento del experimento.....	41
6.3.5.	Análisis de datos	55
VII.	RESULTADOS	56
7.1.	Respuesta a las condiciones climáticas.....	56
7.1.1.	Temperatura y humedad relativa en la cámara	56
7.1.2.	Temperatura y humedad relativa ambiental.....	57
7.2.	Respuesta de la evaluación final	59
7.2.1.	Porcentaje de sobrevivencia	62

7.2.2. Porcentaje de enraizamiento.....	66
7.2.3. Número de raíces.....	70
7.2.4. Longitud de raíces.....	74
7.2.5. Porcentaje de callosidad.....	78
7.2.6. Número de callos.....	83
7.2.7. Porcentaje de brotación.....	87
7.2.8. Número de brotes.....	92
7.2.9. Longitud de brotes.....	97
7.2.10. Vigor.....	101
VIII. DISCUSIÓN.....	107
IX. CONCLUSIONES.....	114
X. RECOMENDACIONES.....	117
XI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	118
XII. ABREVIATURAS.....	128
XIII. ANEXOS.....	130

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de Ubicación de los puntos de presencia de Bosques de <i>Polylepis</i>	21
Figura 2. Mapa de los Bosques de <i>Polylepis</i> de importancia para su conservación	22
Figura 3. Mapa de ubicación de la zona de estudio	33
Figura 4. Construcción de la cámara de sub-irrigación: (a y b) Armazón de la cámara, (c) Pintado de la cámara y (d) Forrado de la cámara.....	42
Figura 5. Acondicionamiento de los sustratos: (a) Tamizado de arena, (b) Separación de piedras, (c) Lavado de sustratos, (d) Desinfección de arena y (e) Desinfección de piedras.	43
Figura 6. Llenado de la cámara: (a) Primera capa de arena, (b) Capa de piedras grandes, (c) Capa de piedras medianas y chicas, (d) Capa de grava, (e) Capa de arena y (f) Cámara lista	44
Figura 7. Preparación de tratamientos hormonales: (a) Desinfección de materiales, (b) Pesado de hormona AIB y (c) Rotulado de tratamientos.....	45
Figura 8. Toma de muestras: (a) Brotes de <i>Polylepis</i> , (b) Selección de mejores brotes y (c) Brotes de Aliso	47
Figura 9. Brotes colectados: (a) Brotes de Aliso y (b) Brotes de <i>Polylepis</i>	47
Figura 10. Medición de estacas: (a) Toma de diámetro y (b) Recorte del área foliar.....	48
Figura 11. Desinfección de estacas: (a) Sumersión en fungicida, (b) Reposo y (c) Sistema de oreado	48
Figura 12. Inmersión de estaca en hormona AIB	49

Figura 13. Instalación del ensayo: (a) Distribución de tratamientos, (b) Siembra de estaca.....	49
Figura 14. Cámara instalada.....	50
Figura 15. Termohigrómetros para el control meteorológico.....	50
Figura 16. Cartilla de evaluación de vigor de estaca	51
Figura 17. Fluctuaciones de temperatura en la cámara de sub-irrigación.....	56
Figura 18. Fluctuaciones de la humedad relativa en la cámara de sub-irrigación.....	57
Figura 19. Fluctuaciones de la temperatura ambiental.	58
Figura 20. Fluctuaciones de la humedad relativa ambiental.	58
Figura 21. Porcentaje de sobrevivencia en estacas de <i>Polylepis</i> spp. por procedencia.....	63
Figura 22. Porcentaje de sobrevivencia en estacas de <i>Polylepis</i> spp. por concentración de AIB.....	65
Figura 23. Porcentaje de sobrevivencia en estacas de <i>Polylepis</i> spp. por tratamiento.....	66
Figura 24. Porcentaje de enraizamiento en estacas de <i>Polylepis</i> spp. por procedencia.....	68
Figura 25. Porcentaje de enraizamiento en estacas de <i>Polylepis</i> spp. por concentración de AIB.....	69
Figura 26. Porcentaje de enraizamiento en estacas de <i>Polylepis</i> spp. por tratamiento.....	70
Figura 27. Número de raíces en estacas de <i>Polylepis</i> spp. por procedencia.	72

Figura 28. Número de raíces en estacas de *Polylepis* spp. por concentración de AIB..... 73

Figura 29. Número de raíces en estacas de *Polylepis* spp. por tratamiento 74

Figura 30. Longitud de raíces en estacas de *Polylepis* spp. por procedencia..... 76

Figura 31. Longitud de raíces en estacas de *Polylepis* spp. por concentración de AIB..... 77

Figura 32. Longitud de raíces en estacas de *Polylepis* spp. por tratamiento 78

Figura 33. Porcentaje de callosidad en estacas de *Polylepis* spp. por procedencia..... 80

Figura 34. Porcentaje de callosidad en estacas de *Polylepis* spp. por concentración de AIB..... 81

Figura 35. Porcentaje de callosidad en estacas de *Polylepis* spp. por tratamiento..... 83

Figura 36. Número de callos en estacas de *Polylepis* spp. por procedencia. 85

Figura 37. Número de callos en estacas de *Polylepis* spp. por concentración de AIB..... 86

Figura 38. Número de callos en estacas de *Polylepis* spp. por tratamiento. 86

Figura 39. Porcentaje de brotación en estacas de *Polylepis* spp. por procedencias. 88

Figura 40. Porcentaje de brotación en estacas de *Polylepis* spp. por concentración de AIB 90

Figura 41. Porcentaje de brotación en estacas de <i>Polylepis</i> spp. por tratamiento.....	92
Figura 42. Número de brotes en estacas de <i>Polylepis</i> spp. por procedencia.	94
Figura 43. Número de brotes en estacas de <i>Polylepis</i> spp. por concentración de AIB.....	95
Figura 44. Número de brotes en estacas de <i>Polylepis</i> spp. por tratamiento.	97
Figura 45. Longitud de brotes en estacas de <i>Polylepis</i> spp. por concentración de AIB.....	99
Figura 46. Longitud de brotes en estacas de <i>Polylepis</i> spp. por concentración de AIB.....	100
Figura 47. Longitud de brotes en estacas de <i>Polylepis</i> spp. por tratamiento.	101
Figura 48. Vigor en estacas de <i>Polylepis</i> spp. por procedencia.	103
Figura 49. Vigor en estacas de <i>Polylepis</i> spp. por concentración de AIB.....	104
Figura 50. Vigor en estacas de <i>Polylepis</i> spp. por tratamientos.....	105
Figura 51. Porcentajes de la relación vigor de estacas y vigor de hojas.....	107

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Ubicación taxonómica del Género <i>Polylepis</i>	16
Tabla 2. Riqueza de especies del género <i>Polylepis</i> en los países de distribución y endemismo	18
Tabla 3. Riqueza de especies del género <i>Polylepis</i> , en los departamentos de Perú.....	19
Tabla 4. Lista de las especies de <i>Polylepis</i> reportadas para el Perú	20
Tabla 5. Tratamientos de la experimentación, con respecto a la procedencia y concentración de hormona AIB	40
Tabla 6. Resumen del análisis de varianza de los factores y tratamientos para las variables.....	59
Tabla 7. Resumen de la prueba Comparación de Medias de Tukey para los factores.	60
Tabla 8. Resumen de la prueba de Comparación de Medias de Tukey para los tratamientos.	61
Tabla 9. Análisis de varianza para el porcentaje de sobrevivencia de estacas de <i>Polylepis</i> spp. en cámara de sub-irrigación	62
Tabla 10. Prueba de Comparación de Medias de Tukey para el porcentaje de sobrevivencia en niveles del factor A.....	63
Tabla 11. Prueba de Comparación de Medias de Tukey para el porcentaje de sobrevivencia en niveles del factor B.....	64
Tabla 12. Análisis de varianza para el porcentaje de enraizamiento de estacas de <i>Polylepis</i> spp. en cámara de sub-irrigación	66
Tabla 13. Prueba de Comparación de Medias de Tukey para el porcentaje de enraizamiento en niveles del factor A	67

Tabla 14. Prueba de Comparación de Medias de Tukey para el porcentaje de Enraizamiento en niveles del factor B.....	68
Tabla 15. Análisis de varianza para el número de raíces de estacas de <i>Polylepis</i> spp. en cámara de sub-irrigación	70
Tabla 16. Prueba de Comparación de Medias de Tukey para el número de raíces en niveles del factor A.....	71
Tabla 17. Prueba de Comparación de Medias de Tukey para el número de raíces en niveles del factor B.....	72
Tabla 18. Análisis de varianza para la longitud de raíces de estacas de <i>Polylepis</i> spp. en cámara de sub-irrigación	74
Tabla 19. Prueba de Comparación de Medias de Tukey para longitud de raíces en niveles del factor A.....	75
Tabla 20. Prueba de Comparación de Medias de Tukey para longitud de raíces en niveles del factor B.....	76
Tabla 21. Análisis de varianza para el porcentaje de callosidad de estacas de <i>Polylepis</i> spp. en cámara de sub-irrigación	78
Tabla 22. Prueba de Comparación de Medias de Tukey para el porcentaje de callosidad en niveles del factor A.....	79
Tabla 23. Prueba de Comparación de Medias de Tukey para el porcentaje de callosidad en niveles del factor B.....	80
Tabla 24. Prueba de Comparación de Medias de Tukey para el porcentaje de callosidad en tratamientos.	82
Tabla 25. Análisis de varianza para el número de callos de estacas de <i>Polylepis</i> spp. en cámara de sub-irrigación	83
Tabla 26. Prueba de Comparación de Medias de Tukey para el número de callos en niveles del factor A.	84

Tabla 27. Prueba de Comparación de Medias de Tukey para el número de callos en niveles del factor B.	85
Tabla 28. Análisis de varianza para el porcentaje de brotación de estacas de <i>Polylepis</i> spp. en cámara de sub-irrigación	87
Tabla 29. Prueba de Comparación de Medias de Tukey para el porcentaje de brotación en niveles del factor A.....	88
Tabla 30. Prueba de Comparación de Medias de Tukey para el porcentaje de brotación en niveles del factor B.....	89
Tabla 31. Prueba de Comparación de Medias de Tukey para el porcentaje de brotación en tratamientos	91
Tabla 32. Análisis de varianza para el número de brotes de estacas de <i>Polylepis</i> spp. en cámara de sub-irrigación	92
Tabla 33. Prueba de Comparación de Medias de Tukey para el número de brotes en niveles del factor A.	93
Tabla 34. Prueba de Comparación de Medias de Tukey para el número de brotes en niveles del factor B.	94
Tabla 35. Prueba de Comparación de Medias de Tukey para el número de brotes en tratamientos.	96
Tabla 36. Análisis de varianza para el número de brotes en estacas de <i>Polylepis</i> spp. en cámara de sub-irrigación	97
Tabla 37. Prueba de Comparación de Medias de Tukey para longitud de brotes en niveles del factor A.	98
Tabla 38. Prueba de Comparación de Medias de Tukey para longitud de brotes en niveles del factor B.	99
Tabla 39. Análisis de varianza para el vigor de estacas de <i>Polylepis</i> spp. en cámara de sub-irrigación	101

Tabla 40. Prueba de Comparación de Medias de Tukey para el vigor de estacas en niveles del factor A	102
Tabla 41. Prueba de Comparación de Medias de Tukey para el vigor de estacas en niveles del factor B	103
Tabla 42. Tabla de contingencia vigor de estacas * vigor de hojas.....	106
Tabla 43. Correlación vigor de estacas y vigor de hojas.	107

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Matriz de consistencia	130
Anexo 2. Flujograma de las fases de la metodología de experimentación	131
Anexo 3. Distribución de tratamientos	132
Anexo 4. Ficha de registro de temperatura (°C) y humedad relativa (%).....	133
Anexo 5. Evaluación de vigor de hojas (síntomas).....	134
Anexo 6. Ficha de evaluación final.....	137
Anexo 7. Proceso de la evaluación final.....	138
Anexo 8. Fotografías de estacas a los dos meses de su instalación.....	139

RESUMEN

Esta investigación se llevó a cabo en el vivero de la EEA Santa Ana – INIA de Huancayo, de noviembre del 2018 a enero del 2019, con el objetivo de determinar la capacidad de enraizamiento de estacas de *Polylepis* spp. de diferentes procedencias y concentraciones hormonales de AIB en cámara de sub-irrigación, Huancayo. Con una población de 240 estacas de Queñual, las procedencias fueron a1 (Masajcancha), a2 (Tarma), a3 (Cusco) y a4 (Concepción) y las concentraciones hormonales de AIB fueron b0 (0 ppm), b1 (1000 ppm), b2 (3000 ppm) y b3 (5000 ppm); el diseño experimental fue un diseño completamente al azar (DCA), con arreglo factorial (A x B) con 4 niveles para el factor A y cuatro niveles factor B; con 16 tratamientos y 3 repeticiones por tratamiento y 5 estacas por unidad muestral. El análisis estadístico empleado fue análisis varianza (ANVA) a una probabilidad F de 0,05 y 0,01, se realizó pruebas de Tukey al 95 % de confiabilidad. La evaluación final se hizo a los dos meses, los resultados indican como mejor procedencia: a1 (Masajcancha) con 68 % de enraizamiento; concentración: b0 (0 ppm) 83 % de enraizamiento; y mejor interacción: el tratamiento T5 (Tarma, 0 ppm) con 100 % de enraizamiento. Por tanto, se concluye que es factible propagar estacas de *Polylepis* spp, en cámaras de sub-irrigación sin uso de hormonas, siempre y cuando el material vegetativo sea de una procedencia cercana o que reúna condiciones ambientales semejantes al lugar de instalación del propagador.

Palabras clave: Propagación vegetativa, enraizamiento, *Polylepis*, Queñual.

ABSTRACT

This investigation was carried out in the nursery of the Santa Ana EEA - INIA of Huancayo, from November 2018 to January 2019, with the objective of determining the capacity of rooting of stakes of *Polylepis* spp. from different sources and hormonal concentrations of AIB in sub-irrigation chamber, Huancayo. With a population of 240 Queñual stakes, the origins were a1 (Masajcancha), a2 (Tarma), a3 (Cusco) and a4 (Concepción) and the hormonal concentrations of AIB were b0 (0 ppm), b1 (1000 ppm), b2 (3000 ppm) and b3 (5000 ppm); the experimental design was a completely random design (DCA), with factorial arrangement (A x B) with 4 levels for factor A and four levels factor B; with 16 treatments and 3 repetitions per treatment and 5 stakes per sample unit. The statistical analysis used was variance analysis (ANVA) at a probability F of 0.05 and 0.01, Tukey tests were performed at 95% reliability. The final evaluation was made at two months, the results indicate as best provenance: a1 (Masajcancha) with 68% rooting; concentration: b0 (0 ppm) 83% rooting; and better interaction: the T5 treatment (Tarma, 0 ppm) with 100% rooting. Therefore, it is concluded that it is feasible to propagate stakes of *Polylepis* spp, in sub-irrigation chambers without the use of hormones, if the vegetative material is of a close origin or that meets environmental conditions like the place of installation of the propagator.

Key words: Vegetative propagation, rooting, *Polylepis*, Queñual.

I. INTRODUCCIÓN

Perú se caracteriza por ser un país megadiverso, es el segundo país en Latinoamérica con mayor cobertura forestal presentando el 57,3 % del territorio nacional cubierto por bosque lo que equivale a 73 280 424 ha (MINAM, 2016) Asimismo, posee una diversidad de microclimas, que permiten la formación de los diferentes tipos de bosques, con especies endémicas de gran utilidad y aprovechamiento para las poblaciones aledañas y con un aporte significativo de servicios ecosistémicos.

Los bosques de *Polylepis* se distribuyen en el rango altitudinal que comprende de 3500 - 5000 m.s.n.m. dependiendo de la especie, la vegetación natural de estos bosques comprende 28 especies del género (Kessler, 2006) de ellos, 14 especies se encuentran listados como vulnerables (IUCN, 2018) y en el Perú según el D.S 043-2006-AG, considera a estos bosques en peligro de extinción estando asimismo registradas 14 de las 28 especies conocidas.

A pesar de que los bosques de *Polylepis* contienen una diversidad de fauna y flora de alto endemismo, por lo que deberían ser más valorados y protegidos, representan uno de los hábitats más vulnerables, esto a causa de actividades antropogénicas como el sobrepastoreo y uso de sus árboles como producto maderable (Servat et al., 2002). A esto se le suma, la baja capacidad de regeneración natural del género *Polylepis*, características recalcitrantes de semillas, el bajo poder germinativo de 2 % - 15 % (Reynel y Marcelo, 2009) hace que incremente el grado de vulnerabilidad de este género.

La propagación asexual es un método alternativo con el cual se pretende generar clones de la especie, esto consiste en la multiplicación empleando diversas

partes o estructuras vegetativas de la planta de manera que se obtiene una reproducción de genotipos idénticos al padre (Toro, 2007).

El uso de cámaras de sub-irrigación como propagador (ambiente) y la inmersión en concentraciones hormonales que contengan auxinas (hormonas de desarrollo radicular) como el ácido indol butírico, ha resultado ser uno de los medios con la temperatura y humedad relativa que favorecen el enraizamiento, por lo tanto, la propagación de muchas especies cuyo proceso de germinación es lento y sin mucho éxito (Mesén, 1998; Soudre, 2010).

Esta investigación tiene por objetivo general determinar la capacidad de enraizamiento de estacas de *Polylepis* spp. de diferentes procedencias y concentraciones hormonales de AIB en cámara de sub-irrigación, Huancayo.

II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La problemática radica en que se está reduciendo el área de cobertura de la especie en bosques nublados del Perú, es así como, del 95 % de los bosques de *Polylepis* que se encontraban en el Perú, gran extensión de ellos desapareció, se calcula que solo queda menos del 10 % de la extensión que había originalmente en las regiones altas de Bolivia y Perú (Fjeldså y Kessler, 1996).

Pese a la importancia del Queñual por su endemismo y los servicios ecosistémicos que brinda, la tala desmedida y uso de esta especie como fuente de combustible han afectado y reducido esta especie (Ochoa, 2002).

Se conoce que la propagación a través de semillas es muy baja, ya que la viabilidad es reducida debido a que sus semillas son recalcitrantes y el poder germinativo es bajo ya que solo alcanza un 3 % (Spier, 1980), otras fuentes determinan que se puede obtener de 2 % - 15 % (Reynel y Marcelo, 2009) tras someterlos a otro tipo de tratamientos pre germinativos para poder lograr esos porcentajes.

Por lo tanto, urge hallar la manera más eficiente de reducir el tiempo de propagación de esta especie, así como lograr una propagación más selectiva de la especie, es decir que se puedan obtener plántones con características deseadas.

Se elige la cámara de sub-irrigación como propagador, por ser el marco de referencia con más evidencias empíricas y resultados favorables probados en otras especies forestales (Soudre, 2010) y, a comparación de los otros propagadores muestra ser uno de los menos costosos y accesibles para posibles réplicas (Mesén, 1998).

Por lo expuesto, el problema general que se plantea se expresa por la siguiente interrogante: ¿Cuál es la capacidad de enraizamiento de estacas de *Polylepis* spp. de diferentes procedencias y concentraciones hormonales de AIB en cámara de sub-irrigación, Huancayo?, para ello, se pretende responder las preguntas que a continuación se muestran: ¿Cuál es concentración de hormona AIB que influye mejor en el enraizamiento de estacas de *Polylepis* spp. en cámara de sub-irrigación? ¿Cuál es la procedencia de estaca más adecuada para el enraizamiento de *Polylepis* spp. en cámara de sub-irrigación?

III. JUSTIFICACIÓN

Siendo el Queñual (*Polylepis* spp), una especie nativa de los bosques de la sierra peruana (Aucca y Ferro, 2014), el rol ambiental que cumple en los sistemas agroforestales es muy significativo, gracias a esta especie se puede lograr un gran aporte en la siembra de agua, retención de agua, evita la erosión del suelo, incrementa la materia orgánica con la acumulación de su corteza papirácea, contribuye a la recuperación de la biodiversidad, por lo tanto, habrá un mejoramiento de los ecosistemas en este tipo de bosques (Fjeldså y Kessler, 1996; Kessler, 2006; León, 2009; Castro y Flores, 2015).

A través de los años, con la actividad antropogénica, así como la destrucción de sus bosques, gran parte de este género se ha visto afectado, motivo por el cual, gran número de especies del género *Polylepis*, se encuentra en estado vulnerable (UICN, 2018), a ello se suma que su capacidad de regeneración natural es muy baja; aparte de ello, presenta semillas de poca viabilidad, que trae consigo, un bajo prendimiento en manejo dentro de viveros.

Por las razones expuestas, sobre la situación y los problemas que afectan al desarrollo del Queñual y ante la carencia de conocimientos de los viveristas en la producción y manejo (Huaura, 2017); se ha visto necesaria, la realización de esta investigación, ya que de esta manera se va a aportar con más información y evidencias de técnicas que incrementen las posibilidades para que los viveristas puedan mejorar y aumentar la producción de *Polylepis* spp. con mayor éxito a comparación de la propagación sexual (Mesén, 1998; Imaicela y Fuentes, 1999; Soudre, 2010).

La importancia de esta investigación es tal que, da un gran aporte social, ambiental y económico porque transfiere una tecnología con menores costos, la misma que contribuye en la demanda y necesidad de producción de plañones de esta especie para la recuperación de bosques endémicos en el Valle del Mantaro, la misma que va a generar una mejora para la calidad de vida de los habitantes de esas zonas.

IV. MARCO TEÓRICO

4.1. Antecedentes de la investigación

Hasta la actualidad se han ido estudiando y realizando diferentes ensayos con el objetivo de propagar vegetativamente el Queñual, haciendo uso de hormonas, tanto sintéticas como de origen natural; probándose en distintas concentraciones y tiempo de inmersión; asimismo, se han usado diversos propagadores: vivero, bolsas, platabanda, invernadero, varios tipos y mezclas de sustratos, además se han usado distintas técnicas de propagación, tales investigaciones manejando *Polylepis* spp. son las siguientes:

La tesis ejecutada por Vásquez (2008): "Efecto de las auxinas IBA y ANA en el enraizamiento de estacas forestales de las especies *Alnus acuminata* y *Polylepis racemosa*, Cayambe 2008", tuvo como objetivo de evaluar el efecto de las auxinas IBA y ANA en la propagación de estacas de las especies forestales de altura, aliso (*Alnus acuminata*) y yagual (*Polylepis racemosa*). Para ello, las estacas fueron inmersas en su respectiva solución de auxina (0– 0,1 – 1 y 10 ppm) y dejados allí de acuerdo con el tiempo de inmersión correspondiente (0 – 1 – 6 y 24 horas). El diseño experimental fue diseño de parcela dos veces dividida (DP2D). Los resultados mostraron que el tiempo de inmersión T1 (1 hora), en agua sin auxinas, fue el mejor proceso para propagación de Yagual (*Polylepis racemosa*), con 79,73 % de sobrevivencia, 1,05 g. de MS de brotes / estaca, así como 0,47 g. de MS de raíces/estaca. No hubo diferencia significativa entre la concentración de hormona aplicada.

En la tesis desarrollada por León (2009): "Propagación de dos especies de yagual (*Polylepis incana* y *Polylepis racemosa*), utilizando dos enraizadores orgánicos y dos enraizadores químicos en el vivero forestal del CREA (Centro

de Reconvención Económica de Azuay, Cañar y Morona Santiago) en el cantón y provincia del Cañar", con el objeto de evaluar el comportamiento a nivel de vivero además de comparar la eficiencia de los enraizadores en la propagación de las 2 especies, se usó el diseño experimental completos al azar, con factorial (A x B), los enraizadores químicos probados fueron: Rootmost y Raizal, así como orgánicos: Té de estiércol y Trichoderma harzianu, los resultados fueron obtenidos a los 60 días estos fueron: 68,6 % de prendimiento, en donde A1 (*P. racemosa*) obtuvo el 91,3 % y A2 (*P. incana*) 45,9 %, tanto los enraizadores químicos y el té de estiércol, mostraron resultados similares en crecimiento y desarrollo.

En la parte experimental de la investigación de Calle y Córdova (2009): "Determinación de un método de enraizamiento inducido hormonalmente para *Polylepis reticulata* en la zona de Cucheros – Parque Nacional Cajas provincia del Azuay", se usaron tres tipos de hormonas: ácido indolacético (AIA), ácido indol-3-butírico (AIB) y ácido naftalenacético (NAA), las concentraciones utilizadas fueron: 200 ppm, 400 ppm, 600 ppm, 800 ppm y 1000 ppm. Se probaron tres métodos de propagación: acodo aéreo, terrestre y por estaquillado. Los resultados se evaluaron a los 90 días, mostraron un enraizamiento de hasta el 52 % para acodo terrestre y 62 % para acodo aéreo. Con respecto al tipo de hormona, el AIA, mostró mejores resultados en su concentración superior (1000 ppm).

La investigación de Limaico (2011): "Propagación vegetativa de (*Polylepis incana* Kunth), aplicando la hormona (ANA), en cuatro niveles, en el vivero de la granja de Yuyucocha" fue desarrollada con el objetivo de evaluar la dosis adecuada de la hormona, para un mejor enraizamiento en la propagación vegetativa de

Polylepis, determinar el porcentaje de sobrevivencia de estacas, evaluar el crecimiento en longitud y número de brotes; longitud y número raíces, finalmente determinar los costos de producción por planta. Para ello se instalaron platabandas, en los que se instalaron las estacas de dos rangos de diámetros (0,5 - 1 cm y 1,1 - 1,5 cm) con 0 ppm, 750 ppm, 1000 ppm, 1500 ppm y 2000 ppm de ANA. Los resultados a los 90 días mostraron que el tratamiento DBT4 (diámetro 0,5 - 1 cm y con 2000 ppm de ANA) obtuvo mayor enraizamiento con una media de 6 raíces por planta, pero tuvo 20,63 % de sobrevivencia.

Se realizó un estudio en Huarochirí del distrito de Carampoma ubicada a 3800 msnm entre los meses de junio a diciembre del 2013, desarrollado por Soto (2013): "Propagación vegetativa de esquejes de Queñual (*Polylepis* spp.) bajo diferentes dosis del enraizador Root-hor en el distrito de Carampoma - Huarochirí - Lima" con el objetivo de evaluar el efecto de tres dosis de Root-hor en la propagación vegetativa de Queñual. Se empleó el diseño completamente al azar (DCA) y una comparación de medias aplicando Duncan ($\alpha = 0,05$). Se aplicó el enraizador Root-hor a concentraciones de 3 ml, 5 ml y 10 ml en un litro de agua, estos fueron colocados en fundas cuyo sustrato estuvo compuesto por arena de río, suelo y estiércol de ovino descompuesto. Los resultados obtenidos a los 65 días mostraron que la mayor sobrevivencia, respecto a la concentración fue el tratamiento T1 (3 ml de enraizador) seguido por el T2 (5 ml de enraizador) y se obtuvo prendimiento del experimento de 29,17 %.

La investigación hecha por Quispe (2013): "Propagación vegetativa de esquejes de Queñual (*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", con el objetivo de evaluar la propagación vegetativa en esquejes de

Queñual (*Polylepis besseri* Hieron) para ello, evaluar tres sustratos, sobre la propagación de Queñual y finalmente determinar los costos de producción parciales de los plantines de Queñual por este método. Los enraizadores naturales fueron ES (extracto de sauce) y AC (agua de coco), los sustratos estuvieron compuestos por S1 (Turba + arena + cascarilla), S2 (turba + arena) y S3 (Turba + cascarilla), se utilizó el diseño completamente al azar con arreglo factorial de dos factores con tres repeticiones (2x3), y una Prueba de Medias de Duncan a un nivel de significancia del 5 %, los resultados a los 90 días mostraron un 52,22 % de prendimiento con el ES y el sustrato S2 de igual manera obtuvo un mayor porcentaje de prendimiento de 52,67 %.

La tesis ejecutada por Ruíz (2013): "Evaluación de cuatro métodos de propagación vegetativa en yagual (*P. incana*) Cayambe – Ecuador 2012" en la Universidad Politécnica Salesiana - Sede Quito, tuvo como objetivo de conocer el método de propagación más adecuado para yagual (*P. incana*), así asegurar su multiplicación. Por tanto, se propuso 4 tratamientos: T1 (acodos aéreos), T2 (tallos etiolados), T3 (estacas), T4 (esquejes); se utilizaron 150 plantas para cada tratamiento, las variables evaluadas fueron: Porcentaje de mortandad, largo de raíz principal (cm); materia seca (MS) del sistema radicular, materia seca del área foliar (MS). Los resultados se obtuvieron a los 120 días, se concluyó que el mejor método fue por acodo aéreo pues presentó el menor porcentaje de mortalidad (7 %), mejor desarrollo de raíces (8,6 cm de longitud), mayor porcentaje de materia seca del área foliar (14 g) y mayor porcentaje de materia seca del área radicular (2,7 g).

En la tesis desarrollada por Quinteros (2014): "Enraizamiento de dos especies de Queñual (*Polylepis tarapacana* y *Polylepis besseri* Hieron) en cuatro

sustratos, bajo ambiente protegido" la cual se efectuó en el Centro Experimental de Cota Cota, perteneciente a la Facultad de Agronomía de la Universidad Mayor de San Andrés. El objetivo fue de investigar el efecto de diferentes sustratos en el enraizamiento de esquejes de dos especies de Queñual: *Polylepis tarapacana* y *Polylepis besseri* bajo cámaras de sub-irrigación. La metodología se basó en usar los siguientes tratamientos: T1: Esquejes de *P. tarapacana* en sustrato de 100 % Turba, T2: Esquejes de *P. tarapacana* en sustrato de 75 % Turba + 25 % Arena, T3: Esquejes de *P. tarapacana* en sustrato de 50 % Turba + 50 % Arena, T4: Esquejes de *P. tarapacana* en sustrato de 25 % Turba + 75 % Arena, T5: Esquejes de *P. besseri* en sustrato de 100 % Turba, T6: Esquejes de *P. besseri* en sustrato de 75 % Turba + 25 % Arena, T7: Esquejes de *P. besseri* en sustrato de 50 % Turba + 50 % Arena, T8: Esquejes de *P. besseri* en sustrato de 25 % Turba + 75 % Arena. Obteniéndose en los resultados, porcentajes de prendimiento de 14,66 %; 22 %; 16,33 %; 40,33 %; 19 %; 27 %; 31,66 % y 16,67 % para T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7 y T8 respectivamente, concluyéndose que el mayor porcentaje de esquejes enraizados se obtiene con el sustrato formado por 25 % turba + 75 % arena, y también que los esquejes de *P. besseri* presentan mejores características para ser enraizados bajo cámaras de sub-irrigación.

En la investigación que llevaron a cabo Meléndez y Naranjo (2014): "Evaluación de la calidad de plantas de Yagual (*Polylepis incana*) mediante la propagación asexual con enraizadores químicos y tres tipos de sustratos en la Moya, Cantón Guaranda, provincia de Bolívar", el objetivo consistió en comparar la eficiencia de dos enraizadores químicos y sustrato en la propagación vegetativa de yagual, el diseño que usaron fue de bloques completos al azar, con factorial (A x B), los resultados obtenidos a los 120 días los sustratos determinaron el porcentaje de

sobrevivencia; siendo el mejor tratamiento el A1 (Arena 25 % + humus 25 % + Tierra 50 %), la hormona con el mayor porcentaje de sobrevivencia fue Raizplant (51,2 %), mientras que en la interacción de factores A x B, el porcentaje de sobrevivencia más alto de plantas se evaluó en el T6 (65,1 %): (Arena 30 % + humus 30 % + Tierra 40 % + Raizplant en estacas).

La investigación desarrollada por Espejo (2015): "Evaluación de la eficiencia de cuatro enraizadores y dos longitudes de corte para la propagación vegetativa de esquejes de Queñual (*Polylepis racemosa*) a nivel vivero, en el municipio de El Alto" se realizó en el distrito 4, zona Villa Turina La Paz, titulada, se usó el diseño de bloques completamente al azar (DCA) con dos factores: Longitud de esqueje y enraizador con 3 repeticiones. Se hizo el análisis de variancia y pruebas de medias del rango múltiple de Duncan al 5 %. Las variables evaluadas fueron: porcentaje de prendimiento, número de brotes, longitud y volumen de raíz. Los resultados mostraron que los enraizadores orgánicos de lenteja con 66,67 % y agua de coco con 61,11 %, alcanzaron un promedio relativamente bueno y los esquejes aplicados con enraizadores químicos como orgánicos obtuvieron mejores resultados frente al testigo.

La tesis ejecutada por Oropeza (2016): "Propagación vegetativa de quenua (*Polylepis beueri* Hieron) utilizando fitohormona enraizador en diferentes dosis, en el invernadero de la ciudad universitaria de Shancayán – Huaraz - Ancash", tuvo como objetivo de propagar vegetativamente al Queñual utilizando ácido indol-3-butírico (AIB) en diferentes dosis, con el propósito de mejorar la formación radicular. La metodología consistió en usar 3 tratamientos hormonales más un testigo: T0: Testigo, T1: 750 ppm de AIB, T2: 1500 ppm de AIB y T3: 2250 ppm de AIB, con 4 repeticiones por tratamiento y 8 bolsas por tratamiento.

El diseño experimental utilizado fue un diseño completamente al azar (DCA). Los resultados luego de cinco meses determinaron que la mejor dosis de fitohormona enraizador AIB (usado como enraizante en la propagación por esquejes de Queñual es el tratamiento T3 (AIB 2250 ppm) a 3150 m.s.n.m. en invernadero.

En la tesis llevada a cabo por Mamani (2016): "Efecto de diferentes sustratos en el enraizamiento de esquejes de queñua (*Polylepis besseri* Hieron), bajo ambiente protegido en Cota Cota (La Paz)" con el objetivo de investigar el efecto de diferentes sustratos en el enraizamiento de dos tipos de esquejes (rectos y con talón) de Queñua (*Polylepis besseri* Hieron.) en cámaras de sub-irrigación. Las variables evaluadas fueron: Porcentaje de enraizamiento, longitud promedio de raíz, número promedio de raíces y número de brotes por esqueje; los tratamientos fueron: T1 (Esquejes rectos en 100 % Turba), T2 (Esquejes con talón en 100 % Turba), T3 (Esquejes rectos en 75 % Turba + 25 % Arena), T4 (Esquejes con talón en 75 % Turba + 25 % Arena), T5 (Esquejes rectos en 50 % Turba + 50 % Arena), T6 (Esquejes con talón en 50 % Turba + 50 % Arena), T7 (Esquejes rectos en 25 % Turba + 75 % Arena), T8 (Esquejes con talón en 25 % Turba + 75 % Arena). Los resultados mostraron porcentajes de enraizamiento de: 20,67 %; 26,67 %; 20,00 %; 31,33 %; 21,00 %; 34,67 %; 31,67 % y 38,33 %, respectivamente. Con diferencias significativas entre sustratos (0,05) y también entre ambos tipos de esqueje se concluyó que el mayor porcentaje de enraizamiento se obtiene con el sustrato de 25 % Turba + 75 % Arena, asimismo que con los esquejes con talón se logra un mayor prendimiento.

La tesis desarrollada por Huaura (2017): "Propagación vegetativa de esquejes de Queñual (*Polylepis incana*) con la aplicación de dos enraizadores naturales y tres tipos de sustratos en condiciones de vivero Cuajone, Torata-Moquegua", fue

llevada a cabo en vivero de Southern Perú Cuajone, de diciembre del 2016 a marzo del 2017, con el objetivo de estudiar y comparar el efecto de los enraizadores y sustratos en el prendimiento y desarrollo y evaluar la interacción enraizadores x sustratos. Se usaron como enraizadores: e0 (testigo), e1 (agua de coco) y s2 (extracto de sauce), los sustratos: s0 (testigo), s1 (turba + arena + humus), s2 (turba + arena) y s3 (turba + humus), se utilizó el diseño experimental completamente al azar (DCA), con arreglo factorial (A x B) con 3 repeticiones y 12 tratamientos con 36 unidades experimentales. Se usó el análisis de varianza (ANVA) a una probabilidad F de 0,05 y 0,01, se realizó la prueba de Duncan y Tukey al 95 % de confiabilidad, los resultados a los 90 días determinaron que el enraizador e1 obtuvo un 85,67 %, sustrato s3 con 73,78 % y la interacción e1s1 con 94,67 %, en todo el experimento se logró un 69,49 % de prendimiento.

4.2. Marco teórico

4.2.1. Bosques de *Polylepis* en Perú

En el Perú tenemos más de 73 millones de ha de bosque (MINAM, 2014), la vegetación de los andes centrales a altitudes por encima de los 3.500 m.s.n.m., está dominada por zonas agrícolas, pastizales y zonas arbustivas. Son escasos los árboles que existen, la mayoría son representados por especies introducidas tal como los géneros *Eucalyptus* y *Pinus*. La existencia de los bosques naturales es más rara pues están ubicados en lugares restringidos en localidades especiales tales como: laderas rocosas o quebradas. Estos relictos de bosque son los que están dominados por especies del género *Polylepis*, seguido por otras especies leñosas como: *Buddleja*, *Clethra*, *Gynoxys*, *Podocarpus* o *Prumnopitys* (Kessler, 2006).

Los bosques de *Polylepis* son recursos vitales y de alta importancia para la conservación de la biodiversidad y funciones hidrológicas, la cual se pronostica se verá alterada por el cambio climático afectando la sostenibilidad de las comunidades locales. A pesar de ello, estos ecosistemas andinos son cada vez más vulnerables debido a varias amenazas: la presión antropogénica, fragmentación, deforestación y sobrepastoreo (Zutta et al., 2012).

4.2.2. Género *Polylepis*

- Taxonomía y evolución

El género *Polylepis* pertenece a la tribu Sanguisorbeae de la familia Rosaceae, este género es natural y muy diferente de todos los demás miembros de la familia (Mendoza, 2005). En la Tabla 1 se da a conocer la ubicación taxonómica de acuerdo con APG III, (2009) el sistema de clasificación APG III (Angiosperm Phylogeny Group), estas son:

Tabla 1.
Ubicación taxonómica del Género Polylepis.

Clasificación Taxonómica	
Reino	<i>Plantae</i> Haeckel
División	<i>Magnoliophyta</i> Cronquist
Clase	<i>Equisetopsida</i> C. Agardh
Subclase	<i>Magnoliidae</i> Novák ex Takht.
Super Orden	<i>Rosanae</i> Takht.
Orden	<i>Rosales</i> Bercht. y J. Presl.
Familia	<i>Rosaceae</i> Juss.
Género	<i>Polylepis</i> Ruíz y Pav.

Fuente: APG, 2009.

Este género incluye entre 15 y 28 especies (Bitter, 1911; Simpson, 1979; Kessler, 1995a; Kessler y Schmidt-Lebuhn, 2005) citado por Kessler (2006, p. 111) y de acuerdo con Segovia et al., (2018) el número de especies del género *Polylepis* oscila entre 33 y 28 especies. Se tratan mayormente árboles entre 5 y 10 m de altura, algunas especies comúnmente arbustivas entre ellas *P. microphylla*, *P. pepeí*, *P. tarapacana*, *P. tomentella* subsp. *nana* y otras que pueden superar los 25 m como *P. lanata* y *P. pauta*.

Se han realizado análisis filogenéticos que sugieren que *Polylepis* se desarrolló mediante poliploidización desde el género arbustivo y herbáceo *Acaena* (Kerr, 2003) citado por Kessler (2006, p. 111) y que las especies filogenéticamente basales de *Polylepis* tenían hojas delgadas de 7 - 11 foliolos, corteza delgada e inflorescencias con más de 70 flores (Simpson, 1986; Kerr, 2003; Schmidt-Lebuhn et al., 2006) citados por Kessler (2006, p. 111). Luego de una evolución del género, el grosor de las hojas se incrementó, el número de foliolos se redujo, la corteza se hizo más gruesa y se redujo el número de flores en las inflorescencias. Estos cambios se desarrollaron como respuesta de adaptaciones del género a los hábitats fríos y áridos de los altos Andes, se cree que lo más probable es que la evolución del género haya sido dominada durante el período pleistocénico debido a las marcadas variaciones climáticas, propiciando a que las especies migren a lugares con condiciones ecológicas favorables, razón por la cual, se ha ido fragmentando la distribución de especies (Fjeldså, 1995; Kessler, 1995b).

- **Ecología**

Las condiciones de temperatura, humedad y suelos de los bosques de *Polylepis* influyen en las condiciones ecológicas de estos. Debido a su localización es decir a grandes altitudes en los Andes, los bosques sufren variaciones y fluctuaciones de temperatura diurna, con diferencias de 20 °C - 30 °C, lo que conlleva a un estrés enorme para esta especie. El crecimiento vegetativo del *Polylepis* se da, sobre todo, en la época húmeda y relativamente caliente (Bakker, Moscol, y Hooghiemstra, 2008; Hensen et al., 2011) citados por Ticse (2018, p. 33).

- Distribución geográfica

Los bosques de *Polylepis* se distribuyen en un rango altitudinal de 3500 - 5000 m.s.n.m. (Kessler, 2006) En los andes peruanos se tiene registro del 70 % (lo equivalente a 19 especies), seguido de Bolivia y Ecuador con el 40 % y 25 % del total de especies respectivamente. El resto de los países está representado por el 14 % a 3 % (Tabla 2) (Mendoza y Cano, 2011).

Tabla 2.

Riqueza de especies del género Polylepis en los países de distribución y endemismo.

País	Especies	Endemismo
Perú	19	5
Bolivia	13	4
Ecuador	7	2
Argentina	4	1
Colombia	3	1
Chile	2	0
Venezuela	1	0

Fuente: Mendoza y Cano, 2011.

El género *Polylepis* por departamentos en el Perú, se distribuye en 19 departamentos (Tabla 3) (Mendoza y Cano, 2011) en Cusco se encuentra la mayoría con 10 especies, Ayacucho con siete especies, seguido por Ancash, Junín y Lima con seis especies; Apurímac con cinco especies y el resto de los departamentos tienen menos de cinco especies.

Tabla 3.

Riqueza de especies del género Polylepis, en los departamentos de Perú.

Departamentos	Número de especies registradas
Cusco	10
Ayacucho	8
Ancash	6
Junín	6
Lima	6
Apurímac	5
Puno	4
Arequipa	3
Cajamarca	3
La Libertad	3
Tacna	3
Huánuco	2
Huancavelica	2
Lambayeque	2
Moquegua	2
Pasco	2
San Martín	2
Amazonas	1
Piura	1

Fuente: Mendoza y Cano, 2011.

La distribución del género *Polylepis* con respecto a la altitud se muestra en la Tabla 4. En el Perú, se encuentra el 90 % lo que corresponde a 18 especies, gran parte de ellas se hallan en el rango altitudinal de 3000 a 4000 m.s.n.m., siendo *P. subsericans* la especie registrada a mayor altitud sobre los 5100 m.s.n.m.; asimismo, a menor altitud en Perú es *P. pauta* a 1800 m.s.n.m. en la Cordillera de Accanacu (Mendoza y Cano, 2011).

Lista de las especies de Polylepis reportadas para el Perú.

Especies	Altitud (m)	Departamento
<i>Polylepis canoi</i> W. Mendoza	3350 - 3400	AY, CU, JU
<i>Polylepis flavipila</i> (Bitter) M. Kessler y Schmidt-Leb.	3650 - 4100	HV, LI
<i>Polylepis incana</i> Humboldt, Bonpland y Kunth	3000 - 4200	AN, AP, AY, CU, HU, JU, LI, PA, PU
<i>Polylepis incarum</i> (Bitter) M. Kessler y Schmidt-Leb.	3100 - 4200	CU, PU
<i>Polylepis lanata</i> (Kuntze) M. Kessler y Schmidt-Leb.	2900 - 4100	AP, AY, CU
<i>Polylepis microphylla</i> (Wedd.) Bitter	3200 - 4000	AR, CU, LI
<i>Polylepis multijuga</i> Pilger	2200 - 3600	AM, CA, LA
<i>Polylepis pauta</i> Hieron.	1800 - 4000	AY, CU, JU, SM
<i>Polylepis pepeii</i> B.B. Simpson	3900 - 4500	AN, CU, PU, SM
<i>Polylepis racemosa</i> Ruíz y Pav.	2900 - 4000	AN, AP, AY, CA, CU, HU, JU, LI, LL, PA
<i>Polylepis reticulata</i> Hieron.	3350 - 4450	AN, JU, LI, LL
<i>Polylepis rugulosa</i> Bitter	3000 - 4600	AR, MO, TA
<i>Polylepis sericea</i> Wedd.	2000 - 4100	AN, CU, JU, LL
<i>Polylepis subsericans</i> J.F. Macbride	2900 - 5100	AP, AY, CU
<i>Polylepis subtusalbida</i> (Bitter) M. Kessler y Schmidt-Leb.	3000 - 4500	MO, TA
<i>Polylepis tarapacana</i> Philippi	4200 - 4800	TA
<i>Polylepis tomentella</i> Weddell	3500 - 4500	AP, AR, AY
<i>Polylepis triacontandra</i> Bitter	3500 - 3900	PU
<i>Polylepis weberbaueri</i> Pilger	2500 - 4200	AN, CA, LA, LI, PI

Fuente: Mendoza y Cano, 2011.

Según Auca y Ferro, (2014) ECOAN y sus investigadores, desde 1989 hasta 2007, han evaluado más de 1035 puntos (Figura 1), con información obtenida de la bibliografía disponible, asimismo de colectas botánicas del Museo de Historia Natural de la UNMSM del Perú, el Herbario Vargas del Cusco, el Herbario de la Universidad de Trujillo, paginas virtuales y otros, han podido determinar que estos bosques o parches de *Polylepis* se distribuyen en 20 regiones de los 24 existentes para Perú.

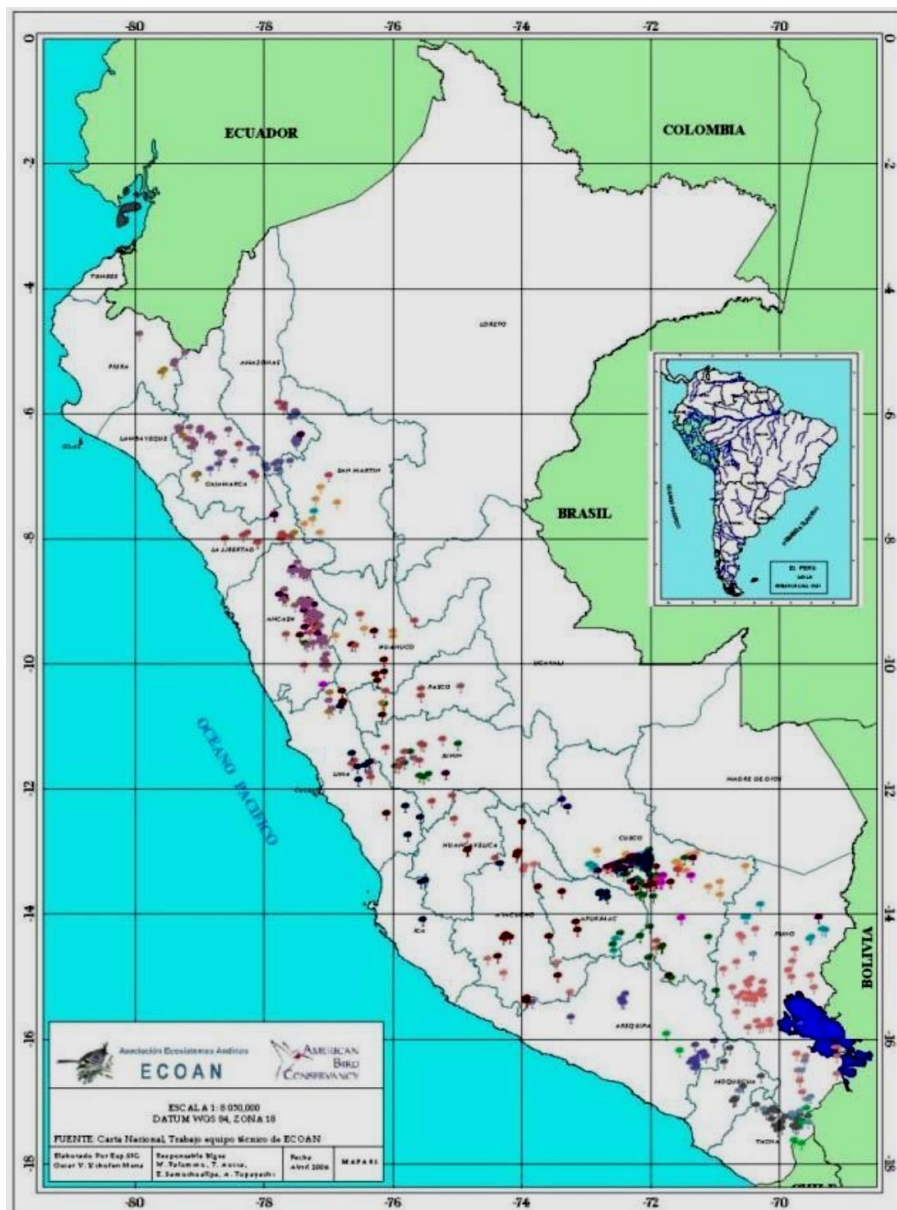


Figura 1. Mapa de Ubicación de los puntos de presencia de Bosques de *Polylepis*. Fuente: ECOAN.

- Conservación

ECOAN (Asociación Ecosistemas Andinos) ha analizado, con información de Biodiversidad, los bosques de mayor prevalencia con el fin de tener una versión actualizada del estado de estos bosques (Figura 2). A través de un monitoreo de las especies endémicas y especies en alto grado de amenaza, los datos fueron corroborados. De tal modo, se logró determinar los principales bosques de importancia para su conservación (Arnal et al., 2014).

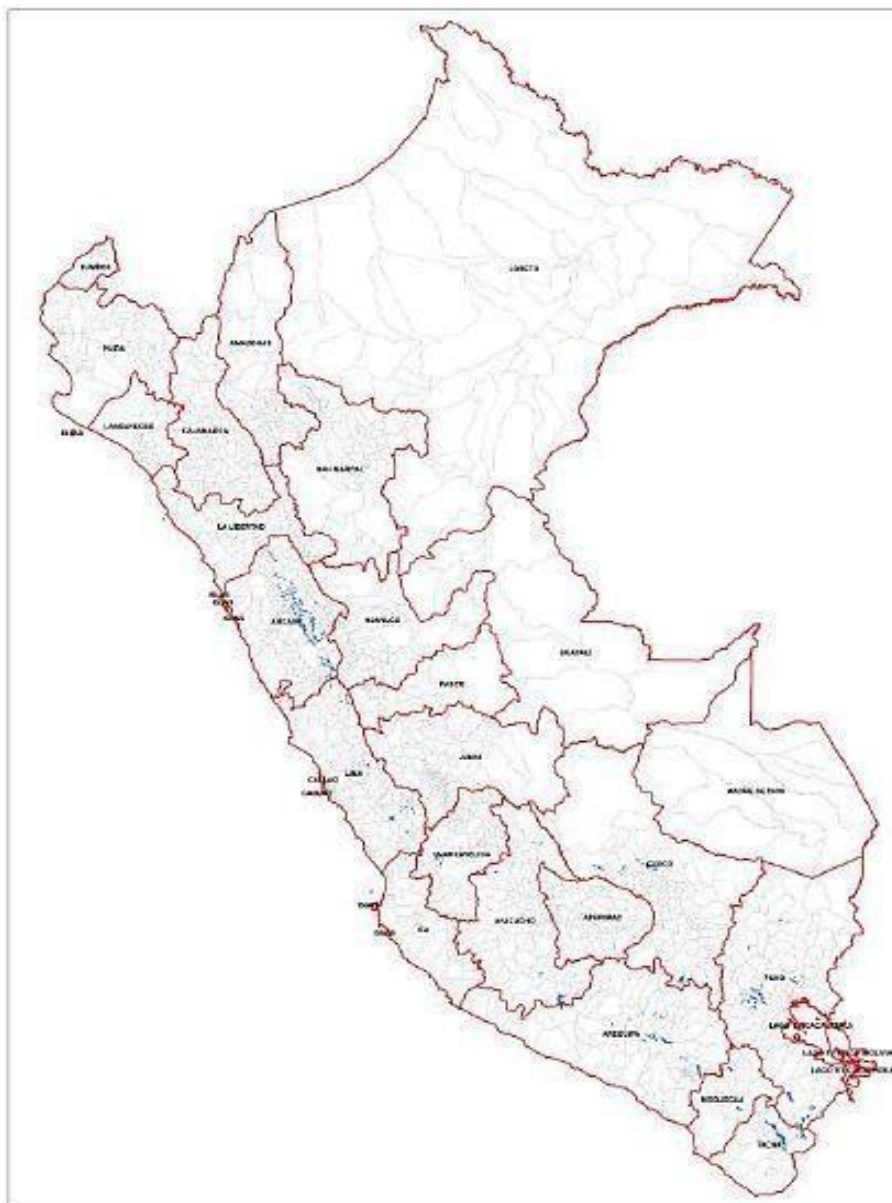


Figura 2. Mapa de los Bosques de *Polylepis* de importancia para su conservación.
Fuente: ECOAN.

- Importancia y usos

Según Arévalo y García, (2001) citado por Landeo (2017, p. 43) se identificaron diversos usos que se le dan al árbol del género *Polylepis*, tales son:

Uso de la madera como combustible y elaboración de carbón; sin embargo, la Ley N° 29763 Ley Forestal y de Fauna Silvestre, considera esta acción como infracción muy grave, por lo que prohíbe el uso de esta especie endémica para dicho fin. Por otro lado, es utilizado para la construcción de cercos, apreciada localmente para uso en carpintería, la califican como durable y trabajable para la elaboración de instrumentos de labranza, vigas de los techos de los tambos; asimismo, para uso como protección y cobijo de ganado (Arévalo y García, 2001).

Los *Polylepis* sirven de protección como cortina rompe viento, son promovidos para agroforestería en la zona andina, como barrera del cultivo frente a las heladas, intervienen en la protección del suelo, sirven de reserva de forraje en época de sequía y también la usan como planta ornamental (Arévalo y García, 2001).

Este género, además brinda servicios ecosistémicos como: secuestro de CO₂, pues almacena carbono en los árboles y en su suelo (Arévalo y García, 2001); siembra y cosecha de agua, los *Polylepis* actúan como esponja que retiene la humedad y crea un microclima, debido a la presencia de musgos en su sombra (Morales, 2015) y como refugio de diversidad biológica, según Young y León, (1997) el 10 % de las 2 609 especies de aves reportadas a escala global se encuentran en los bosques de *Polylepis*.

Los *Polylepis* poseen propiedades industriales, particularmente la corteza de *P. incana*, es hervida para ser utilizada como fuente de tanino en la curtiembre, tanto las hojas como ramitas, trituradas y luego hervidas, brindan un tinte de color marrón claro usado en el teñido de prendas.

La hoja y corteza del *Polylepis* tienen propiedades antimicrobianas, combaten enfermedades respiratorias y son considerados como antihipertensivo (Arévalo y García, 2001).

4.2.3. Propagación vegetativa en especies forestales

De acuerdo a Álvarez (1994) la propagación vegetativa es una forma de propagar y reproducir clones; esa propagación implica la división auténtica de las células (mitosis), en la cual, hay una duplicación íntegra del sistema cromosómico y del citoplasma asociadas de la célula progenitora, para formar dos células hijas (Ruíz, 2013); por lo tanto, las plantas propagadas vegetativamente reproducen todos los caracteres de la planta madre, a través de este método se puede multiplicar el genotipo deseado de la especie (Toro, 2007) , de modo que nos da la opción de poder elegir los árboles con las características deseadas como: sanidad, robustez, rectitud del fuste, buena altura, poca ramificación. La propagación vegetativa se lleva a cabo tras la toma de alguna estructura vegetal, esta puede ser yema, hoja, estolón o estaca; además (Hartmann y Kester, 1995; Rojas et al., 2004) adicionan que dichos órganos mantienen células vegetales, las que permiten la reproducción y formación de la planta entera. Dentro de los métodos de propagación vegetativa más favorables se encuentra el que se desarrolla a través de estacas (Toro, 2007).

- **Propagación vegetativa a través de estacas (estaquillado)**

La multiplicación de especies a través de estacas se logra tras tomar una parte del tallo de la planta a propagar, la cual tras brindarle las condiciones favorables ya sea en invernadero, vivero o cámaras de sub-irrigación es inducida a enraizar (Toro, 2007); la aplicación de sustancias como hormonas que induzcan al desarrollo de las raíces, las auxinas son las que se usan en la mayoría de los casos.

- **Ventajas y desventajas del estaquillado**

El método de estaquillado es considerado como óptimo frente a los demás, debido a la simplicidad del procedimiento, homogeneidad de todos los árboles hijos, la facilidad de multiplicar gran cantidad de árboles a partir de una sola planta madre, la ventaja de lograr cultivos de periodos más cortos a comparación del método tradicional, a diferencia de los injertos, inexistencia de problemas de incompatibilidad entre dos partes vegetativas, conservación de las características clonales, no se requiere grandes espacios para el desarrollo de la técnica, se evita la dependencia y el uso de semilla (Gárate, 2010; Mesén, 1998).

El estaquillado tiene como desventajas que es imposible la resistencia especial de la raíz a condiciones desfavorables, existen reducidos porcentajes de prendimiento en algunas especies y variedades, en la mayoría de los casos, hay producción limitada del material madre, riesgos de plagas y enfermedades, parcialmente peligroso para el clon (Gárate, 2010; Mesén, 1998) A pesar de todo, estas desventajas pueden ser evitadas o reducidas tras una buena selección de la planta madre (progenitora), de tal manera asegurar la resistencia de estas plantas hijas ante estos eventos.

4.2.4. Fisiología del enraizamiento

- Factores influyentes en el enraizamiento

Los factores que influyen en el enraizamiento de las estacas y lograr un éxito en la propagación, pueden ser: Factores internos (propias de la planta) tales como: caracteres del árbol padre, edad del árbol padre, tipo de estaca (herbácea, semi leñosa y leñosa), posición de estaca (apical, media y basal), tamaño de estaca, área foliar y estado fenológico; Factores externos (condiciones del medio) entre ellos se encuentran: el medio de enraizamiento (sustrato a usar), temperatura, luminosidad, humedad (Vastey, 1962).

Además, existen factores que provienen del manejo que se les da a las estacas, como: tipo de corte de la estaca, método de aplicación de regulador de crecimiento y desinfección de estacas (Mansilla, 2004).

- Sustratos para el enraizamiento

Es considerado el medio de enraizado, desempeña el rol de soporte para la estaca, a su vez proporciona aireación, humedad además de favorecer la penetración de las raíces, buen drenaje, que la estaca se encuentre en un medio con bajos niveles de salinidad (Campos, 2013).

El sustrato con mejor característica para el desarrollo y desenvolvimiento de la propagación es la arena gruesa de río, esto debido a que es un sustrato inerte en el cual se halla menor probabilidad de contaminación además de presentar porcentaje de aireación es del 20 % ideal permeabilidad de estacas, con la capacidad de filtración adecuada también.

En la mayoría de los casos, se utilizan mezclas de sustratos, en los que se incluyan sustratos de granulometría distinta; es decir, se coloquen arena y tierra,

el primero influirá para que exista aireación en el medio, mientras que el segundo servirá para retener la humedad que la estaca requerirá.

Otras mezclas de sustratos que son recomendadas son utilizando los sustratos resultantes de la corteza compostada, incrementa la posibilidad de enraizamiento de especies que tienen dificultad (Gerding et al, 1996).

4.2.5. Reguladores de enraizamiento: Auxinas

- Mecanismo de acción

Las auxinas son hormonas cuyo mecanismo de acción se rige en el crecimiento y elongación celular, principalmente por el aumento y expansión de las células. Por otro lado, las auxinas inducen la síntesis de giberelinas, hormonas cuya acción se observa en el crecimiento del tallo (Guevara, 1987).

Las auxinas son hormonas que básicamente cumple el rol de estimular la división de células localizadas en el periciclo, la que se halla en la zona de elongación de forma que se logre provocar la formación de raíces laterales. La formación de raíces adventicias también puede ocurrir en varios tejidos en donde existan un grupo de células en activa división (Jordán y Casaretto, 2006).

- **Ácido indol butírico (AIB)**

El ácido indol butírico estimula el crecimiento en plantas (Jordán y Casaretto, 2006) además se distingue entre las diferentes presentaciones de auxinas ya sean estas naturales o sintéticas. Se sabe que el IAA es la forma predominante, pero tiene la desventaja de degradarse con la luz, de modo que urge utilizar hormonas más estables, entonces es ahí en que el AIB resulta ser la que reúne esta propiedad de estabilidad y se le adiciona a ello, el ser de 2 - 5 veces más potente que el IAA (Guevara, 1987).

El Ácido indol-3-butírico, es un compuesto químico, regulador del crecimiento, tipo de auxina, de amplio espectro, cuyos principales usos han sido la multiplicación asexual de plantas, sea por estacas, esquejes, etc. Además, es la más utilizada para este tipo de ensayos, por su estabilidad y poca movilidad. Su aplicación promueve la diferenciación de tejido radicular (Weaver, 1976).

- **Métodos de aplicación de los reguladores**

Los métodos más efectivos para la aplicación de las hormonas son los siguientes: inmersión rápida, el remojo prolongado, el espolvoreado y aplicación con micro jeringa (Mesén, 1998).

a. Inmersión rápida

Esta técnica que consiste en introducir la base de la estaca en una solución concentrada de la auxina por pocos segundos, luego de ello, proceder a la inserción en el medio de propagación. Es recomendable que en caso de que se utilice las hormonas AIB o ANA, estas sean disueltas en alcohol puro y luego ser ventiladas a razón de que el alcohol se pueda evaporar en lo posible.

b. Remojo prolongado

Se trata de introducir la base de la estaca en soluciones acuosas diluidas de la auxina durante varias horas (2 - 24 horas) para luego colocarlas al propagador. La técnica permite tratar con varias estacas a la vez; sin embargo, no es la más recomendable, pues es menos efectiva que el resto.

c. Espolvoreado

Para este método se requiere hacer una mezcla de la auxina pura con talco neutro, en la concentración que se desee. La aplicación es muy fácil, solo basta en introducir la base humedecida de la estaca, para colocarla en el propagador. La desventaja de este método es que no se puede realizar una aplicación uniforme de hormona, además de ser imposible calcular la cantidad exacta de auxina que en cada estaca ingresa.

d. Aplicación con micro jeringa

Consiste en aplicar una cantidad constante y conocida de hormona, en cada estaca. Es un método para fines experimentales que permite controlar con exactitud la cantidad de hormona aplicada por estaca. Sin embargo, una vez determinada la concentración con mejores resultados, se opta por reemplazar con los otros métodos.

V. OBJETIVOS E HIPÓTESIS

5.1. Objetivos

5.1.1. Objetivo general

Determinar la capacidad de enraizamiento de estacas de *Polylepis* spp. de diferentes procedencias y concentraciones hormonales de AIB en cámara de sub-irrigación, Huancayo.

5.1.2. Objetivos específicos

Determinar la concentración de hormona AIB que influye mejor en el enraizamiento de estacas de *Polylepis* spp. en cámara de sub-irrigación.

Determinar la procedencia de estaca más adecuada en el enraizamiento de las estacas de *Polylepis* spp. en cámara de sub-irrigación.

5.2. Hipótesis de investigación

5.2.1. Hipótesis general

Al menos uno de los tratamientos presentará mejores resultados de enraizamiento en cámara de sub-irrigación, Huancayo.

5.2.2. Hipótesis específicas

Existe influencia de las concentraciones de hormona AIB en el enraizamiento de estacas de *Polylepis* spp. en cámara de sub-irrigación.

La procedencia de estacas incide en el enraizamiento de *Polylepis* spp. en cámara de sub-irrigación.

5.3. Hipótesis estadísticas

5.3.1. Hipótesis factor A (Concentración de AIB)

Ho: No hay diferencia entre los efectos de las concentraciones de hormona AIB en el enraizamiento.

Ha: Una de las concentraciones de hormona AIB tiene mayor efecto en el enraizamiento.

5.3.2. Hipótesis factor B (Procedencia)

Ho: No hay diferencia entre las procedencias de estacas para el enraizamiento.

Ha: Al menos una de las procedencias tiene un mejor enraizamiento.

5.3.3. Hipótesis factor A x B

Ho: No existe interacción entre el factor concentración de hormona y procedencia de estacas para el enraizamiento.

Ha: Existe interacción entre el factor concentración de hormona y procedencia de estacas para el enraizamiento.

En el Anexo 1 se muestra la matriz de consistencia, en ella se resume los problemas, objetivos, hipótesis, variables, dimensión e indicadores.

VI. METODOLOGÍA

6.1. Zona de estudio

6.1.1. Localización geográfica

La parte experimental de esta investigación se llevó a cabo en el vivero forestal y en el laboratorio de suelos los cuales quedan ubicados en la EEA Santa Ana (Figura 3) que se encuentra en el distrito de El Tambo de la provincia de Huancayo en la región Junín. Su dirección legal es la Carretera Saños Grande / Hualahoyo Km. 8 Fundo. Santa Ana. El ámbito de acción de esta EEA abarca a las regiones de Junín, Pasco, Huánuco y Huancavelica. Geográficamente se ubica entre las coordenadas: Latitud sur: 12°0'50.88"S, longitud oeste 75°13'11.82"O a unos 3 390 m.s.n.m.

6.1.2. Clima

El distrito de El Tambo, Huancayo se caracteriza porque posee un clima templado y cálido, la temperatura fluctúa entre los 7 °C a 18 °C , con una temperatura media anual de 12 °C, precipitaciones promedio de 622 mm. y la humedad es muy baja calificándolo como seco (Senamhi, 2018).

**MAPA DE LA UBICACIÓN DEL ESTUDIO
(EEA SANTA ANA, HUANCAYO)**



**MAPA DE LA UBICACIÓN DEL ESTUDIO
(EEA SANTA ANA, HUANCAYO)**

Autor: Sandy Brillith Lizana Rojas
Datum: WGS 84
Fecha: 12/11/18
Escala: 1:50000

0 0.004750.0095 0.019 Kilómetros

LEYENDA
■ Laboratorio de suelos
■ Vivero Forestal
— Curvas

Figura 3. Mapa de ubicación de la zona de estudio.
Fuente: Elaboración propia

6.2. Materiales

6.2.1. Material vegetativo

- 60 estacas de *Polylepis* spp. procedentes de Masajcancha.
- 60 estacas de *Polylepis* spp. procedentes de Tarma.
- 60 estacas de *Polylepis* spp. procedentes de Cusco.
- 60 estacas de *Polylepis* spp. procedentes de Concepción.

6.2.2. Materiales para acondicionamiento de la cámara

- 10 m plástico # 5
- 3 maderas
- 12 listones de madera
- 2 palas
- 2 carretillas
- 14 m malla raschell
- 1kg de clavos de 0,5, 1 y 3 pulgadas
- 1 caja de tachuelas
- 4 bisagras
- 1 balde de pintura blanca
- 1 brocha
- 4 carretillas de arena gruesa (2 a 5,5 mm)
- 6 carretillas de grava
- 4 carretillas de piedras pequeñas (2 cm)
- 4 carretillas de piedras medianas (6 cm)
- 2 carretillas de piedras grandes (10 cm)
- 72 paletas para codificación de tratamientos

6.2.3. Materiales para preparación de hormona

- 3 frascos con tapa (100ml)
- 1 probeta (100 ml)
- Algodón
- 3 rollos de papel toalla
- 1g de hormona AIB (Merck)
- 1 balanza analítica
- Refrigerador
- Masking tape
- Alcohol 96°
- Guantes quirúrgicos
- Mascarilla
- Cuchara

6.2.4. Materiales de campo para colecta

- Cuaderno de campo
- Cámara fotográfica
- 2 Cooler
- Botella con dispersor
- Plumón indeleble
- Rafia
- Tijera de podar

6.2.5. Materiales para la instalación de estacas

- Vernier
- Regla (30 cm)
- Plumón indeleble
- Etiquetas
- Tijera de podar
- Tablero
- Fichas
- 6 tinas
- 2 papel toalla
- Alcohol 96°
- 3m Malla raschell

6.2.6. Equipos para instalación de estacas

- 2 termohigrómetros

6.2.7. Reactivos para instalación de estacas

- Cupravit

6.2.8. Equipos para análisis de resultados

- Laptop (Hp)

6.3. Metodología

6.3.1. Tipo y enfoque de la investigación

Este trabajo de investigación tiene enfoque mixto, es decir, se recogerán, indagarán y evaluarán datos cuantitativos como: número y longitud de raíces, número de callos, longitud y diámetro de estaca, número de brotes, número de folíolos y cualitativos como: estado de vigor de estaca (muerta, presencia de hojas amarillas, rojas o secas, rebrote).

Las evaluaciones serán tanto de manera periódica como algunas características serán percibidas al finalizar la experimentación y evaluar la capacidad de enraizamiento de estacas en cámaras de sub-irrigación.

El tipo de investigación es de carácter experimental, procura un control estricto y realista a la vez, de las condiciones en las cuales se desarrolla la investigación con el fin de probar su aplicabilidad en el futuro, a partir de los posibles resultados.

6.3.2. Alcances y limitaciones de la investigación

Esta investigación posee un alcance correlacional porque busca identificar la correlación de las variables y comparar los diferentes tratamientos para que el que muestre mejores resultados de enraizamiento, se replicado en otros estudios o proyectos.

Además, se limita a recomendar un procedimiento adecuado para lograr una formación exitosa de raíces en las especies seleccionadas, otras fases como la aclimatación y el desarrollo corresponden a etapas posteriores a esta propuesta y que deben ser evaluadas en su momento, por lo que el producto de este proyecto se limita al establecimiento de tratamientos con la

combinación de variables para lograr formación de raíces adventicias a través de la experimentación.

Las limitaciones que se prevé pueden influir en el logro de los objetivos son:

- La influencia de factores externos al experimento en la formación exitosa de raíces en las estacas, tales como: Factores genéticos.
- La dificultad y velocidad de enraizamiento que aún no están determinadas para esta especie.
- La localización y cantidad efectiva en el campo de árboles progenitores fenotípicamente deseables, por lo que el material vegetal a evaluar se obtendría de plántones de diferentes procedencias del vivero de la EEA Santa Ana.
- La ausencia de ensayos previos con información de esta especie y método a usar.
- La incidencia de agentes patógenos que puedan alterar la ejecución del experimento.

6.3.3. Diseño experimental

El diseño experimental utilizado fue un diseño completamente al azar, con arreglo factorial 4 x 4 (4 procedencias y 4 concentraciones de hormona AIB), con 16 tratamientos y 3 repeticiones por tratamiento y 5 estacas por unidad muestral. En la Tabla 5, se muestra las características de cada tratamiento.

- Especificaciones del diseño experimental

Se contó con 240 estacas de *Polylepis* además de 60 estacas de aliso que fueron testigo de la funcionalidad de la cámara de sub-irrigación.

- Factores y sus niveles

Factor A (Procedencia):

Masajcancha: a1

Tarma: a2

Cusco: a3

Concepción: a4

Factor B (Concentración hormonal):

0 ppm: b0

1000 ppm: b1

3000 ppm: b2

5000 ppm: b3

Tabla 5.

Tratamientos de la experimentación, con respecto a la procedencia y concentración de hormona AIB.

Tratamiento	Código	Procedencia	Concentración hormonal
T1	a1b0	Masajcancha	0 ppm
T2	a1b1	Masajcancha	1000 ppm
T3	a1b2	Masajcancha	3000 ppm
T4	a1b3	Masajcancha	5000 ppm
T5	a2b0	Tarma	0 ppm
T6	a2b1	Tarma	1000 ppm
T7	a2b2	Tarma	3000 ppm
T8	a2b3	Tarma	5000 ppm
T9	a3b0	Cusco	0 ppm
T10	a3b1	Cusco	1000 ppm
T11	a3b2	Cusco	3000 ppm
T12	a3b3	Cusco	5000 ppm
T13	a4b0	Concepción	0 ppm
T14	a4b1	Concepción	1000 ppm
T15	a4b2	Concepción	3000 ppm
T16	a4b3	Concepción	5000

Fuente: Elaboración propia.

El diseño de investigación es expresado mediante la ecuación lineal en los parámetros de la siguiente manera:

$$Y_{ijkl} = \mu + S_j + E_k + CI + P_jE_k + \epsilon_{ijkl}$$

Donde:

μ = promedio general

S_j = efecto del j-ésimo factor A (procedencia)

E_k = efecto del k-ésimo factor B (concentración hormonal AIB)

P_jE_k = efecto de la interacción del factor A x B

ϵ_{ijkl} = error experimental

6.3.4. Establecimiento del experimento

En el Anexo 2 se muestra un esquema que resumen todos los procesos a desarrollar para la instalación del experimento los mismos que se detallan a continuación:

- Acondicionamiento de la cámara de sub-irrigación

Las cámaras fueron construidas siguiendo el diseño de Howland (1975), modificado por Leakey y Logman (1988), con nuevas variaciones realizadas por las experiencias de CATIE Leakey et al. (1990) y Soudre (2010).

El armazón de este propagador fue construido por listones de madera de 3 m, 1 m y 0,5 m de longitud que luego se forró el interior totalmente con plástico transparente N° 5 (Figura 4), con la finalidad de hacerlo impermeable y así facilitar el ingreso de luz hacia las estaquillas; además, los listones fueron pintados con pintura blanca de esmalte de tal manera, se logró la impermeabilidad de esta y la retención de la humedad relativa.



Figura 4. Construcción de la cámara de sub-irrigación: (a y b) Armazón de la cámara, (c) Pintado de la cámara y (d) Forrado de la cámara.

Fuente: Elaboración propia.

- Tamizado, lavado y desinfección de sustratos

El sustrato (arena) tuvo que ser previamente tamizado, lavado y finalmente esterilizado a través del método de agua hervida durante 1 hora y se dejó orear (Piñuela, Guerra y Pérez-Sánchez, 2013), de tal manera evitar la contaminación por agentes externos. Asimismo, las piedras fueron lavadas y rociadas con agua hervida, de dicha forma, desinfectarlas también (Figura 5).



Figura 5. Acondicionamiento de los sustratos: (a) Tamizado de arena, (b) Separación de piedras, (c) Lavado de sustratos, (d) Desinfección de arena y (e) Desinfección de piedras.

Fuente: Elaboración propia.

- Llenado de la cámara de sub-irrigación

Con la cámara construida, se procedió a colocar una primera capa de arena (Figura 6a) de 1 - 2 cm de espesor que servirá de colchón y evitará la ruptura del plástico por fricción con las piedras.

Sobre ella, se acomodó una capa compuesta de piedras grandes de 10 cm de diámetro (Figura 6b), la siguiente capa estuvo conformada por piedras medianas de 6 cm de diámetro, seguido de piedras pequeñas de 2 cm de diámetro (Figura 6c), encima de esta capa se llegó a colocar grava (Figura 6d) y los últimos 7 cm, se llenaron con el sustrato: arena gruesa (Figura 6e).

Concluido dichos procedimientos, se prosiguió a agregar 80 litros de agua a través de un tubo que fue colocado en una esquina de la cámara. Concluido dicho procedimiento, se cerró la cámara (Figura 6f)

La cámara de sub-irrigación fue protegida por un techo compuesto por 4 capas de malla raschell de 50 % de sombreado.

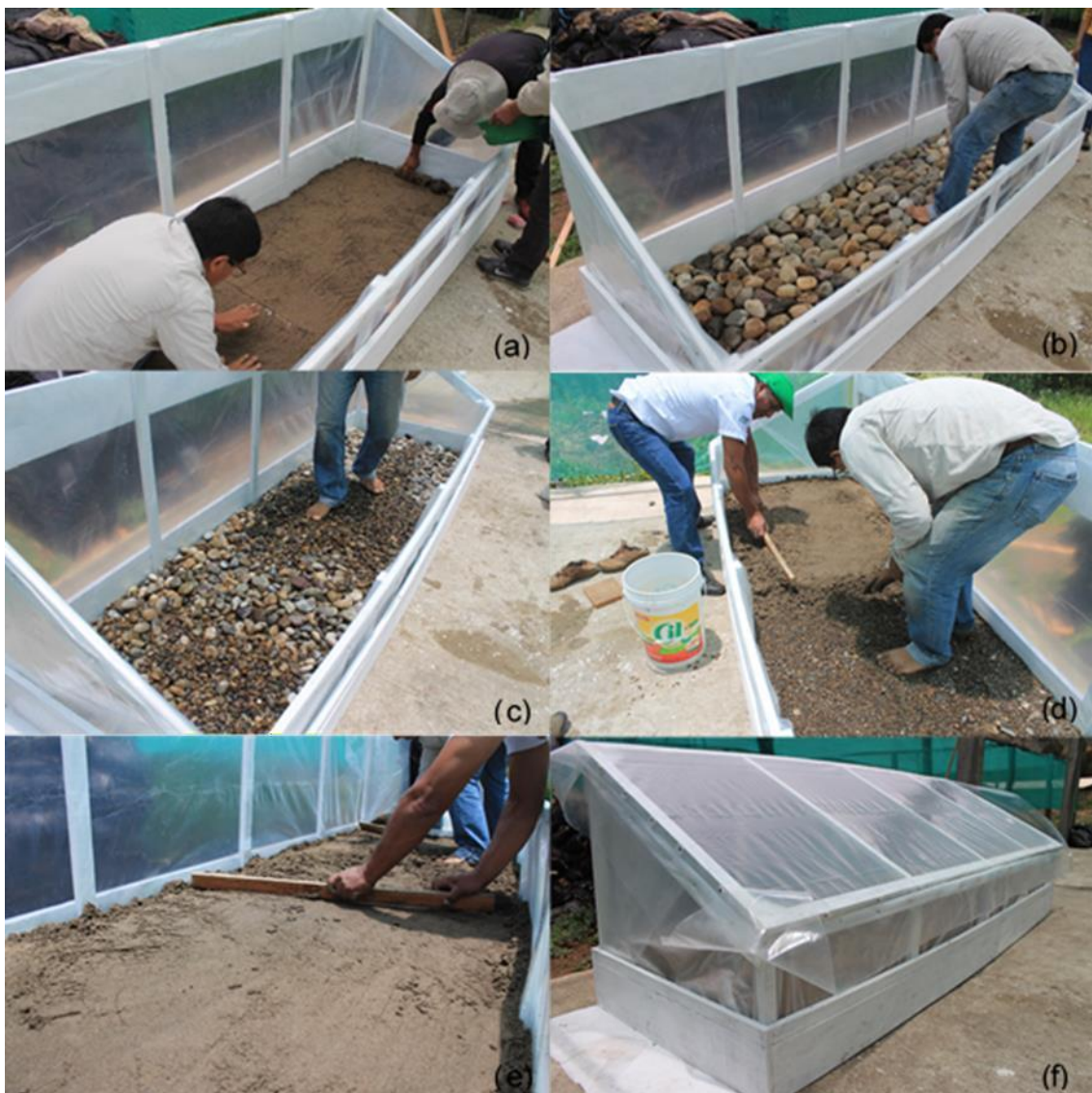


Figura 6. Llenado de la cámara: (a) Primera capa de arena, (b) Capa de piedras grandes, (c) Capa de piedras medianas y chicas, (d) Capa de grava, (e) Capa de arena y (f) Cámara lista.

Fuente: Elaboración propia.

- Preparación de los tratamientos hormonales

La preparación de los tratamientos hormonales se llevó a cabo en el Laboratorio de suelos de la EEA Santa Ana. Para esta investigación se usó el método de inmersión rápida, por lo cual, la disolución hormonal se hizo solo en alcohol. Siguiendo los protocolos de desinfección de materiales, con alcohol y papel toalla (Figura 7a), luego se procedió a llenar cada frasco con 100 ml de alcohol 96°, en el primer frasco se añadió 0,1 g de hormona AIB (Figura 7b), para el siguiente tratamiento, se colocó 0,3 g de AIB y finalmente 0,5 g de AIB, estos fueron rotulados como: 1000 ppm, 3000 ppm y 5000 ppm (Figura 7c) las concentraciones son de rango amplio puesto que es uno de los primeros ensayos que se hace para conseguir la óptima (Mesén, 1988).

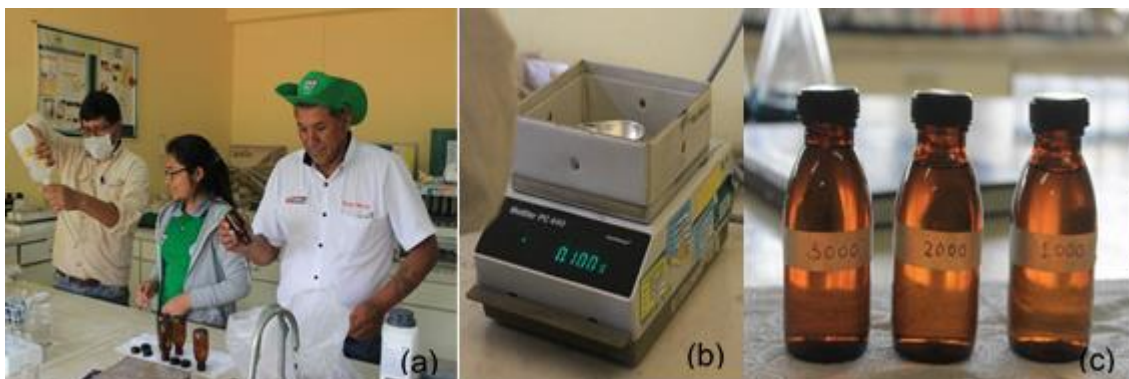


Figura 7. Preparación de tratamientos hormonales: (a) Desinfección de materiales, (b) Pesado de hormona AIB y (c) Rotulado de tratamientos.

Fuente: Elaboración propia.

- Colecta de material vegetativo

Se trabajó con estacas de 4 procedencias distintas: a1 = Masajcancha, a2 = Tarma, a3 = Cusco y a4 = Concepción. Por lo tanto, la colecta se llevó a cabo la segunda semana de noviembre en horas de la mañana para las estacas de procedencia a1, las mismas que se conservaron en un cooler, mientras que las

estacas de las demás procedencias fueron colectadas del vivero de la EEA Santa Ana y para la procedencia a4 se compró plantones de un vivero en Concepción.

- Descripción del árbol progenitor

Para tener una base de datos de las características fenotípicas, así como las condiciones de procedencia del material vegetal, se tomó nota de datos sobre: Procedencia, edad, rectitud de fuste, altura de brote, condiciones a las que estuvo expuesta.

- Toma de muestras

Se extrajeron estacas a partir de los brotes juveniles, los mismos que debían presentar características como: Tipo de estaca: tiernos, posición de estaca: apicales y medios, edad de árboles: juveniles, además debían nacer del fuste o rama principal (Figura 8).

Para la procedencia a1 (Masajcancha), se cogió brotes (apicales y medios con respecto a la rama) aproximadamente de 6 meses, los cuales estuvieron expuestos a luz plena.

Para la procedencia a2 y a3 (Tarma y Cusco, respectivamente) se extrajeron los brotes a partir de los segmentos apicales de los plantones juveniles que estaban en el vivero de la EEA Santa Ana.

Para la procedencia a4 (Concepción), los plantones de 7 meses fueron adquiridos del Vivero Santo Domingo ubicado en Concepción, a partir de estos se extrajeron los brotes apicales y medios.



Figura 8. Toma de muestras: (a) Brotes de *Polylophis*, (b) Selección de mejores brotes y (c) Brotes de Aliso.

Fuente: Elaboración propia.

- Preparación de estacas

Para la preparación de las estacas, primero se desinfectó la mesa y materiales de trabajo (tijeras, bisturí, reglas, vernier, bandejas, depósitos) con alcohol 96° y papel toalla y se utilizó guantes para su manipulación.

- Medición de diámetro y longitud

Para la preparación de las estaquillas, los brotes extraídos de cada procedencia (Figura 9) fueron cortados y dimensionados en segmentos de 8 cm (promedio de longitud) también se le realizó recortes en el área foliar, dejando un promedio de 17 cm² y el diámetro de las estacas se mantuvieron dentro del rango 0,2 – 0,5 cm (Figura 10).

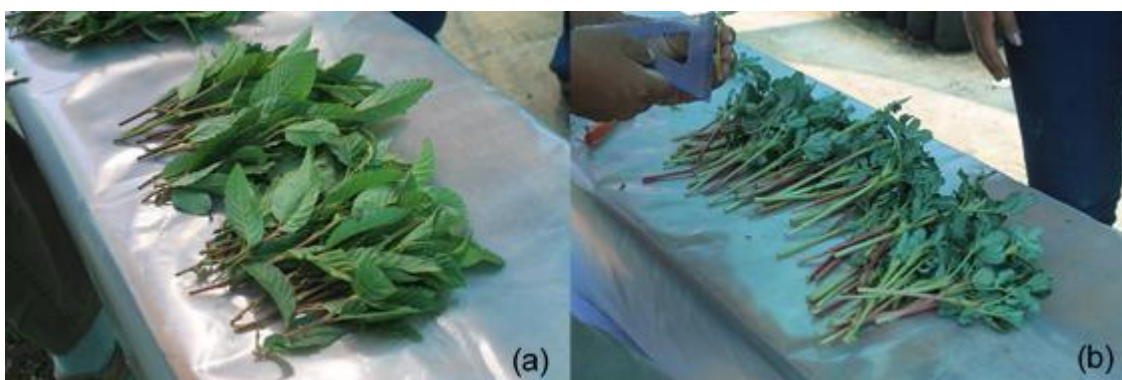


Figura 9. Brotes colectados: (a) Brotes de Aliso y (b) Brotes de *Polylophis*.

Fuente: Elaboración propia.

-



Figura 10. Medición de estacas: (a) Toma de diámetro y (b) Recorte del área foliar.

Fuente: Elaboración propia.

- Desinfección de estacas

Se procedió a la desinfección de estacas con fungicida Cupravit a una concentración de 1 g/L de agua (Figura 11a), el material vegetal fue sumergido por 30 minutos (Figura 11b) y luego pasó al sistema de oreado (Figura 11c).

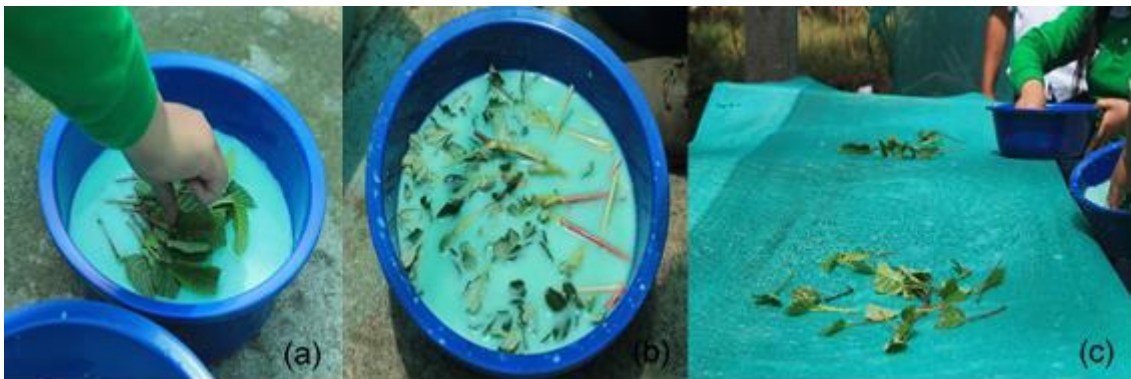


Figura 11. Desinfección de estacas: (a) Sumersión en fungicida, (b) Reposo y (c) Sistema de oreado.

Fuente: Elaboración propia.

- Oreado de estacas

El sistema de oreado estuvo compuesto por una malla raschell previamente desinfectada, cuando las estacas mostraban signos de estar completamente secas (pérdida del brillo) estaban listas para la aplicación de la hormona y posteriormente a instalarse en la cámara de sub-irrigación.

- Aplicación de hormona AIB

Se utilizó el método de inmersión rápida de Mesén, (1998) para la aplicación de la hormona que consistió básicamente en la inmersión de las bases de las estacas en las diferentes concentraciones de hormona AIB, dejándolas ahí durante 5 segundos (Figura 12). Transcurrido ello, se procedió a ventilarlas por 3 minutos así asegurar que todo el alcohol se haya sido evaporado.



Figura 12. Inmersión de estaca en hormona AIB.
Fuente: Elaboración propia.

- Instalación de estacas en la cámara de sub-irrigación

Se colocaron las estacas en el propagador (cámara de sub-irrigación), de acuerdo con el orden y distribución de tratamientos que se muestra en el Anexo 3 (Figura 13a), a una profundidad de siembra de 1,5 cm y ligeramente inclinados a 75° (Figura 13b y 13c). La cámara queda lista (Figura 14)

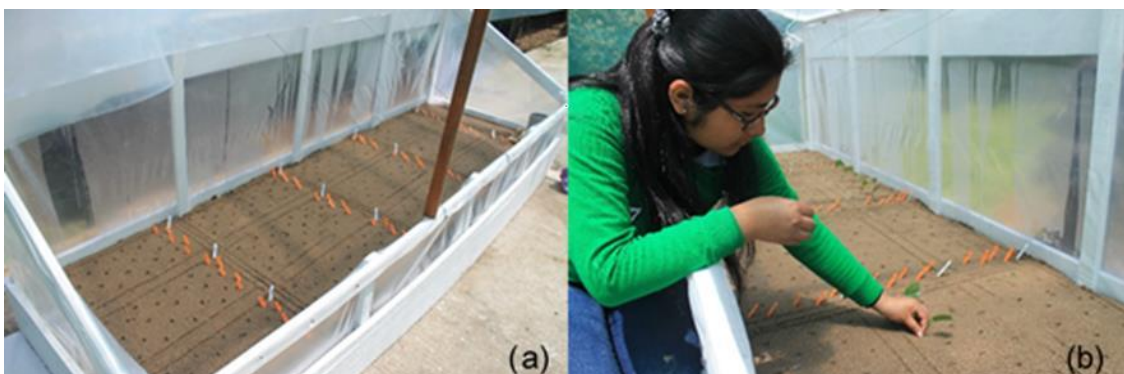


Figura 13. Instalación del ensayo: (a) Distribución de tratamientos, (b) Siembra de estaca.

Fuente: Elaboración propia.



Figura 14. Cámara instalada.

Fuente: Elaboración propia.

- Manejo

a. Control meteorológico

Se llevó a cabo a través del monitoreo diario en cinco horas definidas (8:00 am, 10:00 am, 12:00 pm, 2:00 pm y 4:00 pm) se evaluó la humedad relativa interna y externa, así también, las temperaturas interna y externa, ello, con la ayuda de un termohigrómetro (Coolbox) que fue colocado dentro y otro fuera del propagador (Figura 15).



Figura 15. Termohigrómetros para el control meteorológico.

Fuente: Elaboración propia.

Los datos fueron anotados en la ficha que se muestra en el Anexo 4. Además, estos datos sirvieron para verificar las condiciones favorables del sistema y si era o no necesario el riego.

- Riego

Se hizo el riego con ayuda de un aspersor, en días de alta temperatura y cuando se observaba que la humedad interna estaba por debajo del 30 %.

- Evaluación Intermedia

Se preparó una cartilla de ayuda (Figura 16) para calificar el estado de vigor temporal de las hojas de cada estaca y de acuerdo con las observaciones de los síntomas, se anotaron la presencia de rebrote, hojas amarillas, hojas rojas, hojas secas o totalmente secas (muertas), Esta evaluación se desarrolló semanalmente (Anexo 5).





Síntoma	Grado de importancia	Conceptualización	Foto
Totalmente seca (Muerte)	5	Caída de hojas y/o folíolos de la estaca (Defoliación completa), producida por enfermedad, influjo atmosférico o por agentes químicos.	
Hojas secas	4	Estacas cuyas hojas han perdido la turgencia y pierden color volviéndose de marrón a pardo.	
Hojas rojas	3	Estacas que muestran el cambio de color verde a rojas, coloración que empieza desde la nervadura hacia el borde de las hojas.	
Hojas amarillas	2	Estacas que han perdido clorofila y que a raíz de ello, tienden a cambiar de color verde a amarillo y seguido a ello a secarse.	
Rebrote	1	Aparición de nuevos folíolos en la estaca.	

Figura 16. Cartilla de evaluación de vigor de estaca.

Fuente: Elaboración propia.

- Evaluación Final

La evaluación final se llevó a cabo en el segundo mes de instalado el experimento, los datos fueron colocados en una ficha que se muestra en el Anexo 6 y el proceso de dicha evaluación se muestra en el Anexo 7.

Las variables que se evaluaron fueron las siguientes:

a. Porcentaje de sobrevivencia

Se contó el número de estacas que sobrevivieron al final de la investigación en base al total de unidades experimentales por tratamiento y repetición. El cálculo se halló a través de la siguiente fórmula:

$$\%S = \frac{NEV}{NET} \times 100$$

%S = Porcentaje de Sobrevivencia

NEV= Número de Estacas Vivas

NET= Número de Estacas Totales

b. Porcentaje de enraizamiento

Se realizó, al final del experimento, contándose el número de estacas que lograron enraizar entre el total de estacas por tratamiento y repetición, considerándose raíz las estacas que la obtuvieron a partir de una longitud mayor a 1 mm. El cálculo se halló a través de la siguiente fórmula:

$$\%E = \frac{NER}{NET} \times 100$$

%E = Porcentaje de Enraizamiento

NER= Número de Estacas con Raíz

NET= Número de Estacas Totales

c. Número de raíces

Se evaluó contándose el número de raíces por estacas en base al total de unidades experimentales por tratamiento y repetición.

d. Longitud de raíces

Luego de verificar las estacas que lograron enraizar, se procedió a medir la longitud (mm) de la raíz más grande y la más corta de cada una de las estacas.

e. Porcentaje de callosidad

Esta evaluación consistió en contar el número de estacas con formación de callo (presencia de hinchamiento, cicatrices, agrietamientos, protuberancias menores a 1 mm en la parte basal de la estaca), así como las que se hallen vivas o secas en base al total de unidad experimental por tratamiento y repetición. El cálculo se hizo a través de la siguiente fórmula:

$$\%C = \frac{NEC}{NET} \times 100$$

%C = Porcentaje de Callosidad

NEC= Número de Estacas con Callos

NET= Número de Estacas Totales

f. Número de callos

Se evaluó contándose el número de callos por estacas en base al total de unidades experimentales por tratamiento y repetición.

g. Porcentaje de brotación

Se calculó al final del experimento y se refiere a la proporción de estacas con brotes aéreos en base al total de unidades experimentales por tratamiento y repetición, se consideró como brote aquella formación foliosa que alcance más de 1 mm de longitud. El cálculo se hizo a través de la siguiente fórmula:

$$%B = \frac{NEB}{NET} \times 100$$

%B = Porcentaje de Brotación

NEB= Número de Estacas con Brotes

NET= Número de Estacas Totales

h. Número de brotes

Se evaluó contándose el número de brotes por estacas en base al total de unidades experimentales por tratamiento y repetición.

i. Longitud de brotes

A las estacas que llegaron a formar brotes, en caso de las que obtuvieron barrios brotes, se procedió a medir la longitud (mm) del brote más grande y el más corto para promediarlos.

j. Vigor

Esta evaluación consistió en identificar y clasificar las estacas de acuerdo con las características físicas en las que se hallen, teniendo como indicadores: 5: Excelente, 4: Bueno, 3: Regular, 2: Malo, 1: Muy malo.

6.3.5. Análisis de datos

A partir de los resultados obtenidos en los diferentes tratamientos, se realizó tanto la prueba de normalidad, como la prueba de homocedasticidad, para poder determinar que los datos serán o no aptos para la ejecución de análisis de varianza.

Posteriormente, se realizó el análisis de varianzas para evaluar el porcentaje de prendimiento y otras variables que posiblemente influyeron en él, así también, la prueba de Tukey, para evaluar la significancia de las diferencias entre niveles de cada factor y tratamientos. Los datos se almacenaron y analizaron en el software SPSS v.25.

VII. RESULTADOS

Este estudio se evaluó la capacidad de enraizamiento de estacas de *Polylepis* spp. de diferentes procedencias y concentraciones hormonales de AIB en cámara de sub-irrigación, Huancayo. A continuación, se detallan los resultados obtenidos durante los dos meses del desarrollo de la investigación.

7.1. Respuesta a las condiciones climáticas

7.1.1. Temperatura y humedad relativa en la cámara

En la Figura 17, se observan las variaciones de temperatura dentro de la cámara de sub-irrigación, evaluados durante las 8 semanas en que se desarrolló el estudio. Con el monitoreo diario se obtuvo una temperatura media de 21,14 °C, que fluctuó dentro del rango de 28,44 °C y 12,40 °C.

Se presentan ciertas fluctuaciones térmicas en el propagador de sub-irrigación a pesar de ello se logró mantener la temperatura interna dentro del rango normal para el enraizamiento de esta especie forestal.

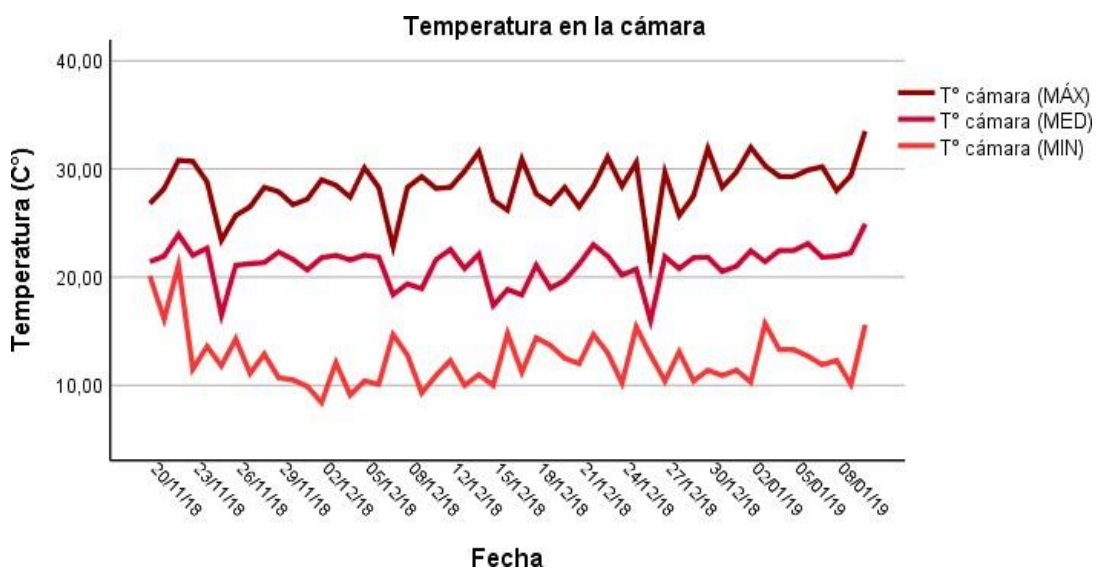


Figura 17. Fluctuaciones de la temperatura en la cámara de sub-irrigación. Fuente: Elaboración propia.

Con respecto a la humedad relativa (%), las variaciones obtenidas tras el monitoreo en el periodo de tiempo anteriormente mencionado se pueden apreciar en la Figura 18. El porcentaje de la humedad promedio en la cámara fue de 47,53 %, cuyos promedios de los valores máximos y mínimos fueron de 79,13 % y 28,96 %, respectivamente.

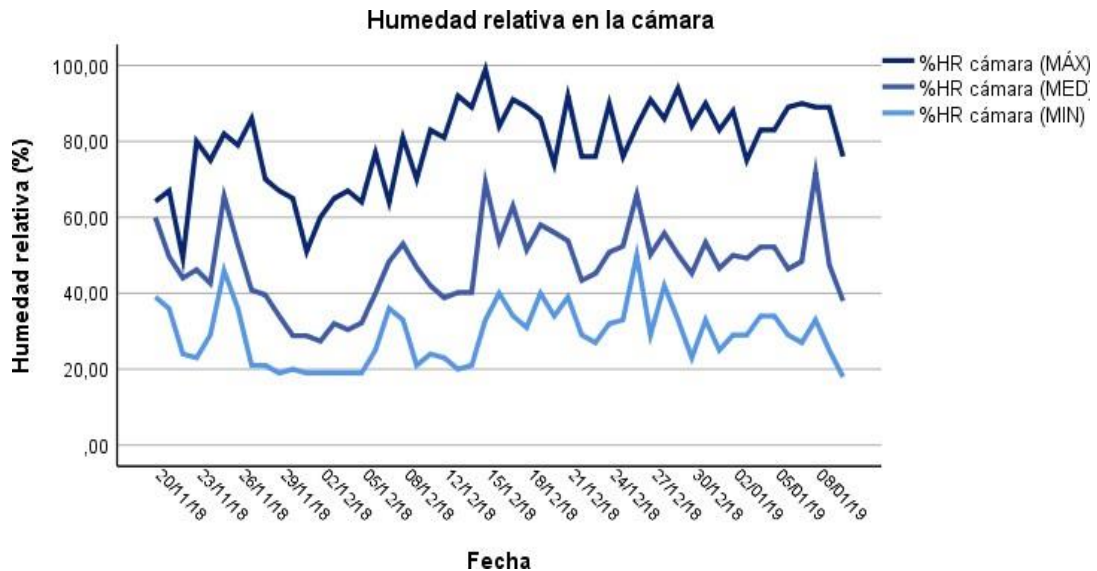


Figura 18. Fluctuaciones de la humedad relativa en la cámara de sub-irrigación. Fuente: Elaboración propia.

7.1.2. Temperatura y humedad relativa ambiental

Se pudo monitorear a su vez, las condiciones ambientales, en la Figura 19, se aprecia las variaciones de temperatura, donde la temperatura promedio fue de 17,64 °C, mientras que la temperatura promedio de los máximos fue de 24,32 °C y de los mínimos de 10,81 °C.

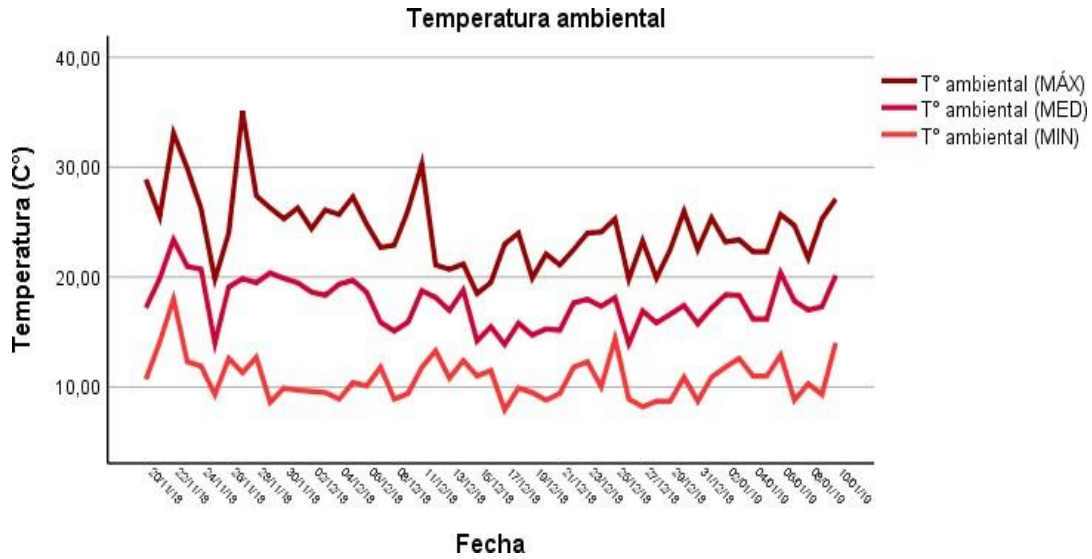


Figura 19. Fluctuaciones de la temperatura ambiental.

Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 20, se observan las variaciones de la humedad relativa (%) del ambiente. Los datos promedios normales fueron de 47,44 %, los promedios de los máximos alcanzaron 77,04 % y los mínimos fueron de 28,88 %.

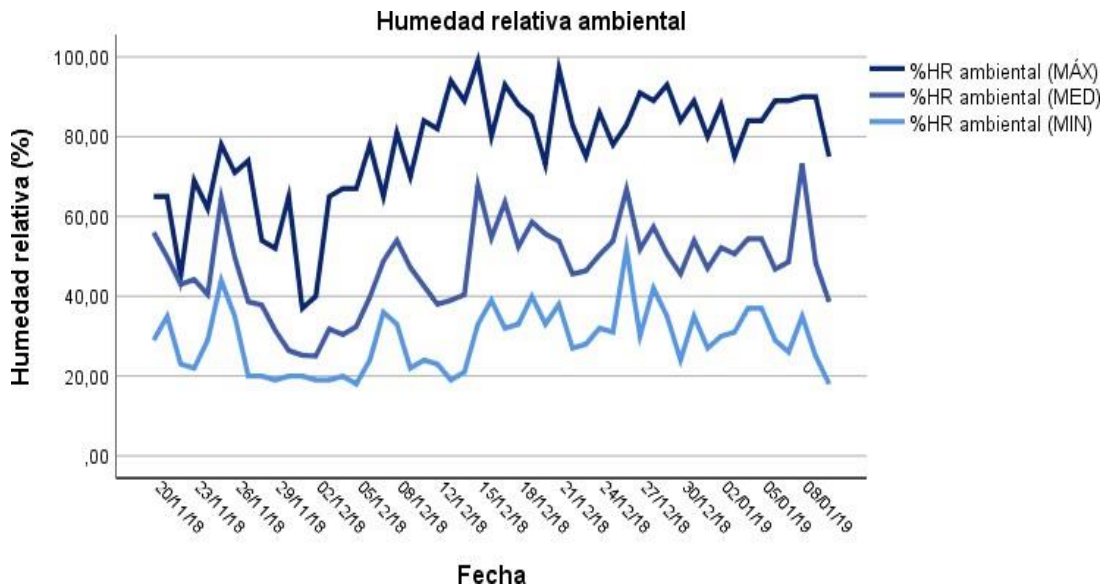


Figura 20. Fluctuaciones de la humedad relativa ambiental.

Fuente: Elaboración propia.

Se hizo el análisis inferencial y se observó que los datos registrados cumplen los supuestos de normalidad y homocedasticidad para las pruebas estadísticas paramétricas, además el nivel de confiabilidad de los resultados obtenidos es aceptable.

En la Tabla 6, se resume el análisis de varianza de los factores y tratamientos para todas las variables a los 2 meses de instalado el experimento de propagación vegetativa del *Polylepis* spp. en cámara de sub-irrigación.

Tabla 6.

Resumen del análisis de varianza de los factores y tratamientos para las variables.

Factor	Sobrevivencia	Enraizamiento	Callosidad	Brotamiento	N° de raíces	Long. Raíz (mm)	N° de callos	N° de brotes	Long. Brotes (mm)	Vigor de estacas
Procedencia	<0,0001*	<0,0001*	0,0174*	<0,0001*	<0,0001*	<0,0001*	0,0423*	<0,0001*	0,0002*	<0,0001*
Concentración hormonal AIB	<0,0001*	<0,0001*	<0,0001*	<0,0001*	<0,0001*	<0,0001*	0,0102*	<0,0001*	<0,0001*	<0,0001*
Procedencia * concentración hormonal AIB	0,6658 ^{ns}	0,7123 ^{ns}	0,0020*	0,0019*	0,3276 ^{ns}	0,3055 ^{ns}	0,1211 ^{ns}	0,0007*	0,0726 ^{ns}	0,112 ^{ns}

* significativo ($p < 0,05$), ns: no significativo

Fuente: Elaboración propia.

Asimismo, en las Tablas 7 y 8 se resumen los resultados de la prueba de Comparación de Medias de Tukey ($p < 0,05$) de los factores y tratamientos a los 2 meses de instaladas las estacas de *Polylepis* spp. en la cámara de sub-irrigación.

Resumen de la prueba Comparación de Medias de Tukey para los factores.

Procedencia	Sobrevivencia	Enraizamiento	Callosidad	Brotamiento	N° de Raíces	Long. Raíz (mm)	N° de callos	N° de brotes	Long. Brotes (mm)	Vigor de estacas
Masajcancha	68% a	68% a	25% a	17% a	7,07 a	19,42 b	0,78 ab	0,18 a	6,84 ab	2,82 a
Tarma	67% a	67% a	20% ab	22% a	11,02 a	26,30 b	0,67 ab	0,22 a	14,78 a	2,98 a
Cusco	30% b	23% b	25% a	2% b	2,97 b	14,84 b	0,92 a	0,02 b	0,58 b	1,82 b
Concepción	68% a	68% a	7% a	3% b	9,77 a	48,63 a	0,13 b	0,03 b	2,90 b	2,53 a

Concentración hormonal AIB	Sobrevivencia	Enraizamiento	Callosidad	Brotamiento	N° de Raíces	Long. Raíz (mm)	N° de callos	N° de brotes	Long. Brotes (mm)	Vigor de estacas
0 ppm	90% a	83% a	38% a	27% a	10,58 a	46,28 a	1,22 a	0,28 a	15,36 a	3,40 a
1000 ppm	65% b	65% a	12% b	13% b	10,90 a	33,06 ab	0,40 b	0,13 b	8,33 ab	2,90 a
3000 ppm	40% c	40% b	10% b	3% bc	5,98 b	19,08 bc	0,33 b	0,03 b	1,42 b	1,97 b
5000 ppm	38% c	38% b	17% b	0% c	3,35 b	10,78 c	0,55 ab	0,00 b	0,00 b	1,88 b

Valores promedio en una misma columna seguida por diferente letra, indican diferencias significativas ($p < 0,05$) entre ellas.

Fuente: Elaboración propia.

Resumen de la prueba de Comparación de Medias de Tukey para los tratamientos.

Factor A * B	Procedencia	Concentración hormonal AIB	Sobrevivencia	Enraizamiento	Callosidad	Brotamiento	N° de Raíces	Long Raíz (mm)	N° de callos	N° de brotes	Long. Brotes (mm)	Vigor de estaca
T1	Masajcancha	0 ppm	100% a	87% ab	20% b	53% a	11,93 abc	29,53 bc	1,33 ab	0,60 a	19,03 ab	3,13 abcd
T2	Masajcancha	1000 ppm	80% ab	80% ab	33% ab	13% bc	10,07 abcd	27,80 bc	0,80 ab	0,13 bc	8,33 ab	3,13 abcd
T3	Masajcancha	3000 ppm	47% abc	47% abc	27% b	0% c	4,07 abcd	6,53 c	0,73 ab	0,00 c	0,00 b	2,47 bcde
T4	Masajcancha	5000ppm	47% abc	60% abc	20% b	0% c	2,20 bcd	13,80 bc	0,27 b	0,00 c	0,00 b	2,53 abcde
T5	Tarma	0 ppm	100% a	100% a	33% ab	40% ab	12,60 ab	42,00 bc	0,67 ab	0,40 ab	30,80 a	4,20 a
T6	Tarma	1000 ppm	80% ab	80% ab	13% b	33% abc	14,87 a	35,77 bc	0,80 ab	0,33 abc	22,67 ab	3,87 ab
T7	Tarma	3000 ppm	53% abc	53% abc	7% b	13% bc	13,00 ab	20,23 bc	0,07 b	0,13 bc	5,67 b	2,27 bcde
T8	Tarma	5000ppm	33% bc	33% bc	27% b	0% c	3,60 bcd	7,20 c	1,13 ab	0,00 c	0,00 b	1,60 cde
T9	Cusco	0 ppm	67% abc	53% abc	73% a	0% c	6,53 abcd	29,03 bc	2,33 a	0,00 c	0,00 b	3,07 abcd
T10	Cusco	1000 ppm	20% c	20% c	0% b	7% bc	4,00 abcd	17,00 bc	0,00 b	0,07 bc	2,33 b	1,53 cde
T11	Cusco	3000 ppm	13% c	13% c	7% b	0% c	0,27 d	11,30 bc	0,53 ab	0,00 c	0,00 b	1,20 e
T12	Cusco	5000ppm	20% c	7% c	20% b	0% c	1,07 cd	2,03 c	0,80 ab	0,00 c	0,00 b	1,47 de
T13	Concepción	0 ppm	93% a	93% a	27% b	13% bc	11,27 abc	84,57 a	0,53 ab	0,13 bc	11,60 ab	3,20 abc
T14	Concepción	1000 ppm	80% ab	80% ab	0% b	0% c	14,67 a	51,67 ab	0,00 b	0,00 c	0,00 b	3,07 abcd
T15	Concepción	3000 ppm	47% abc	47% abc	0% b	0% c	6,60 abcd	38,23 bc	0,00 b	0,00 c	0,00 b	1,93 bcde
T16	Concepción	5000ppm	53% abc	53% abc	0% b	0% c	6,53 abcd	20,07 bc	0,00 b	0,00 c	0,00 b	1,93 bcde

Valores promedio en una misma columna seguida por diferente letra, indican diferencias significativas ($p < 0,05$) entre ellas.

Fuente: Elaboración propia.

7.2.1. Porcentaje de sobrevivencia

En la Tabla 9 se muestra los resultados del análisis de varianza se evaluó la influencia de los factores y tratamientos en el porcentaje de sobrevivencia de estacas de *Polylepis* spp. en cámara de sub-irrigación.

Tabla 9.

Análisis de varianza para el porcentaje de sobrevivencia de estacas de Polylepis spp. en cámara de sub-irrigación.

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	18,333 ^a	15	1,222	6,844	0,000
Intersección	81,667	1	81,667	457,333	0,000
Procedencia	6,433	3	2,144	12,009	0,000
Concentración de AIB	10,700	3	3,567	19,973	0,000
Procedencia *					
Concentración de AIB	1,200	9	0,133	0,747	0,666
Error	40,000	224	0,179		
Total	140,000	240			
Total corregido	58,333	239			

Significativo ($p < 0,05$)

Fuente: Elaboración propia.

Se detectó significancia estadística ($p < 0,05$) para el factor A (Procedencia) al igual que para el factor B (Concentración hormonal AIB), mientras que la influencia de las interacciones A x B (tratamientos) mostraron ninguna significancia estadística al momento de la evaluación.

A cerca del Factor A, el análisis de varianza encuentra diferencias significativas entre las diferentes procedencias, en vista de esto se efectuó la Prueba de Medias de Tukey (5 %) que se observa en la Tabla 10.

Tabla 10.

Prueba de Comparación de Medias de Tukey para el porcentaje de Supervivencia en niveles del factor A.

Supervivencia					
	Procedencia	Código	N	Subconjuntos	
				b	a
HSD Tukey^{a,b}	Cusco	a3	60	0,30	
	Tarma	a2	60		0,67
	Concepción	a4	60		0,68
	Masajcancha	a1	60		0,68
	Sig.			1,000	0,996

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

Se basa en las medias observadas.

Fuente: Elaboración propia.

Al comparar el efecto de las procedencias en el porcentaje de supervivencia de estacas de *Polylepis* spp. se observan dos grupos entre los que existen diferencias significativas; un grupo formado por a1, a4 y a2 no existiendo diferencias estadísticamente significativas entre sí, que obtuvieron valores de supervivencia en promedio de 68 %, 68 % y 67 % respectivamente; siendo estadísticamente superiores al obtenido por la procedencia a3 con 30 % de supervivencia en promedio. La representación gráfica de los valores en promedio alcanzados se muestra en la Figura 21.

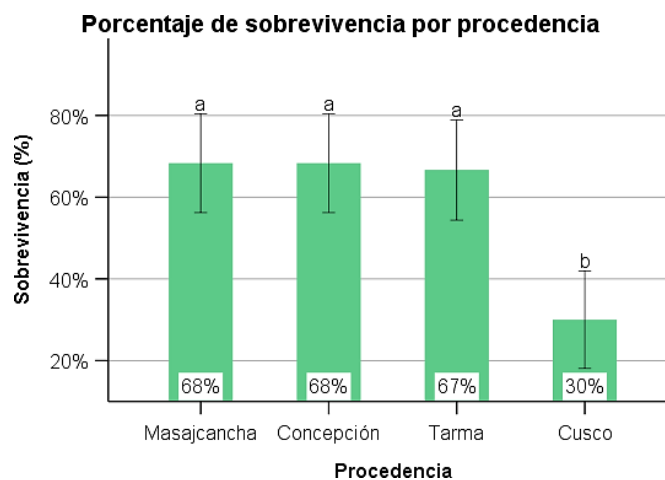


Figura 21. Porcentaje de supervivencia en estacas de Polylepis spp. por procedencia.

Fuente: Elaboración propia.

Para el factor B, el análisis de varianza indica que existen diferencias significativas entre las concentraciones de hormona AIB a la que fueron inmersas las estacas de *Polylepis* spp., con el propósito de comparar las medias, se realizó la Prueba de Tukey (5 %) que se muestra en la Tabla 11.

Tabla 11.

Prueba de Comparación de Medias de Tukey para el porcentaje de Supervivencia en niveles del factor B.

Supervivencia						
	Concentración de AIB	Código	N	Subconjuntos		
				c	b	a
HSD	5000 ppm	b3	60	0,38		
Tukey^{a,b}	3000 ppm	b2	60	0,40		
	1000 ppm	b1	60		0,65	
	0 ppm	b0	60			0,90
	Sig.			0,996	1,000	1,000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

Se basa en las medias observadas.

Fuente: Elaboración propia.

Tras hacer la comparación del efecto de las concentraciones de AIB en el porcentaje de supervivencia de estacas de *Polylepis* spp. se encuentran tres grupos muy diferenciados. El primer grupo formado por b0 con 90 % de supervivencia, un segundo grupo que contiene a la concentración b1 con 65 % y finalmente el grupo compuesto por b2 y b3 con 40 % y 38 % no existiendo diferencias estadísticamente significativas entre sí. Los valores en promedio alcanzados se muestran en la Figura 22.

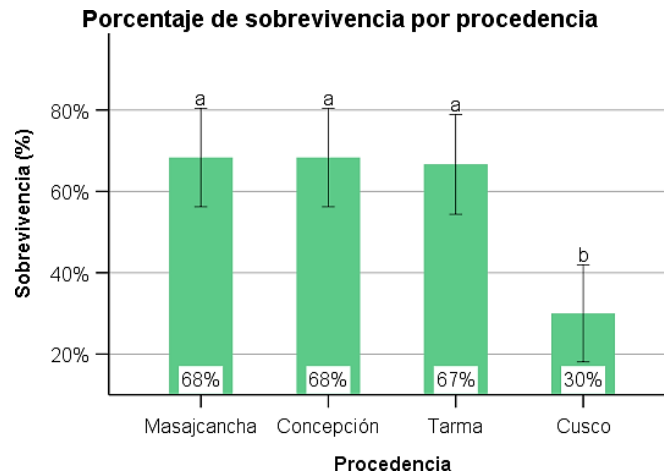


Figura 22. Porcentaje de sobrevivencia en estacas de *Polylepis* spp. por concentración de AIB.

Fuente: Elaboración propia.

Referente a la interacción de los factores A x B, el análisis de varianza prueba que no existen diferencias significativas entre los tratamientos, lo que indica que cada factor actúa de manera independiente. Sin embargo, en la Figura 23 se observa que los tratamientos T5 (a2b0), T1(a1b0) y T13 (a4b0) con 100 %, 100 % y 93 % respectivamente, presentan mayores porcentajes de sobrevivencia de estacas de *Polylepis* spp. en cámara de sub-irrigación con respecto a los demás tratamientos y los que menos porcentajes presentan son: T12 (a3b3), T10 (a3b1) y T11 (a3b2) con 20 %, 20 % y 13 % respectivamente.

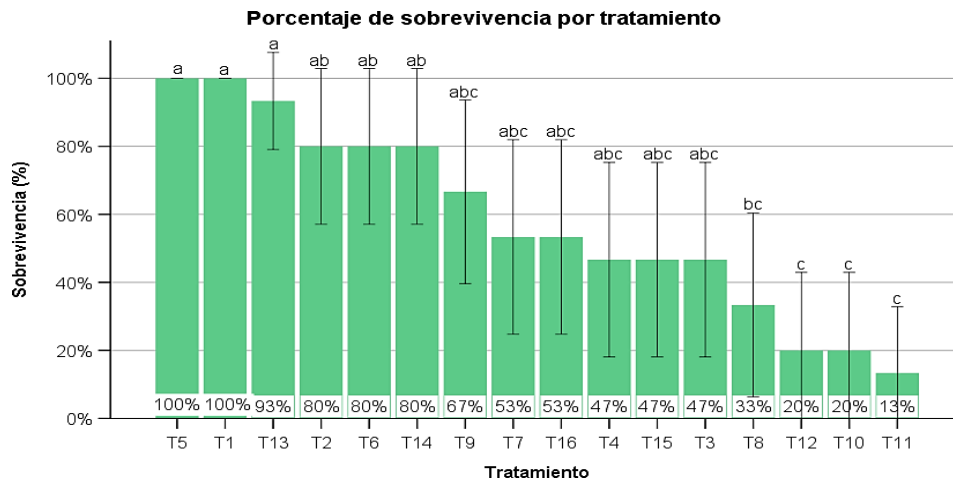


Figura 23. Porcentaje de sobrevivencia en estacas de *Polylepis* spp. por tratamiento.

Fuente: Elaboración propia.

7.2.2. Porcentaje de enraizamiento

En la Tabla 12 se muestra los resultados del análisis de varianza se evaluó la influencia de los factores y tratamientos en el porcentaje de enraizamiento de estacas de *Polylepis* spp. en cámara de sub-irrigación.

Tabla 12.

Análisis de varianza para el porcentaje de enraizamiento de estacas de *Polylepis* spp. en cámara de sub-irrigación.

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	18,400a	15	1,227	6,779	0,000
Intersección	77,067	1	77,067	425,895	0,000
Procedencia	8,900	3	2,967	16,395	0,000
Concentración de AIB	8,367	3	2,789	15,412	0,000
Procedencia *	1,133	9	0,126	0,696	0,712
Concentración de AIB					
Error	40,533	224	0,181		
Total	136,000	240			
Total corregido	58,933	239			

Significativo (p<0,05)

Fuente: Elaboración propia.

Se evaluó significancia estadística ($p < 0,05$) para el factor A (Procedencia) al igual que para el factor B (Concentración hormonal AIB), mas en las interacciones A x B (tratamientos) mostraron ninguna significancia estadística en la evaluación de enraizamiento de estacas de *Polylepis* spp.

Respecto al Factor A, el análisis de varianza encuentra diferencias significativas entre las diferentes procedencias por lo que se realizó la Prueba de Medias de Tukey (5 %) que se observa en la Tabla 13.

Tabla 13.

Prueba de Comparación de Medias de Tukey para el porcentaje de Enraizamiento en niveles del factor A.

Enraizamiento					
	Procedencia	Código	N	Subconjuntos	
				b	a
HSD Tukey^{a,b}	Cusco	a3	60	0,23	
	Tarma	a2	60		0,67
	Masajcancha	a1	60		0,68
	Concepción	a4	60		0,68
	Sig.			1,000	1,000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

Se basa en las medias observadas.

Fuente: Elaboración propia.

Tras evaluar el efecto de las procedencias en el porcentaje de enraizamiento de estacas de *Polylepis* spp. se observa la división de los valores en dos grupos entre los que existen diferencias significativas; un grupo formado por a4, a1 y a2 no existiendo diferencias estadísticamente significativas entre sí, las que obtuvieron valores de enraizamiento en promedio de 68 %, 68 % y 67 % respectivamente; siendo estadísticamente superiores al obtenido por la procedencia a3 con 23 % de enraizamiento en promedio. En la Figura 24 se muestra la representación gráfica de los valores en promedio alcanzados.

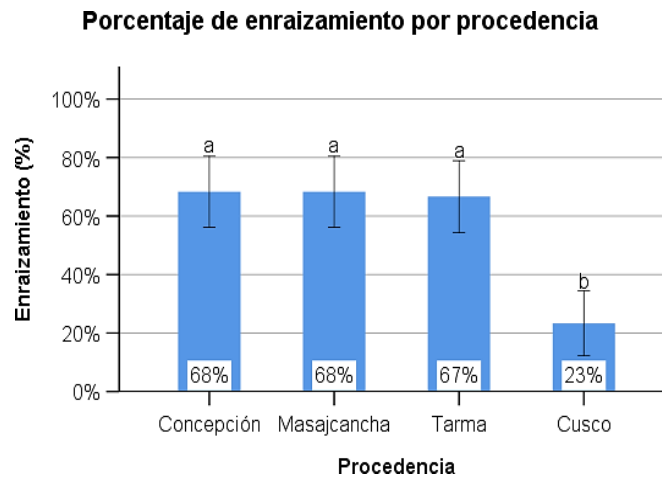


Figura 24. Porcentaje de enraizamiento en estacas de *Polylepis* spp. por procedencia.

Fuente: Elaboración propia.

En cuanto al factor B, el análisis de varianza encontró diferencias significativas entre las concentraciones de AIB que las estacas de *Polylepis* spp. fueron sometidas, por tanto, se hizo la Prueba de Medias de Tukey (5 %) cuyos resultados se muestran en la Tabla 14.

Tabla 14.

Prueba de Comparación de Medias de Tukey para el porcentaje de Enraizamiento en niveles del factor B.

Enraizamiento					
	Concentración de AIB	Código	N	Subconjuntos	
				b	a
HSD Tukey^{a,b}	5000 ppm	b3	60	0,38	
	3000 ppm	b2	60	0,40	
	1000 ppm	b1	60		0,65
	0 ppm	b0	60		0,83
	Sig.			0,997	0,088

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

Se basa en las medias observadas.

Fuente: Elaboración propia.

Después de evaluar el efecto de las concentraciones de AIB en el porcentaje de enraizamiento de estacas de *Polylepis* spp. se detecta dos grupos diferenciados, un grupo que contiene las concentraciones b0 y b1 con 83 % y 65 %

respectivamente, valores estadísticamente mayores a comparación del segundo grupo compuesto por las concentraciones b2 y b3 cuyos valores promedios en enraizamiento fueron de 40 % y 38 %, respectivamente. La Figura 25 refleja los valores promedios del porcentaje de enraizamiento.

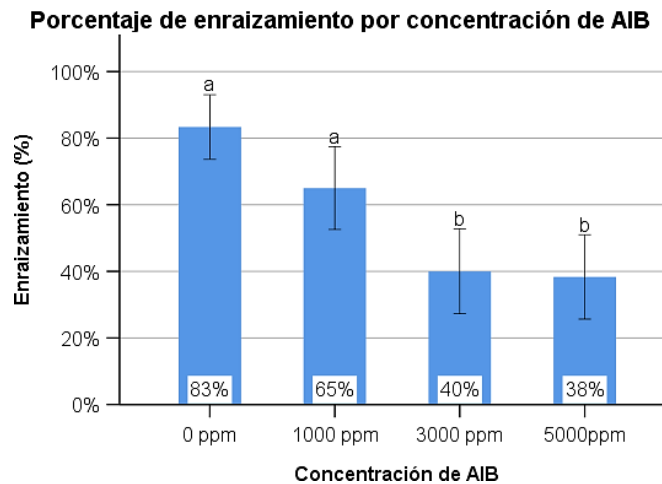


Figura 25. Porcentaje de enraizamiento en estacas de *Polylepis* spp. por concentración de AIB.

Fuente: Elaboración propia.

Conforme a la interacción de los factores A x B en el porcentaje de enraizamiento, el análisis de varianza prueba que no existen diferencias significativas entre los tratamientos, por lo que se entiende que, al igual que en la sobrevivencia, cada factor actúa de manera independiente. Pese a ello, en la Figura 26 se observa que los tratamientos T5 (a2b0) y T13 (a4b0) con 100 % y 93 % respectivamente, presentan mayores porcentajes de enraizamiento de estacas de *Polylepis* spp. en cámara de sub-irrigación frente a los demás tratamientos y los que presentaron menores valores fueron: T11 (a3b2) y T12 (a3b3) con 13 % y 7 % respectivamente. En el Anexo 8, se muestran las fotos de los mejores tratamientos.

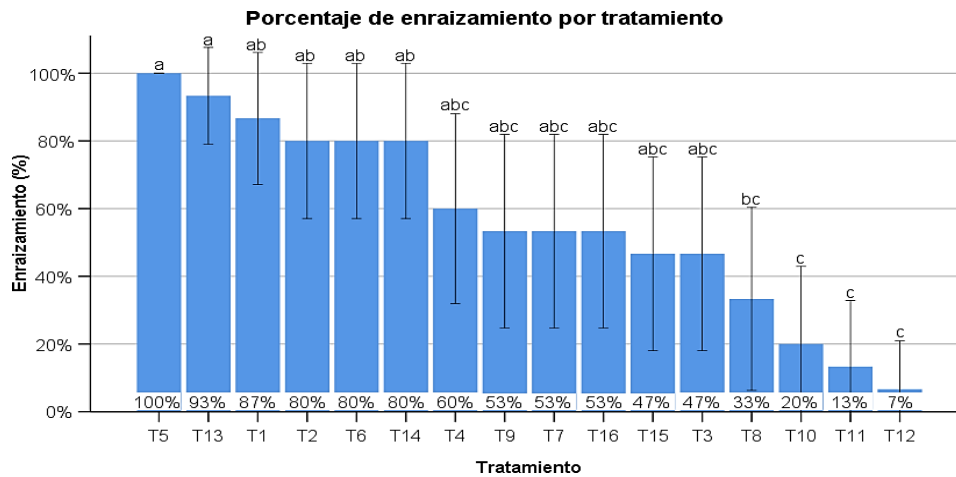


Figura 26. Porcentaje de enraizamiento en estacas de *Polylepis* spp. por tratamiento.

Fuente: Elaboración propia.

7.2.3. Número de raíces

En la Tabla 15 se presentan los resultados del análisis de varianza sobre la influencia de los factores y tratamientos en el número de raíces que obtuvieron las estacas de *Polylepis* spp. en cámara de sub-irrigación.

Tabla 15.

Análisis de varianza para el número de raíces de estacas de *Polylepis* spp. en cámara de sub-irrigación.

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	5480,662 ^a	15	365,378	4,914	0,000
Intersección	14245,004	1	14245,004	191,583	0,000
Procedencia	2284,613	3	761,538	10,242	0,000
Concentración de AIB	2425,379	3	808,460	10,873	0,000
Procedencia *	770,671	9	85,630	1,152	0,328
Concentración de AIB					
Error	16655,333	224	74,354		
Total	36381,000	240			
Total corregido	22135,996	239			

Significativo (p<0,05)

Fuente: Elaboración propia.

Se halló significancia estadística ($p < 0,05$) para el factor A (Procedencia) al igual que para el factor B (Concentración hormonal AIB), pero en las interacciones A x B (tratamientos) mostraron ninguna significancia estadística en la evaluación del número de raíces en las estacas de *Polylepis* spp.

Para el Factor A, el análisis de varianza encuentra diferencias significativas entre las diferentes procedencias por lo que se aplicó la Prueba de Medias de Tukey (5 %) que se muestra en la Tabla 16.

Tabla 16.

Prueba de Comparación de Medias de Tukey para el número de raíces en niveles del factor A.

Número de Raíces					
	Procedencia	Código	N	Subconjuntos	
				b	a
HSD Tukey^{a,b}	Cusco	a3	60	2,97	
	Masajcancha	a1	60		7,07
	Concepción	a4	60		9,77
	Tarma	a2	60		11,02
	Sig.			1,000	0,061

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

Se basa en las medias observadas.

Fuente: Elaboración propia.

Luego de evaluar el efecto de las procedencias en el número de raíces en las estacas de *Polylepis* spp. se presentan dos grupos diferenciados, el primero que está compuesto por las procedencias a2, a4 y a1 con un promedio de 11,02 raíces, 9,77 raíces y 7,07 raíces respectivamente, valores estadísticamente mayores en contraste al segundo grupo formado por la procedencia a3 cuyo valor promedio en número de raíces fue de 2,97 raíces. La Figura 27 representa los valores promedios del número de raíces por cada procedencia.

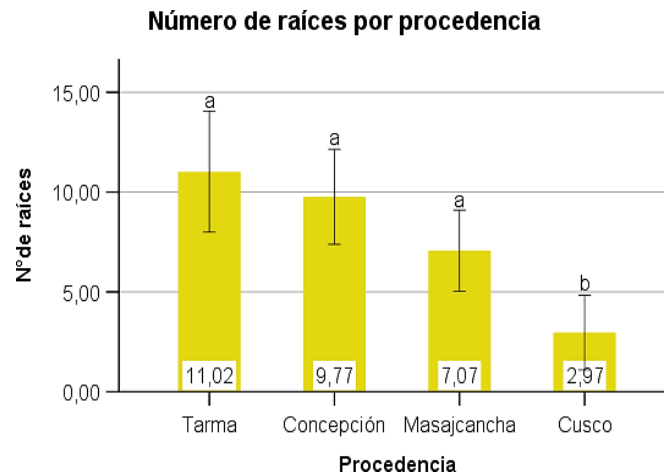


Figura 27. Número de raíces en estacas de *Polylepis* spp. por procedencia.

Fuente: Elaboración propia.

Con relación al factor B, el análisis de varianza encontró diferencias significativas entre las concentraciones de AIB que las estacas de *Polylepis* spp. fueron inmersas, motivo por el cual se hizo la Prueba de Medias de Tukey (5 %) dichos resultados se muestran en la Tabla 17.

Tabla 17.

Prueba de Comparación de Medias de Tukey para el número de raíces en niveles del factor B.

Número de Raíces					
	Concentración de AIB	Código	N	Subconjuntos	
				b	a
HSD Tukey^{a,b}	5000 ppm	b3	60	3,35	
	3000 ppm	b2	60	5,98	
	0 ppm	b1	60		10,58
	1000 ppm	b0	60		10,90
	Sig.				0,341

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

Se basa en las medias observadas.

Fuente: Elaboración propia.

Tras evaluar el efecto de las concentraciones de AIB en el número de raíces en estacas de *Polylepis* spp. se encuentran dos grupos diferenciados, un grupo que

contiene las concentraciones b0 y b1 con 10,90 raíces y 10,58 raíces; por otro lado, el segundo grupo de las concentraciones b2 y b3 con 5,98 y 3,35 raíces respectivamente. En la Figura 28 se presenta los valores promedios del número de raíces.

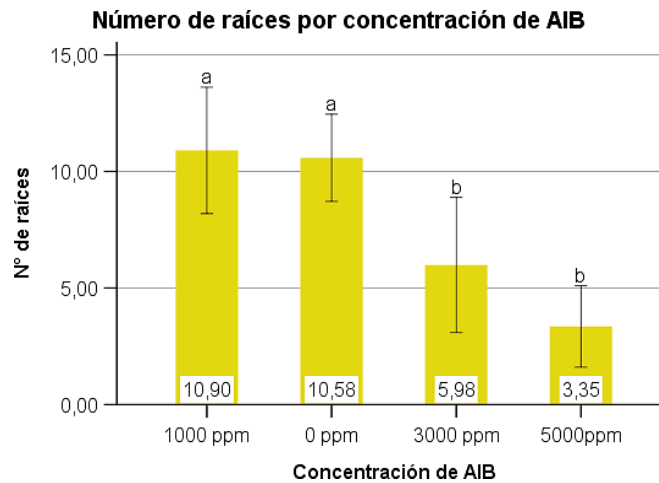


Figura 28. Número de raíces en estacas de *Polylepis* spp. por concentración de AIB.

Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a la interacción de los factores A x B, el análisis de varianzas en el número de raíces prueba que no existen diferencias significativas entre los tratamientos, por lo que se entiende que, al igual que en la sobrevivencia y enraizamiento, cada factor actúa independientemente. No obstante, en la Figura 29 se aprecia que los tratamientos T6 (a2b1) y T14 (a4b3) con 14,87 y 14,67 raíces respectivamente, son los que muestran mayor número de raíces por estacas de *Polylepis* spp. en cámara de sub-irrigación frente a los otros tratamientos y los que mostraron menores valores fueron los tratamientos T12 (a3b3) y T11 (a3b2) con 1,07 y 0,27 raíces, respectivamente.

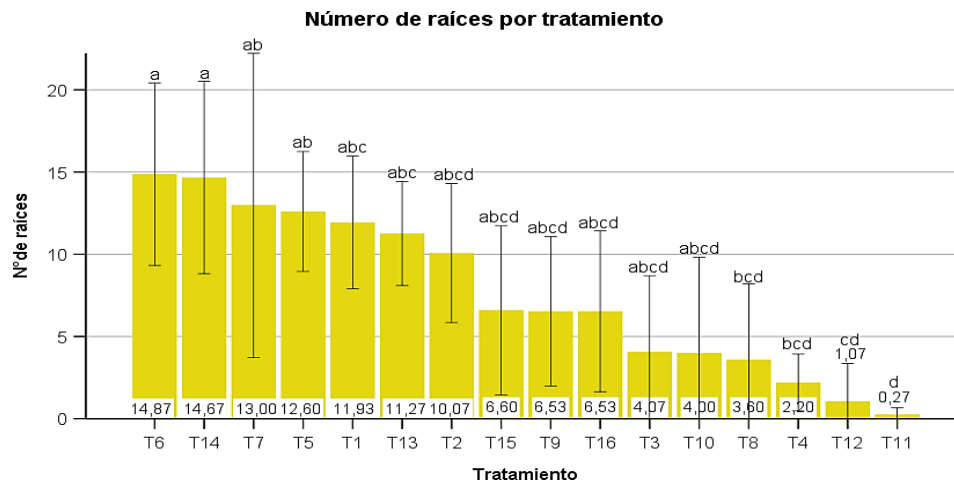


Figura 29. Número de raíces en estacas de *Polylepis* spp. por tratamiento. Fuente: Elaboración propia.

7.2.4. Longitud de raíces

En la Tabla 18 se observa los resultados del análisis de varianza sobre la influencia de los factores y tratamientos en la longitud de raíces que alcanzaron las estacas de *Polylepis* spp. en cámara de sub-irrigación.

Tabla 18.

Análisis de varianza para la longitud de raíces de estacas de *Polylepis* spp. en cámara de sub-irrigación.

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	96135,416 ^a	15	6409,028	5,856	0,000
Intersección	178842,301	1	178842,301	163,419	0,000
Procedencia	40408,086	3	13469,362	12,308	0,000
Concentración de AIB	44055,095	3	14685,032	13,419	0,000
Procedencia *	11672,234	9	1296,915	1,185	0,306
Concentración de AIB					
Error	245141,533	224	1094,382		
Total	520119,25	240			
Total corregido	341276,949	239			

Significativo (p<0,05)

Fuente: Elaboración propia.

Se encontró significancia estadística ($p < 0,05$) para el factor A (Procedencia) lo mismo sucede para el factor B (Concentración hormonal AIB), mas en las interacciones A x B (tratamientos) presentaron ninguna significancia estadística en la evaluación de la longitud de raíces en las estacas de *Polylepis* spp.

Para el Factor A, el análisis de varianza encuentra diferencias significativas entre las diferentes procedencias debido a esto se aplicó la Prueba de Medias de Tukey (5 %) que se muestra en la Tabla 19.

Tabla 19.

Prueba de Comparación de Medias de Tukey para longitud de raíces en niveles del factor A.

Longitud de Raíces					
	Procedencia	Código	N	Subconjuntos	
				b	a
HSD Tukey^{a,b}	Cusco	a3	60	14,84	
	Masajcancha	a1	60	19,42	
	Tarma	a2	60	26,30	
	Concepción	a4	60		48,63
	Sig.			0,232	1,000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

Se basa en las medias observadas.

Fuente: Elaboración propia.

Después de evaluar el efecto de las procedencias en la longitud de raíces de las estacas de *Polylepis* spp. se muestran dos grupos diferenciados, el primero conformado por la procedencia a4 con un promedio de 48,63 mm, valor estadísticamente mayor en comparación al segundo grupo formado por las procedencias a2 y a1 y a3, cuyos valores promedio en longitud de raíces fue de 26,30 mm, 19,42 mm y 14,84 mm. La Figura 30 representa los valores promedios alcanzados en longitud de raíces por cada procedencia.

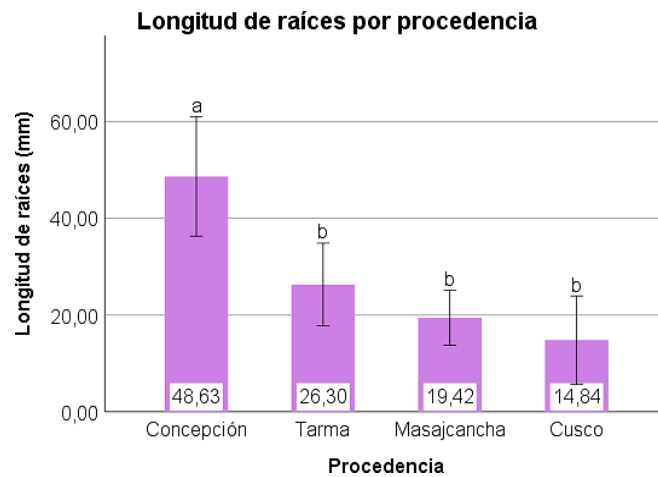


Figura 30. Longitud de raíces en estacas de *Polylepis* spp. por procedencia.

Fuente: Elaboración propia.

A cerca del factor B, el análisis de varianza encontró diferencias significativas entre las concentraciones de AIB que las estacas de *Polylepis* spp. fueron sometidas, debido a ello se hizo la Prueba de Medias de Tukey (5 %) dichos resultados se muestran en la Tabla 20.

Tabla 20.

Prueba de Comparación de Medias de Tukey para longitud de raíces en niveles del factor B.

Longitud de Raíces						
	Concentración de AIB	Código	N	Subconjuntos		
				c	b	a
HSD	5000 ppm	b3	60	10,78		
Tukey^{a,b}	3000 ppm	b2	60	19,08	19,08	
	1000 ppm	b1	60		33,06	33,06
	0 ppm	b0	60			46,28
	Sig.			0,517	0,098	0,129

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

Se basa en las medias observadas.

Fuente: Elaboración propia.

Con la evaluación del efecto de las concentraciones de AIB en el número de raíces en estacas de *Polylepis* spp. se dividen tres grupos diferenciados, un grupo con las concentraciones b0 y b1 con 46,28 mm y 33,06 mm; el segundo

grupo que contiene las concentraciones b1 y b2 con 33,06 mm y 19,08 mm; por último, un grupo con las concentraciones b2 y b3 con 19,08 mm y 10,77 mm. En la Figura 31 se muestra los valores promedios de longitud de raíces.

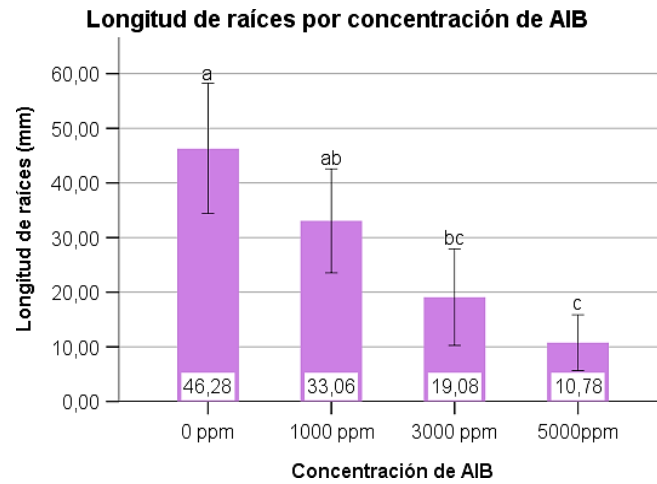


Figura 31. Longitud de raíces en estacas de *Polylepis* spp. por concentración de AIB.

Fuente: Elaboración propia.

Respecto a la interacción de los factores A x B en la longitud de raíces, el análisis de varianza prueba que no existen diferencias significativas entre los tratamientos, por lo que se infiere que cada factor actúa independientemente. Pese a ello, en la Figura 32 se observa que los tratamientos T13 (a4b0) y T14 (a4b1) con 84,57 mm y 51,67 mm respectivamente, los que muestran mayor longitud de raíces por estacas de *Polylepis* spp. en cámara de sub-irrigación frente a los otros tratamientos y los que mostraron menores valores fueron los tratamientos T8 (a2b3), T3 (a1b2) y T12 (a3b3) con 7,20 mm, 6,53 mm y 2,03 mm, respectivamente.

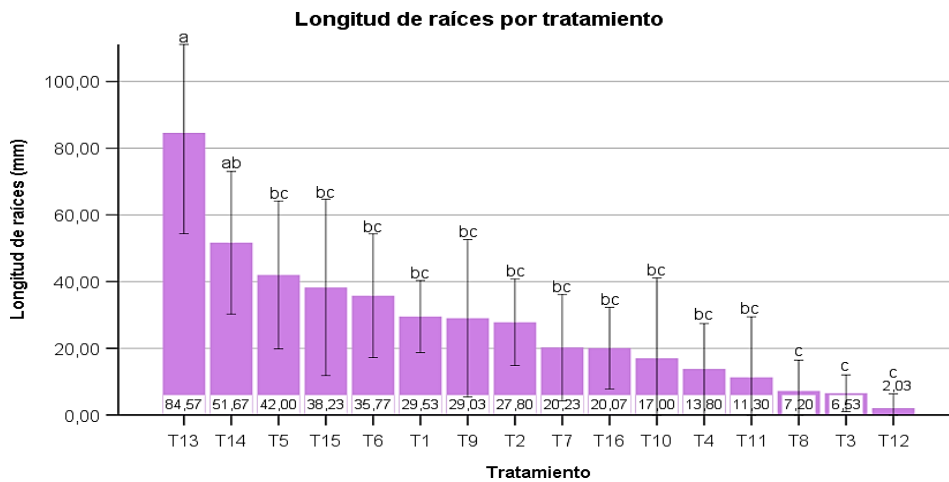


Figura 32. Longitud de raíces en estacas de *Polylepis* spp. por tratamiento. Fuente: Elaboración propia.

7.2.5. Porcentaje de callosidad

Se hizo el análisis de varianza sobre la influencia de los factores y tratamientos en el porcentaje de callosidad que alcanzaron las estacas de *Polylepis* spp. en cámara de sub-irrigación, los resultados son los que se observan en la Tabla 21.

Tabla 21.

Análisis de varianza para el porcentaje de callosidad de estacas de *Polylepis* spp. en cámara de sub-irrigación.

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	7,983 ^a	15	0,532	4,083	0,000
Intersección	8,817	1	8,817	67,635	0,000
Procedencia	1,350	3	0,450	3,452	0,017
Concentración de AIB	3,083	3	1,028	7,884	0,000
Procedencia *	3,550	9	0,394	3,026	0,002
Concentración de AIB					
Error	29,200	224	0,130		
Total	46,000	240			
Total corregido	37,183	239			

Significativo ($p < 0,05$)

Fuente: Elaboración propia.

Se observó significancia estadística ($p < 0,05$) para el factor A (Procedencia) al igual que para el factor B (Concentración hormonal AIB) y las interacciones A x B (tratamientos) las que presentaron significancia estadística en la evaluación del porcentaje de callosidad en las estacas de *Polylepis* spp.

Con respecto al Factor A, el análisis de varianza encuentra diferencias significativas entre las procedencias, por ende, se aplicó la Prueba de Medias de Tukey (5 %) que se muestra en la Tabla 22.

Tabla 22.

Prueba de Comparación de Medias de Tukey para el porcentaje de callosidad en niveles del factor A.

Callosidad					
	Procedencia	Código	N	Subconjuntos	
				b	a
HSD Tukey^{a,b}	Concepción	a4	60	0,07	
	Tarma	a2	60	0,20	0,20
	Cusco	a3	60		0,25
	Masajcancha	a1	60		0,25
	Sig.			0,183	0,873

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

Se basa en las medias observadas.

Fuente: Elaboración propia.

En la evaluación del efecto de las procedencias en el porcentaje de callosidad en estacas de *Polylepis* spp. se dividen en dos grupos diferenciados, un grupo con las procedencias a1, a3 y a2 con 25 %, 25 % y 20 % y el segundo grupo compuesto por las procedencias a2 y a4 con 20 % y 7 % de callosidad. En la Figura 33 se revela los valores promedios del porcentaje de callosidad por procedencia.

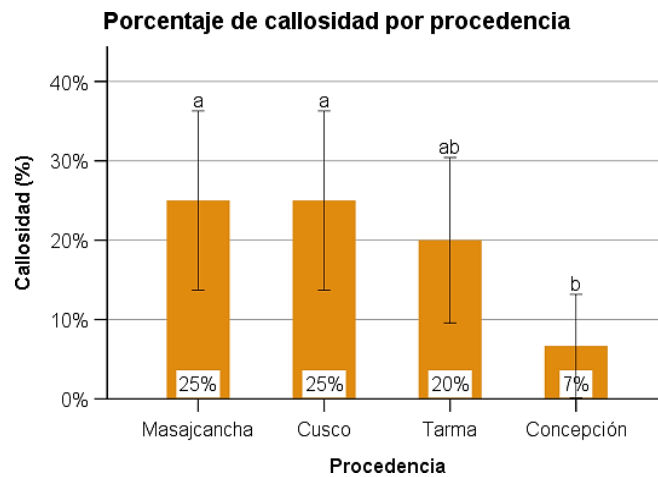


Figura 33. Porcentaje de callosidad en estacas de *Polylepis* spp. por procedencia.

Fuente: Elaboración propia.

Referente al factor B, el análisis de varianza halló diferencias significativas entre las concentraciones de AIB, por tanto, se hizo la Prueba de Medias de Tukey (5 %) cuyos resultados se presentan en la Tabla 23.

Tabla 23.

Prueba de Comparación de Medias de Tukey para el porcentaje de callosidad en niveles del factor B.

Callosidad					
	Concentración de AIB	Código	N	Subconjuntos	
				b	a
HSD Tukey^{a,b}	5000 ppm	b3	60	0,10	
	3000 ppm	b2	60	0,12	
	0 ppm	b0	60	0,17	
	1000 ppm	b1	60		0,38
	Sig.			0,743	1,000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

Se basa en las medias observadas.

Fuente: Elaboración propia.

Luego de la evaluación del efecto de las concentraciones de AIB en el porcentaje de callosidad en estacas de *Polylepis* spp. los valores se dividen en dos grupos diferenciados, el primero que contiene a la concentración b1 con 38 % de callosidad, mientras el segundo grupo estuvo formado por las concentraciones

b0, b2 y b3 con valores promedios de 17 %, 12 % y 0 % correspondientemente.

En la Figura 34 se aprecia los valores promedios del porcentaje de callosidad por concentración de AIB.

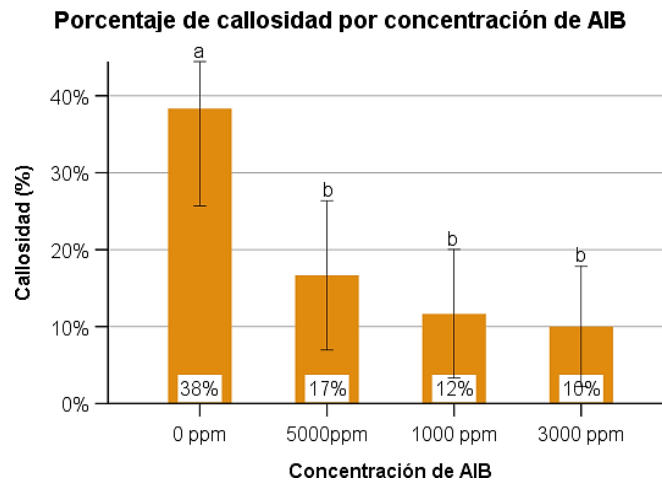


Figura 34. Porcentaje de callosidad en estacas de *Polylepis* spp. por concentración de AIB.

Fuente: Elaboración propia.

Referente a la interacción de los factores A x B, el análisis de varianzas del porcentaje de callosidad muestra que existen diferencias significativas entre los tratamientos, motivo por el cual se hizo la Prueba de Medias de Tukey (5 %) cuyos resultados se visualizan en la Tabla 24.

Tras la evaluación del efecto de las interacciones de los factores A y B en el porcentaje de callosidad en estacas de *Polylepis* spp. los valores se dividen en dos grupos diferenciados, el primero que incluye a los tratamientos T9, T5 Y T2 con 73 %, 33 % y 33 % de callosidad, mientras el segundo grupo estuvo formado por los demás tratamientos siendo T16, T15, T14 y T10 con los menores valores promedios de 0 % de callosidad en cada uno. En la Figura 35 se representan gráficamente los valores promedios del porcentaje de callosidad por cada tratamiento.

Tabla 24.

Prueba de Comparación de Medias de Tukey para el porcentaje de callosidad en tratamientos.

		Callosidad			Subconjuntos	
	Procedencia	Código	N			
				b	a	
HSD Tukey^{a,b}	Cusco *	T10	15	0,00		
	1000 ppm					
	Concepción *	T14	15	0,00		
	1000 ppm					
	Concepción *	T15	15	0,00		
	3000 ppm					
	Concepción *	T16	15	0,00		
	5000 ppm					
	Tarma *	T7	15	0,07		
	3000 ppm					
	Cusco *	T11	15	0,07		
	3000 ppm					
	Tarma *	T6	15	0,13		
	1000 ppm					
	Masajcancha *	T4	15	0,20		
	5000 ppm					
	Masajcancha *	T1	15	0,20		
	0 ppm					
	Cusco *	T12	15	0,20		
	5000 ppm					
Masajcancha *	T3	15	0,27			
3000 ppm						
Tarma *	T8	15	0,27			
5000 ppm						
Concepción *	T13	15	0,27			
0 ppm						
Masajcancha *	T2	15	0,33	0,33		
1000 ppm						
Tarma *	T5	15	0,33	0,33		
0 ppm						
Cusco *	T9	15		0,73		
0 ppm						
Sig.				0,455	0,164	

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

Se basa en las medias observadas.

Fuente: Elaboración propia.

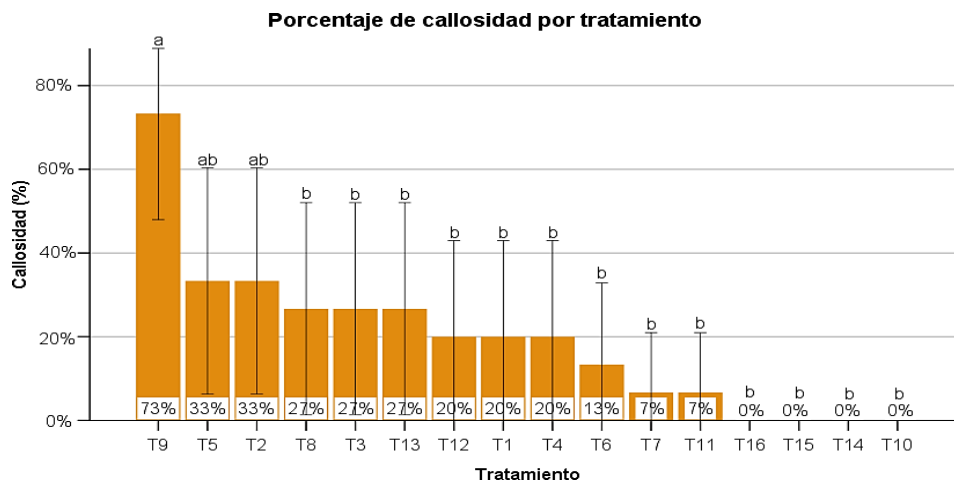


Figura 35. Porcentaje de callosidad en estacas de *Polylepis* spp. por tratamiento. Fuente: Elaboración propia.

7.2.6. Número de callos

Se realizó el análisis de varianza sobre la influencia de los factores y tratamientos en el número de callos que alcanzaron las estacas de *Polylepis* spp. en cámara de sub-irrigación, los resultados son los que se observan en la Tabla 25.

Tabla 25.

Análisis de varianza para el número de callos de estacas de *Polylepis* spp. en cámara de sub-irrigación.

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	87,050 ^a	15	5,803	2,276	0,005
Intersección	93,750	1	93,750	36,765	0,000
Procedencia	21,217	3	7,072	2,773	0,042
Concentración de AIB	29,483	3	9,828	3,854	0,010
Procedencia *	36,350	9	4,039	1,584	0,121
Concentración de AIB					
Error	571,200	224	2,550		
Total	752,000	240			
Total corregido	658,250	239			

Significativo (p<0,05)

Fuente: Elaboración propia.

Se detectó la significancia estadística ($p < 0,05$) para el factor A y para el factor B pero las interacciones A x B fueron las que no presentaron significancia estadística en la evaluación del número de callos en estacas de *Polylepis* spp.

Sobre el Factor A, el análisis de varianza encuentra diferencias significativas entre procedencias, por ende, se aplicó la Prueba de Medias de Tukey (5 %) y se muestra en la Tabla 26.

Tabla 26.

Prueba de Comparación de Medias de Tukey para el número de callos en niveles del factor A.

Número de Callos					
	Procedencia	Código	N	Subconjuntos	
				b	a
HSD Tukey^{a,b}	Concepción	a4		0,13	
	Tarma	a2		0,67	0,67
	Masajcancha	a1		0,78	0,78
	Cusco	a3			0,92
	Sig.			0,118	0,827

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

Se basa en las medias observadas.

Fuente: Elaboración propia.

Después de evaluar el efecto de las procedencias en el número de callos de las estacas de *Polylepis* spp. se muestran dos grupos diferenciados, el primero conformado por la procedencia a3 con 0,92 callos, seguido de a1 y a2 con 0,78 y 0,67 callos valor estadísticamente similares, pero con diferencia significativa entre el segundo grupo compuesto por las procedencias a1, a2 y a4 este último con 0,13 callos en promedio. La Figura 36 representa los valores promedios alcanzados en número de callos por estaca en cada procedencia.

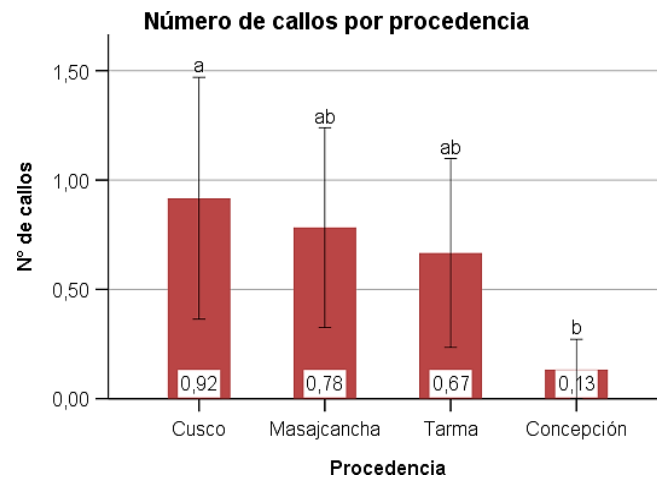


Figura 36. Número de callos en estacas de *Polylepis* spp. por procedencia.
Fuente: Elaboración propia.

Con respecto al factor B sobre el número de callos, el análisis de varianza encontró diferencia significativa entre las concentraciones de AIB de modo que se realizó la Prueba de Medias de Tukey (5 %) cuyos resultados han sido plasmados en la Tabla 27.

Tabla 27.

Prueba de Comparación de Medias de Tukey para el número de callos en niveles del factor B.

Número de Callos					
	Concentración de AIB	Código	N	Subconjuntos	
				b	a
HSD Tukey^{a,b}	3000 ppm	b3	60	0,33	
	1000 ppm	b2	60	0,40	
	5000 ppm	b1	60	0,55	0,55
	0 ppm	b0	60		1,22
	Sig.			0,879	0,104

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

Se basa en las medias observadas.

Fuente: Elaboración propia.

Con la evaluación del efecto de las concentraciones en el número de callos de las estacas de *Polylepis* spp. se distinguen dos grupos diferenciados, uno compuesto por las concentraciones b0 y b1 con 1,22 y 0,55 callos con diferencia

significativa entre el segundo grupo compuesto por las concentraciones b2 y b3 con 0,40 y 0,33 callos en promedio. En la Figura 37 se muestra los valores promedios alcanzados en número de callos por estaca.

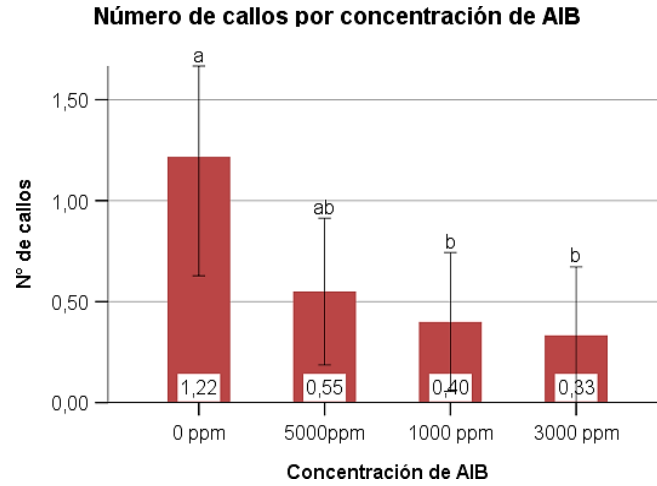


Figura 37. Número de callos en estacas de *Polylepis* spp. por concentración de AIB.

Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a las interacciones de factores A x B (tratamientos) en el número de callos en las estacas de *Polylepis*, el análisis de varianza prueba que no existen diferencias significativas entre tratamientos. Pese a ello, en la Figura 38 se observa que los de mayor número de callos fueron T9 con 2,33 callos seguido de T1 y T8 con 1,33 y 1,13 callos, mientras los de menor valor fueron los tratamientos T16, T15, T14 y T10 los que no contaban con callos por estaca.

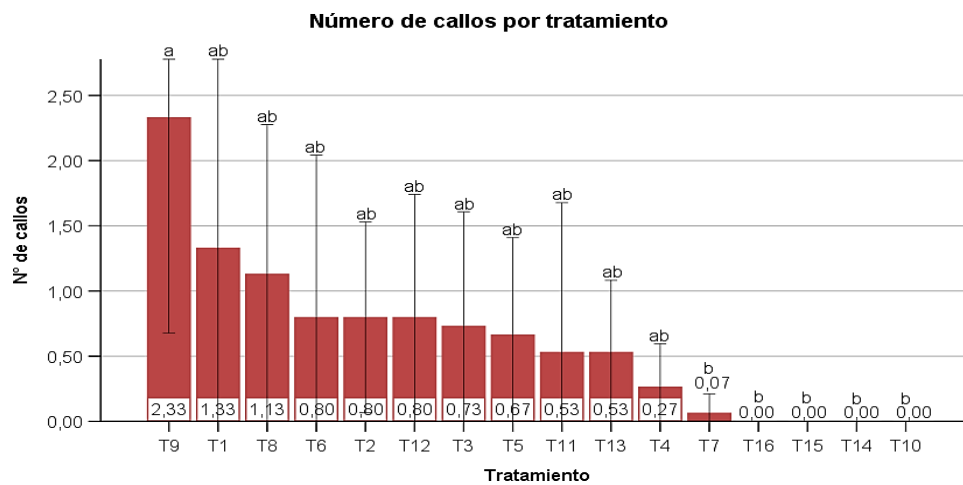


Figura 38. Número de callos en estacas de *Polylepis* spp. por tratamiento. Fuente: Elaboración propia.

7.2.7. Porcentaje de brotación

Se realizó el análisis de varianza sobre la influencia de los factores y tratamientos en el porcentaje de brotación de las estacas de *Polylepis* spp. en cámara de sub-irrigación, los resultados son los que se observan en la Tabla 28.

Tabla 28.

Análisis de varianza para el porcentaje de brotación de estacas de Polylepis spp. en cámara de sub-irrigación.

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	6,383 ^a	15	0,426	5,674	0,000
Intersección	2,817	1	2,817	37,556	0,000
Procedencia	1,750	3	0,583	7,778	0,000
Concentración de AIB	2,583	3	0,861	11,481	0,000
Procedencia *	2,050	9	0,228	3,037	0,002
Concentración de AIB					
Error	16,800	224	0,075		
Total	26,000	240			
Total corregido	23,183	239			

Significativo ($p < 0,05$)

Fuente: Elaboración propia.

Se encontró significancia estadística ($p < 0,05$) para el factor A (Procedencia) lo mismo sucede para el factor B (Concentración hormonal AIB) y en las interacciones A x B (tratamientos) en la evaluación del porcentaje de brotación en las estacas de *Polylepis* spp.

Para el Factor A, el análisis de varianza encuentra diferencias significativas entre las diferentes procedencias debido a esto se aplicó la Prueba de Medias de Tukey (5 %) que se muestra en la Tabla 29.

Tabla 29.

Prueba de Comparación de Medias de Tukey para el porcentaje de brotación en niveles del factor A.

Brotación					
	Procedencia	Código	N	Subconjuntos	
				b	a
HSD Tukey^{a,b}	Cusco	a3	60	0,02	
	Concepción	a4	60	0,03	
	Masajcancha	a1	60		0,17
	Tarma	a2	60		0,22
	Sig.			0,987	0,750

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

Se basa en las medias observadas.

Fuente: Elaboración propia.

Con la evaluación del efecto de las procedencias en el porcentaje de brotación de las estacas de *Polylepis* spp. se muestran dos grupos diferenciados, el primero que contiene a las procedencias a2 y a1 con un promedio de 22 % y 17 %, valores estadísticamente mayores en contraste al segundo grupo formado por las procedencias a4 y a3, cuyos valores promedio del porcentaje de brotación fueron de 3 % y 2 %. En la Figura 39 se representa los valores promedios alcanzados en brotación por cada procedencia.

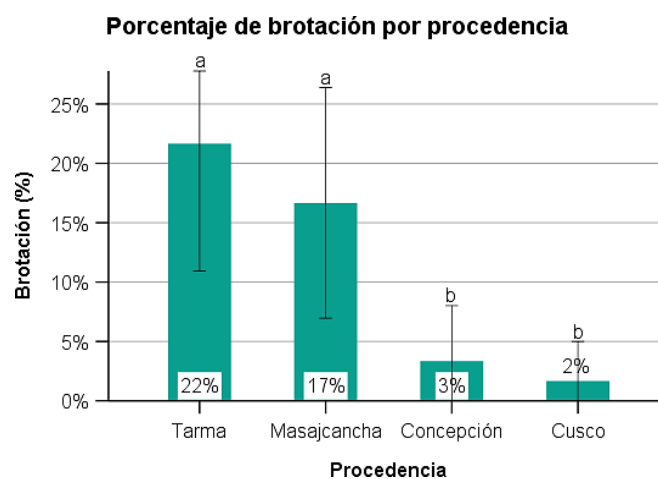


Figura 39. Porcentaje de brotación en estacas de *Polylepis* spp. por procedencias.

Fuente: Elaboración propia.

Para el factor B, el análisis de varianza indica que existen diferencias significativas entre las concentraciones de hormona AIB a la que fueron inmersas las estacas de *Polylepis* spp., con el propósito de comparar las medias, se realizó la Prueba de Tukey (5 %) que se muestra en la Tabla 30.

Tabla 30.

Prueba de Comparación de Medias de Tukey para el porcentaje de brotación en niveles del factor B.

Brotación						
	Concentración de AIB	Código	N	Subconjuntos		
				c	b	a
HSD	5000 ppm	b3	60	0,00		
Tukey^{a,b}	3000 ppm	b2	60	0,03	0,03	
	1000 ppm	b1	60		0,13	
	0 ppm	b0	60			0,27
Sig.				0,910	0,191	1,000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

Se basa en las medias observadas.

Fuente: Elaboración propia.

Tras evaluar el efecto de las concentraciones de AIB en el porcentaje de brotación en estacas de *Polylepis* spp. se encuentran tres grupos diferenciados, un grupo que contiene la concentración b0 con 27 %, el segundo grupo formado por b1 con 13 % y el último grupo que incluye a b2 y b3 con 3 % y 0 % de brotación, respectivamente. En la Figura 40 se presenta los valores promedios del porcentaje de brotación.

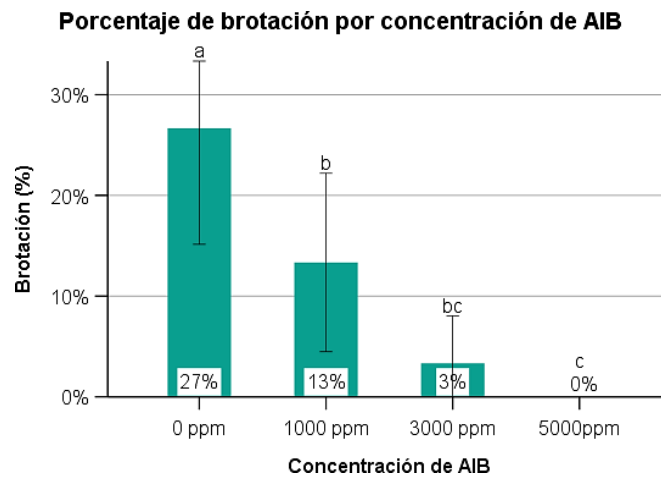


Figura 40. Porcentaje de brotación en estacas de *Polylepis* spp. por concentración de AIB.

Fuente: Elaboración propia.

Con respecto al análisis de varianza de las interacciones de los factores A x B, se identifica que hay diferencias significativas entre los tratamientos así que se hizo la comparación de medias con la Prueba de Tukey (5 %) los resultados se observan en la Tabla 31.

Luego de la evaluación del efecto de las interacciones de los factores A y B en el porcentaje de brotación en estacas de *Polylepis* spp. los valores se dividen en tres grupos diferenciados, los tratamientos con mayor porcentaje de brotación son T1, T5 y T6 con 53 %, 40 % y 33 % y los de menor valor fueron los tratamientos T16, T15, T14, T12, T11, T9, T8, T4 y T3 pues no presentaron brotación. En la Figura 41 se representan gráficamente los valores promedios del porcentaje de brotación por cada tratamiento.

Tabla 31.

Prueba de Comparación de Medias de Tukey para el porcentaje de brotación en tratamientos.

		Brotamiento			Subconjuntos		
HSD	Procedencia	Código	N	Subconjuntos			
				c	b	a	
Tukey ^{a,b}	Masajcancha *	T3	15	0,00			
	3000 ppm						
	Masajcancha *	T4	15	0,00			
	5000 ppm						
	Tarma *	T8	15	0,00			
	5000 ppm						
	Cusco *	T9	15	0,00			
	0 ppm						
	Cusco *	T11	15	0,00			
	3000 ppm						
	Cusco *	T12	15	0,00			
	5000 ppm						
	Concepción * 1000 ppm	T14	15	0,00			
	Concepción * 3000 ppm	T15	15	0,00			
	Concepción * 5000 ppm	T16	15	0,00			
	Cusco *	T10	15	0,07	0,07		
	1000 ppm						
	Concepción *	T13	15	0,13	0,13		
	0 ppm						
	Masajcancha *	T2	15	0,13	0,13		
1000 ppm							
Tarma *	T7	15	0,13	0,13			
3000 ppm							
Tarma *	T6	15	0,33	0,33	0,33		
1000 ppm							
Tarma *	T5	15		0,40	0,40		
0 ppm							
Masajcancha *	T1	15			0,53		
0 ppm							
Sig.				0,074	0,074	0,823	

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

Se basa en las medias observadas.

Fuente: Elaboración propia.

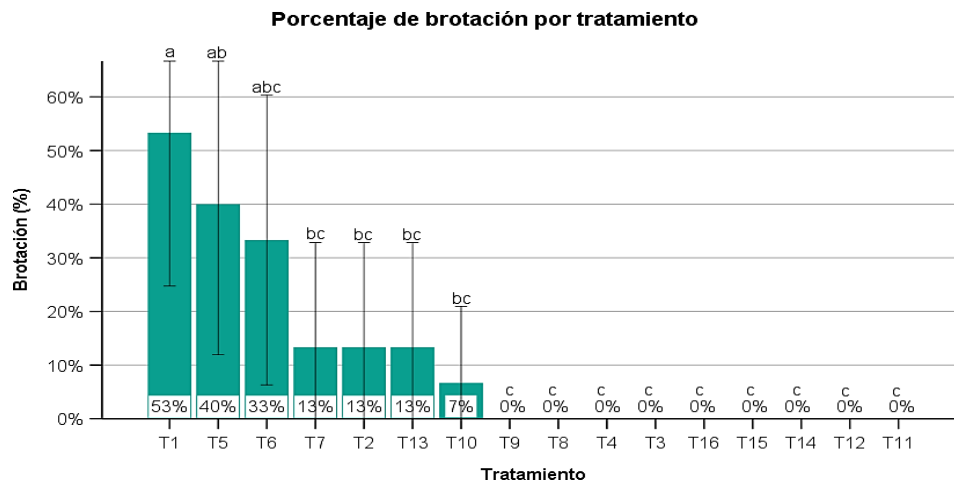


Figura 41. Porcentaje de brotación en estacas de *Polylepis* spp. por tratamiento. Fuente: Elaboración propia.

7.2.8. Número de brotes

En la Tabla 32 se presentan los resultados del análisis de varianza sobre la influencia de los factores y tratamientos en el número de raíces que obtuvieron las estacas de *Polylepis* spp. en cámara de sub-irrigación.

Tabla 32.

Análisis de varianza para el número de brotes de estacas de *Polylepis* spp. en cámara de sub-irrigación.

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	7,296 ^a	15	0,486	5,837	0,000
Intersección	3,037	1	3,037	36,450	0,000
Procedencia	1,879	3	0,626	7,517	0,000
Concentración de AIB	2,913	3	0,971	11,650	0,000
Procedencia *	2,504	9	0,278	3,339	0,001
Concentración de AIB					
Error	18,667	224	0,083		
Total	29,000	240			
Total corregido	25,963	239			

Significativo (p<0,05)

Fuente: Elaboración propia.

Se halló significancia estadística ($p < 0,05$) para el factor A (Procedencia) al igual que para el factor B (Concentración hormonal AIB), y en las interacciones A x B (tratamientos) para el número de brotes en las estacas de *Polylepis* spp.

Para el Factor A, el análisis de varianza encuentra diferencias significativas entre las diferentes procedencias por lo que se aplicó la Prueba de Medias de Tukey (5 %) que se muestra en la Tabla 33.

Tabla 33.

Prueba de Comparación de Medias de Tukey para el número de brotes en niveles del factor A.

Número de Brotes					
	Procedencia	Código	N	Subconjuntos	
				b	a
HSD Tukey^{a,b}	Cusco	a3	60	0,02	
	Concepción	a4	60	0,03	
	Masajcancha	a1	60		0,18
	Tarma	a2	60		0,22
	Sig.			0,989	0,921

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

Se basa en las medias observadas.

Fuente: Elaboración propia.

Luego de evaluar el efecto de las procedencias en el número de raíces en las estacas de *Polylepis* spp. se presentan dos grupos diferenciados, el primero que está compuesto por las procedencias a2 y a1 con un promedio de 0,22 y 0,18 brotes respectivamente, valores estadísticamente mayores en contraste al segundo grupo formado por la procedencia a4 y a3 cuyos valores promedio en número de brotes fue de 0,03 y 0,02 brotes. La Figura 42 representa los valores promedios del número de brotes por cada procedencia.

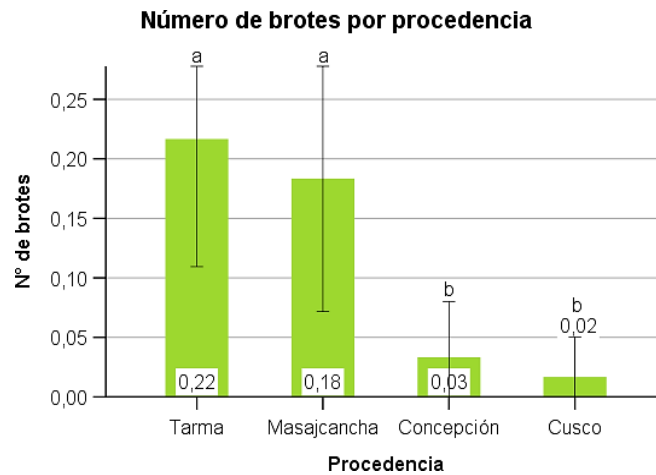


Figura 42. Número de brotes en estacas de *Polylepis* spp. por procedencia. Fuente: Elaboración propia.

Con relación al factor B, el análisis de varianza encontró diferencias significativas entre las concentraciones de AIB que las estacas de *Polylepis* spp. fueron inmersas, motivo por el cual se hizo la Prueba de Medias de Tukey (5 %) dichos resultados se muestran en la Tabla 34.

Tabla 34.

Prueba de Comparación de Medias de Tukey para el número de brotes en niveles del factor B.

Número de brotes						
	Concentración de AIB	Código	N	Subconjuntos		
				b	a	
HSD Tukey ^{a,b}	5000 ppm	b3	60	0,00		
	3000 ppm	b2	60	0,03		
	1000 ppm	b1	60	0,13		
	0 ppm	b0	60		0,28	
	Sig.			0,058	1,000	

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

Se basa en las medias observadas.

Fuente: Elaboración propia.

Tras evaluar el efecto de las concentraciones de AIB en el número de raíces en estacas de *Polylepis* spp. se encuentran dos grupos diferenciados, un grupo que contiene la concentración b0 con 0,28 brotes y por otro lado, el segundo grupo

de las concentraciones b1 con 0,13 brotes, b2 con 0,03 brotes y b3 sin brotes.

En la Figura 43 se presenta los valores promedios del número de brotes.

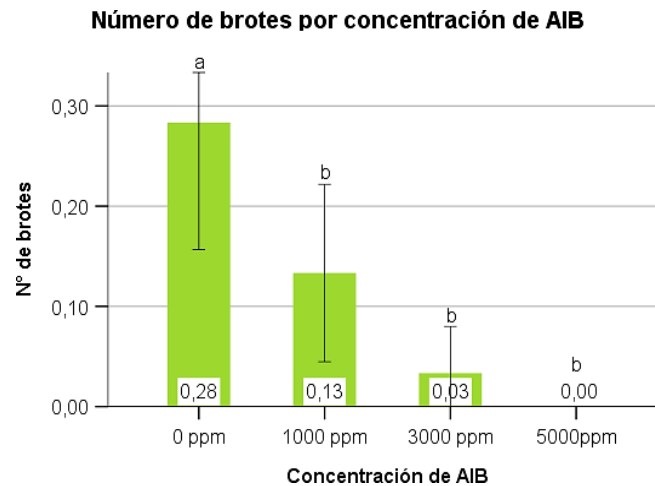


Figura 43. Número de brotes en estacas de *Polylepis* spp. por concentración de AIB.

Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a la interacción de los factores A x B, el análisis de varianzas en el número de raíces prueba que existen diferencias significativas entre los tratamientos, por lo que se entiende que se hizo la Prueba de Medias de Tukey (5 %) para poder compararlos, los resultados se muestran en la Tabla 35.

En la Figura 44 se aprecia que los tratamientos T1 (a1b0), T5(a2b0) y T6 (a2b1) con 0,60, 0,40, 0,33 brotes, respectivamente son los que muestran mayor número de brotes por estacas de *Polylepis* spp. en cámara de sub-irrigación frente a los otros tratamientos y los que mostraron menores valores fueron los tratamientos T16 (a4b3), T15 (a4b2), T14 (a4b1), T12 (a3b3), T11(a3b1), T9 (a3b0), T8 (a2b3), T4 (a1b3) y T3 (a1b2) los que no tuvieron brotes.

Tabla 35.

Prueba de Comparación de Medias de Tukey para el número de brotes en tratamientos.

		Número de brotes			Subconjuntos		
HSD	Procedencia	Código	N	Subconjuntos			
				c	b	a	
Tukey ^{a,b}	Masajcancha *	T3	15	0,00			
	3000 ppm						
	Masajcancha *	T4	15	0,00			
	5000 ppm						
	Tarma *	T8	15	0,00			
	5000 ppm						
	Cusco *	T9	15	0,00			
	0 ppm						
	Cusco *	T11	15	0,00			
	3000 ppm						
	Cusco *	T12	15	0,00			
	5000 ppm						
	Concepción * 1000 ppm	T14	15	0,00			
	Concepción * 3000 ppm	T15	15	0,00			
	Concepción * 5000 ppm	T16	15	0,00			
	Cusco *	T10	15	0,07	0,07		
	1000 ppm						
	Concepción *	T13	15	0,13	0,13		
	0 ppm						
	Masajcancha *	T2	15	0,13	0,13		
1000 ppm							
Tarma *	T7	15	0,13	0,13			
3000 ppm							
Tarma *	T6	15	0,33	0,33	0,33		
1000 ppm							
Tarma *	T5	15		0,40	0,40		
0 ppm							
Masajcancha *	T1	15			0,60		
0 ppm							
Sig.				0,118	0,118	0,454	

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

Se basa en las medias observadas.

Fuente: Elaboración propia.

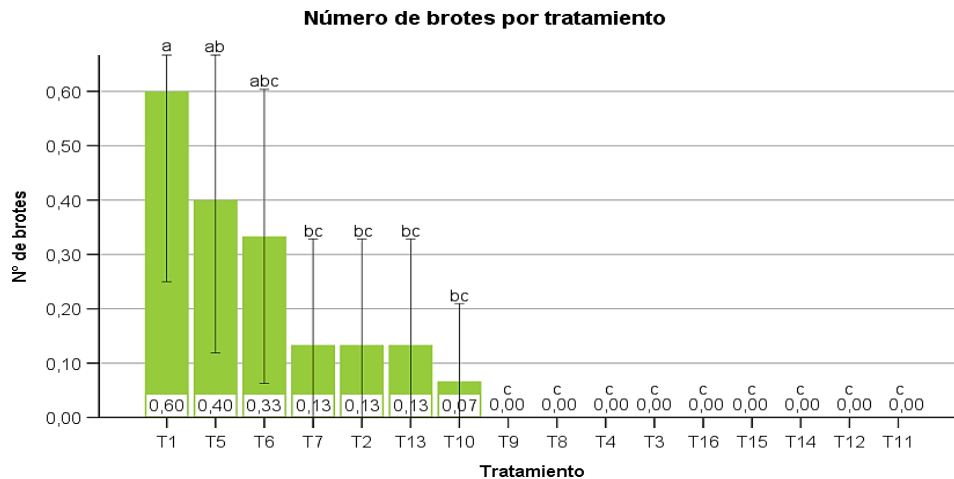


Figura 44. Número de brotes en estacas de *Polylepis* spp. por tratamiento. Fuente: Elaboración propia.

7.2.9. Longitud de brotes

En la Tabla 36 se observa los resultados del análisis de varianza sobre la influencia de los factores y tratamientos en la longitud de brotes que alcanzaron las estacas de *Polylepis* spp. en cámara de sub-irrigación.

Tabla 36.

Análisis de varianza para el número de brotes en estacas de *Polylepis* spp. en cámara de sub-irrigación.

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	21537,257 ^a	15	1435,817	4,141	0,000
Intersección	9456,426	1	9456,426	27,270	0,000
Procedencia	6989,911	3	2329,970	6,719	0,000
Concentración de AIB	8983,361	3	2994,454	8,635	0,000
Procedencia *	5563,984	9	618,220	1,783	0,073
Concentración de AIB					
Error	77675,567	224	346,766		
Total	108669,250	240			
Total corregido	99212,824	239			

Significativo (p<0,05)

Fuente: Elaboración propia.

Se encontró significancia estadística ($p < 0,05$) para el factor A (Procedencia) lo mismo sucede para el factor B (Concentración hormonal AIB), mas en las interacciones A x B (tratamientos) presentaron ninguna significancia estadística en la evaluación de la longitud de brotes en las estacas de *Polylepis* spp.

Para el Factor A, el análisis de varianza encuentra diferencias significativas entre las diferentes procedencias, debido a esto se aplicó la Prueba de Medias de Tukey (5 %) que se muestra en la Tabla 37.

Tabla 37.

Prueba de Comparación de Medias de Tukey para longitud de brotes en niveles del factor A.

Longitud de Brotes					
	Procedencia	Código	N	Subconjuntos	
				b	a
HSD Tukey^{a,b}	Cusco	a3	60	0,58	
	Concepción	a4	60	2,90	
	Masajcancha	a1	60	6,84	6,84
	Tarma	a2	60		14,78
	Sig.			0,257	0,093

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

Se basa en las medias observadas.

Fuente: Elaboración propia.

Después de evaluar el efecto de las procedencias en la longitud de brotes de las estacas de *Polylepis* spp. se muestran dos grupos diferenciados, el primero conformado por la procedencia a2 con un promedio de 14,78 mm, valor estadísticamente similar al a1 con 6,84 mm y el segundo grupo formado por las procedencias a4 y a3, cuyos valores promedio en longitud de brotes fue de 2,90 mm y 0,58 mm. La Figura 45 representa los valores promedios alcanzados en longitud de raíces por cada procedencia.

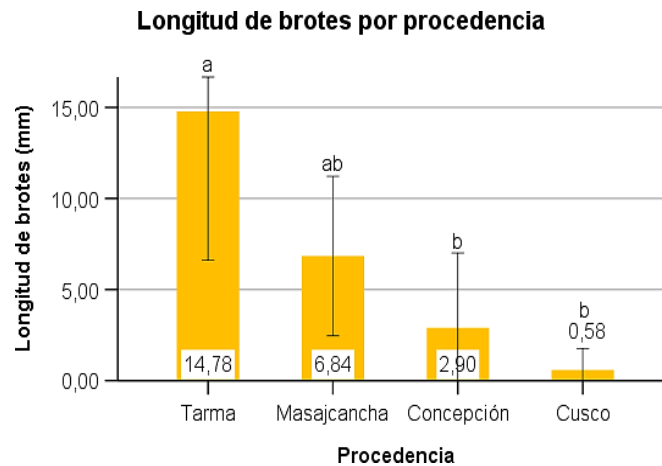


Figura 45. Longitud de brotes en estacas de *Polylepis* spp. por concentración de AIB.

Fuente: Elaboración propia.

A cerca del factor B, el análisis de varianza encontró diferencias significativas entre las concentraciones de AIB que las estacas de *Polylepis* spp. fueron sometidas, debido a ello se hizo la Prueba de Medias de Tukey (5 %) dichos resultados se muestran en la Tabla 38.

Tabla 38.

Prueba de Comparación de Medias de Tukey para longitud de brotes en niveles del factor B.

Longitud de Brotes					
	Concentración de AIB	Código	N	Subconjuntos	
				b	a
HSD Tukey^{a,b}	5000 ppm	b3	60	0,00	
	3000 ppm	b2	60	1,42	
	1000 ppm	b1	60	8,33	8,33
	0 ppm	b0	60		15,36
	Sig.				0,071

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

Se basa en las medias observadas.

Fuente: Elaboración propia.

Con la evaluación del efecto de las concentraciones de AIB en el número de raíces en estacas de *Polylepis* spp. se dividen tres grupos diferenciados, un

grupo con las concentraciones b0 y b1 con 15,36 mm y 8,33 mm; el segundo grupo que contiene las concentraciones b2 y b3 con 1,42 mm y 0,00 mm. En la Figura 46 se muestra los valores promedios de longitud de brotes.

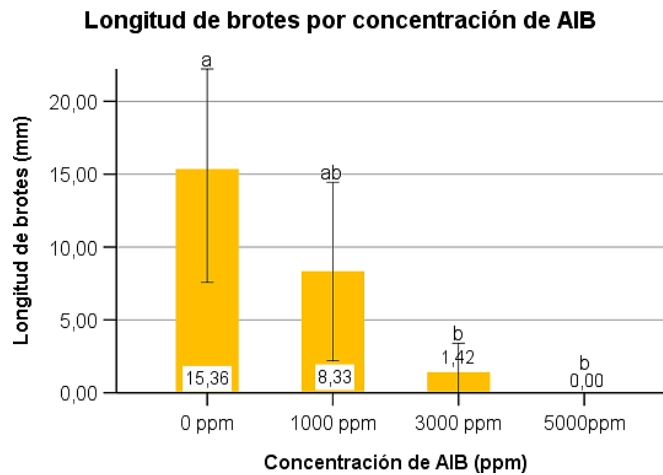


Figura 46. Longitud de brotes en estacas de *Polylepis* spp. por concentración de AIB.

Fuente: Elaboración propia.

Respecto a la interacción de los factores A x B en la longitud de raíces, el análisis de varianza prueba que no existen diferencias significativas entre los tratamientos, por lo que se infiere que cada factor actúa independientemente. Pese a ello, en la Figura 47 se observa que los tratamientos T5 (a2b0) con 30,80 mm, los que muestran mayor longitud de brotes por estacas de *Polylepis* spp. en cámara de sub-irrigación frente a los otros tratamientos y los que mostraron menores valores fueron los tratamientos T9, T8, T4, T3, T16, T15, T14, T12 y T11 que no presentaron ni brotes.

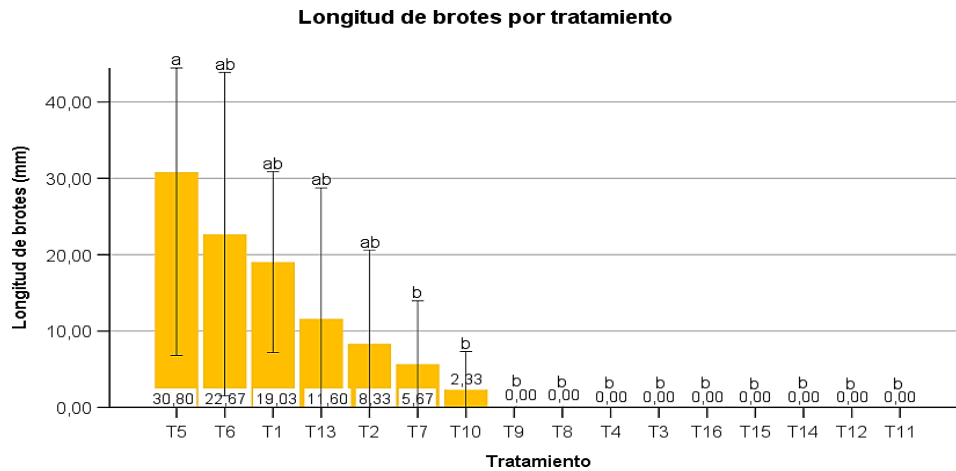


Figura 47. Longitud de brotes en estacas de *Polylepis* spp. por tratamiento. Fuente: Elaboración propia.

7.2.10. Vigor

- Vigor de estacas

Se realizó el análisis de varianza sobre la influencia de los factores y tratamientos en el número de callos que alcanzaron las estacas de *Polylepis* spp. en cámara de sub-irrigación, los resultados son los que se observan en la Tabla 39.

Tabla 39.

Análisis de varianza para el vigor de estacas de *Polylepis* spp. en cámara de sub-irrigación.

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	173,600 ^a	15	11,573	5,887	0,000
Intersección	2940,000	1	2940,000	1495,368	0,000
Procedencia	61,767	3	20,589	10,472	0,000
Concentración de AIB	83,233	3	27,744	14,112	0,000
Procedencia *	28,600	9	3,178	1,616	0,112
Concentración de AIB					
Error	440,400	224	1,966		
Total	3554,000	240			
Total corregido	614,000	239			

Significativo (p<0,05)

Fuente: Elaboración propia.

Se halló significancia estadística ($p < 0,05$) para el factor A (Procedencia) lo mismo sucede para el factor B (Concentración hormonal AIB), pero en las interacciones A x B (tratamientos) no presentaron significancia estadística en la evaluación del vigor de estacas de *Polylepis* spp.

En cuanto al Factor A, el análisis de varianza encuentra diferencias significativas entre las diferentes procedencias, debido a esto se aplicó la Prueba de Medias de Tukey (5 %) que se muestra en la Tabla 40.

Tabla 40.

Prueba de Comparación de Medias de Tukey para el vigor de estacas en niveles del factor A.

Vigor de estacas					
	Procedencia	Código	N	Subconjuntos	
				b	a
HSD Tukey^{a,b}	Cusco	a3	60	1,82	
	Concepción	a4	60		2,53
	Masajcancha	a1	60		2,82
	Tarma	a2	60		2,98
	Sig.			1,000	0,255

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

Se basa en las medias observadas.

Fuente: Elaboración propia.

En la evaluación del efecto de las procedencias en el vigor de estacas de *Polylepis* spp. se distribuyen en dos grupos diferenciados, un grupo con las procedencias a2, a1 y a4 con valores promedios de 2,98, 2,82, 2,53 que tuvieron vigor entre regular y malo y el segundo grupo compuesto por la procedencia a3 con un valor promedio de 1,82 que presenta estacas calificadas con vigor entre malo y muy malo. En la Figura 48 se revela los valores promedios del vigor de estacas por procedencia.

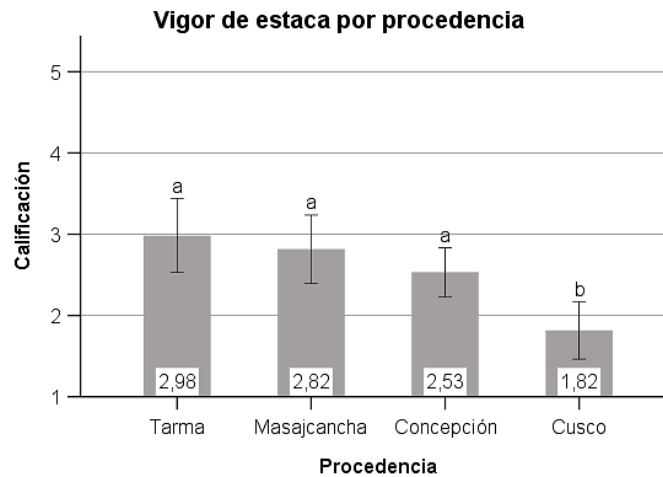


Figura 48. Vigor en estacas de *Polylepis* spp. por procedencia.
Fuente: Elaboración propia.

Con relación al factor B, el análisis de varianza también encontró diferencias significativas entre las concentraciones de AIB que las estacas de *Polylepis* spp. fueron inmersas, motivo por el cual se hizo la Prueba de Medias de Tukey (5 %) dichos resultados se muestran en la Tabla 41.

Tabla 41.

Prueba de Comparación de Medias de Tukey para el vigor de estacas en niveles del factor B.

Vigor de estacas					
	Concentración de AIB	Código	N	Subconjuntos	
				b	a
HSD Tukey ^{a,b}	5000 ppm	b3	60	1,88	
	3000 ppm	b2	60	1,97	
	1000 ppm	b1	60		2,90
	0 ppm	b0	60		3,40
	Sig.				0,986

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.
Se basa en las medias observadas.

Fuente: Elaboración propia.

Luego de la evaluación del efecto de las concentraciones de AIB en el vigor de estacas de *Polylepis* spp. los valores se dividieron en dos grupos diferenciados, el primero que contiene a las concentraciones b0 y b1, el primero de ellos con 3,40 calificándose entre bueno y regular y el segundo con 2,90 tratándose de

estacas entre regular y malo; mientras que el otro grupo estuvo conformado por las concentraciones b2 y b3 cuyos valores promedios de vigor de estacas fueron 1,97 y 1,98 que nos indica que se trataron de estacas calificadas con vigor entre malo y muy malo. En la Figura 34 se aprecia los valores promedios del porcentaje de callosidad por concentración de AIB.

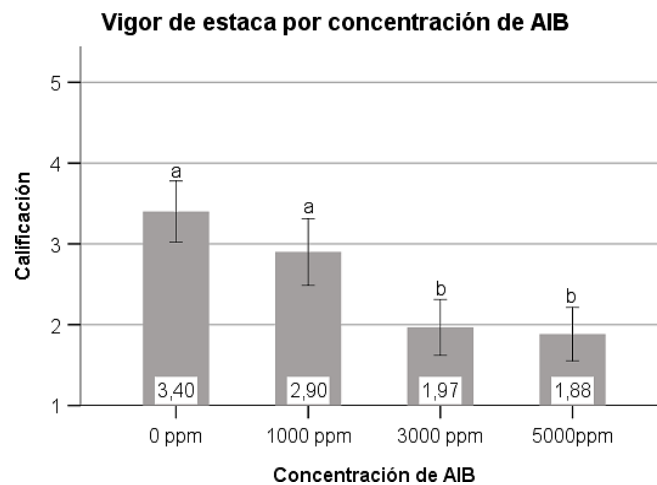


Figura 49. Vigor en estacas de *Polylepis* spp. por concentración de AIB. Fuente: Elaboración propia.

Sobre la interacción de los factores A x B en el vigor de estacas, el análisis de varianza prueba que no existen diferencias significativas entre los tratamientos, por lo que se infiere que cada factor se desenvuelve de forma independiente.

Sin embargo, en la Figura 50 se observa que, frente a los otros tratamientos, el T5 (a2b0) obtuvo 4,20 que lo califica entre excelente y bueno; seguido del T6 (a2b1) y T13 (a4b0) con valores de 3,87 y 3,20 que los calificaron entre bueno y regular; por otro lado, los tratamientos T10 (a3b1), T12 (a3b3) y T11 (a3b2) con valores promedio fueron 1,53, 1,47 y 1,20 calificados entre malo y muy malo el vigor de estacas de *Polylepis* spp. en cámara de sub-irrigación.

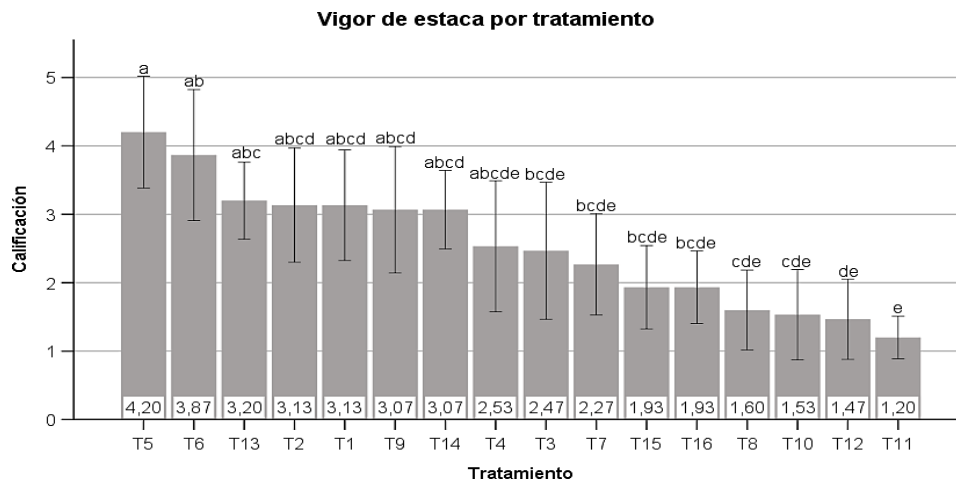


Figura 50. Vigor en estacas de *Polylepis* spp. por tratamientos.
Fuente: Elaboración propia.

- Influencia de Vigor de hojas en Vigor de estaca

En la Tabla 42 se aprecia la tabla de contingencia de Vigor de estacas * vigor de hojas y la representación gráfica en la Figura 51. Se muestran datos evaluados semanalmente al total de 240 estacas.

Fueron 46 las estacas calificadas como excelente; a partir de ellas, el 95,7 % presentaron rebrote, 41,3 % hojas amarillas, 10,9 % hojas rojas, 39,1 % hojas secas y ninguna estaca estuvo totalmente seca.

Las estacas que se calificaron con vigor bueno fueron 21; de ellas el 95,2 % mostraron rebrote, 28,6 % hojas amarillas, 14,3 % hojas rojas, 28,6 % hojas secas y ninguna estaca estuvo totalmente seca.

De un total de 49 estacas calificadas con vigor regular; 87,8 % tuvieron rebrote, 28,6 % hojas amarillas, 8,2 % hojas rojas, 30,6 % hojas secas y 8,2 % totalmente secas.

A partir de 24 estacas calificadas con vigor malo; el 79,2 % presentaron rebrote, 50,0 % hojas amarillas, 4,2 % hojas rojas, 62,5 % hojas secas y no hubo estacas totalmente secas.

Las estacas calificadas con vigor muy malo fueron 100; de ellas el 34,0 % mostró rebrote, 35,0 % hojas amarillas, 26,0 % hojas rojas, 74,0 % hojas secas y 55,0 % totalmente secas.

Tabla 42.

*Tabla de contingencia Vigor de estacas * vigor de hojas.*

		Tabla de contingencia						
		Vigor de hojas					Totalmente seca	Total
		Rebrote	Hojas amarillas	Hojas rojas	Hojas secas			
Vigor de estaca	Excelente	Recuento	44	19	5	18	0	46
		% dentro de Vigor de estaca	95,7%	41,3%	10,9%	39,1%	0,0%	100,0%
		% dentro de Rebrote	27,5%	22,1%	12,8%	14,1%	0,0%	19,2%
		% del total	18,3%	7,9%	2,1%	7,5%	0,0%	19,2%
Bueno		Recuento	20	6	3	6	0	21
		% dentro de Vigor de estaca	95,2%	28,6%	14,3%	28,6%	0,0%	100,0%
		% dentro de Rebrote	12,5%	7,0%	7,7%	4,7%	0,0%	8,8%
		% del total	8,3%	2,5%	1,3%	2,5%	0,0%	8,8%
Regular		Recuento	43	14	4	15	4	49
		% dentro de Vigor de estaca	87,8%	28,6%	8,2%	30,6%	8,2%	100,0%
		% dentro de Rebrote	26,9%	16,3%	10,3%	11,7%	6,8%	20,4%
		% del total	17,9%	5,8%	1,7%	6,3%	1,7%	20,4%
Malo		Recuento	19	12	1	15	0	24
		% dentro de Vigor de estaca	79,2%	50,0%	4,2%	62,5%	0,0%	100,0%
		% dentro de Rebrote	11,9%	14,0%	2,6%	11,7%	0,0%	10,0%
		% del total	7,9%	5,0%	0,4%	6,3%	0,0%	10,0%
Muy malo		Recuento	34	35	26	74	55	100
		% dentro de Vigor de estaca	34,0%	35,0%	26,0%	74,0%	55,0%	100,0%
		% dentro de Rebrote	21,3%	40,7%	66,7%	57,8%	93,2%	41,7%
		% del total	14,2%	14,6%	10,8%	30,8%	22,9%	41,7%
Total		Recuento	160	86	39	128	59	240
		% dentro de Vigor de estaca	66,7%	35,8%	16,3%	53,3%	24,6%	100,0%
		% dentro de Rebrote	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
		% del total	66,7%	35,8%	16,3%	53,3%	24,6%	100,0%

Fuente: Elaboración propia.

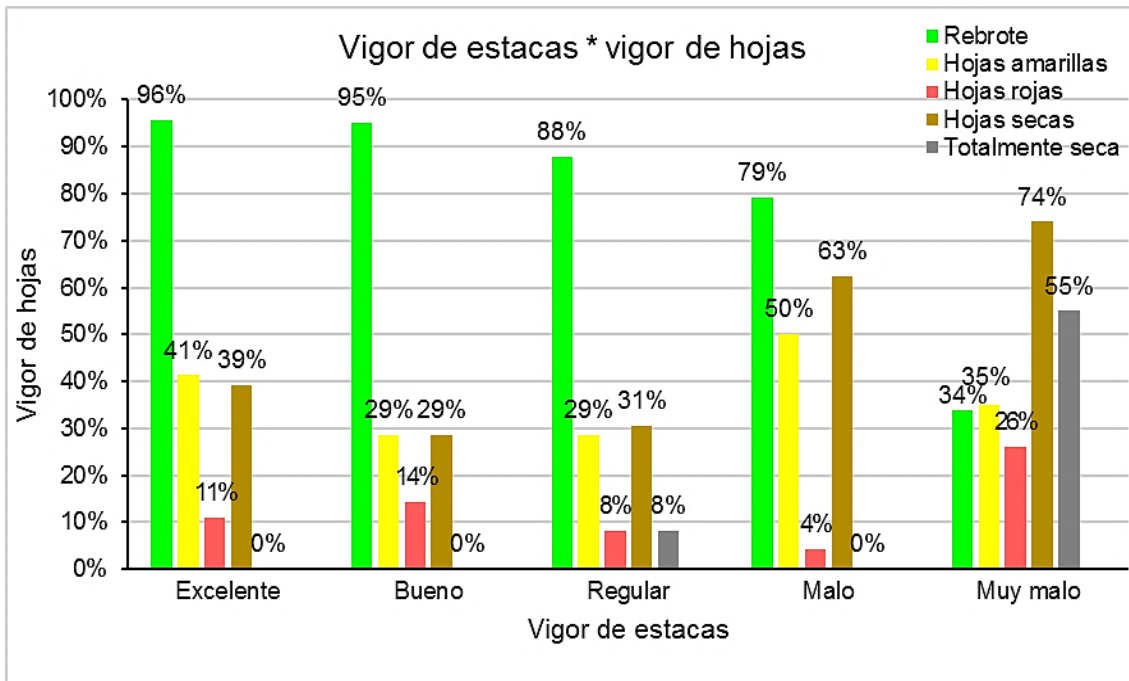


Figura 51. Porcentajes de la relación vigor de estacas y vigor de hojas.
Fuente: Elaboración propia.

Tras notar indicios de relación entre vigor de estacas y los síntomas del vigor de hojas, se hizo la prueba de correlaciones que se muestra en la Tabla 43.

Tabla 43.

Correlación vigor de estacas y vigor de hojas.

		Correlaciones				
		Vigor de hojas				
Vigor de estacas		Rebrote	Hojas amarillas	Hojas rojas	Hojas secas	Totalmente seca
		Correlación de Pearson	0,541**	0,010	-0,160*	-0,333**
	Sig. (bilateral)	0,000	0,878	0,013	0,000	0,000
	N	240	240	240	240	240

** . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

* . La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).

Fuente: Elaboración propia.

Según los resultados de la correlación de Pearson entre vigor de estacas y estacas que presentaron rebrote con una significancia alta ($p < 0,01$) es 0,541, lo que indica que existe una relación positiva moderada entre las variables.

La correlación de Pearson entre vigor de estacas y estacas que mostraron hojas amarillas indica que no existe una relación entre las variables mencionadas.

De acuerdo con los resultados de la correlación de Pearson entre vigor de estacas y estacas con hojas rojas estadísticamente significativa ($p < 0,05$) es $-0,160$, lo que sugiere que existe una relación negativa baja entre las variables.

La correlación de Pearson entre vigor de estacas y estacas con hojas secas presentó resultados con una significancia alta ($p < 0,01$) es $-0,333$ lo que señala que existe una relación negativa baja entre ambas.

Asimismo, la correlación de Pearson entre vigor de estacas y estacas con hojas secas presentó resultados con una significancia alta ($p < 0,01$) es $-0,516$ lo que indica que existe una relación negativa moderada entre ellas.

7.3. Contrastación de hipótesis

7.3.1. Hipótesis general

Luego haber efectuado el experimento y obtenido los resultados de los tratamientos; es decir, con el uso de estacas de procedencias y concentraciones de AIB distintas, influyó en la propagación en cámara de sub-irrigación, Huancayo.

7.3.2. Hipótesis específicas

Una de las procedencias tuvo un efecto positivo en la propagación vegetativa de estacas de *Polylepis* spp. en cámara de sub-irrigación.

Una concentración de hormona AIB tuvo un efecto positivo en la propagación vegetativa de estacas de *Polylepis* spp. en cámara de sub-irrigación.

7.3.3. Hipótesis estadísticas

Para el factor A (Procedencia), el análisis varianza y las pruebas de significancia con un nivel de confianza 99 %, presenta diferencias estadísticas con relación a las variables evaluadas.

Para el factor B (Concentración de hormona AIB), el análisis varianza y las pruebas de significancia con un nivel de confianza 99 %, presenta diferencias estadísticas con relación a las variables evaluadas.

Para la interacción A x B (Procedencia * Concentración de hormona AIB), luego haber efectuado el análisis estadístico con la incidencia de los resultados de análisis varianza y las pruebas de significancia con un nivel de confianza 99 %, no presenta diferencias estadísticas con relación a las variables de estudio a los 2 meses.

VIII. DISCUSIÓN

8.1. Con respecto a las condiciones climáticas

Los resultados de la investigación mostraron que la temperatura media dentro de la cámara de sub-irrigación fue de 21,14 °C, temperatura dentro de lo óptimo señalado por Hartmann y Kester (1995) quienes mencionan que este parámetro no debe tener temperaturas excesivas; es decir, mayores a 28 °C.

Las temperaturas mínimas y máximas en la cámara oscilaron dentro del rango de 12,40 °C a 28,44 °C, valores no tan similares a lo sugerido por dichos autores, quienes indican de 21 °C a 27 °C; sin embargo, se pudo lograr resultados satisfactorios a pesar de que las temperaturas mínimas hayan alcanzado valores por debajo de lo recomendado; esto se explica con lo expuesto por Corea et al. (1992) acerca del efecto positivo de las temperaturas bajas que ayudan mantener una humedad relativa adecuada y evitar el estrés hídrico que provoca efectos negativos en el desarrollo de las estacas (Damour et al., 2010).

En cuanto a la temperatura máxima, es favorable que no se eleve a más de los 28 °C, puesto que eso induce la producción de yemas y brotes, actividad que de una manera u otra disminuye las posibilidades de enraizamiento en estacas (Hartmann y Kester, 1997; Hartmann et al., 2002).

Con respecto al porcentaje de la humedad relativa promedio en la cámara fue de 47,53 % con valores máximos de 79,13 % y mínimos de 28,96 %. El monitoreo de este parámetro ha sido necesario pues la condición hídrica en las estacas se rige por el balance que debe existir entre las pérdidas originadas por la evaporación a través de las hojas y la absorción de agua por el corte basal de las estacas y/o a través de la superficie de las hojas y tallo (Loach, 1988).

8.2. Con respecto al factor A (Procedencia)

Tras evaluar las variables de respuesta a las cuatro procedencias, presentaron diferencia significativa, las estacas de Masajcancha, Tarma y Concepción frente a las de Cusco. Pese a ello, entre las tres primeras procedencias, la que mostró mejor capacidad de enraizamiento fue la de Masajcancha.

Las estacas de Masajcancha lograron en promedio un 68 % de sobrevivencia; respecto al enraizamiento, las estacas tuvieron en promedio 68 % de enraizamiento, con una media de 7,07 raíces por estaca de 19,42 mm de longitud; para la variable callosidad, se obtuvo un promedio de 25 % con 0,78 callos por estaca y en cuanto a la brotación presentaron en promedio 17 % con 0,18 brotes por estaca de 6,84 mm de longitud y a cerca del vigor de estaca, las estacas en promedio fueron calificadas entre regular y malos.

Los resultados obtenidos en estacas provenientes de Masajcancha se debió a las características iniciales del árbol madre que eran brotes tiernos y lignificados, por lo que se atribuye los efectos no solo de la procedencia, sino también estaría relacionada con la edad del brote de donde se extrae la estaca y características fenotípicas del árbol madre (Castillo et al, 2013).

Hasta la actualidad, no se han desarrollado pruebas o ensayos de la influencia de la procedencia en la capacidad de enraizamiento de estacas de *Polylepis* spp. Sin embargo, cabe mencionar que existen algunos estudios en otras especies, tal es el caso de Doll et al. (2012), quien probó la existencia de diferencias significativas entre los valores respuesta del porcentaje de enraizamiento de esquejes de *Ugni molinae* de dos procedencias distintas: 93 % de todas las estacas provenientes de la Cordillera de Los Andes contra un 56 % para la procedencia Cordillera de la Costa. Por el contrario, Castillo et al. (2013)

menciona que no existe influencia de las procedencias en el enraizamiento de estacas de *Abies religiosa*.

8.3. Con respecto al factor B (Concentración de hormona AIB)

La evaluación de las variables respuesta de las concentraciones de AIB en estacas de *Polylepis* spp. manejadas en cámara de sub-irrigación señala que hubo diferencia significativa de las concentraciones de AIB mas no tuvieron influencia en la mejora de la capacidad de enraizamiento, puesto que las que mostraron mejor capacidad de enraizamiento fueron las que no tuvieron hormona AIB.

En cuanto a la variable sobrevivencia, a los dos meses de instalado el experimento, con hormona (1000 ppm, 3000 ppm y 5000 ppm) se alcanzó en promedio 47,67 %, mientras que sin ella, se logró un 90 % de sobrevivencia, cifra que supera a lo obtenido por Quinteros (2014) 27,09 %, pese a que también usó cámaras de sub-irrigación, la diferencia se debe a que en su ensayo usó, como sustrato, mezclas de arena y turba en distintas proporciones. Esto podría reafirmar la eficiencia e importancia de utilizar un sustrato inerte y totalmente estéril dentro de la cámara.

Las cifras superan aún más a las conseguidas por Gualavisí (2008) 77,91 % en platabandas a nivel; Vásquez (2008) 79,73 %; León (2009) 66,5 %; Limaico (2011) 14,37 %; Soto (2013) 44,00 %; Ruíz (2013) 0 %; Espejo (2015) 48,62 %, que, a diferencia de esta investigación, manejaron las estacas dentro de fundas de plástico en viveros; por tanto, se puede verificar la eficiencia del propagador en mantener el microclima que asegura la supervivencia del material vegetativo.

A diferencia del resto, Meléndez y Naranjo (2014) probaron con enraizadores comerciales, aun así, no superaron al obtenido en esta investigación, pues lograron una sobrevivencia de 51,20 % con Raizplant y 41,30 % con Rootmost. Para la variable enraizamiento, a los dos meses de instalado el experimento, las estacas que fueron inmersas en hormona (1000 ppm, 3000 ppm y 5000 ppm) presentaron un 48 % de enraizamiento; en cambio, las que no tuvieron hormona lograron 83 %, con una media de 10,58 raíces por estaca de 46,28 mm de longitud en promedio; mientras que Quinteros (2014) en cámara de sub-irrigación obtuvo 23,46 % de enraizamiento con 3,41 raíces en promedio de 9,33 cm de longitud.

Los valores obtenidos en la investigación son muy diferentes a León (2009) 68,20 % con raíces de 1,6 cm de longitud; Mamani (2016) logró un 28,04 % de enraizamiento con 3,5 raíces por estaca de 9,80 cm de longitud; Huarhua (2017) 53 % de enraizamiento con 1,71 raíces por estaca de 2,33 cm de longitud en promedio. Estas investigaciones se asemejan por haber propagado dentro de fundas de plástico en viveros.

Tras la evaluación de Meléndez y Naranjo (2014) quienes utilizaron otras hormonas y las manejaron en vivero, tuvieron mayores porcentajes de enraizamiento, alcanzando el 53,60 % con Raizplant y 43,30 % con Rootmost. En su investigación, Ayma (2015) obtuvo 85,10 % de enraizamiento de estacas de *P. lanata*, las cuales se caracterizaron por ser extraídas particularmente de las ramas pivotantes con dos nudos de 10 a 20 cm, tratadas con AIB en polvo al 5 % y evaluados al sexto mes; a simple vista es un resultado que supera a la presente investigación, pero el tiempo que se tarda para conseguirlo es mayor además de la concentración de hormona que se ha de usar.

Referente a la variable callosidad en esta investigación, a los dos meses de instalado el experimento, las estacas inmersas en hormona (1000 ppm, 3000 ppm y 5000 ppm) presentaron un 13 % de callosidad y para las estacas manejadas sin hormonas un 38 % de callosidad con 1,22 callos por estaca en promedio.

Con respecto a la variable brotación en esta investigación, a los dos meses de instalado el experimento, el promedio en estacas sin hormonas tuvo un 27 % de brotación con 0,28 brotes de 15,36 mm de longitud, cifras que superan a lo obtenido por León (2009) con 2,3 brotes por estaca; Limaico (2011) que obtuvo brotes de 1,15 cm de longitud; Meléndez y Naranjo (2014) encontró diferencia altamente significativas del efecto de las hormonas en el promedio de longitud de brotes, con Raizplant presentó brotes de 7,80 cm y con Rootmost, brotes de 7,20 cm; Huarhua (2017) tuvo en promedio 1,08 brotes por estaca.

Referente al vigor de estaca, sin hormona en promedio fueron calificadas como regular y malo, resultados poco favorables a comparación de los obtenidos por León (2009) cuyo vigor de estacas fueron calificadas como regular y buenas.

8.4. Con respecto a la interacción A x B (Procedencia * Concentración de hormona AIB)

La evaluación de las variables respuesta del efecto de la interacción de los factores A x B (Procedencia * Concentración de hormona AIB) en la capacidad de enraizamiento de estacas de *Polylepis* spp. en cámara de sub-irrigación, demostró que los tratamientos no influyeron de forma significativa; por lo tanto, cada factor actuó de manera independiente.

Pese a ello, se pudo notar que algunos tratamientos destacaron por presentar mejores resultados para la capacidad de enraizamiento, tales son: T5 (Tarma, 0 ppm) con 100 % de sobrevivencia, 100 % de enraizamiento, 33 % de callosidad, 40 % de brotación y vigor de bueno a muy bueno; seguido del T13 (Concepción, 0 ppm) con 93% de sobrevivencia, 93 % de enraizamiento, 27 % de callosidad, 13 % de brotación y vigor de regular a bueno y el T1 (Masajcancha, 0 ppm) con 100 % de sobrevivencia, 87 % de enraizamiento, 20 % de callosidad, 53 % de brotación y vigor de regular a bueno.

Los tratamientos con los resultados más bajos fueron; T10 (Cusco, 1000 ppm) con 20 % de sobrevivencia, 20 % de enraizamiento, 0 % de callosidad, 7 % de brotación y vigor de malo y muy malo; seguido del T12 (Cusco, 5000 ppm) con 20 % de sobrevivencia, 7 % de enraizamiento, 20 % de callosidad, 0 % de brotación y vigor de malo y muy malo; y T11 (Cusco, 3000 ppm) con 13 % de sobrevivencia, 13 % de enraizamiento, 7 % de callosidad, 0 % de brotación y vigor de malo y muy malo.

Analizando estos tratamientos, se observa que son de diferentes procedencias y a ninguna se aplicó hormona AIB, esto se explica porque existen especies que no requieren de la aplicación de hormonas enraizadoras para poderse propagar exitosamente, debido a que el enraizamiento depende además de ciertos cofactores como compuestos fenólicos, materiales nitrogenados y azúcares producidos en las hojas que en combinación con las auxinas permiten el enraizamiento (Weaver, 1976; Fochesato et al., 2006; Althaus et al., 2007; Almeida et al., 2007; Bortolini et al., 2008).

IX. CONCLUSIONES

A partir de los objetivos, análisis y resultados obtenidos en esta investigación y bajo las condiciones en que ésta se llevó a cabo, se llegó a las siguientes conclusiones:

- La utilización de cámaras de sub-irrigación contribuyó al enraizamiento de estacas de *Polylepis* spp.
- La cámara de sub-irrigación generó un microclima favorable para las estacas de *Polylepis* spp. con las condiciones de temperatura (°C) y humedad relativa (%) que permitieron el mantenimiento de la turgencia de estas.
- La procedencia de estacas que tuvo mejor capacidad de enraizamiento fue la de Masajcancha con 68 % de enraizamiento en promedio.
- Las concentraciones hormonales de Ácido indol-3-butírico no influyeron positivamente en la capacidad de enraizamiento, resultando como mejor opción propagar sin uso de esta (0 ppm) 83 % de enraizamiento en promedio.
- Los tratamientos que respondieron mejor fueron T5 (Tarma, 0 ppm) con 100 % de sobrevivencia y 100 % de enraizamiento; seguido del T13 (Concepción, 0 ppm) con 93% de sobrevivencia y 93 % de enraizamiento y el T1 (Masajcancha, 0 ppm) con 100 % de sobrevivencia, 87 % de enraizamiento.
- La formación de callos en cámaras de sub-irrigación se da a partir de la cuarta semana de instalado el ensayo.

X. RECOMENDACIONES

Se recomienda para la instalación y manejo del ensayo lo siguiente:

- Hacer una adecuada selección del material vegetativo para no tener problemas externos al experimento.
- Realizar la instalación del ensayo el mismo día de la colecta.
- Monitorear la temperatura, humedad relativa y además de ello, la luminosidad.
- Monitorear el estado de vigor de las hojas (presencia de síntomas), regularmente.
- Extraer los folíolos caídos y/o estacas muertas para asegurar la esterilidad e inocuidad del propagador.

En base a los resultados y conclusiones obtenidos, se propone utilizar esta investigación como línea base para futuras investigaciones, tales como:

- Evaluar el efecto de diferentes épocas de recolección de estacas de *Polylepis*, en el enraizamiento de estos.
- Comparar el tiempo y capacidad de enraizamiento de estacas de *Polylepis* spp en vivero (método tradicional) y en cámaras de sub-irrigación con ensayos simultáneos.
- Realizar ensayos donde se compare la capacidad de enraizamiento de diferentes especies de *Polylepis* en cámaras de sub-irrigación, sin uso de hormonas.
- Probar la capacidad de enraizamiento usando AIB en concentraciones hormonales entre 0 ppm y 1000 ppm en estacas de *Polylepis* spp.

Se debe invertir e Implementar esta tecnología en otras zonas andinas del Perú con especies endémicas vulnerables.

XI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almeida, F., Xavier, A., Moreira, J., y Nogueira, H. (2007). *Eficiência das auxinas (AIB e ANA) no enraizamento de miniestaquillas de clones de Eucalyptus cloeziana F. Muell.* Rev. Árv., 3: 455 – 463.
- Althaus, M., Leal, L., Silveira, F., Zuffellato, K., y Fortes, L. (2007). *Influência do ácido naftaleno acético e dois tipos de substrato no enraizamento de estacas de Jasmim-amarelo.* Rev. Ciên. Agron., 3: 322-326.
- Álvarez, G. (1994). *Guía Práctica para la propagación de plantas superiores.* BARRA- UNL.
- APG III. (2009). *An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants.* Botanical Journal of the Linnean Society, 2009, 161, 105–121.
- Arévalo, R., y García, B. (2001). *Hablemos de nuestros árboles: Potencial y caracterización campesina de árboles nativos andinos.* Huaraz, Perú.
- Arnal, H., Sampson, A., Navarro, G., Palomino, W., Ferreira, W., Romoleroux, K., Caro, D., Teich, I., Cuyckens, E., Antezana, C., Arrazola, S., Aucca, C., Balderrama, J., Beck, S., Burneo, S., De la Barra, N., Bustamante, A., Fandinso, Y., Ferro, G., Gomez, I., Guzman, G., Iglesias, J., Irazabal, J., Lozano, P., Mercado, M., Monsalve, A., Renison, D., Salgado, y Samochuallpa, E. (2014). *Mapa Pan Andino de Bosques de Polyloepis prioritarios para Conservación.* The Plains, USA.: American Bird Conservancy.
- Aucca, C., y Ferro, G. (2014). *Ecología, Distribución, Monitoreo y Estado de Conservación de los Bosques del género Polyloepis (Rosaceae) en Perú.*

- Ayma, A. I. 2015. *Enraizamiento de diferentes formas de esquejes de queñua (Polylepis lanata) (Cochabamba, Bolivia)*. Proyecto de Manejo y Restauración de Bosques de Independencia. Cochabamba. 2 p.
- Bakker, J., Moscol, M., y Hooghiemstra, H. (2008). *Holocene environmental change at the upper forest line in northern Ecuador*. The Holocene, XVIII, 877–893. doi:10.1177/0959683608093525
- Bitter, G. (1911). *Revision der Gattung Polylepis*. Bot.Jahrb. Syst. 45, 564-656.
- Bortolini, M., Lima, D., Alcántara, G., Fanti, G., Biasi, L., Quoirin, M., Koehler, H., y Zuffellato, K. (2008). *Enraizamiento de estacas de Ficus benjamina L.* Scientia Agraria, Curitiba, 4: 539-543.
- Calle, O., y Córdova, A. (2009). *Determinación de un método de enraizamiento inducido hormonalmente para Polylepis reticulata en la zona de Cucheros – Parque Nacional Cajas provincia del Azuay*. Cuenca, Ecuador: Universidad del Azuay.
- Campos, M. (2013). *Protocolo preliminar para el enraizamiento de estacas de Podocarpus oleifolius (D. Don ex Lamb.) y Weinmannia pinnata (L). para la producción en vivero*. Universidad Nacional de Costa Rica.
- Castillo, J., López, M., López, J., Cetina, V., y Hernández, T. (2013). *Factores de influencia en el enraizamiento de estacas de Abies religiosa (Kunth). Et Cham*. Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente, 19 (1), 175-184. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.5154/r.rchscfa.2011.06.038>.
- Corea, E., Mesén, F., y Cornelius, J. (1992). *El proyecto mejoramiento genético forestal del CATIE y su papel en la región centroamericano*. El Chasqui (28): 19-24.

- Damour, G., Simonneau, T., Cochard, H. y L. Urban. (2010). *An overview of models of stomatal conductance at the leaf level*. Plant, Cell and Environment 33, 1419-1438.
- Doll, U., Rodríguez, I., Soto, C., y Razmilic, I. (2012). *Propagación de estacas y concentración de taninos y flavonoides en hojas de dos procedencias de Ugni molinae de la región del Maule (Chile)*. Bosque (Valdivia), 33(2), 203-209. DOI: 10.4067/S0717-92002012000200010.
- Espejo, E. (2015). *Evaluación de la eficiencia de cuatro enraizadores y dos longitudes de corte para la propagación vegetativa de esquejes de Queñual (Polylepis racemosa subespecie triacontandra) a nivel vivero en el municipio de El Alto*. La Paz: Universidad Mayor de San Andrés.
- Fjeldså, J. (1995). *Geographical patterns of neoendemic and relict species of Andean forest birds: the significance of ecological stability areas*. En H. B. S. P. Churchill, Biodiversity and conservation of Neotropical montane forests. New York Botanical Gardens (págs. 89-102). Bronx.
- Fjeldså, J., y Kessler, M. (1996). *Conserving the biological diversity of Polylepis woodlands of the highland of Peru and Bolivia*. A Contribution to Sustainable Natural Resource Management in the Andes. doi: 10.1126/science.1244693.
- Fochesato, M. L.; Martins, F. T.; Souza, P. V. D.; Schwarz, S. F.; Barros, I. B. I. 2006. *Propagação de Louro (Laurus nobilis L.) por estacas semilenhosas com diferentes quantidades de folhas e tratadas com ácido indolbutírico*. Rev. Bras. Pl. Med., Botucatu, 3: 72-77.
- Gárate, M. (2010). *Técnicas de propagación por estacas*. Ucayali: Universidad Nacional de Ucayali.

- Gerding, V., Hermosilla, M., y Grez, R. (1996). *Sustratos de corteza compostada para la propagación vegetativa de estacas de tallo de Podocarpus nubigena Lindl. y Eucryphia cordifolia Cav.* Bosque. 17 (2), 57-64.
- Guevara, E. (1987). *Reguladores del crecimiento. Curso de cultivo de tejidos (2., 1987, Turrialba, CR)*. Memoria. Turrialba, CR CATIE.
- Gualavisí, L. (2008). *Comportamiento de Polylepis racemosa en vivero mediante propagación vegetativa utilizando cuatro longitudes de estacas en platabandas a nivel en tres diferentes pisos altitudinales Cayambe 2008*. Tesis de pregrado, Facultad de Ciencias Agropecuarias y Ambientales, Universidad Politécnica Salesiana (Sede Quito, Ecuador). Disponible en: <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/6750>
- Hartmann, H., y Kester, D. (1995). *Propagación de plantas: Principios y prácticas* (4th ed.). Continental, México.
- Hartmann, H., y Kester, D. (1997). *Propagación de Plantas: Principios y prácticas* (2nd ed.). Cía. Editorial Continental S.A. México. pp. 263–385.
- Hartmann, H., Kester, D., Geneve, R. y Davies, F. (2002). Hartmann y Kester de *Propagación de Plantas: Principios y prácticas* (7th ed.). Prentice Hall. Universidad Estatal de Pensilvania, Estados Unidos de América. 880 pág.
- Hensen, I., Cierjacks, A., Hirsch, H., Kessler, M., Romoleroux, K. R., y Wesche, K. (2011). *Historic and recent fragmentation coupled with altitude affect the genetic population structure of one of the world's highest tropical tree line species. Global Ecology and Biogeography*, XXI, 455–464. doi:10.1111/j.1466- 8238.2011.00691.x
- Howland, P. (1975). *Vegetative propagation methods or Triplochiton scleroxylon K. Schum.* En Symposium on Variation and Breeding Systems of

Triplochiton scleroxylon K. Schum (págs. 99-109). Ibadan, Nigeria: Federal Department of Forest Research.

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*. Moquegua: Universidad José Carlos Mariátegui.

Imaicela, V. y Fuentes, S., (1999). *Propagación del yagual Polylepis incana, P. racemosa, P. lanuginosa*, Ponencia presentada en el Taller de Manejo de Semillas y Viveros Forestales, Santo Domingo de los Colorado.

IUCN. (26 de Noviembre de 2018). *Red List of Threatened Species*.

Jordán, M., y Casaretto, J. (2006). *Hormonas y reguladores del crecimiento: auxinas, giberelinas y citocininas*. (F. Squeo, y L. Cardemil, Edits.) Fisiología Vegetal, 1- 28.

Kerr, M., (2003). *A phylogenetic and biogeographic analysis of the Sanguisorbeae (Rosaceae) with emphasis on the pleistocene radiation of the high Andean genus Polylepis*. PhD thesis, Maryland: Univ. Maryland.

Kessler, M. (1995a). *The genus Polylepis (Rosaceae) in Bolivia*. Candollea 42, 31-71.

Kessler, M. (1995b). *Polylepis-Wälder Boliviens: Taxa, Ökologie, Verbreitung und Geschichte*. Dissertationes Botanicae 246, J. Cramer. Berlin.

Kessler, M. (2006). *Bosques de Polylepis*. *Botánica económica de los Andes Centrales*, 11.

Kessler, M., y Schmidt-Lebuhn. (2005). *Taxonomic and distributional notes on Polylepis (Rosaceae)*. *Organisms, Diversity and Evolution* 6, 67-70.

- Landeo, D. (2017). *Estructura dasométrica y poblacional de bosques del género Polylepis en la Región Junín, 2016*. Huancayo: Universidad Continental.
- Leakey, R. e. (1990). *Low-technology techniques for the vegetative propagation of tropical trees*. Commonwealth Forestry Review (G.B.), 247-257.
- Leakey, R., y Longman, K. (1988). *Low-tech cloning of tropical trees*. Appropriate technology (G.B.) 15:6.
- León, D. P. (2009). *Propagación de dos Especies de Yagual (Polylepis incana y Polylepis racemosa) utilizando dos Enraizadores Orgánicos y dos Enraizadores Químicos en el Vivero Forestal del CREA en el cantón y provincia del Cañar. Cañar*. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
- Limaico, J. (2011). *Propagación vegetativa de (Polylepis incana kunth), aplicando la hormona (ANA), en cuatro niveles, en el vivero de la granja de Yuyucocha*. Imbabura, Ecuador: Universidad Técnica del Norte.
- LOACH, K. 1988. *Controlling environmental conditions to improve adventitious rooting*, pp. 248–273. In: Davies, T.D., Haissig, B.E. and Sankhla, N. (Eds) *Adventitious Root Formation in Cuttings*. Advances in Plant Sciences Series Volume 2. Dioscorides Press, Portland, Oregon.
- Mamani, L. (2016). *Efecto de diferentes sustratos en el enraizamiento de esquejes de queñua (Polylepis besseri Hieron) bajo ambiente protegido en Cota Cota, La Paz* (No. CIDAB-T-SB108-M33e). La Paz (Bolivia): Universidad Mayor de San Andrés.
- Mansilla, A. (2004). *Propagación vegetativa mediante estaquillado en especies nativas de los géneros Musticia, Escallonia y Gaultheria, como potenciales cultivos ornamentales*. Universidad Austral de Chile.

- Meléndez, J. R., y Naranjo, I. A. (2014). *Evaluación de la calidad de plantas de Yagual (*Polylepis incana*) mediante la propagación asexual con dos enraizadores químicos y tres tipos de sustratos en la Moya, Cantón Guaranda, Provincia Bolívar. Cantón Guaranda, Bolívar, Ecuador: Universidad Estatal de Bolívar. Disponible en: <http://www.dspace.ueb.edu.ec/bitstream/123456789/1146/1/128.pdf>*
- Mendoza, W. (2005). El Género *Polylepis* en el Perú.
- Mendoza, W., y Cano, A. (2011). *Diversidad del género Polylepis (Rosaceae, Sanguisorbeae) en los Andes peruanos. Revista peruana de biología, 18(2), 197- 200.*
- Mesén, F. (1998). *Enraizamiento de estacas juveniles de especies forestales: Uso de propagadores de sub-irrigación*. Turrialba: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza - CATIE.
- MINAM. (2016). *La conservación de los bosques en el Perú (2011-2016)*. Lima: Ministerio del Ambiente.
- Morales, L. (2015). *Estado actual del bosque de Polylepis y su eficiencia en la captura de CO₂, en la provincia Tarapacá, departamento de Tacna. Tarapacá, Tacna, Perú.*
- Oropeza, Y. C. (2016). *Propagación vegetativa de quenua (*Polylepis beueri* Hieron) utilizando fitohormona enraizaor en diferentes dosis, en el invernadero de la ciudad universitaria de Shancayán-Huaraz-Ancash. Huaráz: Universidad Nacional Santiago Antunez de Mayolo.*
- Piñuela, A., Guerra, A., y Pérez-Sánchez, E. (2013). *Guía para el establecimiento y manejo de viveros agroforestales*. San Javier-Yaracuy, Venezuela: Fundación Danac.

- Quinteros V., I. E. (2014). *Enraizamiento de dos especies de Queñua (Polylepis tarapacana y Polylepis besseri Hieron.) en cuatro sustratos, bajo ambiente protegido*. Tesis doctoral. La Paz: Universidad Mayor de San Andrés.
- Quispe, M. E. (2013). *Propagación vegetativa de queñua (Polylepis besseri Hieron) con la aplicación de enraizadores naturales y sustratos en el vivero*. Tesis en ingeniería agronómica. San Andrés: Universidad Mayor de San Andrés.
- Reynel, C., y Marcelo, J. (2009). *Árboles de los ecosistemas forestales andinos: Manual de identificación de especies*. Serie de Investigación y Sistematización N°9. Lima: Programa regional ECOBONA – INTERCOOPERATION.
- Rojas, S., García, J., y Alarcón, M. (2004). *Propagación asexual de plantas. Conceptos básicos y experiencias con especies amazónicas*. Colombia: Produmedios.
- Ruíz, D. (2013). *Evaluación de cuatro métodos de propagación vegetativa en yagual (Polylepis incana) Cayambe – Ecuador 2012*. Quito: Universidad Politécnica Salesiana.
- Schmidt-Lebuhn, A., Kessler, M., y Kumar, M. (2006). *Promiscuity in the Andes: a phylogenetic analysis of the genus Polylepis (Rosaceae) based on morphology and AFLP data*. Systematic Botany 31, 547-559.
- Segovia, M., Domic, A., Boza, T., y 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, XXVIII, 188- 201. doi:10.25260/EA.18.28.1.1.527

- Senamhi. (12 de noviembre de 2018). *Clima*. Obtenido de Mapa climático del Perú: <https://www.senamhi.gob.pe/?yp=mapa-climatico-del-peru>
- Servat, G. P., Mendoza, W., y Ochoa, J. A. (2002). *Flora y fauna de cuatro bosques de Polylepis (Rosaceae) en la cordillera del Vilcanota (Cusco, Perú)*. *Ecología Aplicada*, 25-35.
- Simpson, B. (1979). *A revision of the genus Polylepis (Rosaceae: Sanguisorbeae)*.
- Simpson, B. (1986). *Speciation and specialization of Polylepis in the Andes*. En F. Vuillemier y M. Monasterio (eds). *High Altitude Tropical Biogeography* (p. 304-316). Nueva York: Oxford University Press.
- Soto, L. I. (2013). *Propagación vegetativa de esquejes de Queñual (Poly/epis sp) bajo diferentes dosis del enraizador Root-Hor en el distrito de Carampoma-Huaroquirí-Lima*. (Tesis inédita de ingeniero Agrónomo). Lima: Universidad Nacional de Huancavelica.
- Soudre, M. (2010). *Transferencia de tecnológica de propagación vegetativa de especies forestales valiosas en las regiones de Loreto y Ucayali, a través de RAPVE*. Loreto: INSTITUTO DE INVESTIGACIONES DE LA AMAZONÍA PERUANA – IIAP.
- Spier, B. (1980). *Árboles y leñosas para reforestar las tierras altas de la región interandina del Ecuador* (2nd ed.). Cotopaxi.
- Ticse, J. (2018). *Relación de la morfometría foliar de Polylepis rodolfo-vasquezii Valenzuela y Villalba y Polylepis incana kunth con la altitud y el número cromosómico en la región Junín*. Huancayo, Perú: Universidad Continental.
- Toro, J. (2007). *Macro y micro-propagación de especies del bosque altoandino*. Medellín.

- Vásquez, S. (2008). *Efecto de las auxinas IBA y ANA en el enraizamiento de estacas forestales de las especies *Alnus acuminata* y *Polylepis racemosa*, Cayambe 2008*. Quito: Universidad Politécnica Salesiana.
- Vastey, J. (1962). *Estudios sobre propagación de especies forestales por estacas*.
- Weaver, R. (1976). *Reguladores de crecimiento de las plantas en la agricultura*. (Davis, Ed.) Trillas: Universidad de California.
- Young, K., y León, B. (1997). *Eastern slopes of the central Andes in Perú*.
- Zutta, B., Rundel, P., 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*. *Revista Peruana de Biología*, 19(2), 205-2.

XII. ABREVIATURAS

AIA:	Ácido Indol Acético
AIB:	Ácido Indol -3- Butírico
AM:	Amazonas
AN:	Ancash
ANA:	Ácido Naftalenacético
AP:	Apurímac
AR:	Arequipa
AY:	Ayacucho
CA:	Cajamarca
CREA:	Centro de Reconvención Económica de Azuay
CU:	Cusco
EEA:	Estación Experimental Agraria
HU:	Huánuco
HV:	Huancavelica
ICRAF:	Centro Internacional de Investigación Agroforestal
INIA:	Instituto Nacional de Innovación Agraria
IUCN:	Lista Roja de Especies Amenazadas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza
JU:	Junín
LA:	Lambayeque
LI:	Lima
LL:	La Libertad
MINAM:	Ministerio del Ambiente
MO:	Moquegua

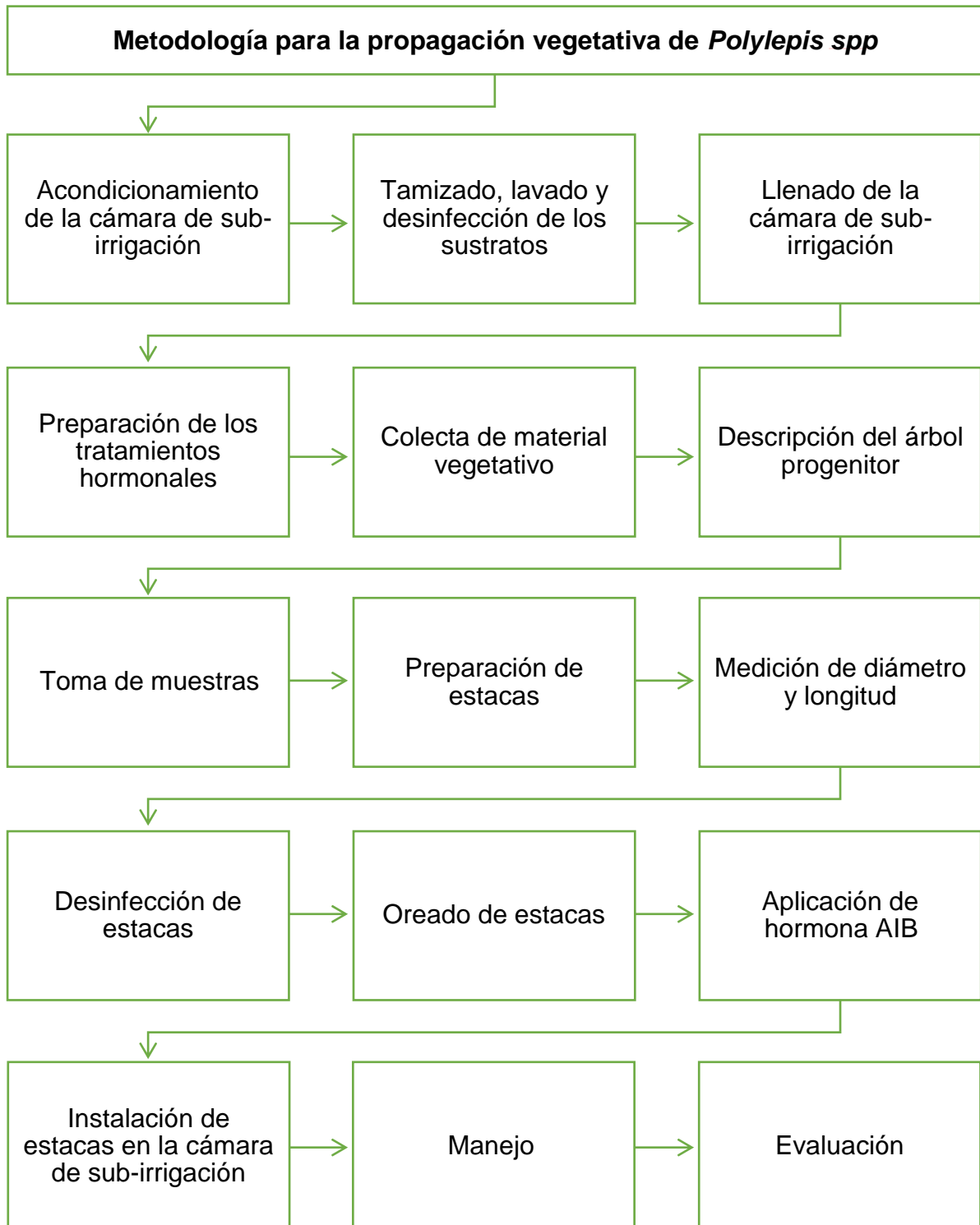
NEB:	Número de Estacas con Brotes
NEC:	Número de Estacas con Callos
NET:	Número de Estacas Totales
NEV:	Número de Estacas Vivas
NER:	Número de Estacas con Raíz
PA:	Pasco
PI:	Piura
PU:	Puno
SERFOR:	Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre
SM:	San Martín
TA:	Tacna

Anexo 1. Matriz de consistencia

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN	HIPÓTESIS ESTADÍSTICAS	VARIABLES	DIMENSIÓN	INDICADORES	OPERACIONALIZACIÓN
PROBLEMA GENERAL ¿Cuál es la capacidad de enraizamiento de estacas de <i>Polylepis</i> spp de diferentes procedencias y concentraciones hormonales de AIB en cámara de sub-irrigación, Huancayo?,	OBJETIVO GENERAL Determinar la capacidad de enraizamiento de estacas de <i>Polylepis</i> spp. de diferentes procedencias y concentraciones hormonales de AIB en cámara de sub-irrigación, Huancayo.	HIPÓTESIS GENERAL Al menos uno de los tratamientos presentará mejores resultados de enraizamiento en cámara de sub-irrigación, Huancayo.	HIPÓTESIS FACTOR A X B Ho: No existe interacción entre el factor concentración de hormona y procedencia de estacas para el enraizamiento. Ha: Existe interacción entre el factor concentración de hormona y procedencia de estacas para el enraizamiento.	V. INDEPENDIENTE Capacidad de enraizamiento	AIB (Ácido indol-3-butírico)	Concentración	0 ppm
							1000ppm
							3000ppm
PROBLEMAS ESPECÍFICOS ¿Cuál es la procedencia de estaca más adecuada para el enraizamiento de <i>Polylepis</i> spp. en cámara de sub-irrigación?	OBJETIVOS ESPECÍFICOS Determinar la procedencia de estaca más adecuada para el enraizamiento de las estacas de <i>Polylepis</i> spp. en cámara de sub-irrigación.	HIPÓTESIS ESPECÍFICAS La procedencia de estacas incide en el enraizamiento de <i>Polylepis</i> spp. en cámara de sub-irrigación.	HIPÓTESIS FACTOR A Ho: No hay diferencia entre los efectos de las concentraciones de hormona AIB en el enraizamiento. Ha: Una de las concentraciones de hormona AIB tiene mayor efecto en el enraizamiento	V. DEPENDIENTE Producción de plantones	Procedencia	Q1 Q2 Q3 Q4	Masajcancha
							Tarma
							Cusco
PROBLEMAS ESPECÍFICOS ¿Cuál es la concentración de hormona AIB que influye mejor en el enraizamiento de estacas de <i>Polylepis</i> spp. en cámara de sub-irrigación?	OBJETIVOS ESPECÍFICOS Determinar la concentración de hormona AIB que influye mejor en el enraizamiento de estacas de <i>Polylepis</i> spp. en cámara de sub-irrigación.	HIPÓTESIS ESPECÍFICAS Existe influencia de las concentraciones de hormona AIB en el enraizamiento de estacas de <i>Polylepis</i> spp. en cámara de sub-irrigación.	HIPÓTESIS FACTOR B Ho: No hay diferencia entre las procedencias de estacas para el enraizamiento. Ha: Al menos una de las procedencias tiene un mejor enraizamiento.	V. DEPENDIENTE Producción de plantones	Enraizamiento	N° estacas vivas % de sobrevivencia N° de raíces Longitud de raíces	
PROBLEMAS ESPECÍFICOS ¿Cuál es la procedencia de estaca más adecuada para el enraizamiento de <i>Polylepis</i> spp. en cámara de sub-irrigación?	OBJETIVOS ESPECÍFICOS Determinar la procedencia de estaca más adecuada para el enraizamiento de las estacas de <i>Polylepis</i> spp. en cámara de sub-irrigación.	HIPÓTESIS ESPECÍFICAS La procedencia de estacas incide en el enraizamiento de <i>Polylepis</i> spp. en cámara de sub-irrigación.	HIPÓTESIS FACTOR B Ho: No hay diferencia entre las procedencias de estacas para el enraizamiento. Ha: Al menos una de las procedencias tiene un mejor enraizamiento.	V. DEPENDIENTE Producción de plantones	Callosidad	% de callosidad	
PROBLEMAS ESPECÍFICOS ¿Cuál es la procedencia de estaca más adecuada para el enraizamiento de <i>Polylepis</i> spp. en cámara de sub-irrigación?	OBJETIVOS ESPECÍFICOS Determinar la procedencia de estaca más adecuada para el enraizamiento de las estacas de <i>Polylepis</i> spp. en cámara de sub-irrigación.	HIPÓTESIS ESPECÍFICAS La procedencia de estacas incide en el enraizamiento de <i>Polylepis</i> spp. en cámara de sub-irrigación.	HIPÓTESIS FACTOR B Ho: No hay diferencia entre las procedencias de estacas para el enraizamiento. Ha: Al menos una de las procedencias tiene un mejor enraizamiento.	V. DEPENDIENTE Producción de plantones	Brotamiento	% de brotamiento N° de brotes Longitud de brotes	
PROBLEMAS ESPECÍFICOS ¿Cuál es la procedencia de estaca más adecuada para el enraizamiento de <i>Polylepis</i> spp. en cámara de sub-irrigación?	OBJETIVOS ESPECÍFICOS Determinar la procedencia de estaca más adecuada para el enraizamiento de las estacas de <i>Polylepis</i> spp. en cámara de sub-irrigación.	HIPÓTESIS ESPECÍFICAS La procedencia de estacas incide en el enraizamiento de <i>Polylepis</i> spp. en cámara de sub-irrigación.	HIPÓTESIS FACTOR B Ho: No hay diferencia entre las procedencias de estacas para el enraizamiento. Ha: Al menos una de las procedencias tiene un mejor enraizamiento.	V. DEPENDIENTE Producción de plantones	Vigor	5: Muy bueno 4: Bueno 3: Regular 2: Malo 1: Muy malo	

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 2. Flujograma de las fases de la metodología de experimentación



Fuente: Elaboración propia.

Tto	Código	Procedencia	Concentración hormonal
T ₁	a1b0	Masajcancha	0 ppm
T ₂	a1b1	Masajcancha	1000 ppm
T ₃	a1b2	Masajcancha	3000 ppm
T ₄	a1b3	Masajcancha	5000 ppm
T ₅	a2b0	Tarma	0 ppm
T ₆	a2b1	Tarma	1000 ppm
T ₇	a2b2	Tarma	3000 ppm
T ₈	a2b3	Tarma	5000 ppm
T ₉	a3b0	Cusco	0 ppm
T ₁₀	a3b1	Cusco	1000 ppm
T ₁₁	a3b2	Cusco	3000 ppm
T ₁₂	a3b3	Cusco	5000 ppm
T ₁₃	a4b0	Concepción	0 ppm
T ₁₄	a4b1	Concepción	1000 ppm
T ₁₅	a4b2	Concepción	3000 ppm
T ₁₆	a4b3	Concepción	5000 ppm

T6	T6	T6	T6	T6	T1	T1	T1	T1	T1	T7	T7	T7	T7	T7	Q5	Q5	Q5	Q5	Q5
T14	T14	T14	T14	T14	T9	T9	T9	T9	T9	T11	T11	T11	T11	T11	T12	T12	T12	T12	T12
T2	T2	T2	T2	T2	T5	T5	T5	T5	T5	Q5	Q5	Q5	Q5	Q5	T4	T4	T4	T4	T4
T10	T10	T10	T10	T10	Q5	Q5	Q5	Q5	Q5	T15	T15	T15	T15	T15	T8	T8	T8	T8	T8
Q5	Q5	Q5	Q5	Q5	T13	T13	T13	T13	T13	T3	T3	T3	T3	T3	T16	T16	T16	T16	T16
T12	T12	T12	T12	T12	T15	T15	T15	T15	T15	T2	T2	T2	T2	T2	T5	T5	T5	T5	T5
Q5	Q5	Q5	Q5	Q5	T3	T3	T3	T3	T3	T10	T10	T10	T10	T10	T13	T13	T13	T13	T13
T4	T4	T4	T4	T4	T11	T11	T11	T11	T11	Q5	Q5	Q5	Q5	Q5	T9	T9	T9	T9	T9
T16	T16	T16	T16	T16	T7	T7	T7	T7	T7	T6	T6	T6	T6	T6	T1	T1	T1	T1	T1
T8	T8	T8	T8	T8	Q5	Q5	Q5	Q5	Q5	T14	T14	T14	T14	T14	Q5	Q5	Q5	Q5	Q5
T13	T13	T13	T13	T13	T2	T2	T2	T2	T2	T12	T12	T12	T12	T12	T3	T3	T3	T3	T3
T1	T1	T1	T1	T1	Q5	Q5	Q5	Q5	Q5	T16	T16	T16	T16	T16	Q5	Q5	Q5	Q5	Q5
T9	T9	T9	T9	T9	T6	T6	T6	T6	T6	T4	T4	T4	T4	T4	T15	T15	T15	T15	T15
T5	T5	T5	T5	T5	T10	T10	T10	T10	T10	Q5	Q5	Q5	Q5	Q5	T7	T7	T7	T7	T7
Q5	Q5	Q5	Q5	Q5	T14	T14	T14	T14	T14	T8	T8	T8	T8	T8	T11	T11	T11	T11	T11

Concentración hormonal			
I	IV	II	III
III	II	I	IV
IV	I	III	II

I (1000 ppm)
II (3000 ppm)
III (5000 ppm)
IV (0 ppm)

Fuente: Elaboración propia.

Trabajo de investigación publicado con autorización de los autores.
No olvide citar este documento

Registros de Temperatura (°C) y Humedad Relativa (%) en la Propagación Vegetativa de <i>Polylepis</i> spp en la EEA Santa Ana, Huancayo										
Fecha	Parámetro	Valores diarios acumulados			Horas de registro					Observaciones
					08:00 a.m.	10:00 a.m.	12:00 p.m.	02:00 p.m.	04:00 p.m.	
		Media	Máxima	Mínima						
	T° ambiental									
	T° cámara									
	%HR cámara									
	%HR ambiental									
	T° ambiental									
	T° cámara									
	%HR cámara									
	%HR ambiental									
	T° ambiental									
	T° cámara									
	%HR cámara									
	%HR ambiental									
	T° ambiental									
	T° cámara									
	%HR cámara									
	%HR ambiental									
	T° ambiental									
	T° cámara									
	%HR cámara									
	%HR ambiental									

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 5. Evaluación de vigor de hojas (síntomas).

	Defoliación completa
	Hojas secas
	Hojas rojas
	Hojas amarillas
	Rebrote

EVALUACIÓN : PRIMERA SEMANA

T6	T6	T6	T6	T6	T1	T1	T1	T1	T1	T7	T7	T7	T7	T7	Q5	Q5	Q5	Q5	Q5
T14	T14	T14	T14	T14	T9	T9	T9	T9	T9	T11	T11	T11	T11	T11	T12	T12	T12	T12	T12
T2	T2	T2	T2	T2	T5	T5	T5	T5	T5	Q5	Q5	Q5	Q5	Q5	T4	T4	T4	T4	T4
T10	T10	T10	T10	T10	Q5	Q5	Q5	Q5	Q5	T15	T15	T15	T15	T15	T8	T8	T8	T8	T8
Q5	Q5	Q5	Q5	Q5	T13	T13	T13	T13	T13	T3	T3	T3	T3	T3	T16	T16	T16	T16	T16
T12	T12	T12	T12	T12	T15	T15	T15	T15	T15	T2	T2	T2	T2	T2	T5	T5	T5	T5	T5
Q5	Q5	Q5	Q5	Q5	T3	T3	T3	T3	T3	T10	T10	T10	T10	T10	T13	T13	T13	T13	T13
T4	T4	T4	T4	T4	T11	T11	T11	T11	T11	Q5	Q5	Q5	Q5	Q5	T9	T9	T9	T9	T9
T16	T16	T16	T16	T16	T7	T7	T7	T7	T7	T6	T6	T6	T6	T6	T1	T1	T1	T1	T1
T8	T8	T8	T8	T8	Q5	Q5	Q5	Q5	Q5	T14	T14	T14	T14	T14	Q5	Q5	Q5	Q5	Q5
T13	T13	T13	T13	T13	T2	T2	T2	T2	T2	T12	T12	T12	T12	T12	T3	T3	T3	T3	T3
T1	T1	T1	T1	T1	Q5	Q5	Q5	Q5	Q5	T16	T16	T16	T16	T16	Q5	Q5	Q5	Q5	Q5
T9	T9	T9	T9	T9	T6	T6	T6	T6	T6	T4	T4	T4	T4	T4	T15	T15	T15	T15	T15
T5	T5	T5	T5	T5	T10	T10	T10	T10	T10	Q5	Q5	Q5	Q5	Q5	T7	T7	T7	T7	T7
Q5	Q5	Q5	Q5	Q5	T14	T14	T14	T14	T14	T8	T8	T8	T8	T8	T11	T11	T11	T11	T11

EVALUACIÓN : SEGUNDA SEMANA

T6	T6	T6	T6	T6	T1	T1	T1	T1	T1	T7	T7	T7	T7	T7	Q5	Q5	Q5	Q5	Q5
T14	T14	T14	T14	T14	T9	T9	T9	T9	T9	T11	T11	T11	T11	T11	T12	T12	T12	T12	T12
T2	T2	T2	T2	T2	T5	T5	T5	T5	T5	Q5	Q5	Q5	Q5	Q5	T4	T4	T4	T4	T4
T10	T10	T10	T10	T10	Q5	Q5	Q5	Q5	Q5	T15	T15	T15	T15	T15	T8	T8	T8	T8	T8
Q5	Q5	Q5	Q5	Q5	T13	T13	T13	T13	T13	T3	T3	T3	T3	T3	T16	T16	T16	T16	T16
T12	T12	T12	T12	T12	T15	T15	T15	T15	T15	T2	T2	T2	T2	T2	T5	T5	T5	T5	T5
Q5	Q5	Q5	Q5	Q5	T3	T3	T3	T3	T3	T10	T10	T10	T10	T10	T13	T13	T13	T13	T13
T4	T4	T4	T4	T4	T11	T11	T11	T11	T11	Q5	Q5	Q5	Q5	Q5	T9	T9	T9	T9	T9
T16	T16	T16	T16	T16	T7	T7	T7	T7	T7	T6	T6	T6	T6	T6	T1	T1	T1	T1	T1
T8	T8	T8	T8	T8	Q5	Q5	Q5	Q5	Q5	T14	T14	T14	T14	T14	Q5	Q5	Q5	Q5	Q5
T13	T13	T13	T13	T13	T2	T2	T2	T2	T2	T12	T12	T12	T12	T12	T3	T3	T3	T3	T3
T1	T1	T1	T1	T1	Q5	Q5	Q5	Q5	Q5	T16	T16	T16	T16	T16	Q5	Q5	Q5	Q5	Q5
T9	T9	T9	T9	T9	T6	T6	T6	T6	T6	T4	T4	T4	T4	T4	T15	T15	T15	T15	T15
T5	T5	T5	T5	T5	T10	T10	T10	T10	T10	Q5	Q5	Q5	Q5	Q5	T7	T7	T7	T7	T7
Q5	Q5	Q5	Q5	Q5	T14	T14	T14	T14	T14	T8	T8	T8	T8	T8	T11	T11	T11	T11	T11

Fuente: Elaboración propia.

EVALUACIÓN : TERCERA SEMANA

T6	T6	T6	T6	T6	T1	T1	T1	T1	T1	T7	T7	T7	T7	T7	Q5	Q5	Q5	Q5	Q5
T14	T14	T14	T14	T14	T9	T9	T9	T9	T9	T11	T11	T11	T11	T11	T12	T12	T12	T12	T12
T2	T2	T2	T2	T2	T5	T5	T5	T5	T5	Q5	Q5	Q5	Q5	Q5	T4	T4	T4	T4	T4
T10	T10	T10	T10	T10	Q5	Q5	Q5	Q5	Q5	T15	T15	T15	T15	T15	T8	T8	T8	T8	T8
Q5	Q5	Q5	Q5	Q5	T13	T13	T13	T13	T13	T3	T3	T3	T3	T3	T16	T16	T16	T16	T16
T12	T12	T12	T12	T12	T15	T15	T15	T15	T15	T2	T2	T2	T2	T2	T5	T5	T5	T5	T5
Q5	Q5	Q5	Q5	Q5	T3	T3	T3	T3	T3	T10	T10	T10	T10	T10	T13	T13	T13	T13	T13
T4	T4	T4	T4	T4	T11	T11	T11	T11	T11	Q5	Q5	Q5	Q5	Q5	T9	T9	T9	T9	T9
T16	T16	T16	T16	T16	T7	T7	T7	T7	T7	T6	T6	T6	T6	T6	T1	T1	T1	T1	T1
T8	T8	T8	T8	T8	Q5	Q5	Q5	Q5	Q5	T14	T14	T14	T14	T14	Q5	Q5	Q5	Q5	Q5
T13	T13	T13	T13	T13	T2	T2	T2	T2	T2	T12	T12	T12	T12	T12	T3	T3	T3	T3	T3
T1	T1	T1	T1	T1	Q5	Q5	Q5	Q5	Q5	T16	T16	T16	T16	T16	Q5	Q5	Q5	Q5	Q5
T9	T9	T9	T9	T9	T6	T6	T6	T6	T6	T4	T4	T4	T4	T4	T15	T15	T15	T15	T15
T5	T5	T5	T5	T5	T10	T10	T10	T10	T10	Q5	Q5	Q5	Q5	Q5	T7	T7	T7	T7	T7
Q5	Q5	Q5	Q5	Q5	T14	T14	T14	T14	T14	T8	T8	T8	T8	T8	T11	T11	T11	T11	T11

EVALUACIÓN : CUARTA SEMANA

T6	T6	T6	T6	T6	T1	T1	T1	T1	T1	T7	T7	T7	T7	T7	Q5	Q5	Q5	Q5	Q5
T14	T14	T14	T14	T14	T9	T9	T9	T9	T9	T11	T11	T11	T11	T11	T12	T12	T12	T12	T12
T2	T2	T2	T2	T2	T5	T5	T5	T5	T5	Q5	Q5	Q5	Q5	Q5	T4	T4	T4	T4	T4
T10	T10	T10	T10	T10	Q5	Q5	Q5	Q5	Q5	T15	T15	T15	T15	T15	T8	T8	T8	T8	T8
Q5	Q5	Q5	Q5	Q5	T13	T13	T13	T13	T13	T3	T3	T3	T3	T3	T16	T16	T16	T16	T16
T12	T12	T12	T12	T12	T15	T15	T15	T15	T15	T2	T2	T2	T2	T2	T5	T5	T5	T5	T5
Q5	Q5	Q5	Q5	Q5	T3	T3	T3	T3	T3	T10	T10	T10	T10	T10	T13	T13	T13	T13	T13
T4	T4	T4	T4	T4	T11	T11	T11	T11	T11	Q5	Q5	Q5	Q5	Q5	T9	T9	T9	T9	T9
T16	T16	T16	T16	T16	T7	T7	T7	T7	T7	T6	T6	T6	T6	T6	T1	T1	T1	T1	T1
T8	T8	T8	T8	T8	Q5	Q5	Q5	Q5	Q5	T14	T14	T14	T14	T14	Q5	Q5	Q5	Q5	Q5
T13	T13	T13	T13	T13	T2	T2	T2	T2	T2	T12	T12	T12	T12	T12	T3	T3	T3	T3	T3
T1	T1	T1	T1	T1	Q5	Q5	Q5	Q5	Q5	T16	T16	T16	T16	T16	Q5	Q5	Q5	Q5	Q5
T9	T9	T9	T9	T9	T6	T6	T6	T6	T6	T4	T4	T4	T4	T4	T15	T15	T15	T15	T15
T5	T5	T5	T5	T5	T10	T10	T10	T10	T10	Q5	Q5	Q5	Q5	Q5	T7	T7	T7	T7	T7
Q5	Q5	Q5	Q5	Q5	T14	T14	T14	T14	T14	T8	T8	T8	T8	T8	T11	T11	T11	T11	T11

EVALUACIÓN : QUINTA SEMANA

T6	T6	T6	T6	T6	T1	T1	T1	T1	T1	T7	T7	T7	T7	T7	Q5	Q5	Q5	Q5	Q5
T14	T14	T14	T14	T14	T9	T9	T9	T9	T9	T11	T11	T11	T11	T11	T12	T12	T12	T12	T12
T2	T2	T2	T2	T2	T5	T5	T5	T5	T5	Q5	Q5	Q5	Q5	Q5	T4	T4	T4	T4	T4
T10	T10	T10	T10	T10	Q5	Q5	Q5	Q5	Q5	T15	T15	T15	T15	T15	T8	T8	T8	T8	T8
Q5	Q5	Q5	Q5	Q5	T13	T13	T13	T13	T13	T3	T3	T3	T3	T3	T16	T16	T16	T16	T16
T12	T12	T12	T12	T12	T15	T15	T15	T15	T15	T2	T2	T2	T2	T2	T5	T5	T5	T5	T5
Q5	Q5	Q5	Q5	Q5	T3	T3	T3	T3	T3	T10	T10	T10	T10	T10	T13	T13	T13	T13	T13
T4	T4	T4	T4	T4	T11	T11	T11	T11	T11	Q5	Q5	Q5	Q5	Q5	T9	T9	T9	T9	T9
T16	T16	T16	T16	T16	T7	T7	T7	T7	T7	T6	T6	T6	T6	T6	T1	T1	T1	T1	T1
T8	T8	T8	T8	T8	Q5	Q5	Q5	Q5	Q5	T14	T14	T14	T14	T14	Q5	Q5	Q5	Q5	Q5
T13	T13	T13	T13	T13	T2	T2	T2	T2	T2	T12	T12	T12	T12	T12	T3	T3	T3	T3	T3
T1	T1	T1	T1	T1	Q5	Q5	Q5	Q5	Q5	T16	T16	T16	T16	T16	Q5	Q5	Q5	Q5	Q5
T9	T9	T9	T9	T9	T6	T6	T6	T6	T6	T4	T4	T4	T4	T4	T15	T15	T15	T15	T15
T5	T5	T5	T5	T5	T10	T10	T10	T10	T10	Q5	Q5	Q5	Q5	Q5	T7	T7	T7	T7	T7
Q5	Q5	Q5	Q5	Q5	T14	T14	T14	T14	T14	T8	T8	T8	T8	T8	T11	T11	T11	T11	T11

Fuente: Elaboración propia.

EVALUACIÓN: SEXTA SEMANA	T6	T6	T6	T6	T6	T1	T1	T1	T1	T1	T7	T7	T7	T7	T7	Q5	Q5	Q5	Q5	Q5
	T14	T14	T14	T14	T14	T9	T9	T9	T9	T9	T11	T11	T11	T11	T11	T12	T12	T12	T12	T12
	T2	T2	T2	T2	T2	T5	T5	T5	T5	T5	Q5	Q5	Q5	Q5	Q5	T4	T4	T4	T4	T4
	T10	T10	T10	T10	T10	Q5	Q5	Q5	Q5	Q5	T15	T15	T15	T15	T15	T8	T8	T8	T8	T8
	Q5	Q5	Q5	Q5	Q5	T13	T13	T13	T13	T13	T3	T3	T3	T3	T3	T16	T16	T16	T16	T16
	T12	T12	T12	T12	T12	T15	T15	T15	T15	T15	T2	T2	T2	T2	T2	T5	T5	T5	T5	T5
	Q5	Q5	Q5	Q5	Q5	T3	T3	T3	T3	T3	T10	T10	T10	T10	T10	T13	T13	T13	T13	T13
	T4	T4	T4	T4	T4	T11	T11	T11	T11	T11	Q5	Q5	Q5	Q5	Q5	T9	T9	T9	T9	T9
	T16	T16	T16	T16	T16	T7	T7	T7	T7	T7	T6	T6	T6	T6	T6	T1	T1	T1	T1	T1
	T8	T8	T8	T8	T8	Q5	Q5	Q5	Q5	Q5	T14	T14	T14	T14	T14	Q5	Q5	Q5	Q5	Q5
	T13	T13	T13	T13	T13	T2	T2	T2	T2	T2	T12	T12	T12	T12	T12	T3	T3	T3	T3	T3
	T1	T1	T1	T1	T1	Q5	Q5	Q5	Q5	Q5	T16	T16	T16	T16	T16	Q5	Q5	Q5	Q5	Q5
	T9	T9	T9	T9	T9	T6	T6	T6	T6	T6	T4	T4	T4	T4	T4	T15	T15	T15	T15	T15
	T5	T5	T5	T5	T5	T10	T10	T10	T10	T10	Q5	Q5	Q5	Q5	Q5	T7	T7	T7	T7	T7
	Q5	Q5	Q5	Q5	Q5	T14	T14	T14	T14	T14	T8	T8	T8	T8	T8	T11	T11	T11	T11	T11

EVALUACIÓN: SÉPTIMA SEMANA	T6	T6	T6	T6	T6	T1	T1	T1	T1	T1	T7	T7	T7	T7	T7	Q5	Q5	Q5	Q5	Q5
	T14	T14	T14	T14	T14	T9	T9	T9	T9	T9	T11	T11	T11	T11	T11	T12	T12	T12	T12	T12
	T2	T2	T2	T2	T2	T5	T5	T5	T5	T5	Q5	Q5	Q5	Q5	Q5	T4	T4	T4	T4	T4
	T10	T10	T10	T10	T10	Q5	Q5	Q5	Q5	Q5	T15	T15	T15	T15	T15	T8	T8	T8	T8	T8
	Q5	Q5	Q5	Q5	Q5	T13	T13	T13	T13	T13	T3	T3	T3	T3	T3	T16	T16	T16	T16	T16
	T12	T12	T12	T12	T12	T15	T15	T15	T15	T15	T2	T2	T2	T2	T2	T5	T5	T5	T5	T5
	Q5	Q5	Q5	Q5	Q5	T3	T3	T3	T3	T3	T10	T10	T10	T10	T10	T13	T13	T13	T13	T13
	T4	T4	T4	T4	T4	T11	T11	T11	T11	T11	Q5	Q5	Q5	Q5	Q5	T9	T9	T9	T9	T9
	T16	T16	T16	T16	T16	T7	T7	T7	T7	T7	T6	T6	T6	T6	T6	T1	T1	T1	T1	T1
	T8	T8	T8	T8	T8	Q5	Q5	Q5	Q5	Q5	T14	T14	T14	T14	T14	Q5	Q5	Q5	Q5	Q5
	T13	T13	T13	T13	T13	T2	T2	T2	T2	T2	T12	T12	T12	T12	T12	T3	T3	T3	T3	T3
	T1	T1	T1	T1	T1	Q5	Q5	Q5	Q5	Q5	T16	T16	T16	T16	T16	Q5	Q5	Q5	Q5	Q5
	T9	T9	T9	T9	T9	T6	T6	T6	T6	T6	T4	T4	T4	T4	T4	T15	T15	T15	T15	T15
	T5	T5	T5	T5	T5	T10	T10	T10	T10	T10	Q5	Q5	Q5	Q5	Q5	T7	T7	T7	T7	T7
	Q5	Q5	Q5	Q5	Q5	T14	T14	T14	T14	T14	T8	T8	T8	T8	T8	T11	T11	T11	T11	T11

Fuente: Elaboración propia.

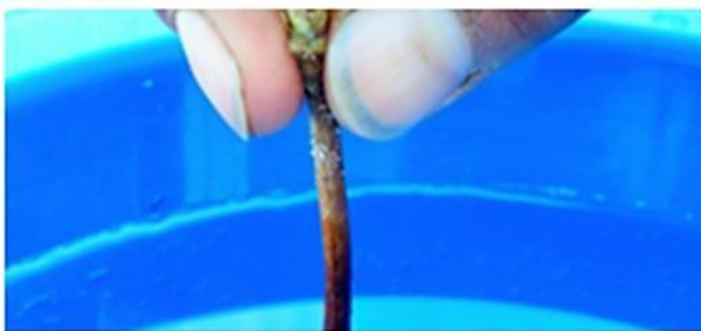
Fuentes (Fuentes Semilleras Agroforestales para la Restauración y Conservación Genética) (ICRAF/INIA/SERFOR-STC)																															
ENRAIZAMIENTO DE ESTACAS DE QUEÑUAL (<i>Polylepis spp.</i>) DE DIFERENTES PROCEDENCIAS Y CONCENTRACIONES HORMONALES DE AIB EN CÁMARA DE SUB-IRRIGACIÓN, HUANCAYO*																															
Fecha de instalación: 17/11/2018																		Lugar: Estación Experimental Agraria Santa Ana - Junín													
Fecha de evaluación: 11/01/2019																		Nombre de evaluador: Sandy Brillith Lizana Rojas													
Tto	Código	Procedencia	Concentración de AIB (ppm)	Rep	Unidad	Raíces					Callos			Brotos aéreos		Foliolos		Vigor temporal de hojas				Vigor		Estaca		Observaciones	Fecha de mortandad (N° de semana)				
						0-1*	0-1**	N°	Más largo	Más corto	Long. promedio	N°	Frescos	Secos	N°	Long. (mm)	Inicio	Final	Rebrote	Hojas amarillas	Hojas rojas	Hojas secas	Totalmente seca	1-2-3-4-5**	Diámetro (mm)			Long.(cm)			
T1	a1b0	Masajancha	0 ppm	1	1																										
					2																										
					3																										
					4																										
					5																										
				2	1																										
					2																										
					3																										
					4																										
					5																										
				3	1																										
					2																										
					3																										
					4																										
					5																										
T2	a1b1	Masajancha	1000 ppm	1	1																										
					2																										
					3																										
					4																										
					5																										
				2	1																										
					2																										
					3																										
					4																										
					5																										
				3	1																										
					2																										
					3																										
					4																										
					5																										
T3	a1b2	Masajancha	3000 ppm	1	1																										
					2																										
					3																										
					4																										
					5																										
				2	1																										
					2																										
					3																										
					4																										
					5																										
				3	1																										
					2																										
					3																										
					4																										
					5																										

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 7. Proceso de la evaluación Final



1° Extracción de la estaca



2° Lavado de raíces



3° Toma de datos



4° Desinfección de estaca



5° Trasplante a bolsas

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 8. Fotografías de estacas a los dos meses de su instalación

Tratamiento 5 (Tarma – 0 ppm)



Fuente: Elaboración propia.

Tratamiento 13 (Concepción – 0 ppm)



Fuente: Elaboración propia.

Tratamiento 1 (Masajcancha – 0 ppm)



Fuente: Elaboración propia.