UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA

Tesis

Propagación de esquejes de Queñua *(Polylepis racemosa)*, con tres tipos de sustratos en vivero, Choccepuquio – Andahuaylas

Asesor:

Ing. Vilchez Casas, Jorge Luis

Autor:

Félix Orosco, Gladys

Para optar el Título Profesional de:

Ingeniero Agrónomo

Andahuaylas – Apurímac – Perú

2025

Acta de Sustentación

Universidad Tecnológica de los Andes
Transformando vidas

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA

Acta N°: 007

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TÍTULO PROFESIONAL

En la ciudad de Abancay, a los 10 días del mes de diciembre del 2025, siendo las 10:30 horas, se reunieron los integrantes del Jurado designado por Resolución Directoral N° 202-2025-UTEA-FI-EPA de la Escuela Profesional de Agronomía, Facultad de Ingeniería:

Presidente :	MSc. Sandra Creceida Caballero Ramírez
Dictaminante:	Dr. Juan Alarcon Camacho
Replicante :	Mg. Franklin Yanqui Diaz

Para evaluar la sustentación, en la modalidad de:

☒ Tesis ☐ Trabajo de suficiencia profesional

Titulada:
Propagación de esquejes de Queñua *(Polylepis racemosa)*, con tres tipos de sustratos en vivero, Choccepuquio – Andahuaylas

Desarrollado por el (los) Bachiller (es):
Br.: **FELIX OSCCO, Gladys**
(Apellidos y Nombres)

Para optar el Título Profesional de:
Ingeniero Agrónomo
(Denominación del Título)

Concluido el acto, el Jurado dictaminó que el (la) (los) mencionado(a) (s) bachiller (es) fue (ron) APROBADO (S):

Por: Unanimidad
(Unanimidad o Mayoría) (*)

Emitiéndose el calificativo final de:

Bachiller (Apellidos y Nombres)	Calificación (**)
FELIX OSCCO, Gladys	Aprobado

Siendo las 13:00 pm horas concluyó la sesión, firmando los integrantes del Jurado.

Presidente: MSc. Sandra C. Caballero Ramírez
(Dr. Mg.). (Apellidos y Nombres) (Firma)

Dictaminante: Dr. Juan Alarcón Camacho
(Dr. Mg.). (Apellidos y Nombres) (Firma)

Replicante: Mg. Franklin Yanqui Diaz
(Dr. Mg.). (Apellidos y Nombres) (Firma)

Se expide, la presente conforme al Libro de Actas de Sustentación de Tesis, consignado en los folios N° 208.

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES
Ciudad Universitaria Av. Perú N°700, Abancay Central Telefónica 051 (083) 321559
Filial Cusco: Av. Grau 516. Teléfono. (084) 251565
Filial Andahuaylas, San Jerónimo, Jr. Ccatatay N°100 Teléfono (083) 421752
www.utea.edu.pe

(*): **Mayoría:** Dos integrantes del jurado aprueban o desaprueban; **Unanimidad:** Todos los integrantes del jurado aprueban o desaprueban, Art.18 RGGAT.
(**): 0 a 10: Desaprobado, 11 a 15: Aprobado, 16 a 18: Aprobado Notable, 19 y 20: Aprobado con Distinción. Art. 18 RGGAT.

Reporte de Similitud

turnitin Página 2 de 160 - Descripción general de integridad Identificador de la entrega trn:oid:::3117:600310101

20% Similitud general

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

Filtrado desde el informe

- Bibliografía
- Texto citado
- Coincidencias menores (menos de 10 palabras)

Fuentes principales

17% Fuentes de Internet
4% Publicaciones
15% Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

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

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

turnitin Página 2 de 160 - Descripción general de integridad Identificador de la entrega trn:oid:::3117:600310101

Metadatos

Datos del Autor		
Apellidos y nombres	:	Félix Orosco, Gladys
Tipo de Documento de Identidad	:	DNI
Número de Documento de Identidad	:	31184193
URL (ORCID)	:	https://orcid.org/0009-0001-8812-2007
Datos del Asesor		
Apellidos y nombres	:	Ing. Vílchez Casas, Jorge Luis
Tipo de Documento de Identidad	:	DNI
Número de Documento de Identidad	:	31167587
URL (ORCID)	:	https://orcid.org/0000-0003-0706-5248
Datos de la investigación		
Facultad	:	Ingeniería
Escuela Profesional	:	Agronomía
Línea de Investigación	:	Agricultura y Ambiente
Rango de años en que se realizó la investigación	:	2021 - 2022
Fuente de financiamiento	:	Recursos propios
Porcentaje de similitud	:	20 %
URL de OCDE	:	https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#4.01.06

Dedicatoria

Con cariño a mis padres, Aquilino Félix Anamaría y Alejandrina Orosco Enciso, cuyas enseñanzas y guía han sido mi apoyo constante en mi formación personal y profesional.

A mis hermanas Ruly, Carmen y David, por su incondicional apoyo moral durante mi carrera.

A José G. Villegas, mi compañero de vida, cuyo apoyo y comprensión han sido fundamentales en mi formación profesional.

A mi hija Gabriela Sabrina Villegas Félix, cuyo amor y compañía fueron mi motivación constante para culminar mi tesis.

Gladys

Agradecimientos

A la Universidad Tecnológica de los Andes especialmente a la Filial Andahuaylas de la Facultad de Ingeniería, Escuela Profesional de Agronomía, por haberme dado la oportunidad de formar parte de ellas.

Al Ing. Jorge Luis Vílchez Casas por su invaluable guía y asesoramiento en esta investigación.

Al Ing. Yoel Melzor Cárdenas Cosme, Ing. Lázaro De La Cruz Zamora, Ing. Leopoldo Huaraca Flores, por su apoyo y orientación, esenciales para el éxito de esta tesis.

A mis Dictaminantes: Dr. Juan Alarcón Camacho, M.Sc. Franklin Yanqui Díaz, por su evaluación tan detallada y productiva sus sugerencias me han permitido mejorar la tesis, aprecio mucho la oportunidad de aprender a través de sus comentarios.

A la M.Sc. Sandra Creceida Caballero Ramírez, por la valiosa revisión de la presente tesis, en su calidad de presidenta del jurado calificador, y por sus acertadas observaciones que contribuyeron al fortalecimiento de este trabajo

Expreso mi reconocimiento a los docentes de la E.P. Agronomía: Blgo. Alexei Reynaga Medina, Blga. Aydee Marilú Solano Reynoso, Ing. Yimmi Franco Vásquez, Ing. Fritz Almanza Pino, por compartir su sabiduría y experiencia.

Gladys

Resumen

El presente estudio tuvo como objetivo evaluar la propagación de esquejes de Queñua *(Polylepis racemosa),* con tres tipos de sustratos en vivero*,* Choccepuquio – Andahuaylas*.* Se desarrollo bajo un enfoque cuantitativo, de tipo experimental con una muestra de 240, se empleó un diseño de bloques completamente al azar (DBCA) con tres tratamientos y cuatro repeticiones los cuales consistieron en diferentes tipos de sustrato, tales como: Testigo (T0) 2 carretillas de tierra agrícola, (T1) 1 carretillas de tierra agrícola, 0.75 carretilla de estiércol de Ovino, 0.25 carretilla de arena fina, (T2) 1 carretillas de tierra agrícola, 0.75 carretilla de humus de lombriz, 0.25 carretilla de arena fina, (T3) 1 carretillas de tierra agrícola, 0.75 carretilla de estiércol de cuy, 0.25 carretilla de arena fina. Los indicadores evaluados fueron porcentaje de prendimiento, altura de planta, número de brotes, número de hojas y costo de producción. Los resultados promedio obtenidos fueron: para porcentaje de prendimiento T0 84.18%., T1 86.22%, T2 95.92%. y T3 87.76%, para altura de planta T0 14.75 centímetros, T1 14.92 centímetros, T2 20.38 centímetros y T3 12.79 centímetros; número de brotes T0 3.87 unidades. T1 4.50 unidades., T2 6.02 unidades, y T3 5.06 unidades.; para número de hojas se obtuvo el siguiente promedio de resultados T0 18.20 unidades, T1 19.02 unidades, T2 25.48 unidades y T3 21.77 unidades; En cuanto al costo de producción se obtuvo el siguiente resultado, para el T0 S/ 466.70, T1 S/ 556.70, T2 S/ 571.70 y para T3 S/ 556.70.

***Palabras clave*:** Propagación, esqueje, Queñua, sustratos, vivero.

Abstract

This study aimed to evaluate the propagation of Queñua (Polylepis racemosa) cuttings using three types of substrates in a nursery in Choccepuquio, Andahuaylas. A quantitative, experimental approach was used with a sample of 240 cuttings. A completely randomized block design (CRBD) was employed with three treatments and four replicates, each consisting of a different type of substrate: Control (T0) – 2 wheelbarrows of agricultural soil; (T1) – 1 wheelbarrow of agricultural soil, 0.75 wheelbarrows of sheep manure, and 0.25 wheelbarrows of fine sand; (T2) – 1 wheelbarrow of agricultural soil, 0.75 wheelbarrows of worm humus, and 0.25 wheelbarrows of fine sand; (T3) – 1 wheelbarrow of agricultural soil, 0.75 wheelbarrows of guinea pig manure, and 0.25 wheelbarrows of fine sand. The indicators evaluated were the percentage of successful planting, plant height, number of shoots, number of leaves, and production cost. The average results obtained were: for the percentage of successful planting, T0 84.18%, T1 86.22%, T2 95.92%, and T3 87.76%; for plant height, T0 14.75 centimeters, T1 14.92 centimeters, T2 20.38 centimeters, and T3 12.79 centimeters; for the number of shoots, T0 3.87 units, T1 4.50 units, T2 6.02 units, and T3 5.06 units; and for the number of leaves, the following average results were obtained: T0 18.20 units, T1 19.02 units, T2 25.48 units, and T3 21.77 units. Regarding the production cost, the following results were obtained: for T0 S/ 466.70, T1 S/ 556.70, T2 S/ 571.70 and for T3 S/ 556.70.

Keywords: Propagation, cuttings, Queñua, substrates, nursery.

Índice

Portada……..i

Acta de Sustentación ii

Reporte de Similitud..... iii

Metadatos iv

Dedicatoria v

Agradecimientos vi

Resumen vii

Abstract……..viii

Índice general ix

Índice de tablas……..……..viv

Índice de figuras xvi

Índice de anexos……..…...xxii

I. Introducción 20

II. Planteamiento del problema 21

2.1. Descripción y formulación del problema 21

2.1.1. Problema General 22

2.1.2. Problemas Específicos 22

2.2. Objetivos 22

2.2.1. Objetivo general 22

2.2.2. Objetivos específicos 22

2.3. Justificación e importancia 23

2.4. Hipótesis 24

2.4.1. Hipótesis general 24

2.4.2. Hipótesis específicas 24

2.5. Variables 25

III. Marco Teórico 26

3.1. Antecedentes 26
3.2. Bases teóricas 30
3.3. Definición de términos 48
IV. Metodología 50
4.1. Tipo y nivel de investigación 50
4.2. Ámbito temporal y espacial 54
4.3. Población, muestra y muestreo 55
4.4. Instrumentos 55
4.5. Procedimiento 60
4.6. Análisis de datos 62
4.7. Consideraciones éticas 63
V. Resultados y discusión 64
VI. Conclusiones 118
VII. Recomendaciones 119
VIII. Referencias 120
IX. Anexos 127

Índice de tablas

Tabla 1. Operacionalización de variables independientes y dependientes.....25

Tabla 2. Riqueza de Especies del Género Polylepis, en los Departamentos del Perú 34

Tabla 3. Distribución de la Especie de Polylepis por Países en Sudamérica 35

Tabla 4. Lista del Género Polylepis Registradas en el Perú.....36

Tabla 5. Especie de Polylepis y su Categoría de Amenaza en el Perú 37

Tabla 6. Análisis de varianza (ANVA) diseño de bloques completos al azar 51

Tabla 7. Dosis de aplicación de los tratamientos 51

Tabla 8. Dimensiones del área experimental 52

Tabla 9. Dimensiones de la unidad experimental.....53

Tabla 10. Promedio de datos para porcentaje de prendimiento a los 30 días después de la instalación en (%).....64

Tabla 11. Análisis de varianza para porcentaje de prendimiento a los 150 días.....65

Tabla 12. Comparación múltiple de Tukey al 5% de confiabilidad para porcentaje de prendimiento……...66

Tabla 13. Promedio de datos para altura de planta a los 30 días después de la instalación (cm).....67

Tabla 14. Análisis de varianza para altura de planta a los 30 días.....68

Tabla 15. Comparación múltiple de Tukey al 5% de confiabilidad para 30 días ..... .69

Tabla 16. Promedio de datos para número de brotes a los 30 días después en (unid)...69

Tabla 17. Análisis de varianza para número de brotes a los 30 días 70

Tabla 18. Comparación múltiple de Tukey al 5% de confiabilidad para número de brotes. 71

Tabla 19. Promedio de datos para número de hojas a los 30 días después de la instalación en (unidades) 72

Tabla 20. Análisis de varianza para número de hojas a los 30 días ..... ….73

Tabla 21. Comparación múltiple de Tukey al 5% de confiabilidad para días de emergencia……..74

Tabla 22. Promedio de datos altura de planta a los 60 días después de la instalación (cm)……75

Tabla 23. Análisis de varianza para altura de planta a los 60 días ..... ……76

Tabla 24. Comparación múltiple de Tukey al 5% de confiabilidad para días de emergencia……77

Tabla 25. Promedio de datos para número de brotes a los 60 días después de la instalación (unidades).....77

Tabla 26. Análisis de varianza para número de brotes a los 60 días 78

Tabla 27. Comparación múltiple de Tukey al 5% de confiabilidad para número de brotes……79

Tabla 28. Promedio de datos para número de hojas a los 60 días después de la instalación en (unidades).....80

Tabla 29. Análisis de varianza para número de hojas a los 60 días 81

Tabla 30. Comparación múltiple de Tukey al 5% de confiabilidad para días de emergencia. 82

Tabla 31. Promedio de datos para altura de planta a los 90 días después de la instalación (cm) 83

Tabla 32. Análisis de varianza para altura de planta a los 90 días ..... .84

Tabla 33. Comparación múltiple de Tukey al 5% de confiabilidad para días de emergencia ..... .85

Tabla 34. Promedio de datos para número de brotes a los 90 días después de la instalación (unidades)..... 86

Tabla 35. Análisis de varianza para número de brotes a los 90 días 87

Tabla 36. Comparación múltiple de Tukey al 5% de confiabilidad para número de brotes. ..... .88

Tabla 37. Promedio de datos para número de hojas a los 90 días después de la instalación (unidades) 89

Tabla 38. Análisis de varianza para número de hojas a los 90 días 90

Tabla 39. Comparación múltiple de Tukey al 5% de confiabilidad para días de emergencia ..... ……91

Tabla 40. Promedio de datos para altura de planta a los 120 días después de la instalación en (cm)..... 92

Tabla 41. Análisis de varianza para altura de planta a los 120 días 93

Tabla 42. Comparación múltiple de Tukey al 5% de confiabilidad para altura de planta……...94

Tabla 43. Promedio de datos para número de brotes a los 120 días después de la instalación (unidades) 95

Tabla 44. Análisis de varianza para número de brotes a los 120 días……....96

Tabla 45. Comparación múltiple de Tukey al 5% de confiabilidad para número de brotes.....97

Tabla 46. Promedio de datos para número de hojas a los 120 días después de la instalación (unid)..... 98

Tabla 47. Análisis de varianza para número de hojas a los 120 días 99

Tabla 48. Comparación múltiple de Tukey al 5% de confiabilidad para días de emergencia. 100

Tabla 49. Promedio de datos para altura de planta a los 150 días después de la instalación (cm)..... 101

Tabla 50. Análisis de varianza para altura de planta a los 150 días..... 102

Tabla 51. Comparación múltiple de Tukey al 5% de confiabilidad para días de emergencia 103

Tabla 52. Promedio de datos para número de brotes a los 150 días después de la instalación (unid)…….104

Tabla 53. Análisis de varianza para número de brotes a los 150 días..... . 105

Tabla 54. Comparación múltiple de Tukey al 5% de confiabilidad para número de brotes……106

Tabla 55. Promedio de datos para número de hojas a los 150 días después de la instalación en (unid)..... . 107

Tabla 56. Análisis de varianza para número de hojas a los 150 días ..... …… ..108

Tabla 57. Comparación múltiple de Tukey al 5% de confiabilidad para días de emergencia ..... ……109

Tabla 58. Costo producción para propagación de esquejes de Queñua T0…….110

Tabla 59. Costo producción para propagación de esquejes de Queñua T1……..……...111

Tabla 60. Costo producción para propagación de esquejes de Queñua T2…..……..... 112

Tabla 61. Costo producción para propagación de esquejes de Queñua T3……..…..113

Tabla 62. Matriz de consistencia …….128

Tabla 63. Base de datos ……...131

Índice de figuras

Figura 1. Partes de la rama de (Polylepis racemosa) (según: (Ruiz y Pavón., 1798) 33

Figura 2. Croquis del area experimental..... …52

Figura 3. Croquis de la unidad experimental……..……....53

Figura 4. Promedio de tratamientos a los 30 días después de la instalación (porcentaje)..

.....64

Figura 5. Promedio de tratamientos a los 30 días después de la instalación (centímetros)

.....67

Figura 6. Promedio de tratamientos a los 30 días después de la instalación (unidades)

..... …70

Figura 7. Promedio de tratamientos a los 30 días después de la instalación en

(unidades).....72

Figura 8. Promedio de tratamientos a los 60 días después de la instalación

(centímetros).. 75

Figura 9. Promedio de tratamientos a los 60 días después de la instalación (unidades)

.....……78

Figura 10. Promedio de tratamientos a los 60 días después de la instalación

(unidades)…. 80

Figura 11. Promedio de tratamientos a los 90 días después de la instalación

(centímetros).....83

Figura 12. Promedio de tratamientos a los 90 días después de la instalación

(unidades)…. 86

Figura 13. Promedio de tratamientos a los 90 días después de la instalación

(unidades)…..89

Figura 14. Promedio de tratamientos a los 120 días después de la instalación

(centímetros)……..92

Figura 15. Promedio de tratamientos a los 120 días después de la instalación (unidades) ..... ….95

Figura 16. Promedio de tratamientos a los 120 días después de la instalación (unidades) 98

Figura 17. Promedio de tratamientos a los 150 días después de la instalación (centímetros**)**……101

Figura 18. Promedio de tratamientos a los 150 días después de la instalación (unidades)…….104

Figura 19. Promedio de tratamientos a los 150 días después de la instalación (unidades)…….....107

Figura 20. Implementación de vivero con estructura de postes y cobertura de malla Raschel…….……...142

Figura 21. Acondicionamiento de sustrato en camas de platabanda en el vivero de Choccepuquio……..…….....142

Figura 22. Selección de plantas madre (*Polylepis racemosa*) como fuente de material vegetal para propagación……..143

Figura 23. Recolección de esquejes de Queñua (Polylepis racemosa) para la propagación vegetativa……...143

Figura 24. Proceso de desinfección de esquejes de Queñua (Polylepis racemosa) con té de sauce……144

Figura 25. Siembra de esquejes de Queñua (Polylepis racemosa) en camas de platabanda……144

Figura 26. Esquejes de Queñua (Polylepis racemosa) instalada en camas de platabanda.....145

Figura 27. Visita de asesor y evaluación del prendimiento de esquejes de Queñua en vivero……...145

Figura 28. Ejecución de labores culturales desmalezado en el vivero de Queñua

en Choccepuquio……146

Figura 29. Plántulas de Queñua *(Polylepis racemosa)* establecidas en camas de platabanda en vivero……..……...146

Figura 30. Evaluación de la altura de planta de Queñua *(Polylepis racemosa)* en vivero……147

Figura 31. Evaluación del número de brotes en esquejes de Queñua *(Polylepis racemosa)* en vivero……...147

Figura 32. Evaluación del número de hojas en esquejes de Queñua *(Polylepis racemosa)* en vivero……148

Figura 33. Ubicación del área experimental en el vivero de Choccepuquio, Andahuaylas……148

Índice de anexos

Anexo 1 Matriz de consistencia 128

Anexo 2 Ficha de recolección de dato……..129

Anexo 3 Base de datos……..131

Anexo 4 Resultado de análisis de suelo 132

Anexo 5 Resultado tabla de interpretación…….....140

Anexo 6 Análisis de caracterización de los sustratos…….141

Anexo 7 Panel fotografico…….....142

I. Introducción

La Queñua (*Polylepis recemosa*) es una especie forestal nativa de los ecosistemas altoandino, apreciable por su importante función ecológica en la conservación del suelo, la regulación hídrica y la protección de la biodiversidad, constituyen uno de los sistemas forestales más únicos del mundo; sin embargo, su cobertura se ha visto notablemente reducida debido a actividades antrópicas como la tala indiscriminada, el sobrepastoreo, la expansión agrícola y los efectos del cambio climático, lo que viene generando la necesidad de implementar estrategias efectivas para su conservación y restauración.

Tradicionalmente, la propagación de la Queñua se ha realizado mediante semillas; sin embargo, este método presenta limitaciones como la baja viabilidad, la germinación irregular y el lento desarrollo inicial de las plántulas. Frente a estas dificultades, la propagación vegetativa mediante esquejes se plantea como una alternativa viable, ya que permite una multiplicación más rápida, uniforme y eficiente de individuos con características deseables, favoreciendo así la producción de plantones de mejor calidad

El éxito de la propagación por esquejes depende de diversos factores, entre los cuales el tipo de sustrato utilizado en vivero desempeña un papel fundamental, debido a su influencia directa en el prendimiento, la retención de humedad, la aireación y la disponibilidad de nutrientes, por ello, la evaluación de distintos sustratos consistió identificar condiciones óptimas para el desarrollo radicular y el crecimiento inicial de los plantones.

En este contexto, la presente tesis tuvo como objetivo evaluar la propagación de la Queñua (*Polylepis racemosa*) mediante esquejes, utilizando tres tipos de sustratos en vivero, con el fin de determinar su influencia en el desarrollo inicial de los plantones y los resultados del estudio buscan aportar información técnica y científica que contribuya al fortalecimiento de las estrategias de conservación, reforestación y manejo sostenible de los bosques de Queñua, según García Vargas (2014)

II. Planteamiento del problema

2.1. Descripción y formulación del problema

La provincia de Andahuaylas se ubica entre altitudes de 2940 y 4000 msnm, y se caracteriza por ser una zona predominantemente agropecuaria, con presencia de cabeceras de cuenca y una importante diversidad de ecosistemas andinos. No obstante, se evidencia una limitada propagación y forestación de especies forestales nativas, especialmente de la Queñua (*Polylepis racemosa*), especie clave para la conservación ambiental de la región.

Esta problemática se ve agravada por la ocurrencia de incendios forestales de origen antrópico, la tala indiscriminada, la ganadería extensiva y la expansión agrícola, sumadas a la baja capacidad de regeneración natural del género *Polylepis*, cuyo poder germinativo apenas alcanza el 2 %, asimismo, las instituciones responsables del repoblamiento forestal, como son: Los gobiernos regionales, Agro rural, Proyecto Especial Sierra Centro Sur, principalmente priorizaron la propagación de especies exóticas de los géneros *Eucalyptus* y *Pinus*, debido al limitado conocimiento sobre técnicas de propagación vegetativa y al desconocimiento del valor ecológico de la Queñua, como consecuencia, se ha intensificado el deterioro ambiental, reflejado la degradación de suelos, la disminución de fuentes hídricas y la pérdida de biodiversidad.

Por otro lado, la inadecuada selección de sustratos para la propagación de esquejes de Queñua (*Polylepis racemosa*) crean bajas tasas de prendimiento y limitado desarrollo de los plantones en vivero, constituyéndose en una restricción para los programas de forestación y conservación de esta especie nativa, a ello se suma la escasa disponibilidad de estudios técnicos que orienten sobre el sustrato más apropiado para su propagación.

En este contexto, se ejecutó el presente trabajo de investigación titulado Propagación de esquejes de Queñua (*Polylepis racemosa***),** con tres tipos de sustratos en

vivero, Choccepuquio – Andahuaylas**,** con el objetivo de evaluar el efecto de tres tipos de sustratos en la propagación de esquejes de Queñua (*Polylepis racemosa*) en vivero.

2.1.1. Problema General

¿Cuál es el efecto de tres tipos de sustratos en la propagación de esquejes de Queñua (*Polylepis racemosa*) en vivero, Choccepuquio – Andahuaylas?

2.1.2. Problemas Específicos

1. **¿**Qué efecto tendrá la aplicación de tres tipos de sustratos en las características agronómicas de la propagación de esquejes de Queñua (*Polylepis racemosa*) en vivero, Choccepuquio – Andahuaylas?
2. ¿Cómo influye el uso de tres tipos de sustratos en el costo de producción de la propagación de esquejes de Queñua (*Polylepis racemosa*) en vivero, Choccepuquio - Andahuaylas?

2.2. Objetivos

2.2.1. Objetivo general

- Evaluar el efecto de tres tipos de sustratos en la propagación de esquejes de Queñua (*Polylepis racemosa*) en vivero, Choccepuquio – Andahuaylas.

2.2.2. Objetivos específicos

1. Evaluar el efecto de tres tipos de sustratos en las características agronómicas de la propagación de esquejes de Queñua (*Polylepis racemosa*) en vivero, Choccepuquio – Andahuaylas.
2. Evaluar la influencia de tres tipos de sustratos en el costo de producción de la propagación de esquejes de Queñua (*Polylepis racemosa*) en vivero, Choccepuquio – Andahuaylas.

2.3. Justificación e importancia

La presente investigación busca contribuir a la conservación y recuperación de los ecosistemas de la región andina, promoviendo el uso de especies forestales nativas como la Queñua (*Polylepis racemosa*), esta especie posee un alto valor ecológico, ya que cumple funciones vitales en el control de la erosión, la formación y conservación de suelos, la generación de materia orgánica, la retención de agua y la regulación del ciclo hidrológico, además de constituir un hábitat para diversas especies de flora y fauna.

De esta manera, la propagación vegetativa de *Polylepis* mediante esquejes se considera una alternativa más eficiente, debido a su mayor porcentaje de prendimiento y a un manejo técnico relativamente sencillo en comparación con la propagación sexual por semillas. Este método permitió obtener plantones genéticamente uniformes, reducir el tiempo de producción en vivero y facilitar la replicación de individuos con características fenotípicas deseables. En consecuencia, se constituyó como una estrategia viable y eficiente para programas de forestación y restauración ecológica. En este contexto, el uso de esquejes se justificó como una práctica adecuada para incrementar la disponibilidad de plantones y fortalecer las acciones de conservación de esta especie nativa en zonas de cabecera de cuenca.

En este sentido, la investigación orientada a la evaluación de diferentes tipos de sustratos contribuirá de forma directa al fortalecimiento del conocimiento técnico-científico sobre las prácticas de producción en viveros forestales, permitiendo optimizar los costos de producción e incrementar la disponibilidad de plantones de Queñua destinados a programas de forestación y manejo sostenible de los ecosistemas andinos. Asimismo, los resultados generados constituirán un insumo relevante para comunidades campesinas y gobiernos locales rurales que impulsan la conservación y restauración de esta especie nativa, particularmente en un contexto de cambio climático.

Desde el ámbito social, la propagación de esta especie contribuirá al bienestar de las comunidades de las zonas andinas, mediante la provisión y fortalecimiento de servicios ecosistémicos de carácter ambiental.

En el contexto económico, esta especie presenta valor productivo y ambiental por su aporte a los sistemas agropecuarios, así como por su potencial en actividades de ecoturismo y conservación, la identificación de sustratos que optimicen su propagación contribuirá incrementar la disponibilidad de plantones y fortalecer su valor económico en el mercado.

Desde el enfoque ambiental, esta especie cumple un rol fundamental en la conservación de los ecosistemas andinos, al contribuir a la regulación climática, la protección y estabilidad del suelo, y la provisión gradual de recursos hídricos hacia la cuenca media y baja de la microcuenca

En el ámbito científico, el presente estudio generará información relevante sobre la propagación vegetativa de la Queñua mediante esquejes y la evaluación de diferentes sustratos, orientada a investigadores y profesionales del ámbito agronómico y forestal.

2.4. Hipótesis

2.4.1. Hipótesis general

Existen diferencias significativas en la propagación de esquejes de Queñua (*Polylepis racemosa*) al utilizar tres tipos de sustratos en vivero, Choccepuquio – Andahuaylas

2.4.2. Hipótesis específicas

1. Existen diferencias significativas en las características agronómicas de la propagación de esquejes de Queñua (*Polylepis racemosa*) al utilizar tres tipos de sustratos en vivero, Choccepuquio – Andahuaylas
2. Existen diferencias significativas en el costo de producción de la propagación de esquejes de Queñua (*Polylepis racemosa*) al utilizar tres tipos de sustratos en vivero, Choccepuquio – Andahuaylas.

2.5. Variables

2.5.1. Variable independiente: Tipos de sustratos

- Sustrato (T0) tierra agrícola
- Sustrato (T1) Tierra agrícola + estiércol de ovino + arena fina
- Sustrato (T2) Tierra agrícola + humus de lombriz + arena fina
- Sustrato (T3) Tierra agrícola + estiércol de cuy + arena fina

2.5.2. Variable dependiente: Propagación de esquejes de Queñua

- Porcentaje de prendimiento
- Altura de planta
- Número de brotes
- Número de hojas
- Costo de producción

Tabla 1

Operacionalización de la variable independientes y dependientes

Variables	Dimensiones	Indicadores	Índices
Variable Independiente	Sustratos	Tierra	2 – 0 – 0 carretilla
		Tierra + estiércol ovino + arena	1 – 0.75 – 0.25 carretilla
Tipos de Sustrato		Tierra + humus + arena	1 – 0.75 – 0.25 carretilla
		Tierra + estiércol cuy + arena	1 – 0.75 – 0.25 carretilla
Variable dependiente	Características agronómicas.	Porcentaje de prendimiento	%
		Altura de planta	centímetro
		Numero de brotes	unidad
		Numero de hojas	unidad
Propagación de esquejes de Queñua	Costo de producción	Costo de producción	S/. tratamiento

III. Marco Teórico

3.1. Antecedentes

Quispe (2013) en su investigación propagación vegetativa de esquejes de Queñua *(Polylepis besseri Hieron),* en Huancané, La Paz Bolivia durante un período de 90 días, y los resultados clave fueron los siguientes: el enraizador de extracto de sauce demostró un notable efecto en el prendimiento, con un impresionante 52,22%, así como en la altura de los esquejes, alcanzando 13,04 cm. Además, se observó que el extracto de sauce promovió un promedio de 8,30 hojas por esqueje. Aunque no se detectaron diferencias significativas en el número de brotes entre el extracto de sauce y el agua de coco, cabe destacar que el primero fue consistentemente efectivo. Por último, en lo que respecta a la longitud de las raíces, se encontró que el extracto de sauce condujo a raíces más largas, con una longitud de 10,25 cm, en comparación con los 7,98 cm obtenidos utilizando agua de coco.

Quinteros (2014) en su estudio sobre el enraizamiento de esquejes de dos especies de Queñua, Polylepis tarapacana y Polylepis besseri Hierón, realizado en el Centro Experimental de Cota Cota, Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, Bolivia, evaluó varios tratamientos de sustrato. Estos incluían diferentes proporciones de turba y arena para cada especie de Queñua. Descubrió que el sustrato más efectivo para el enraizamiento fue una mezcla de 25% de turba y 75% de arena, que logró un porcentaje de esquejes aclimatados del 28.50%. Además, observó que el enraizamiento fue significativamente mayor en comparación con otros sustratos, como el compuesto por 50% de turba y 50% de arena, que alcanzó un enraizamiento del 24.5%, y el sustrato de 100% de turba, que logró un enraizamiento del 16.83%. En resumen, concluyó que el sustrato óptimo fue el compuesto por 25% de turba y 75% de arena, y destacó diferencias significativas entre los diferentes sustratos con un nivel de confianza del 95%.

Rosero (2014) en su estudio evaluación de dos fertilizantes de liberación lenta, Basacote Plus 3M F1 y Sumicoat I F2, en la propagación asexual del Yagual *(Polylepis*

Racemosa) en la Comunidad San José Del Guanto, Cantón Quero, Tungurahua – Ambato Ecuador. Utilizando un diseño experimental de DBCA con un arreglo factorial 2 x 3 + 1 y tres repeticiones, se llevó a cabo un ANVA y pruebas de significancia Tukey al 5%. Los resultados mostraron que el fertilizante de liberación lenta Basacote Plus 3M tuvo el mayor resultado, especialmente en la dosis de 4 g/planta. Esta dosis produjo un mayor número de brotes por esqueje a los 60 días (4.17 brotes), a los 90 días (4.90 brotes), así como una mayor longitud del sistema radicular a los 60 días (6.29 cm) y a los 90 días (8.62 cm). Además, se observó un mayor volumen del sistema radicular a los 90 días (10.12 cc) y porcentajes superiores de sobrevivencia a los 60 días (94.67%) y 90 días (98.33%). Por lo tanto, se concluyó que Basacote Plus 3M es recomendable para el crecimiento de los esquejes de Yagual.

Acosta (2022) en su investigación sobre la propagación vegetativa del Yagual *(Polylepis incana)* en el Cantón Tulcán, Provincia de Carchi, Riobamba, Ecuador, demostró que la combinación de diferentes enraizadores y sustratos influye significativamente el porcentaje de prendimiento y el desarrollo vegetativo de la planta, durante un período de 20, 40 y 60 días, se recopilaron datos que incluyeron el porcentaje de prendimiento, la altura de la planta, el número de foliolos, la longitud y el peso de la raíz. Se observó que el enraizador Rootex alcanzó un porcentaje de prendimiento del 18.33%, mientras que la ausencia de enraizante obtuvo un 13.33%, y el enraizador orgánico (miel de abeja) registró un 5.83%. Además, Acosta sugiere que futuras investigaciones deberían llevarse a cabo en condiciones similares al hábitat natural de la especie, a una altitud superior a 3000 metros sobre el nivel del mar, para determinar si la altitud influye en los resultados obtenidos.

Huarhua (2017) investigó cómo propagar esquejes de Queñua *(Polylepis incana)* en condiciones de vivero en Cuajone-Torata-Moquegua. Utilizó dos enraizadores naturales (agua de coco y extracto de sauce) y tres tipos de sustratos (turba + arena + humus en diferentes proporciones). El diseño experimental fue un DCA con un arreglo factorial (AXB), donde el factor A tenía tres niveles y el factor B tenía cuatro niveles, con

tres repeticiones, totalizando 12 tratamientos y 36 unidades experimentales. Se realizó un análisis estadístico utilizando ANVA con una probabilidad F de 0,005 y una prueba de Duncan al 95% de confiabilidad. A los 90 días, los resultados mostraron que el agua de coco como enraizador tuvo un efecto del 85.67%, el sustrato s3 del 73.78%, y la combinación de enraizador y sustrato (e1s1) alcanzó un 94.67% de efectividad. El porcentaje total de enraizamiento fue del 69.44%, concluyendo que la combinación (e1s1) fue la más efectiva.

Lizana (2019) En su tesis evaluó el enraizamiento de estacas de *Polylepis* spp. de procedencias y concentraciones hormonales de AIB en una cámara de sub-irrigación en Huancayo. Utilizando 240 estacas de Queñual recolectadas de lugares, el diseño experimental fue un DCA con un arreglo factorial (A x B), donde el factor A tenía 4 niveles y el factor B tenía 4 niveles, generando 16 tratamientos con 3 repeticiones por tratamiento y 5 estacas por unidad muestral. Se realizó un análisis estadístico utilizando ANVA con una posibilidad Fisher de 0,05 y 0,01, y se aplicó la prueba de Tukey con un nivel de confianza del 95%. Los resultados indicaron que la propagación de esquejes de Queñua dentro de una cámara de riego es factible sin el uso de hormonas, siempre y cuando las estacas provengan de una ubicación cercana y/o el entorno de propagación tenga condiciones ambientales similares a su hábitat natural

Domínguez (2020) en su investigación evaluación de diferentes tipos de sustratos en la propagación vegetativa de Queñua en condiciones de vivero en Huacrachuco, Huánuco, Perú. Descubrió que el porcentaje de prendimiento de plantas no varió significativamente entre los tratamientos. Pero sin embargo tratamiento T3 (Tierra agrícola + humus + arena fina en proporción 2:1:1) resultó en el mayor número de hojas y brotes por esqueje a los 90 días, con 8,38 hojas y 5,87 brotes, igualmente con este tratamiento produjo los brotes más largos en los días 30, 60 y 90, con longitudes promedio de 1,33 cm, 2,76 cm y 5,98 cm respectivamente. En cuanto a las raíces, el tratamiento T3 también mostró diferencias significativas, con un promedio de 11,76 raíces y 11,08 cm de longitud por esqueje

Yana (2021) en su investigación se centró en comparar el efecto de enraizantes orgánicos y químicos en la propagación vegetativa de Queñua en el Vivero Alto Huenque, provincia de Chucuito, Región Puno. Su objetivo fue evaluar estos enraizantes y compararlos con un tratamiento de control utilizando un diseño experimental completamente al azar. Los resultados indican que la aplicación de enraizante químico produjo mejores resultados en términos de porcentaje de establecimiento (76.19%), número y longitud de raíces (12 raíces y 18.53 cm respectivamente), así como en el número y longitud de brotes (9 brotes y 3 cm respectivamente), en comparación con el enraizante orgánico y el tratamiento de control.

Vásquez (2019) investigó el efecto de diferentes enraizadores en la propagación de esquejes de dos tipos de quinual *(Polylepis sp.)* en un vivero en Llihuari - Santa María del Valle - Huánuco en 2018. Utilizó un diseño de bloques aleatorizados con 36 unidades experimentales para evaluar los enraizadores naturales y sintéticos en las variables de Polylepis (P. pauta y P. incana). Los resultados mostraron que Polylepis incana tuvo una tasa de prendimiento del 71.22%, siendo el té de estiércol de vacuno el enraizador natural más efectivo con un 83.33% de prendimiento. Además, Polylepis incana destacó en varias características vegetativas, y el té de estiércol de vacuno fue beneficioso en todas las evaluaciones, revelando una relación interdependiente entre la especie de Polylepis y el enraizador utilizado.

Pacco (2022) en su investigación efecto del extracto de sauce y abonos orgánicos en el prendimiento de esquejes de queuña (Polylepis tomentella Wedd.), utilizó cuatro tratamientos diferentes con tres repeticiones cada uno, recolectando esquejes en el distrito de Tambobamba, Apurímac, Cusco, Perú. Los tratamientos variaron en la composición de abonos orgánicos y arena. Se evaluaron un total de 600 esquejes tratados con extracto de sauce como enraizador natural, los resultados mostraron que el tratamiento que incluyó estiércol de ovino, arena y tierra agrícola tuvo el mejor desempeño con un 65% de prendimiento de esquejes.

Quispe (2021) en su proyecto sobre la propagación vegetativa de esquejes de Queñua *(Polylepis incana)* utilizando enraizadores naturales en condiciones de vivero en Patán, Haquira - Apurímac. El objetivo era comparar la efectividad de los enraizadores naturales con uno químico, evaluando variables como el porcentaje de enraizamiento, altura de brote, número de hojas y número de brotes, los tratamientos incluyeron extracto de sauce, extracto de coco, té de estiércol de vacuno y un enraizador químico (Root-Hor) y resultó que el extracto de sauce mostró el mayor porcentaje de enraizamiento (80%) a los 30 días, seguido por el té de estiércol de vacuno (79%), el enraizador químico (72%) y el extracto de coco (71.5%) en cuanto a la altura de brote, no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos, con un promedio de 9.44 cm.

3.2. Bases teóricas

3.2.1. Características generales de la especie (Polylepis racemosa)

La *(Polylepis racemosa),* conocida comúnmente como "Queñual", es una especie arbórea endémica de los Andes de Sudamérica, que se encuentra principalmente en Bolivia y partes de Perú, Ecuador, Colombia y Venezuela. Esta especie pertenece a la familia Rosaceae y es una de las muchas especies dentro del género Polylepis, que se caracteriza por ser un género de árboles de gran altitud que crecen en los páramos andinos. Suele crecer en zonas de gran altitud, generalmente por encima de los 3,000 m.s.n.m, en los páramos andinos, estas zonas suelen ser frías y tienen una precipitación moderada.

3.2.2. Taxonomía del género *(Polylepis racemosa).*

Simpson (1979) y Kessler (2004), indican que esta especie se caracteriza por su adaptación a condiciones extremas, como altitudes elevadas, temperaturas frías y suelos pobres en nutrientes, son importantes para los ecosistemas de páramo andino, proporcionando hábitat y alimento para una variedad de especies de flora y fauna, muchas de las cuales son endémicas de la región y se caracteriza por ser una polinización anemófila y frutos secos incluyen 28 especies de pequeños árboles y arbustos,

usualmente llamados Queñua, yagual, pantza, kewiña, queñual, quinual (quechua qiwuña), perteneciente a la familia Rosaceae como se muestra en la siguiente clasificación:

3.2.3. Clasificación taxonómica de la especie *(Polylepis racemosa)*

Es una especie de planta que se encuentra en peligro de extensión, endémica en Perú y Bolivia e introducida en Ecuador.

Según Ruiz & Pavón (1798), propone la siguiente clasificación:

Reino : Plantae (Plantas)

Subreino: Tracheobionta

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida (Dicotiledóneas)

Orden: Rosales

Familia: Rosaceae (Rosáceas)

Tribu: Sanguisorbeae

Género: Polylepis

Especie: *(Polylepis racemosa)*

Nombre común: Yagual, Pantza, Queñua, Quinual, Quiwuña, Siete Cortezas.

3.2.4. Descripción botánica

a) Raíz

Según Soto (2013), la raíz de la Queñua es profunda, cumple funciones de fijación de nutrientes del suelo y almacenamiento, presenta características fasciculadas, adventicias y fibrosas, surgiendo del chichón del tallo, se desarrolla por propagación vegetativa y crece hacia el centro de la tierra debido al geotropismo positivo, evitando la luz al introducirse en el sustrato, mostrando fototropismo negativo.

b) Tallo

Chávez (2021) indica que la *(Polylepis racemosa)* alcanza una altura de 5 a 20 metros y un grosor de tallo es 152.4 a 203.2 mm de diámetro, dependiendo de cada especie, los troncos son robustos con cáscara exfoliante en láminas papiráceas, amarillentas y brillantes, se caracteriza su desarrollo rápido.

c) Hojas

Las hojas son compuestas, imparipinadas con 07 folios de 15 a 23 mm, lo usual es de color verde claro a verde oscuro, radiante en el haz, lampiños, envés blanco- gris y velloso, sus nervaduras son bien marcadas, en cualquier de las especies del género el tamaño de hoja puede variar según las condiciones donde crece, siendo más grandes en terrenos húmedos y el número de folios varia de cada especie, son generalmente donde cumple la fotosíntesis y la transpiración de la planta según (Soto, 2013).

d) Flores

La flor es perfecta, incompleta, sin corola ni nectario, colgada se agrupan en racimos de 5 a 10 cm, con 1 a 8 flores, es hermafrodita, el raquis es corto peludo, las hojillas son compuestas imparipinadas de 7mm de largo, 4 sépalos verdes diversos con 18, 20 estambres, filamentos 3 mm de largo, con ovario súpero (Soto, 2013).

e) Frutos

El fruto es aquenio semilla individual de 5 mm de largo, por 4mm de ancho es drupáceo con cuatro aristas terminadas en cortos crestas, el tiempo de madurez generalmente acontece entre junio y septiembre según (Soto, 2013)

f) Semillas

La obtención de semillas de Queñua en zonas de forestación con Polylepis es difícil debido a la dicogamia y fertilización anemófila del género, las semillas se dispersan por el viento son más viables en bosques grandes, encontrándose principalmente en árboles aislados (Prentell, 1985)

3.2.5. Morfología de la especie *(Polylepis racemosa)*

Ruiz y Pavón (1798) indican que el nombre Polylepis proviene de dos palabras griegas: "poly" (varias) y "lepis" (pliegues), refiriéndose a su cáscara compuesta por delgadas capas, este tipo de cáscara, común en todas las especies del género, protege el tronco de bajas temperaturas, se caracteriza por ser polinizado por el viento y crecer entre 2900 y 4000 msnm, siendo el género de árboles angiospermas que se distribuye a mayores altitudes. Su altura varía de 8 a 20 metros, alcanzando en ocasiones los 25 metros, con ritidomas marrón rojizo y hojas que presentan 7 folios, un raquis densamente lanoso y un haz liso de color verde oscuro.

Figura 1

Partes de la rama de (Polylepis racemosa) (según: (Ruiz y Pavón.,1798).

Especie racemosa, A) Rama o hojas B) Envés de los foliolos C) Fruto

3.2.6. Distribución geográfica de la especie *(Polylepis racemosa)*

Simpson (1979) y Kessler (2006) determinan que, en nuestro País Perú se encuentra 19 especies del género Polylepis, siendo de esta manera el país con mayor diversidad del género Polylepis en los departamentos de Ancash, Ayacucho, Cajamarca, Cusco, Huánuco, Junín, La libertad, Lima y Pasco, desde los 2900 a 4000 metros de altitud, esta especie está en endemismo en el Perú; sin embargo, ha sido introducida a Ecuador y es muy utilizada en los programas de forestación en todo lo andes del Perú y las poblaciones silvestres (no reforestados), se encuentran muy fragmentadas en los

departamentos de Pasco y Cajamarca, mientras se encuentran protegido dentro del parque Nacional de Huascarán (Ruiz y Pavón, 1798).

Según Masías (2017), en el Perú se encuentran 19 especies de Polylepis, dispersas en 19 de los 24 departamentos del país, con una concentración significativa en Cusco y Ayacucho, estas especies se localizan principalmente en las zonas de Norte, Selva y alto andinas de las siguientes divisiones territoriales: Puno Tacna, Moquegua, Arequipa, Cusco, Apurímac, Ayacucho, Huancavelica, Junín, Huánuco, Pasco, Lima, Ancash, San Martín, La Libertad, Amazonas, Cajamarca, Lambayeque y Piura, tal como se detalla en la tabla adjunta.

Tabla 2

Riqueza de Especies del Género Polylepis, en los Departamentos del Perú

N°	***Departamentos***	***Número de Especies Registradas***
1	*Cusco*	*10*
2	*Ayacucho*	*8*
3	*Ancash*	*6*
4	*Junín*	*6*
5	*Lima*	*6*
6	*Apurímac*	*5*
7	*Puno*	*4*
8	*Arequipa*	*3*
9	*Cajamarca*	*3*
10	*La Libertad*	*3*
11	*Tacna*	*3*
12	*Huánuco*	*2*
13	*Huancavelica*	*2*
14	*Lambayeque*	*2*
15	*Moquegua*	*2*
16	*Pasco*	*2*
17	*San Martín*	*2*
18	*Amazonas*	*1*
19	*Piura*	*1*

Fuente (Mendoza & Cano, 2011) y (Masías, 2017).

3.2.7. Dispersión de la especie Polylepis a través de los Países Andinos

Kessler (2006) señala que el género *Polylepis* se distribuye a lo largo de la cordillera de los Andes, desde Venezuela hasta el noroeste de Argentina, incluyendo Colombia, Ecuador, Perú, Bolivia y el norte de Chile, como detalla en la tabla adjunta.

Tabla 3

Distribución de la Especie de Polylepis por Países en Sudamérica

Especie/País/Autor	***Argentina***	***Bolivia***	***Colombia***	***Chile***	***Ecuador***	***Perú***	***Venezuela***
P. australis -Bitter	*x*	*x*					
P. besseri- Hierunymus		*x*				*x*	
P. hieronymi – Pilger	*x*	*x*					
P. incana - H. B. K					*x*	*x*	
P. lanuginosa- H. B. K.					*		
P. multijuga – Piger						*	
P. pauta- Hierunymus					*x*	*x*	
P. pepei – Sympson		*x*				*x*	
P. quadrijuga - Bitter			*				
P. reticulada – Hierunymus					*	*x*	
P. racemosa – Ruiz Pavón						*	
p. serícea – Widdell		*x*	*x*		*x*	*x*	
P. subsericana – Macbride						*	*x*
P. tomentella- Weddell	*x*	*x*		*x*		*	
P. weberbaueri_ Pilger					*x*	*x*	
P. crista galli- Bitter	*x*	*					
P. flafipila- Kessler						*x*	
P. lanata – Kessler & Shimidt		*x*				*x*	
. incarum - Kessler &							
P. microphylla – Bitter					*x*	*x*	
P. neglecta – M. Kessler		*					
P. pacensis- Kessler		*					
P. rugulosa – Bitter				*x*		*x*	
P. subtusalbida- Kessler		*				*x*	
P. tara pacana – Phil		*x*		*x*		*	
P. triacontandra – Bitter		*x*				*x*	
P. canoi-W. Mendoza						*x*	
Totales	***4***	***13***	***2***	***3***	***7***	***19***	***1***

Fuente: Simpson (1979) referidos en Soto (1995). Donde: x: Ocurrencia; *: Endemismo.

La lista que enumera las especies del género Polylepis registradas en el Perú, incluyendo sus rangos de altitud y la distribución por departamento, se basa en las abreviaturas departamentales adoptadas según lo indicado por Brako y Zarucchi* en 1993, como se menciona en la cita de (Mendoza y Cano, 2011).

Tabla 4

Lista del Género Polylepis Registradas en el Perú.

Especie/Autor	***Altitud (m)***	***Departamento***
Polylepis australis -Bitter		
Polylepis besseri- Hierunymus		
Polylepis hieronymi – Pilger		
Polylepis incana - Humboldt. Bonpland. & Kunth	*3000 - 4200*	*AN, AP, AY, CU, HU, JU, LI, PA, PU*
Polylepis lanuginosa- H. B. K.		
Polylepis multijuga – Pilger	*2200 - 3600*	*AM, CA, LA*
Polylepis pauta- Hierón	*1800 - 4000*	*AY, CU, JU, SM*
Polylepis pepei – B.B. Sympson	*3900 - 4500*	*AN, AP, CU, PU, SM*
Polylepis quadrijuga - Bitter		
Polylepis reticulada – Hierunymus	*3350 - 4450*	*AN, JU, LI, LL*
Polylepis racemosa – Ruiz & Pav.	*2900 - 4000*	*AN, AY, CA, CU, HU, JU, LI, LL, PA*
Polylepis serícea – Widdell	*2000 - 4100*	*AN, CU, JU, LL*
Polylepis subsericana – Macbride	*2900 - 5100*	*AP, AY, CU,*
Polylepis tomentella- Weddell	*3500 - 4500*	*AP, AR, AY*
Polylepis weberbaueri_ Pilger	*2500 - 4200*	*AN, CA, LA, LI, PI*
Polylepis crista galli- Bitter		
Polylepis flafipila- Bitter, M. Kessler	*3650 - 4100*	*HV, LI*
Polylepis lanata – Kessler & Shimidt	*2900 - 4100*	*AP, AY, CU*
Polylepis incarum – Bitter Kessler & Schmidt – Leb	*3100 - 4200*	*CU, PU*
Polylepis microphylla – Wedd, Bitter	*3200 - 4000*	*AR, CU, LI*
Polylepis neglecta – M. Kessler		
Polylepis pacensis- Kessler		
Polylepis rugulosa – Bitter	*3000 - 4600*	*AR, MO, TA*
Polylepis subtusalbida- Bitter, M. Kessler	*3000 - 4500*	*MO, TA*
Polylepis tara pacana – Philippi	*4200 - 4800*	*TA*
Polylepis triacontandra – Bitter	*3500 - 3900*	*PU*
Polylepis canoi – W. Mendoza	*3350 - 3400*	*AY, CU, JU*

Fuente: (Mendoza & Cano , 2011), donde indica con las siguientes abrevaituras: Cusco (CU), Ayacucho (AY), Áncash (AN), Junín (JU), Lima (LI), Apurímac (AP), Puno (PU),

Arequipa (AR), Cajamarca (CA), La Libertad (LL), Tacna (TA), Huánuco (HU), Huancavelica (HV), Lambayeque (LA), Moquegua (MO), Pasco (PA), San Martín (SM), Amazonas (AM) y Piura (PI).

Tabla 5

Especie de Polylepis y su Categoría de Amenaza en el Perú

Especie	***Categoría***
Polylepis Incana Kunth	*Peligro Crítico (PC)*
Polylepis racemosa Ruiz & Pav.	*Peligro Crítico (PC)*
Polylepis microphylla Wedd Bitter	*En Peligro (EN)*
Polylepis multifuga Pilg.	*En Peligro (EN)*
Polylepis subsericans JF MacBr.	*En Peligro (EN)*
Polylepis tomentella Wedd	*En Peligro (EN)*
Polylepis besseri Hieron	*Vulnerable (VU)*
Polylepis pepei B.B Simpson	*Vulnerable (VU)*
Polylepis rugulosa Bitter	*Vulnerable (VU)*
Polylepis sericea Wedd.	*Vulnerable (VU)*
Polylepis tarapacana Phil.	*Vulnerable (VU)*
Polylepis weberbaueri Pilg.	*Vulnerable (VU)*
Polylepis pauta Bitter Hieran	*Casi Amenazado (NT)*

Fuente: (República, decreto supremo n° 043- 2006 - AG).

3.2.8. Importancia de los servicios ambientales de la especie *(Polylepis racemosa)*

García (1996) destaca la resistencia al frío del género Polylepis racemosa, uno de los árboles más robustos del mundo, algunas especies de esta familia crecen por encima de los 5200 metros sobre el nivel del mar, cumpliendo funciones ecológicas esenciales en la retención de agua de lluvia y la regulación del clima, su aspecto también contribuye a la conservación de ecosistemas, mejorando la calidad del agua que llega a los cuerpos de agua, según Renison (2018).

3.2.9. Funciones que cumple el género Polylepis

a) Captura de agua

Yvette (2018) destaca que estos árboles desempeñan un papel fundamental al proporcionar estabilidad climática ya que se encuentran en bosques nublados a la vez contribuyen a la conservación de las fuentes hídricas al capturar y almacenar grandes cantidades de agua de lluvia en sus ramas y follaje, liberándola gradualmente para conservar la recarga de los acuíferos su aspecto en el suelo, similar a los musgos, también ayuda a prevenir de la erosión y deslizamientos.

b) Estabilización de cárcavas

Yvette (2018) señala que el Polylepis cumple una función de estabilizar suelos erosionados provocadas por la escorrentía superficial de la lluvia y así evitando la erosión.

c) Captura de carbono

Ginez (2019) plantea que el árbol Polylepis es un sumidero de carbono y contribuyen en la retención de CO2, al almacenar carbono en las hojas, suelo orgánico, según estudio realizado en varios lugares en Cusco, 1Ha de Polylepis fija cerca de 0.88 TM de carbono/Ha/año.

d) Refugio de la biodiversidad

Yvette (2018) señala que el bosque de Polylepis sirve como refugio para la flora y fauna, especialmente para especies en peligro de extinción y anfibios del género Microcayla, que se refugian bajo las rocas, entre los musgos y las raíces de los queñuales.

3.2.10. Diferentes usos del género *(Polylepis racemosa)*

- **Agrosilvicultura**

Vargas (2017) indica que los árboles de Polylepis se emplean como cercos vivos para mejorar el microclima en áreas con condiciones climáticas extremas y promover el crecimiento de cultivo, sin embargo, se observa una incompatibilidad entre el Eucalyptus y las especies de Polylepis.

• Usos de maderamen

Castro (2014) La Queñua es un excelente material de calidad, duradero y flexible, utilizada para la construcción de vigas, puntales, puertas, así como para la confección de herramientas agrícolas como arados, yugos, mangos de herramientas y como leña.

• Industria

Castro (2014) indica que el tallo de la especie *(Polylepis racemosa)* muestra una tonalidad rojiza debido a la presencia de sustancias tánicas y son utilizadas para el teñido de cueros y lana también se emplean las hojas, las ramas apicales y la cáscara para este propósito al hervir la cáscara en agua, libera un matiz beige.

• Medicina

Vargas (2017) señala que la Queñua tiene usos medicinales en infusiones, cataplasmas y baños, utilizando sus ramas, hojas y corteza, estos tratamientos se emplean para curar afecciones respiratorias, problemas de vejiga, reumatismo y para limpiar la sangre después del parto y los tallos frescos molidos se utilizan para tratar fisuras o dislocaciones.

• Otras utilidades

Vargas (2017) indica que el género Polylepis está siendo promovido actualmente para agroforestería debido a su capacidad para adaptarse a grandes alturas, como para silvopastoril, refugio para aves, como barrera viva, reduciendo la escorrentía del agua, erosión de suelo, como cortina rompevientos, planta ornamental protege de las heladas, aporte de nutrientes al suelo, belleza paisajística hasta altitudes 4000 msnm.

3.2.11. Enfermedades

La enfermedad más común que afecta a la Queñua es el hongo (peronospora spp), debido a un inadecuado manejo, mala aireación del vivero, procedencia del material genético, cambios climáticos bruscos y malas prácticas de riego según (Ayma Romay, 2015).

3.2.12. Factores actuales que amenazan el género Polylepis

a) Cambio climático

El aumento de temperaturas y la variabilidad en las precipitaciones afectan el hábitat natural de Polylepis, limitando su capacidad de adaptación según (Masías, 2017).

b) Deforestación

La tala indiscriminada para la agricultura, la ganadería y la obtención de leña ha reducido drásticamente las poblaciones de Polylepis, por la sencilla razón que aún falta estudios sobre las bondades y por el desconocimiento por parte de la población según (Masías, 2017).

c) El Sobrepastoreo

Las prácticas de pastoreo intensivo dañan los ecosistemas donde prospera el Polylepis, impidiendo la regeneración natural de los árboles, según (Masías, 2017).

d) Actividades de minería

La minería en áreas montañosas con bosques de Queñua destruye los hábitats y causa contaminación, afectando la salud de las poblaciones de Polylepis.

e) Incendios

Provocados por actividades humanas, pueden devastar grandes áreas donde crecen Polylepis, la preservación de este género es decisivo, ya que no solo es un importante componente de los ecosistemas andinos, sino que también juega un papel vital en la mitigación del cambio climático y la protección de la biodiversidad.

3.2.13. Propagación del género Polylepis especie racemosa

Martínez y Villarte (2009) destacan que *(Polylepis recemosa*) tiene dos estrategias reproductivas: la propagación por semillas y la vegetativa mediante esquejes, estacas y acodos, de estas dos, el esqueje es el método más recomendable debido a su alto índice de prendimiento en comparación con el poder germinativo de las semillas.

3.2.14. Propagación sexual

Huarhua (2017), La propagación sexual se define, como el proceso que consiste en la fusión de dos gametos haploides de diferente sexo, para dar origen a una nueva célula, llamada huevo o cigoto, capaz de desarrollarse en una nueva planta, las semillas presentan un poder germinativo variable a veces llegando a 0% en bosques aislados, al mismo tiempo la polinización anemófila que depende del viento, puede llevar a una dispersión irregular y una menor tasa de fecundación.

a) Semillas

Arbolandino (2009) indica que las semillas de Polylepis son fusiformes e irregulares con germinación epigea que dura de 30 a 40 días y un poder germinativo al 2%, la recolección es complicada y requiere asistencia técnica, lo que dificulta y ralentiza la propagación por semilla.

b) Brinzales

Según Soto (1995) la propagación por brinzales implica obtener nuevas plantas a partir de semillas que germinan cerca de la planta madre, aunque este método ayuda a mejorar la propagación de la especie, por lo cual suele generar una menor cantidad de plantas en comparación con otros métodos.

3.2.15. Propagación asexual

Quispe M. E. (2013) explica que la propagación asexual de Polylepis se realiza a partir de órganos vegetativos, generando nuevas plantas genéticamente idénticas a la madre mediante mitosis un proceso conocido como clonación, estos clones son grupos de individuos que se desarrollaban a partir del mismo progenitor en un vivero, la raíz se forma con chupones o chichones en los tallos que permanecían adheridos a la planta madre hasta que se corta la porción de tallo.

3.2.16. Propagación vegetativa

Según Quispe M. E. (2013) la propagación de Queñua es la forma más común de reproducción del género Polylepis y se realiza principalmente mediante la recolección de

esquejes, utilizando estacas convencionales y el método de acodo, esquejes ambos con alto índice de éxito.

3.2.17. Importancia de la propagación vegetativa de *(Polylepis racemosa)*

Según Quispe M. E. (2013) afirma la propagación vegetativa de Polylepis y las características heredadas del progenitor pueden ser conservadas y la nueva planta es la continuación del crecimiento y desarrollo del progenitor, esta forma de reproducción tiene la ventaja de reproducir exactamente el árbol del que tomamos el brote, como también se obtiene arboles madre del mismo sexo según Robinson (2001) y los métodos de propagación son:

a) Estacas

Domínguez (2020) indica que la plantación directa de estacas de Polylepis es segura en sustratos de buena calidad, con humedad correcta, por lo que recomienda recolectar las estacas después de la fructificación, antes de la floración, durante la temporada de lluvia.

b) Acodado

Domínguez (2020) explica que el Polylepis tiene ramas cerca del suelo, lo que facilita la formación natural de raíces adventicias en áreas de contacto, estos casos naturales de acodado simple pueden ser aprovechados en plantaciones.

c) Esquejes:

Huarhua (2017) señala que los esquejes fragmentos de órganos vegetativos de la planta, pueden desarrollar raíces y brotes en condiciones ambientales adecuadas, convirtiéndose en una nueva planta, esta técnica efectiva para multiplicar el género Polylepis, utilizando ramas terminales o esquejes apicales con protuberancias bajo la corteza, esta propagación se instala en camas de platabanda o en bolsas de polietileno lo que resulta ventajoso en espacios reducidos, por lo que recomienda seleccionar ramas de árboles jóvenes a partir de los 8 años de edad

3.2.18. Ventajas de la propagación por esquejes

Robinson (2001) sugiere que la propagación por esquejes es la mejor alternativa para el género Polylepis, ya que ofrece altos porcentajes de prendimiento con la técnica adecuada, este método no afecta el desarrollo de los árboles semillero, minimiza el riesgo de ingreso de patógenos por heridas y reduce los costos de recolección y traslado del material vegetal al vivero.

- **Épocas de recolección:**

Aguirre (1988) sugiere recolectar esquejes de Polylepis poco después de iniciada la época de lluvias, entre mayo y septiembre para la propagación en vivero, ya que el cambium está más activo con mayor humedad, así mismo, para las plantaciones en campo definitivo recomienda entre los meses de noviembre a febrero cuando las raíces preformantes son visibles en áreas con alta humedad, es posible recolectar los esquejes todo el año.

3.2.19. Selección del material vegetativo

Domínguez (2020) afirma que para obtener esqueje de buenas características fisiológicas es bueno elegir la rama o esqueje con chichones, plantarlas y obtener mayor porcentaje de prendimientos.

a) Selección de árboles madre

Huarhua (2017) destaca que la selección de planta madre es primordial para la propagación por esquejes subrayando ciertos rasgos que deben tener las plantas de origen:

- Ser fiel al nombre y género
- Debe presentar características fenotípicas adecuadas
- Los esquejes deben tener los mismos genes que la planta madre.
- La planta madre debe estar libre de enfermedades.
- Debe mostrar un crecimiento vegetativo activo y una alta capacidad regenerativa.

b) Presencia de Raíces Preformantes

Huarhua (2017) señala que en bosques lluviosas se deben considerar los chichones, aunque en lugares como Puno (Perú) y Sajama (Bolivia) los esquejes apicales a menudo carecen de chichones en estos casos se recomienda recolectar ramas con ramillas y preparar esquejes tipo talón, lo que mejora las tasas de prendimiento a un 60% y 75%.

c) Tipo de madera o rama selecta

Aguirre (1988) recomienda recolectar esquejes con ramas bien desarrolladas donde está presente los esquejes en forma de ramillete con hojas verdes en el domo apical, lo cual recoger en horas de sombra, luego humedecer en agua, conservar fresco, puesto que la exposición de los esquejes a los rayos solares puede causar serios daños, por lo que recomienda transportar en cajas húmedas.

d) Características de un esqueje

Huarhua (2017) sugiere seleccionar cuidadosamente la planta madre para obtener esquejes flexibles, aunque varía según especie, al mismo tiempo recomienda extraer el ritidoma para verificar la presencia de chichones en los esquejes.

e) Longitud y diámetro de los esquejes

Huarhua (2017) indica que, para la propagación de Polylepis, los esquejes deben medir entre 7 y 12 cm de longitud, con un corte limpio en bisel cerca de la rama principal, el grosor del tallo debe ser similar al de una lapicera, aproximadamente 1 cm de diámetro.

3.2.20. Tratamiento de los esquejes

- **Enraizamiento por remojo de agua**

Arbolandino (2009) señala que remojar los esquejes de Queñua en agua favorece en el prendimiento, siendo una práctica beneficiosa y viable para las familias productores.

- **Enraizamiento por estratificación en arena**

Cesa (1992) sugiere que, para el enraizamiento de Polylepis es preferible usar arena de río, donde las estacas se estratifican ya sea sueltas o en paquetes y el ensayo muestra

que los esquejes estratificados en arena durante tres días obtienen mejores resultados de prendimiento.

3.2.21. Condiciones ambientales para el enraizamiento

Arbolandino (2009) revela que, al cortar un esqueje para enraizar experimenta un choque debido a la interrupción de la provisión de agua y nutrientes desde las raíces y también porque las células del tallo deben adaptarse a un nuevo rol, por lo que el esqueje desarrolle nuevas raíces para su supervivencia después de haber estado unido a la planta madre.

a) Relación con el agua humedad

Según (Arbolandino, 2009), indica que, aunque la existencia de hojas en los esquejes actúa como un estímulo para que se desarrollen nuevas raíces, la transpiración de agua a través de ellas puede disminuir tanto el contenido de agua y nutrientes en los esquejes que podrían deshidratarse y morir antes de que se formen las raíces, por lo que se sugiere colocar esquejes en un ambiente con alta humedad superior al 90 % y prevenir la mortandad menciona Yana (2021).

b) Temperatura

Según Yana (2021) las condiciones óptimas para el enraizamiento de esquejes de Polylepis es favorable en temperaturas diurnas entre 21 y 27 ºC, con temperaturas nocturnas de 15°C, el exceso de calor en el aire puede adelantar el desarrollo de las yemas antes que las raíces, lo que aumenta la pérdida de agua por las hojas, es fundamental que las raíces se desarrollen antes que el tallo.

c) Luminosidad

Según Yana (2021) los efectos generados por la fotosíntesis son esenciales en todos los procesos de crecimiento y desarrollo de las plantas, la luz juega un papel principal como fuente de energía para iniciar y completar la fotosíntesis, igualmente para el enraizamiento y crecimiento de los esquejes.

3.2.22. Desarrollo anatómico de las raíces en los esquejes

Quispe M. E. (2013) señala que las raíces adventicias llamadas chupones o chichones se desarrollan en lugares distintos de las raíces normales del embrión y sus ramas, este proceso se observa en la Queñua y el aliso, donde las raíces adventicias crecen en los tallos mientras están unidos a la planta madre, pero no se hacen evidentes hasta que se corta la porción de tallo y reaccionan a la lesión del corte.

3.2.23. Raíces primordios

Se refiere a las primeras raíces que se forman en el esqueje después de que este ha sido cortado de la planta madre y colocado en condiciones apropiadas para enraizar, estas raíces no provienen de una raíz anterior, sino que se originan en los tejidos del propio esqueje (Huarhua, 2017).

3.2.24. Primeras raíces preformadas

En especies como Polylepis que habitan en ambientes extremos las raíces preformadas facilitan un enraizamiento rápido, permitiendo que los esquejes se adapten rápidamente a nuevas condiciones de crecimiento, estas raíces están presentes en el tallo intacto y permanecen latentes hasta que se colocan en condiciones adecuadas (Quispe, 2013).

3.2.25. Bases fisiológicas en la formación de raíces

a) Auxinas naturales

Huarhua (2017) explica que las auxinas son sustancias naturales presentes en las plantas producidas como parte del metabolismo vegetal, se sintetizan principalmente en los tejidos meristemáticos apicales de los órganos aéreos, en los brotes de crecimiento, en hojas jóvenes, los pedúnculos y las flores, aunque también se producen en pequeñas cantidades en los meristemos apicales de las raíces.

b) Enraizadores naturales

Quispe M. E. (2013) menciona que al emplear enraizadores naturales como el extracto de sauce llorón (Salix) durante la propagación vegetativa se lograron resultados

superiores, como también el uso de agua de coco también mostró un índice de enraizamiento del 65%.

3.2.26. Sustrato

Huarhua (2017) subraya que el sustrato favorece al desarrollo y crecimiento de la raíz del esqueje, así como aporte de nutrientes cambiando la textura entre franco limosa y franco arcilloso y cumple la función de retención de humedad, regulación de pH y aireación del sustrato los cuales:

- **Tierra agrícola**: Es un componente fundamental que puede variar en su contenido nutricional y en las condiciones de drenaje según las distintas tipologías, especialmente al incorporar otros elementos.
- **Arena**: Es un componente utilizado para mejorar las condiciones del suelo, promoviendo un enraizamiento más eficiente, facilitando la filtración del agua, aumentando la aireación y previniendo la compactación del sustrato.
- **Humus de lombriz:** Abono orgánico producido por la lombriz californiana que mejora las propiedades fisicoquímicas del suelo; es un fertilizante natural de alta pureza, rico en ácidos húmicos, con múltiples beneficios para el suelo y las plantas
- **Estiércoles:** Son desechos orgánicos procedentes de animales**,** principalmente heces y orina, que contienen materia orgánica, nutrientes esenciales y microorganismos, se utiliza especialmente como fertilizante natural para las plantas y mejora la fertilidad del suelo**,** su función es aportar nutrientes al suelo y mejorar la capacidad de retención del agua y favorecer la salud del ecosistema agrícola (Iglesias, sf).

3.2.27. Propiedades requeridas de los sustratos o mezclas

Quispe (2013) señala que la mezcla de sustratos son esenciales para la planta por su contenido de nutrientes, adecuada humedad, porosidad y libres de malezas, patógenos y nemátodos, como también el pH debe ser óptimo para favorecer un rápido prendimiento, los esquejes requieren un suministro constante de agua para su desarrollo vegetativo y procesos fisiológicos, como la transpiración y los chichones que forman

raíces compuestos por tejidos vivos, necesitan energía para desarrollarse y llevar a cabo sus funciones.

3.3. Definición de términos

- **Queñua (*Polylepis racemosa*)**. Especie arbórea nativa de los Andes, perteneciente a la familia Rosaceae, adaptada a condiciones extremas de altitud y bajas temperaturas, con alta importancia ecológica en la conservación de suelos y recursos hídricos (Simpson, 1979; Kessler, 2006).
- **Propagación Vegetativa**. Método de reproducción asexual mediante el cual se obtienen nuevas plantas a partir de partes vegetativas como tallos, ramas, conservando las características genéticas de la planta madre (Simpson, 1979; Kessler, 2006).
- **Esqueje**. Es una porción de tallo, rama separada de la planta madre que, bajo condiciones adecuadas, es capaz de emitir raíces y brotes para formar una nueva planta (Kester, 2006).
- **Prendimiento**. Se refiere al porcentaje de esquejes que logran sobrevivir y desarrollar raíces funcionales después de su instalación en el sustrato (Domínguez, 2020).
- **Sustrato**. Es un medio físico que proporciona soporte, aireación, retención de agua y nutrientes necesarios para el crecimiento y desarrollo de las plantas en vivero (García Vargas, 2014)
- **Vivero**. Es un espacio destinado a la producción, propagación y manejo inicial de plantas bajo condiciones controladas, con el objetivo de obtener plántulas de calidad (FAO, 2018)
- **Brinzales.** Son plantas jóvenes originadas de semillas germinadas de forma natural cerca de la planta madre. Pueden emplearse como material de propagación; sin embargo, su uso es limitado debido a su escasa disponibilidad y al riesgo de daño radicular durante el trasplante (Soto, 1995).

- **Estacas.** Son segmentos de ramas leñosas obtenidas de la planta madre que, al ser plantadas en suelo o sustrato adecuado, pueden emitir raíces y brotes, constituyendo un método común y efectivo de propagación vegetativa en especies forestales (Aguirre, 1988).
- **Acodo:** Técnica de propagación vegetativa que induce la formación de raíces en una rama aún unida a la planta madre, mediante contacto con el suelo o cobertura con sustrato, permitiendo obtener una nueva planta cuando desarrolla un sistema radicular adecuado (Domínguez, 2020).
- **Ecosistema de Polylepis.** Formado por bosques altoandinos adaptados a condiciones extremas de altitud, bajas temperaturas y suelos pobres. Cumple funciones ecológicas clave como regulación hídrica, protección del suelo, captura de carbono y conservación de alta biodiversidad endémica (Kessler, 2006).
- **Deforestación de Polylepis.** Pérdida y fragmentación de bosques altoandinos causada por tala, agricultura, sobrepastoreo e incendios, lo que genera degradación ambiental, reducción de la biodiversidad y alteraciones en la regulación hídrica y estabilidad del suelo (Renison et al., 2018).
- **Bosque de Queñua.** Es un ecosistema altoandino dominado por especies del género *Polylepis*, adaptado a condiciones extremas de altitud. Cumple funciones ecológicas como protección del suelo, regulación hídrica y conservación de la biodiversidad (Kessler, 2006).

IV. Metodología

4.1. Tipo y nivel de investigación

4.1.1. Tipo de investigación

La investigación es de tipo experimental con enfoque cuantitativo, porque implica la manipulación de variables y se centra en la propagación de esquejes de Queñua *(Polylepis racemosa),* utilizando tres tipos de sustratos, este tipo de investigación busca establecer relaciones de causas y efectos se adopta un enfoque de investigación de nivel explicativo con el propósito de profundizar en la comprensión de los factores que influyen en porcentaje de prendimiento, altura de esquejes, número de brotes, número de hojas según (Sampieri, 2014)

4.1.2. Nivel o alcance de investigación.

El estudio se clasifica explicativa, tiene como objetivo manipular variables independientes relacionadas con diferentes tipos de sustratos para evaluar su efecto en la propagación vegetativa de esquejes de Queñua *(Polylepis racemosa).*

4.1.3. Diseño de investigación

Se utilizó el diseño estadístico por Bloques Completamente al Azar (DBCA), con cuatro (04) tratamientos y (04) repeticiones.

❖ Modelo estadístico

$$Yij = (U + Ti + Bj + Eij)$$

En el que:

- Yij es el valor observado en el i-ésimo tratamiento y j-ésimo bloque.
- U es la media general.
- Ti es el efecto del i-ésimo tratamiento.
- Bj es el efecto aleatorio del j-ésimo bloque o repetición.
- Eij es el error experimental de las observaciones.

Tabla 6

Análisis de varianza (ANVA) diseño de bloques completos al azar

F.V.	G. L	S.C	C.M	F.C	p-valor	Significancia	
						0.05	0.01
Bloque	b-1	$SC_B=\sum_{j=1}^{b} B^2 j_{t} - C$	$SC_B=\frac{SC_B}{b-1}$	$F_B=\frac{CM_B}{CME}$	$P(F_{(b-1,(t-1)(b-1))} \geq F_B)$	NS	NS
Tratamiento	t-1	$SC_T=\sum_{i=1}^{t} T^2 i_{b} - C$	$CM_T=\frac{SC_T}{t-1}$	$F_T=\frac{CM_T}{CM_E}$	$P\ (F_{(t-1,\ (t-1)\ (b-1))} \geq F_T)$	*	**
Error	$(b-1)(t-1)$	$SCTotal=\sum_{l=1}^{t}\sum^{b} Y_j^2 - C$	$CM_E=\frac{SC_E}{(b-1)\ (t-1)}$				
Total	bt-1	$SC_E=SC_{Total}-SC_B-SC_T$					
CV = %				**Promedio general =**			

Nota. Elaboración propia

NS: No significativo

*: Significación al 5% de probabilidad

**: Significación al 1% de probabilidad

Tabla 7

Dosis de aplicación de los tratamientos

Tratamientos (T)	Número de repeticiones	Cantidad de carretillas
(T0) Testigo Tierra	4	2-0-0
(T1) Tierra + Estiércol ovino + arena fina	4	1-0.75-0.25
(T2) Tierra + Humus + arena fina	4	1-0.75-0.25
(T3) Tierra + estiércol cuy + arena fina	4	1-0.75-0.25
Total	**16**	

Nota. Elaboración propia

La representación del análisis de varianza para esta investigación se basó en un diseño con 4 tratamientos y 4 repeticiones, lo que resulta un total de 16 unidades experimentales.

Tabla 8

Dimensiones del área experimental

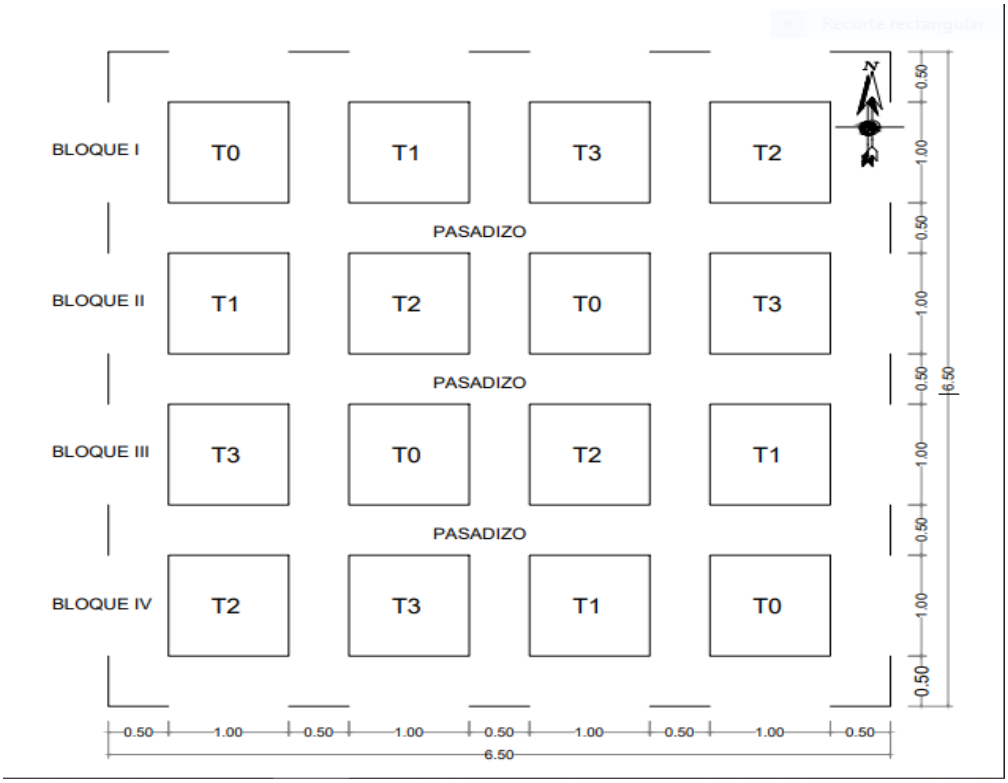
N°	Descripción	Dimensiones
1	Largo	6.50 metros
2	Ancho	6.50 metros
	Área Total	**42.25 m²**

Nota. Elaboración propia

a. Croquis del área experimental

Figura 2

Croquis del área experimental



Nota. Elaboración propia

Tabla 9

Dimensiones de la unidad experimental

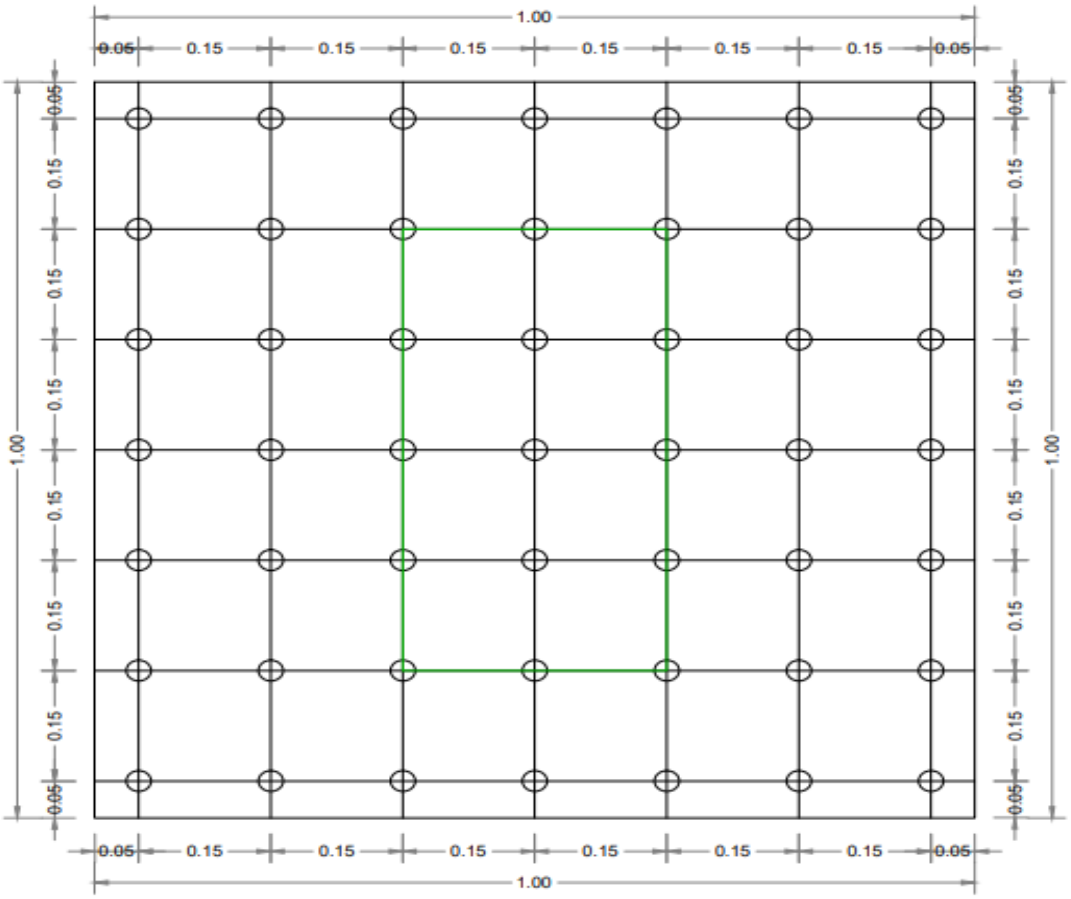
N°	Descripción	Dimensiones
1	Largo	1.0 metro
2	Ancho	1.0 metro
3	Ancho de las calles	0.50 metros
4	Altura de cama de platabanda	0.20 metros
5	Surco a surco	0.15 metros
6	Planta a planta	0.15 metros

Nota. Elaboración propia

b. Croquis de la unidad experimental

Figura 3

Croquis de la unidad experimental



Nota. Elaboración propia

4.2. Ámbito temporal y espacial

El proyecto de investigación se desarrolló a lo largo de seis meses, desde la instalación del vivero hasta la conclusión del estudio de abril a setiembre del 2021. Este período permitió un seguimiento detallado de las variables estudiadas y la recopilación de datos significativos, asegurando una evaluación completa de los resultados obtenidos.

Ubicación política

País : Perú

Región : Apurímac

Provincia : Andahuaylas

Distrito : Andahuaylas

Centro Poblado : Chumbao

Sector : Choccepuquio

Ubicación geográfica

- Latitud Sur : 13°66´93”
- Longitud Oste : 73°40´61”
- Altitud : 2,865 msnm.

Ubicación hidrográfica

- Cuenca : Rio Pampas
- Microcuenca : Chumbao

Descripción del terreno

La inclinación del terreno fue del 3 %, considerada moderada, ésta pendiente no afectó significativamente el drenaje ni la distribución de nutrientes, lo que facilitó un análisis estadístico preciso, así, la influencia de la pendiente en el diseño del estudio fue mínima, garantizando la validez de los datos recopilados.

4.3. Población, muestra y muestreo

4.3.1. Población

La población experimental estuvo conformada por 784 esquejes de Queñua (*Polylepis racemosa*), recolectados en la comunidad de Chaquiccocha, distrito de Chuschi, provincia de Cangallo, región Ayacucho, y utilizados como material de investigación

4.3.2. Muestra

La selección se realizó de manera aleatoria para reducir posibles variaciones en los resultados, se evaluaron 15 plantas por cada unidad experimental, descartando los extremos para disminuir el riesgo en el análisis de varianza, en total, se trabajó con 16 unidades experimentales, lo que hace un total de 240 esquejes de Queñua evaluados.

4.3.3. Muestreo

El muestreo es probabilístico aleatorio simple ya que todas las unidades de análisis tienen las mismas probabilidades de pertenecer a la muestra en las características agronómicas mejorando así la precisión y validez de los resultados

4.4. Instrumentos

La recolección de datos se realizó mediante la técnica de observación directa, aplicada al seguimiento del proceso de propagación vegetativa de esquejes de Queñua (*Polylepis racemosa*) en vivero. Se registraron variables agronómicas como porcentaje de prendimiento, altura de planta, número de brotes y número de hojas, lo que permitió obtener información objetiva y precisa sobre el comportamiento de los esquejes bajo condiciones experimentales controladas.

El instrumento de recolección de datos fue la ficha de observación (ver Anexo B), utilizada para registrar de forma sistemática los estados fenológicos de esquejes de Queñua (*Polylepis racemosa*) en vivero, bajo tres tipos de sustratos y la validación de los registros mediante evidencia fotográfica.

4.5. Procedimientos

1. Elección del terreno

La ubicación del terreno para la instalación del experimento fue seleccionada en el Módulo Académico Choccepuquio, en Andahuaylas, perteneciente a la Universidad Tecnológica de los Andes – Sede Andahuaylas

2. Limpieza del terreno

Previamente se realizó el desbroce, con el uso de herramientas apropiadas como rastrillo y pico retiraron y recolectando todos los residuos, restrojos, hojas secas, ramas y basura, tanto orgánica como inorgánica, esta limpieza permitió preparar un área óptima para la construcción del vivero, garantizando un ambiente adecuado para la implementación de camas.

3. Nivelación del terreno

Una vez limpio el área de 42. 25m2, del campo experimental se efectuó el nivelado, perfilado del espacio para su construcción de vivero y diseño de camas.

4. Construcción de estructura del vivero

Se construyó un vivero con dimensiones de 42.25 m2, altura de techo 2 metros con listones armados, con techo de malla Rashell al 50% de sombra con el objetivo de proteger los esquejes de Queñua de posibles daños ambientales, animales y facilitar su proceso de prendimiento, así como protección necesaria para crear un microclima adecuado, promoviendo así un ambiente óptimo para el prendimiento y crecimiento de los esquejes de Queñua.

5. Trazado y diseño de las camas de platabanda

El diseño y apertura de camas de platabanda plana se efectuó con ayuda de herramientas como: estacas, martillo, wincha, pico, habilitando 16 hoyos de platabanda con dimensiones de 1 x 1 metros, profundidad 20 centímetros, con pasadizos de 50 centímetros con el fin de facilitar el acceso.

6. Adquisición de sustratos

Una vez implementado las camas de platabanda se adquirieron tres tipos de sustratos como: Estiércol fresco de ovino, humus de lombriz, estiércol fresco de cuy, tierra agrícola, arena fina, seguidamente se efectuó la mezcla homogénea de los sustratos y se colocó en camas de platabanda, el objetivo fue evaluar el desempeño de estos tres sustratos orgánicos en la propagación de esquejes de Queñua, así como su capacidad para aportar nutrientes a las plántulas y mejorar la retención de humedad los cuales fueron.

7. Testigo T0: Tierra agrícola

El suelo agrícola (T0) fue extraído de la capa arable del suelo de la parcela experimental ubicado en el Módulo Académico Choccepuquio Andahuaylas, posteriormente se realizó un proceso de cernido asegurando la distribución homogénea, lo cual en una proporción de 2 carretillas por tratamiento.

8. Sustrato T1: Mezcla de Estiércol de Ovino + Tierra agrícola + Arena

El sustrato (T1) estuvo compuesto por una mezcla de tierra agrícola + estiércol ovino + arena, fue recolectado de un establo de ovino, alimentado mediante pastoreo natural, ubicado en el Centro Poblado de Santa Elena, distrito de Pacucha, propiedad de la tesista, y preparado en una mezcla homogénea, lo que garantizó un estiércol rico en materia orgánica y nutrientes esenciales, la proporción utilizada fue de 0.75 carretilla por tratamiento, buscando mejorar el crecimiento y las características fenológicas de los esquejes en vivero.

9. Sustrato T2: Mezcla de Humus Lombriz + Tierra agrícola + Arena

El sustrato (T2) estuvo conformado por una mezcla de humus de lombriz + tierra + arena, este sustrato fue obtenido mediante el proceso de descomposición y transformación resultado de las lombrices rojas californianas (*Eisenia foetida*), ubicado en la Comunidad de Santa Elena, distrito de Pacucha, propiedad de la tesista, dando como resultado un abono orgánico de alta calidad, lo cual se aplicó en una dosis de 0.75

carretilla a una mezcla de sustratos por tratamiento, con el objetivo de mejorar el desarrollo fenológico de los esquejes de Queñua (*Polylepis racemosa*) en vivero.

10. Sustrato T3: Mezcla de Estiércol de Cuy + Tierra agrícola + Arena

El sustrato (T3) estuvo compuesto por una mezcla de estiércol de cuy + tierra + arena, recolectado de una granja de crianza familiar con fines comerciales, ubicada en el Centro Poblado de Santa Elena, distrito de Pacucha, y propiedad de la tesista este último fue preparado homogéneamente incorporado al tratamiento, en una dosis de 0.75 carretilla por tratamiento, aprovechando sus beneficios en el proceso de propagación.

11. Arena fina

Fue adquirida de proveedores de materiales de acarreo del río Pampas, este producto sirvió como un elemento que facilitó el enraizamiento de los esquejes de Queñua durante el proceso de propagación por esquejes, principalmente en el vivero, lo cual se utilizó para mejorar la estructura del suelo, drenaje y la aireación en mezclas homogéneas y se incorporó en cada tratamiento menos en el testigo en una dosis de 0.25 carretilla.

12. Tierra Agrícola

El suelo agrícola fue recolectado de la capa arable del suelo de la parcela experimental del Módulo Académico Choccepuquio, el proceso de cernido y mezclado de sustratos se realizaron homogéneamente, para la nutrición y crecimiento de los esquejes de Queñua, como componente adicional de la mezcla del sustrato, se utilizaron 2 carretillas de tierra agrícola para el tratamiento (T0) y 1 carretilla por cada unidad de tratamiento T1, T2 y T3.

13. Preparación y mezcla de sustratos

La mezcla de sustratos se llevó a cabo de la siguiente forma: tierra agrícola, arena fina, estiércol de ovino, estiércol de cuy y humus de lombriz, efectuando el proceso de tamizado en una malla con el objetivo de lograr una mezcla uniforme y eliminar los terrones más grandes y luego se colocó en camas de tratamiento, posteriormente, se llevó a cabo la mezcla de los sustratos de la siguiente manera:

- T0: 2 carretillas de tierra agrícola.
- T1: 1 carretillas de tierra agrícola, + 0.75 carretilla de estiércol de ovino + 0.25 carretilla de arena fina.
- T2: 1 carretillas de tierra agrícola, + 0.75 carretilla de humus de lombriz + 0.25 carretilla de arena fina.
- T3: 1 carretillas de tierra agrícola + 0.75 carretilla de estiércol de cuy + 0.25 carretilla de arena fina.

14. Recolección y selección de esquejes de Queñua

La elección y selección de los esquejes de Queñua *(Polylepis racemosa)* se llevó a cabo en la comunidad de Chaquiccocha, distrito de Chuschi, provincia de Cangallo, Región Ayacucho de propiedad Sr. Eugenio Cayllahua De la Cruz, el proceso de recojo consistió en la selección de planta madre original de aproximadamente de 8 y 10 años de edad y se extrajeron esquejes con dimensiones de longitud 10 cm, diámetro 0.5 a 1 cm, que presentaban ramas con yemas foliares, la extracción de los esquejes se realizó utilizando tijeras de podar, efectuando el corte en el punto de unión entre el esqueje y el tronco en forma de bisel siguiendo la recomendación de Domínguez (2020).

15. Conservación de esquejes de Polylepis

La preservación de los esquejes de Queñua se realizó mediante remojo en agua y papel kraft húmedo, empacándolos en bolsas de polietileno negro (50 esquejes por bolsa) para evitar su deshidratación. Según Aguirre (1988), la cosecha debe efectuarse entre mayo y septiembre para la propagación en viveros

16. Desinfección e enraizado natural de esquejes

A su llegada los esquejes de (*Polylepis racemosa)*, se realizó su desinfección con preparado de ramas jóvenes de sauce llorón (*Salix babylonica*), por su contenido de ácido indol butírico (auxina) y ácido salicílico, que favorecen el enraizamiento y previenen hongos. Para ello, se hirvieron 1 kg de ramas en 5 litros de agua de manantial durante 30 minutos, se maceraron por 24 horas y se diluyeron con 5 litros adicionales; luego, los

esquejes se sumergieron por 24 horas, conforme la recomendación de Ticona Medina (2022) y Ayma Romay (2015).

17. Desinfección de la cama de platabanda

La limpieza y desinfección de las camas de platabanda se efectuó con 200 gramos de ceniza en polvo con el propósito de prevenir la presencia de microorganismos patógenos como nematodos y hongos que podrían afectar a los esquejes de Queñua en proceso de prendimiento.

18. Incorporación del sustrato a las camas de platabanda

Se colocó el sustrato previamente mezclado, asegurando su distribución uniforme sobre la cama de platabanda para proporcionar una base homogénea y nutritiva. Esto permitió un mejor contacto con los chichones y facilitar el enraizamiento de los esquejes y facilitó la retención de humedad y aireación adecuada del sustrato.

19. Siembra de los esquejes de Queñua

Posteriormente se efectuó la siembra de esquejes con una densidad de 15 cm entre plantas y 15 cm entre surcos y utilizando un repicador para compactar ligeramente el sustrato alrededor de la base, evitando la formación de bolsas de aire y favoreciendo el desarrollo fenológico adecuado de los esquejes, según a la recomendación de Ayma Romay (2015).

20. Manejo Agronómico

- **Riego**

El riego se efectuó cada tres días durante las primeras cuatro semanas, en horas de sombra, específicamente por la tarde. Posteriormente, se realizó con intervalos de siete días, utilizando regadera y manguera, estas medidas se aplicaron para asegurar un nivel óptimo de humedad que facilite el enraizado y prendimiento de los esquejes de Polylepis

- **Control de malezas**

El deshierbo se realizó manualmente cada quince días con el propósito de eliminar las malas hierbas y evitar la competencia de nutrientes del sustrato, espacio, humedad, luz,

lo cual contribuyó a conservar un entorno más saludable a los esquejes de Queñua, como también favoreció un crecimiento más uniforme, lo que fue básico para su posterior trasplante al campo definitivo.

- **Codificación o rotulado**

Una vez instalados los esquejes de Polylepis en cada unidad experimental se instalaron rótulos o carteles en cada uno de los ensayos, siguiendo la codificación del cuadro de tratamientos en estudio.

- **Esquejes a evaluar**

Los esquejes evaluados correspondieron a la parte media de cada tratamiento, se identificaron 15 esquejes por tratamiento, los cuales fueron evaluados a intervalos de 30 días hasta los 150 días. En el caso del porcentaje de prendimiento, la evaluación se realizó únicamente a los 30 días.

21. Control de plagas y enfermedades

- **Grillo**: Se presento la incidencia de insecto de la familia de ortópteros como el grillo afectando ocasionalmente con cortes en las hojas, brotes de las plántulas de Queñua, por tal motivo se realizó el control cultural, para mitigar los efectos.
- **Pulgón**: Mediante la aplicación de extracto de cola de caballo (1 kg, hervido y macerado por 24 h), se logró un control efectivo en su desarrollo fenológico.
- **Mildiu:** Se observaron manchas amarillentas en las hojas, necrosis, deformación, caída prematura del follaje, retraso en brotes jóvenes y debilitamiento general de la planta. Como control, se aplicó té de cola de caballo (Equisetum spp.) por aspersión, aprovechando su contenido de sílice como fungicida orgánico, lo que permitió la recuperación de las plantas según (Ayma Romay, 2015)

22. Criterios de evaluación de los tratamientos

Los tratamientos se evaluaron cada 30 días durante 150 días**,** considerando porcentaje de prendimiento, altura de planta, número de brotes y hojas**,** mediante mediciones en centímetros y conteos**,** lo que permitió realizar análisis comparativos e

identificar tendencias y variaciones en el estado fenológico de los esquejes de Queñua en:

- **Porcentaje de prendimiento en (%):**

Se realizó un conteo único de cada planta sobreviviente de los esquejes de Queñua a los 30 días, y los datos fueron registrados en fichas de evaluación para su análisis posterior.

- **Altura de esquejes en (centímetros):**

Se realizó a través de medición a nivel de la base del tallo de esquejes de Queñua hasta el ápice, empleando una regla física con intervalos de 30 días, iniciando desde los 30, 60, 90, 120, y 150 días y se registraron en fichas de evaluación para su análisis posterior.

- **Número de brotes (unidades):**

Se realizó a través de conteo a cada brote de los esquejes de Queñua, con intervalos de cada 30 días, iniciando desde los 30, 60, 90, 120, y 150 días y se registraron en fichas de evaluación para su análisis posterior.

- **Número de hojas (unidades):**

Se realizó a través de conteo a nivel de las hojas desde la base de los esquejes de Queñua, hasta el domo apical, con intervalos de cada 30 días, iniciando desde los 30, 60, 90, 120, y 150 días y se registraron en fichas de evaluación para su posterior análisis.

4.6. Análisis de datos

El estudio se empleó un análisis de varianza (ANVA) con un diseño de bloques completamente al azar (DBCA) y la prueba de Tukey para contrastar los efectos de los sustratos en los tratamientos evaluados, se estableció un nivel de significancia del 0.01 % y 0.05%, como también se aplicó la prueba de Tukey con un nivel de confianza al 95%, para determinar la superioridad de los tratamientos, mientras la información se procesaron en programa de InfoStat, el análisis de varianza para realizar la prueba de hipótesis se realizó su interpretación con el uso de tablas, figuras en forma de barras para

su representación gráfica de esta manera se destacó el enfoque en la estadística experimental asegurando un procesamiento exacto de los datos.

4.7. Consideraciones éticas

- La investigación se efectuó de acuerdo a los lineamientos establecidos por la Universidad Tecnológica de los Andes, el cual regula y promueve la realización de investigaciones científicas bajo estándares éticos, metodológicos y de calidad.
- Durante la realización del presente experimento se aplicaron prácticas sostenibles que minimizaron el impacto ambiental, como también el vivero experimental se manipuló con responsabilidad, evitando el uso de productos químicos, reduciendo los impactos de los contaminantes.
- La utilización de recursos como: construcción de vivero, agua, esquejes, sustratos fueron de manera eficiente y responsabilidad maximizando su aprovechamiento y evitando la ineficiencia

V. Resultados y discusión

5.1. Resultados

5.1.1. Características agronómicas

5.1.1.1. Evaluación del porcentaje de prendimiento a los 30 días

Se evaluó cada unidad experimental a los 30 días después de la instalación para identificar el porcentaje de prendimiento, para lo cual se plasmó en el cuaderno de campo la cantidad de plantas que sobrevivieron para la respectiva conversión en porcentaje

Tabla 10

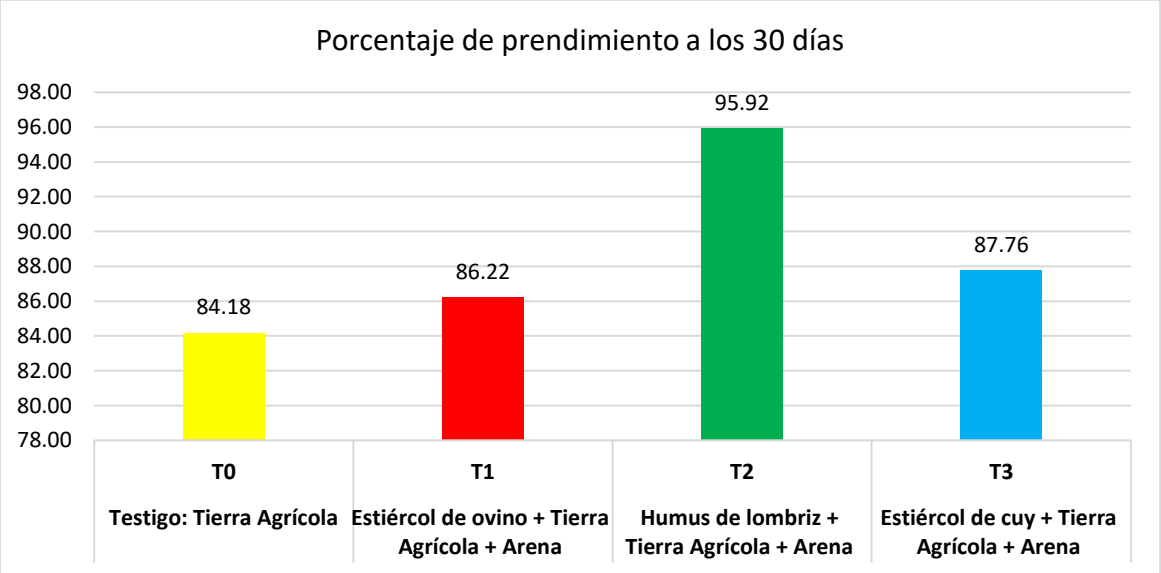
Promedio de datos para número de prendimiento a los 30 días después de la instalación en (%)

Bloques	Tratamientos			
	T0	T1	T2	T3
I	79.59	79.59	93.88	81.63
II	81.63	97.96	95.92	91.84
III	91.84	83.67	95.92	85.71
IV	83.67	83.67	97.96	91.84
Promedio	84.18	86.22	95.92	87.76
Desv. Standar	4.64	6.96	1.47	4.29

Nota. Elaboración propia

Figura 4

Promedio de tratamientos a los 30 días después de la instalación (%)



Nota. Elaboración propia

En la **Tabla 10,** se observa el promedio de porcentaje a los 30 días después de la instalación: El análisis muestra diferencias notorias entre los tratamientos. El tratamiento T2 (humus de lombriz + tierra agrícola + arena) alcanzó el mayor porcentaje de prendimiento (95.92%), seguido por T3 (estiércol de cuy + tierra agrícola + arena) con 87.76%, T1 (estiércol de ovino + tierra agrícola + arena) con 86.22%, y finalmente el testigo T0 (tierra agrícola) con 84.18%.

El valor de desviación estándar fue más bajo en T2 (1.47), lo que evidencia alta uniformidad y estabilidad en el prendimiento de las unidades experimentales bajo este tratamiento.

Por el contrario, el testigo T0 y el tratamiento T1 presentaron mayor variabilidad, posiblemente por diferencias en la estructura del sustrato o menor disponibilidad de nutrientes esenciales durante las primeras etapas de enraizamiento.

En la **Figura 4,** confirma visualmente esta tendencia: el tratamiento T2 supera en más de 10 puntos porcentuales al testigo, reflejando una respuesta superior y estadísticamente relevante.

Tabla 11

Análisis de Varianza para porcentaje de prendimiento a los 30 días

Fuente de Variación	GL	SC	CM	Fc	p-valor	Significancia	
						0.05	0.01
Bloque	3	142.70	47.57	1.93	0.1956	NS	NS
Tratamiento	3	317.75	105.92	4.29	0.0386	*	NS
Error	9	221.99	24.67				
Total	15	682.44					
CV = 5.61%				Promedio general = 88.52			

Nota. Elaboración propia

NS: No significativo

*: Significativo

En la **Tabla 11**, el análisis de varianza (ANOVA) muestra que el factor Bloque no fue estadísticamente significativo ($p = 0.1956 > 0.05$), ni al 5 % ni al 1 % de probabilidad, lo que indica que no existieron diferencias atribuibles a los bloques y que las condiciones experimentales se mantuvieron homogéneas durante el ensayo. Por el contrario, el factor

Tratamiento presentó diferencias estadísticamente significativas al 5 % de probabilidad ($p = 0.0386 < 0.05$), pero no alcanzó significancia al 1 %, evidenciando un efecto significativo con un nivel de confianza del 95 %, mas no altamente significativo.

Estos resultados indican que los distintos tipos de sustratos influyeron significativamente en el porcentaje de prendimiento de los esquejes a los 30 días. Asimismo, el coeficiente de variación (CV = 5.61 %) evidencia una alta precisión experimental y baja variabilidad entre las repeticiones. El promedio general de prendimiento (88.52 %) refleja un alto nivel de éxito en la propagación, lo que sugiere que las condiciones de vivero y el manejo aplicado fueron adecuados para la propagación de *Polylepis racemosa*.

Tabla 12

Comparación múltiple de Tukey al 5% de confiabilidad para porcentaje de prendimiento

TRATAMIENTO	Medias	Agrupación		
T2	95.92	A		
T3	87.76		A	B
T1	86.22		A	B
T0	84.18			B

Nota. Elaboración propia

En la **Tabla 12,** los resultados de la prueba de Tukey confirman la existencia de diferencias significativas entre los tratamientos en cuanto al porcentaje de prendimiento. El tratamiento T2 (humus de lombriz + tierra agrícola + arena), con una media de 95.92%, se ubicó en el grupo “A”, siendo estadísticamente superior al resto de tratamientos.

Los tratamientos T3 (estiércol de cuy + tierra agrícola + arena) y T1 (estiércol de ovino + tierra agrícola + arena) se agruparon en la categoría A–B, lo que indica que presentan resultados intermedios, sin diferir significativamente entre ellos, aunque inferiores al tratamiento T2.

El testigo T0 (tierra agrícola), con un promedio de 84.18%, se ubicó en el grupo “B”, siendo el de menor prendimiento y significativamente inferior al T2.

5.1.1.2. Evaluación altura de planta a los 30 días

Se evaluó cada unidad experimental a los 30 días después de la instalación para medir la altura de planta expresado en cm, y se tomó los datos empleando una regla física.

Tabla 13

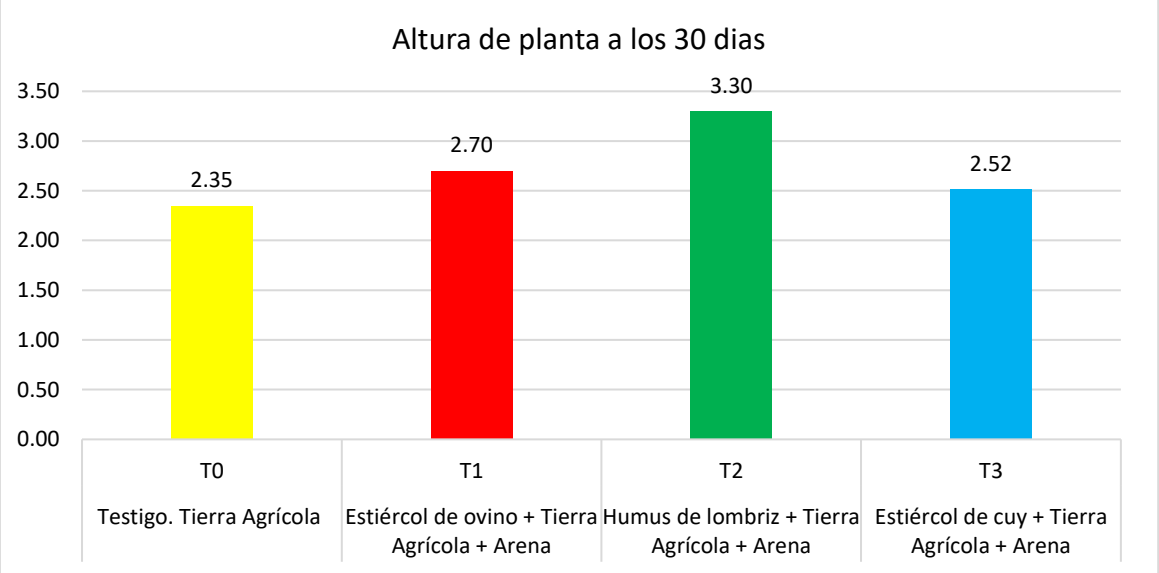
Promedio de datos para altura de planta a los 30 días (cm)

Bloques	Tratamientos			
	T0	T1	T2	T3
I	2.67	2.60	3.47	2.93
II	1.80	2.87	3.67	2.20
III	2.53	2.67	3.20	2.67
IV	2.40	2.67	2.87	2.27
Promedio	2.35	2.70	3.30	2.52
Desv. Standar	0.33	0.10	0.30	0.30

Nota. Elaboración propia

Figura 5

Promedio de tratamientos a los 30 días después de la instalación en (cm)



Nota. Elaboración propia

En la **Tabla 13** se observa que, a los 30 días de la instalación, el tratamiento T2 (tierra agrícola + humus de lombriz + arena) registró la mayor altura promedio (3.30 cm), seguido por el T1 (estiércol de ovino + tierra agrícola + arena) con 2.70 cm, el T3 (estiércol de cuy + tierra agrícola + arena) con 2.52 cm, y finalmente el testigo T0 (solo tierra agrícola) con 2.35 cm.

Las desviaciones estándares fueron bajas (0.10 a 0.33 cm), lo que indica buena homogeneidad de los datos y alta precisión experimental.

En la **Figura 5**, se evidencia una diferencia notoria a favor del tratamiento T2, lo que sugiere que el tipo de sustrato influyó de manera positiva en el crecimiento inicial de los esquejes.

Tabla 14

Análisis de Varianza para altura de planta a los 30 días

Fuente de Variación	GL	SC	CM	Fc	p-valor	Significancia	
						0.05	0.01
Bloque	3	0.31	0.10	1.03	0.4240	NS	NS
Tratamiento	3	2.07	0.69	6.97	0.0101	*	NS
Error	9	0.89	0.10				
Total	15	3.27					
CV = 11.57%			Promedio general = 2.72				

Nota. Elaboración propia

NS: No significativo

*: Significativo

En la **Tabla 14**, el análisis de varianza (ANVA) muestra que el factor Bloque no fue estadísticamente significativo ($p = 0.4240 > 0.05$), ni al 5 % ni al 1 % de probabilidad, lo que indica que no existieron diferencias atribuibles a los bloques experimentales y que las condiciones ambientales y de manejo se mantuvieron homogéneas durante el desarrollo del ensayo.

Por el contrario, el factor Tratamiento presentó diferencias estadísticamente significativas al 5 % de probabilidad ($p = 0.0101 < 0.05$); sin embargo, no alcanzó significancia al 1 %, evidenciando un efecto significativo con un nivel de confianza del 95 %, más no altamente significativo. Este resultado indica que los tratamientos aplicados influyeron de manera diferenciada en la altura de planta a los 30 días.

El coeficiente de variación (CV = 11.57 %) refleja una variabilidad experimental moderada, considerada aceptable en evaluaciones de crecimiento vegetal bajo condiciones de vivero. Asimismo, el promedio general de altura de planta (2.72) representa el comportamiento promedio de los esquejes evaluados bajo las condiciones experimentales establecidas.

Tabla 15

Comparación múltiple de Tukey al 5% de confiabilidad para 30 días

Tratamiento	Medias	Agrupación	
T2	3.30	A	
T1	2.70	A	B
T0	2.52		B
T3	2.35		B

Nota. Elaboración propia

En la **Tabla 15**, según las comparaciones de medias se presentan los resultados de la prueba de Tukey al 5% de probabilidad, la cual permite identificar qué tratamientos difieren significativamente entre sí en la variable *altura de planta a los 30 días*.

El tratamiento T2 (tierra agrícola + humus de lombriz + arena) obtuvo el mayor promedio (3.30 cm) y se ubicó en el grupo estadístico “A”, lo que indica que presentó diferencias significativas respecto a los tratamientos T0 (2.52 cm) y T3 (2.35 cm), ambos pertenecientes al grupo “B”.

El tratamiento T1 (estiércol de ovino + tierra + arena) se ubicó en ambos grupos (A y B), mostrando un comportamiento intermedio, sin diferir significativamente ni de los valores más altos (T2) ni de los más bajos (T0 y T3).

5.1.1.3. Evaluación número de brotes a los 30 días

Se evaluó cada unidad experimental a los 30 días después de la instalación, expresado a través de conteo, utilizando cuaderno de campo para registrar la cantidad y unidad de brotes por planta.

Tabla 16

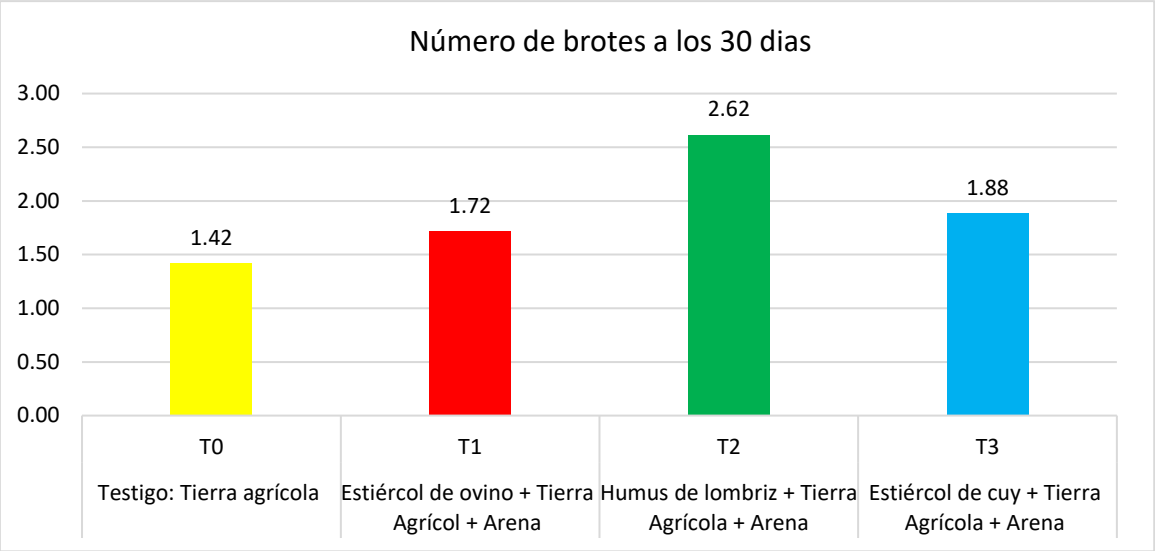
Promedio de datos para número de brotes a los 30 días después de instalación en (unidades)

Bloques	Tratamientos			
	T0	T1	T2	T3
I	1.33	1.60	2.67	1.87
II	1.33	1.53	2.47	2.00
III	1.53	2.00	2.60	1.87
IV	1.47	1.73	2.73	1.80
Promedio	1.42	1.72	2.62	1.88
Desv. Standar	0.09	0.18	0.10	0.07

Nota. Elaboración propia

Figura 6

Promedio de tratamientos a los 30 días después de la instalación en (unidad)



Nota. Elaboración propia

En la **Tabla 16,** se presentan los promedios obtenidos para el número de brotes de esquejes de Queñua *(Polylepis racemosa)* a los 30 días después de la instalación. El tratamiento T2 (tierra agrícola + humus de lombriz + arena) registró el mayor número de brotes promedio (2.62), seguido por T3 (estiércol de cuy + tierra + arena) con 1.88, T1 (estiércol de ovino + tierra + arena) con 1.72, y finalmente el testigo T0 (solo tierra agrícola) con 1.42 brotes en promedio.

Las desviaciones estándar fueron bajas (0.07 a 0.18), indicando homogeneidad en las mediciones y buena precisión experimental.

En la **Figura 6**, se observa una tendencia ascendente clara en el tratamiento T2, lo que sugiere un efecto positivo del humus de lombriz sobre la brotación temprana.

Tabla 17

Análisis de Varianza para número de brotes a los 30 días

Fuente de Varianza	GL	SC	CM	Fc	p-valor	Significancia	
						0.05	0.01
Bloque	3	3.07	0.02	1.29	0.3354	NS	NS
Tratamiento	3	3.14	1.05	61.77	0.0001	**	**
Error	9	0.15	0.02				
Total	15	3.35					
CV = 6.84%				Promedio general = 1.91			

Nota. Elaboración propia

NS: No significativo

**: Altamente significativo

En la **Tabla 17**, el análisis de varianza (ANVA) muestra que el factor Bloque no fue estadísticamente significativo (p = 0.3354 > 0.05), ni al 5 % ni al 1 % de probabilidad, lo que indica que no existieron diferencias atribuibles a los bloques experimentales. Este resultado evidencia que las condiciones ambientales y de manejo se mantuvieron homogéneas durante el desarrollo del experimento.

Por otro lado, el factor Tratamiento presentó diferencias altamente significativas, al registrarse un p-valor de 0.0001, el cual es inferior tanto al nivel de significancia de 0.05 como al de 0.01. Esto indica que los tratamientos ejercieron un efecto marcado y consistente sobre el número de brotes a los 30 días, con un nivel de confianza superior al 99 %.

El coeficiente de variación (CV = 6.84 %) indica una alta precisión experimental, reflejando una baja variabilidad del error y una adecuada confiabilidad de los datos obtenidos. Asimismo, el promedio general de número de brotes (1.91) representa el comportamiento promedio de los esquejes evaluados bajo las condiciones experimentales establecidas.

Tabla 18

Comparación múltiple de Tukey al 5% de confiabilidad para número de brotes

Tratamiento	Medias	Agrupación		
T2	2.62	A		
T3	1.89		B	
T1	1.72		B	
T0	1.42			C

Nota. Elaboración propia

En la **Tabla 18**, según las comparaciones de medias el tratamiento T2 (tierra agrícola + humus de lombriz + arena) alcanzó el mayor promedio de brotes (2.62) y se ubicó en el grupo estadístico “A”, indicando que difiere significativamente de los tratamientos T3 (1.89) y T1 (1.72), ambos pertenecientes al grupo “B”, y del testigo T0 (1.42), clasificado en el grupo “C”.

Esto demuestra que el T2 presentó un efecto significativamente superior en la emisión de brotes en comparación con los demás tratamientos. Los tratamientos T1 y T3, aunque mostraron diferencias con el testigo, no difirieron estadísticamente entre sí, lo que los ubica en un grupo intermedio.

5.1.1.4. Evaluación número de hojas a los 30 días

Se evaluó cada unidad experimental a los 30 días después de la instalación para evaluar el número de hojas por planta, para lo cual se registró en el cuaderno de campo el número de hojas por planta a través de conteo.

Tabla 19

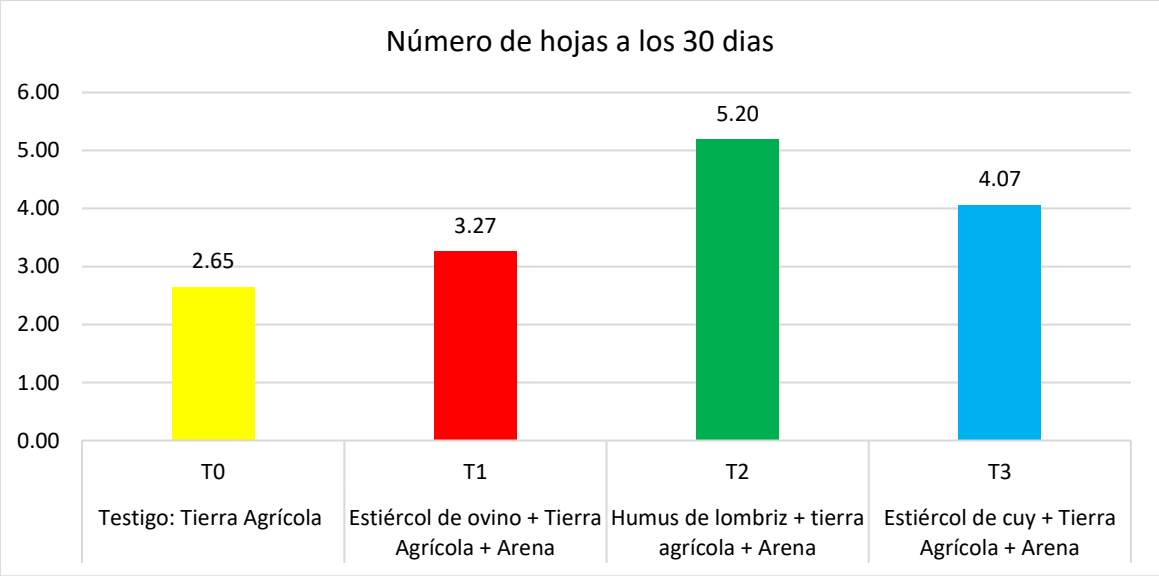
Promedio de datos para número de hojas a los 30 días después de la instalación en (unidades)

Bloques	Tratamientos			
	T0	T1	T2	T3
I	3.00	2.67	4.93	3.47
II	2.80	3.47	5.73	4.47
III	2.53	4.13	5.53	4.33
IV	2.27	2.80	4.60	4.00
Promedio	2.65	3.27	5.20	4.07
Desv. Standar	0.27	0.58	0.45	0.38

Nota. Elaboración propia

Figura 7

Promedio de tratamientos a los 30 días después de la instalación en (unidades)



Nota. Elaboración propia

En la **Tabla 19,** se observa que el tratamiento T2 (tierra agrícola + humus de lombriz + arena) obtuvo el mayor número promedio de hojas (5.20 unidades), seguido del T3 (estiércol de cuy + tierra + arena) con 4.07, el T1 (estiércol de ovino + tierra + arena) con 3.27, y finalmente el testigo T0 (solo tierra agrícola) con 2.65 hojas en promedio.

Las desviaciones estándar son bajas (0.27 a 0.58), lo que indica uniformidad en las mediciones y una adecuada confiabilidad experimental.

En la **Figura 7**, se aprecia claramente que el tratamiento T2 destaca sobre los demás, mostrando una tendencia positiva y consistente en crecimiento de hojas a los 30 días.

Tabla 20

Análisis de Varianza para número de hojas a los 30 días

Fuente de Variable	GL	SC	CM	Fc	p-valor	Significancia	
						0.05	0.01
Bloque	3	1.74	0.58	3.91	0.0485	NS	NS
Tratamiento	3	14.52	4.84	32.60	0.0001	**	**
Error	9	1.34	0.15				
Total	15	17.60					
CV = 10.15%				Promedio general = 3.80			

Nota. Elaboración propia

NS: No significativo

**: Altamente significativo

En la **Tabla 20**, el análisis de varianza (ANVA) muestra que el factor Bloque presentó un efecto estadísticamente significativo al 5 % de probabilidad ($p = 0.0485 < 0.05$); sin embargo, no alcanzó significancia al 1 %. Este resultado indica que existieron ligeras diferencias atribuibles a los bloques experimentales, las cuales podrían estar asociadas a variaciones menores en las condiciones micro ambientales o de manejo dentro del vivero, aunque sin una influencia altamente significativa.

Por otro lado, el factor Tratamiento presentó diferencias altamente significativas, al registrarse un p-valor de 0.0001, el cual es inferior tanto al nivel de significancia de 0.05 como al de 0.01. Esto evidencia que los tratamientos aplicados ejercieron un efecto

marcado y consistente sobre el número de hojas a los 30 días, mostrando una clara diferenciación entre ellos.

El coeficiente de variación (CV = 10.15 %) indica una variabilidad experimental moderada, considerada aceptable para variables de crecimiento vegetativo en condiciones de vivero. Asimismo, el promedio general de número de hojas (3.80) representa el comportamiento promedio de los esquejes evaluados bajo las condiciones experimentales establecidas

Tabla 21

Comparación múltiple de Tukey al 5% de confiabilidad para días de emergencia

TRATAMIENTO	Medias	Agrupación		
T2	5.20	A		
T3	4.07		B	
T1	3.27		B	C
T0	2.65			C

Nota. Elaboración propia

En la **Tabla 21**, según comparación de medias se observa que el tratamiento T2 (tierra agrícola + humus de lombriz + arena) alcanzó el mayor promedio de hojas (5.20) y se ubicó en el grupo estadístico “A”, indicando que fue significativamente superior a los demás tratamientos.

El tratamiento T3 (estiércol de cuy + tierra + arena) obtuvo un promedio de 4.07 hojas, ubicándose en el grupo “B”, lo que significa que fue inferior a T2, pero superior a los tratamientos T1 (3.27 hojas) y T0 (2.65 hojas).

El tratamiento T1 (estiércol de ovino + tierra + arena) pertenece a los grupos B y C, mostrando un rendimiento intermedio sin diferencias estadísticas con T3 ni con el testigo. Por último, el testigo (T0) quedó en el grupo “C”, siendo el de menor número de hojas y significativamente diferente del resto.

5.1.1.5. Evaluación altura de planta a los 60 días

Se evaluó cada unidad experimental a los 60 días después de la instalación para evaluar la altura de la planta, se tomó los datos usando una regla física y midiendo en cm.

Tabla 22

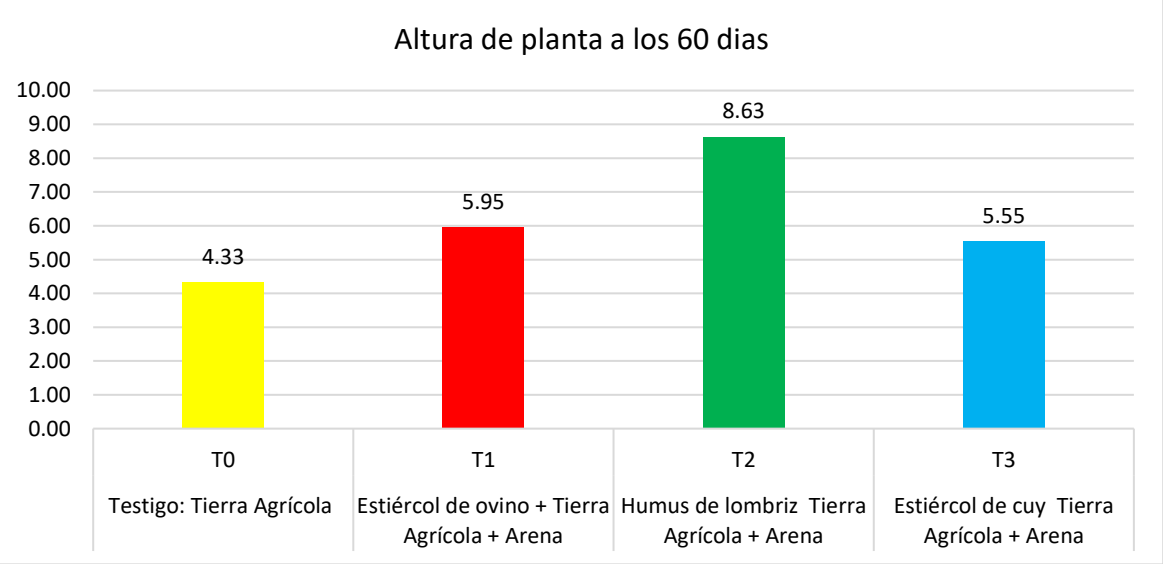
Promedio de datos altura de planta a los 60 días después de la instalación (cm)

Bloques	Tratamientos			
	T0	T1	T2	T3
I	4.67	5.00	8.27	5.20
II	4.00	6.40	9.53	5.93
III	3.93	6.33	8.87	6.47
IV	4.73	6.07	7.87	4.60
Promedio	4.33	5.95	8.63	5.55
Desv. Standar	0.37	1.02	0.63	0.71

Nota. Elaboración propia

Figura 8

Promedio de tratamientos a los 60 días después de la instalación en (cm).



Nota. Elaboración propia

En la **Tabla 22,** se aprecia que el tratamiento T2 (tierra agrícola + humus de lombriz + arena) alcanzó la mayor altura promedio (8.63 cm) a los 60 días, seguido del T1 (estiércol de ovino + tierra agrícola + arena) con 5.95 cm, el T3 (estiércol de cuy + tierra agrícola + arena) con 5.55 cm, y finalmente el testigo T0 (solo tierra agrícola) con 4.33 cm.

Las desviaciones estándar, que varían entre 0.37 y 1.02 cm, indican una variabilidad moderada entre repeticiones, aunque con una tendencia consistente de superioridad del tratamiento T2.

En la **Figura 8**, se evidencia un incremento marcado en la altura de planta en T2, mostrando una diferencia visible con respecto al testigo y a los demás tratamientos.

Tabla 23

Análisis de Varianza para altura de planta de Queñua a los 60 días

Fuente de Varianza	GL	SC	CM	Fc	p-valor	Significancia	
						0.05	0.01
Bloque	3	1.60	0.53	1.27	0.3425	NS	NS
Tratamiento	3	39.50	13.17	31.23	0.0001	**	**
Error	9	3.79	0.42				
Total	15	44.90					
CV = 10.61%				Promedio general = 6.12			

Nota. Elaboración propia

NS: No significativo

**: Altamente significativo

En la **Tabla 23**, el análisis de varianza (ANVA) muestra que el factor Bloque no presentó efecto estadísticamente significativo, ya que el p-valor obtenido (p = 0.3425) fue superior a los niveles de significancia de 0.05 y 0.01. Este resultado indica que no existieron diferencias atribuibles a los bloques experimentales, evidenciando que las condiciones ambientales y de manejo se mantuvieron homogéneas durante el periodo de evaluación a los 60 días.

Por otro lado, el factor Tratamiento presentó diferencias altamente significativas, al registrarse un p-valor de 0.0001, el cual es inferior tanto al nivel de significancia de 0.05 como al de 0.01. Esto evidencia que los tratamientos aplicados influyeron de manera clara y consistente en la altura de planta de Queñua a los 60 días, mostrando una clara diferenciación en el crecimiento vegetal entre tratamientos.

El coeficiente de variación (CV = 10.61 %) indica una variabilidad experimental moderada, considerada aceptable para evaluaciones de crecimiento en vivero, reflejando una adecuada precisión experimental. Asimismo, el promedio general de altura de planta (6.12) representa el comportamiento promedio de las plantas bajo las condiciones experimentales establecidas a los 60 días de evaluación.

Tabla 24

Comparación múltiple de Tukey al 5% de confiabilidad para días de emergencia.

Tratamiento	Medias	Agrupación		
T2	8.63	A		
T1	5.95		B	
T0	5.55		B	C
T3	4.33			C

Nota. Elaboración propia

En la **Tabla 24**, el tratamiento T2 (tierra agrícola + humus de lombriz + arena) alcanzó la mayor altura promedio (8.63 cm) y se ubicó en el grupo estadístico “A”, indicando que fue significativamente superior a los demás tratamientos.

El T1 (estiércol de ovino + tierra + arena) obtuvo una altura promedio de 5.95 cm, perteneciendo al grupo “B”, mientras que el testigo (T0) con 5.55 cm se ubicó en los grupos “B” y “C”, mostrando un comportamiento intermedio sin diferir significativamente del T1 ni del T3.

Finalmente, el T3 (estiércol de cuy + tierra + arena) presentó la menor altura promedio (4.33 cm), clasificándose en el grupo “C”, siendo estadísticamente inferior a T2.

5.1.1.6. Evaluación número de brotes a los 60 días

Se evaluó cada unidad experimental a los 60 días después de la instalación, para lo cual se usó el cuaderno de campo para registrar la cantidad y unidad de brotes por planta a través de conteo.

Tabla 25

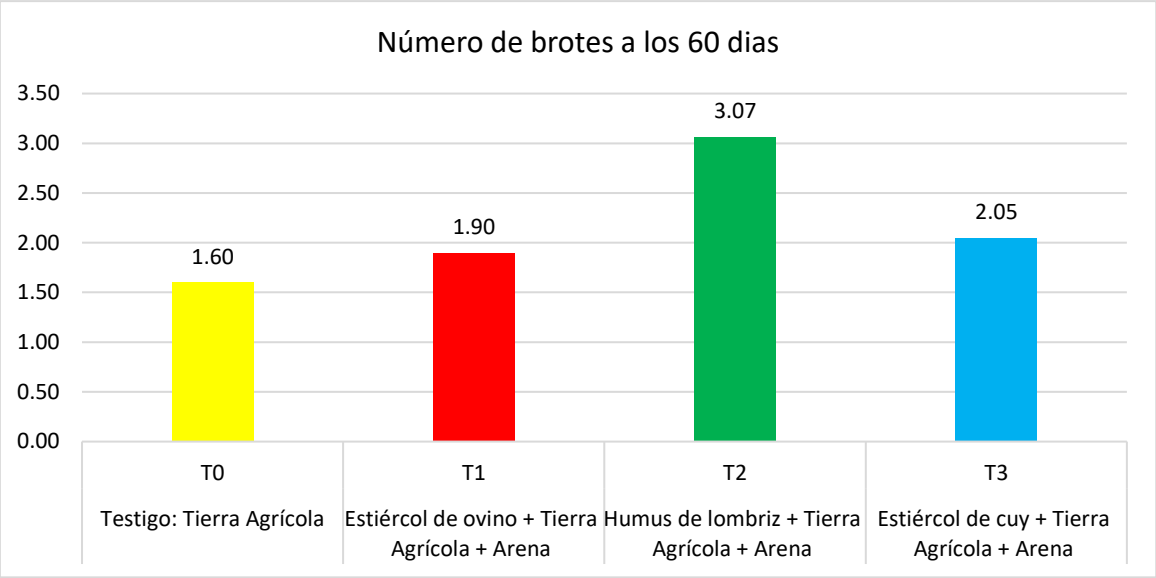
Promedio de datos en número de brotes a los 60 días después de la instalación (unidades)

Bloques	Tratamientos			
	T0	T1	T2	T3
I	1.53	1.67	3.07	2.07
II	1.53	1.87	3.00	2.07
III	1.80	2.13	3.27	2.00
IV	1.53	1.93	2.93	2.07
Promedio	1.60	1.90	3.07	2.05
Desv. Standar	0.12	0.16	0.13	0.03

Nota. Elaboración propia

Figura 9

Promedio de tratamientos a los 60 días después de la instalación en (unidades)



Nota. Elaboración propia

En la **Tabla 25**, se observa que el tratamiento T2 (tierra agrícola + humus de lombriz + arena) registró el mayor número promedio de brotes (3.07 unidades), seguido por el T3 (estiércol de cuy + tierra agrícola + arena) con 2.05 unidades, el T1 (estiércol de ovino + tierra agrícola + arena) con 1.90 unidades, y finalmente el testigo T0 (solo tierra agrícola) con 1.60 unidades.

Las desviaciones estándar son bajas (0.03 a 0.16), lo que evidencia alta uniformidad y confiabilidad de los datos obtenidos.

En la **Figura 9**, se aprecia visualmente la diferencia notable a favor del tratamiento con humus de lombriz (T2), el cual presenta casi el doble de brotes respecto al testigo.

Tabla 26

Análisis de Varianza para número de brotes a los 60 días

Fuente de Varianza	GL	SC	CM	Fc	p-valor	Significancia	
						0.05	0.01
Bloque	3	1.60	0.53	1.27	0.3425	NS	NS
Tratamiento	3	39.50	13.17	31.23	0.0001	**	**
Error	9	3.79	0.42				
Total	15	44.90					
CV = 10.61%			Promedio general = 2.15				

Nota. Elaboración propia

NS: No significativo

**: Altamente significativo

En la **Tabla 26**, el análisis de varianza (ANVA) muestra que el factor Bloque no presentó efecto estadísticamente significativo, ya que el p-valor obtenido (p = 0.3425) fue superior a los niveles de significancia de 0.05 y 0.01. Este resultado indica que no existieron diferencias atribuibles a los bloques experimentales, evidenciando que las condiciones ambientales y de manejo se mantuvieron homogéneas durante el periodo de evaluación a los 60 días.

Por otro lado, el factor Tratamiento presentó diferencias altamente significativas, al registrarse un p-valor de 0.0001, el cual es inferior tanto al nivel de significancia de 0.05 como al de 0.01. Esto evidencia que los tratamientos aplicados influyeron de manera marcada y consistente en el número de brotes a los 60 días, mostrando una clara diferenciación en la capacidad de brotación entre tratamientos.

El coeficiente de variación (CV = 10.61 %) indica una variabilidad experimental moderada, considerada aceptable para variables de crecimiento vegetativo en condiciones de vivero, reflejando una adecuada precisión experimental. Asimismo, el promedio general de número de brotes (2.15) representa el comportamiento promedio de los esquejes evaluados bajo las condiciones experimentales establecidas a los 60 días.

Tabla 27

Comparación múltiple de Tukey al 5% de confiabilidad para número de brotes.

Tratamiento	Medias	Agrupación		
T2	8.64	A		
T3	5.95		B	
T1	5.55		B	C
T0	4.33			C

Nota. Elaboración propia

En la **Tabla 27**, el tratamiento T2 (tierra agrícola + humus de lombriz + arena) alcanzó la mayor media (8.64 brotes) y se ubicó en el grupo “A”, indicando que fue significativamente superior al resto de tratamientos según la prueba de Tukey (p < 0.05).

El T3 (estiércol de cuy + tierra agrícola + arena) obtuvo un promedio de 5.95 brotes, clasificándose en el grupo “B”, mientras que el T1 (estiércol de ovino + tierra agrícola + arena), con 5.55 brotes, se ubicó entre los grupos “B” y “C”, mostrando un comportamiento intermedio sin diferencia significativa con el T3 ni con el testigo (T0).

Por último, el testigo (T0) registró el menor número de brotes (4.33) y se situó en el grupo “C”, siendo estadísticamente inferior al resto.

5.1.1.7. Evaluación número de hojas a los 60 días

Se evaluó cada unidad experimental a los 60 días después de la instalación para evaluar el número de hojas por planta, para lo cual se registró en el cuaderno de campo el número de hojas por planta a través de conteo.

Tabla 28

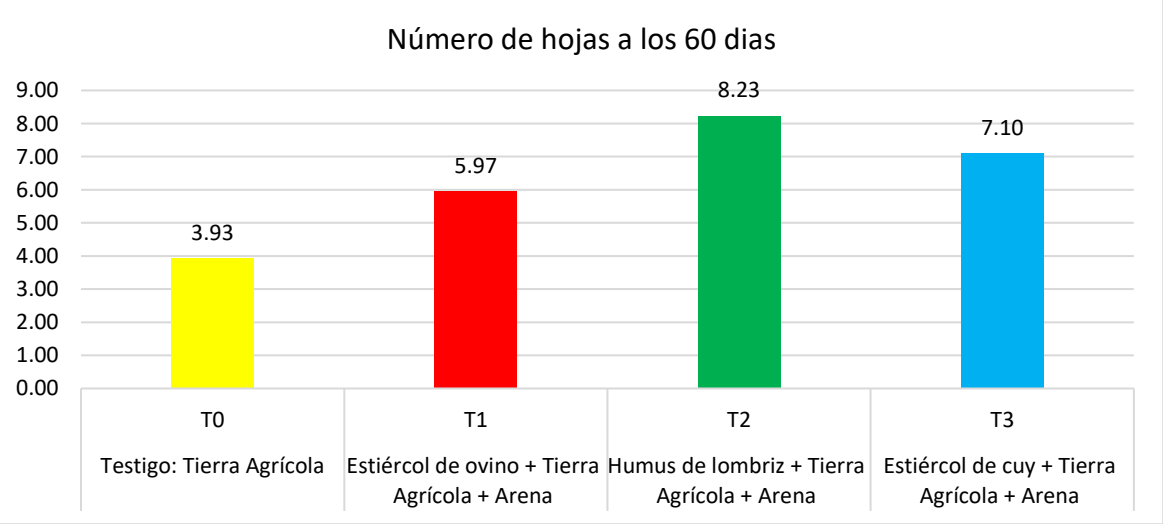
Promedio de datos número de hojas a los 60 días después de la instalación en (unidades)

Bloques	Tratamientos			
	T0	T1	T2	T3
I	3.73	6.73	8.27	7.33
II	4.20	6.27	8.20	6.00
III	3.60	5.67	7.67	7.73
IV	4.20	5.20	8.80	7.33
Promedio	3.93	5.97	8.23	7.10
Desv. Standar	0.27	0.58	0.40	0.65

Nota. Elaboración propia

Figura 10

Promedio de tratamientos a los 60 días después de la instalación (unidades)



Nota. Elaboración propia

En la **Tabla 28**, se aprecia que el tratamiento T2 (tierra agrícola + humus de lombriz + arena) alcanzó el mayor número promedio de hojas (8.23 unidades), seguido del T3 (estiércol de cuy + tierra agrícola + arena) con 7.10 unidades, el T1 (estiércol de ovino + tierra agrícola + arena) con 5.97 unidades, y finalmente el testigo T0 (solo tierra agrícola) con 3.93 hojas en promedio.

Las desviaciones estándar fueron bajas (0.27 a 0.65), lo que indica buena uniformidad en los datos y consistencia experimental.

En la **Figura 10**, se evidencia gráficamente una diferencia notable a favor del tratamiento T2, que presenta casi el doble de hojas en comparación con el testigo, confirmando la influencia positiva del tipo de sustrato en la emisión foliar.

Tabla 29

Análisis de Varianza para número de hojas a los 60 días

Fuente de Varianza	GL	SC	CM	Fc	p-valor	Significancia	
						0.05	0.01
Bloque	3	0.35	0.12	0.29	0.8322	NS	NS
Tratamiento	3	40.38	13.46	33.22	0.0001	**	**
Error	9	3.65	0.41				
Total	15	44.38					
CV = 10.09%			Promedio general = 6.31				

Nota. Elaboración propia

NS: No significativo

**: Altamente significativo

En la **Tabla 29**, el análisis de varianza (ANVA) muestra que el factor Bloque no presentó efecto estadísticamente significativo, debido a que el p-valor obtenido (p = 0.8322) fue superior a los niveles de significancia de 0.05 y 0.01. Este resultado indica que no existieron diferencias atribuibles a los bloques experimentales, evidenciando que las condiciones ambientales y de manejo se mantuvieron homogéneas durante el periodo de evaluación a los 60 días.

Por otro lado, el factor Tratamiento presentó diferencias altamente significativas, al registrarse un p-valor de 0.0001, el cual es inferior tanto al nivel de significancia de 0.05 como al de 0.01. Esto evidencia que los tratamientos aplicados influyeron de manera

marcada y consistente en el número de hojas a los 60 días, mostrando una clara diferenciación en el desarrollo foliar entre tratamientos.

El coeficiente de variación (CV = 10.09 %) indica una variabilidad experimental moderada, considerada aceptable para variables de crecimiento vegetativo en condiciones de vivero, reflejando una adecuada precisión experimental. Asimismo, el promedio general de número de hojas (6.31) representa el comportamiento promedio de los esquejes evaluados bajo las condiciones experimentales establecidas a los 60 días.

Tabla 30

Comparación múltiple de Tukey al 5% de confiabilidad para días de emergencia

Tratamiento	Medias	Agrupación			
T2	8.23	A			
T3	7.10		A	B	
T1	5.97			B	
T0	3.93				C

Nota. Elaboración propia

En la **Tabla 30**, según las comparaciones de medias se observa que el tratamiento T2 (tierra agrícola + humus de lombriz + arena) alcanzó el mayor promedio de hojas (8.23 unidades), ubicándose en el grupo “A”, lo que significa que fue estadísticamente superior a los demás tratamientos según la prueba de Tukey al 5% de significancia.

El tratamiento T3 (estiércol de cuy + tierra agrícola + arena) obtuvo un promedio de 7.10 hojas, integrando los grupos “A” y “B”, lo que indica que no difiere significativamente del T2, pero sí es superior al T1 y al testigo.

Por su parte, el T1 (estiércol de ovino + tierra agrícola + arena) con 5.97 hojas pertenece al grupo “B”, mientras que el testigo (T0) con 3.93 hojas se ubicó en el grupo “C”, siendo significativamente inferior a todos los demás tratamientos.

5.1.1.8. Evaluación altura de planta a los 90 días

Se evaluó cada unidad experimental a los 90 días después de la instalación para evaluar la altura de la planta, se tomó los datos usando una regla física en cm.

Tabla 31

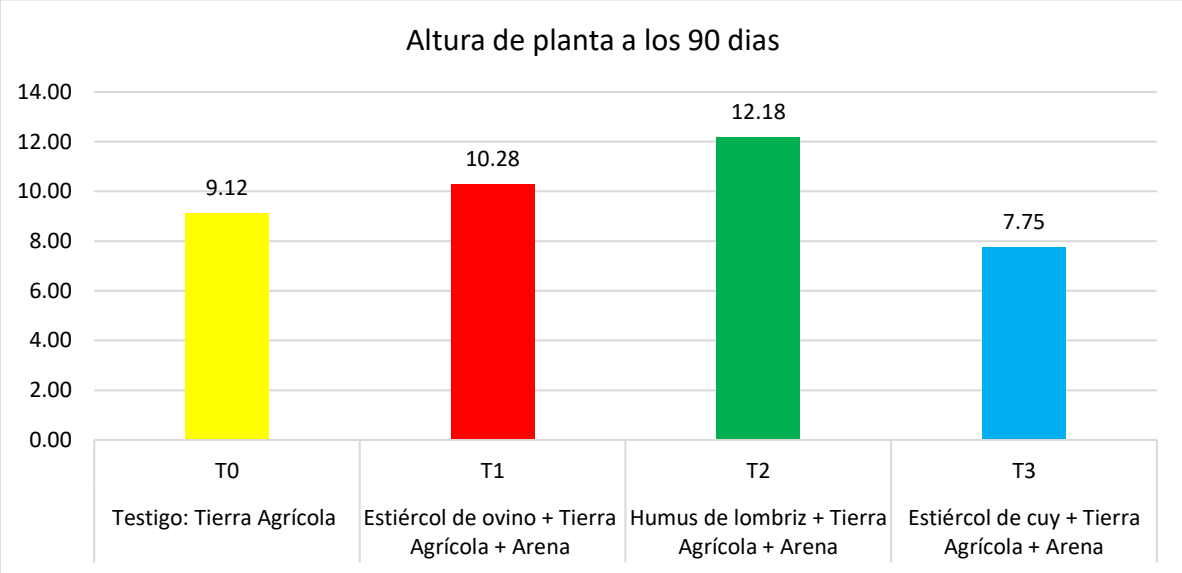
Promedio de datos para altura de planta a los 90 días después de la instalación (cm)

Bloques	Tratamientos			
	T0	T1	T2	T3
I	8.93	9.47	12.93	7.33
II	8.93	10.07	11.40	7.93
III	9.00	10.80	12.27	8.60
IV	9.60	10.80	12.13	7.13
Promedio	9.12	10.28	12.18	7.75
Desv. Standar	0.28	0.56	0.54	0.57

Nota. Elaboración propia

Figura 11

Promedio de tratamientos a los 90 días después de la instalación en (cm)



Nota. Elaboración propia

En la **Tabla 31**, se observa que el tratamiento T2 (tierra agrícola + humus de lombriz + arena) registró la mayor altura promedio (12.18 cm), seguido del T1 (estiércol de ovino + tierra agrícola + arena) con 10.28 cm, el T0 (solo tierra agrícola) con 9.12 cm, y finalmente el T3 (estiércol de cuy + tierra agrícola + arena) con 7.75 cm.

Las desviaciones estándar son bajas (0.28 a 0.57 cm), lo que refleja una buena homogeneidad y consistencia en las mediciones.

En la **Figura 11,** muestra de manera visual que el tratamiento con humus de lombriz (T2) mantiene su superioridad sostenida a lo largo del tiempo, superando en más de 3 cm al testigo.

Tabla 32

Análisis de Varianza para altura de planta a los 90 días

Fuente de Varianza	GL	SC	CM	Fc	p-valor	Significancia	
						0.05	0.01
Bloque	3	0.84	0.28	0.78	0.5333	NS	NS
Tratamiento	3	42.36	14.12	39.50	0.0001	**	**
Error	9	3.22	0.36				
Total	15	46.41					
CV = 6.08%				Promedio general = 9.83			

Nota. Elaboración propia

NS: No significativo

**: Altamente significativo

En la **Tabla 32**, el análisis de varianza (ANVA) muestra que el factor Bloque no presentó efecto estadísticamente significativo, dado que el p-valor obtenido (p = 0.5333) fue superior a los niveles de significancia de 0.05 y 0.01. Este resultado indica que no existieron diferencias atribuibles a los bloques experimentales, evidenciando que las condiciones ambientales y de manejo se mantuvieron homogéneas durante el periodo de evaluación a los 90 días.

Por el contrario, el factor Tratamiento presentó diferencias altamente significativas, al registrarse un p-valor de 0.0001, el cual es inferior tanto al nivel de significancia de 0.05 como al de 0.01. Esto evidencia que los tratamientos aplicados influyeron de manera marcada y consistente en la altura de planta a los 90 días, mostrando una clara diferenciación en el crecimiento vegetativo entre tratamientos.

El coeficiente de variación (CV = 6.08 %) indica una alta precisión experimental, reflejando una baja variabilidad del error y una adecuada confiabilidad de los datos obtenidos. Asimismo, el promedio general de altura de planta (9.83) representa el comportamiento promedio de las plantas evaluadas bajo las condiciones experimentales establecidas a los 90 días.

Tabla 33.

Comparación múltiple de Tukey al 5% de confiabilidad para días de emergencia

Tratamiento	Medias	Agrupación		
T2	12.18	A		
T1	10.29		B	
T0	9.12		B	
T3	7.75			C

Nota. Elaboración propia

En la **Tabla 33**, se observa que el tratamiento T2 (tierra agrícola + humus de lombriz + arena) obtuvo la mayor altura promedio (12.18 cm) y se ubicó en el grupo estadístico “A”, lo que indica que fue significativamente superior a los demás tratamientos según la prueba de Tukey ($p < 0.05$).

El T1 (estiércol de ovino + tierra agrícola + arena) y el T0 (solo tierra agrícola), con promedios de 10.29 cm y 9.12 cm respectivamente, pertenecen al grupo “B”, por lo que no presentan diferencias significativas entre sí.

Por último, el T3 (estiércol de cuy + tierra agrícola + arena) registró la menor altura (7.75 cm) y se ubicó en el grupo “C”, siendo estadísticamente inferior a todos los demás tratamientos.

Estos resultados confirman que el uso del humus de lombriz (T2) promovió un crecimiento en altura significativamente mayor que los tratamientos con estiércoles y el testigo.

5.1.1.9. Evaluación número de brotes a los 90 días

Se evaluó cada unidad experimental a los 90 días después de la instalación, para lo cual se usó el cuaderno de campo para registrar la cantidad de unidad de brotes por planta.

Tabla 34

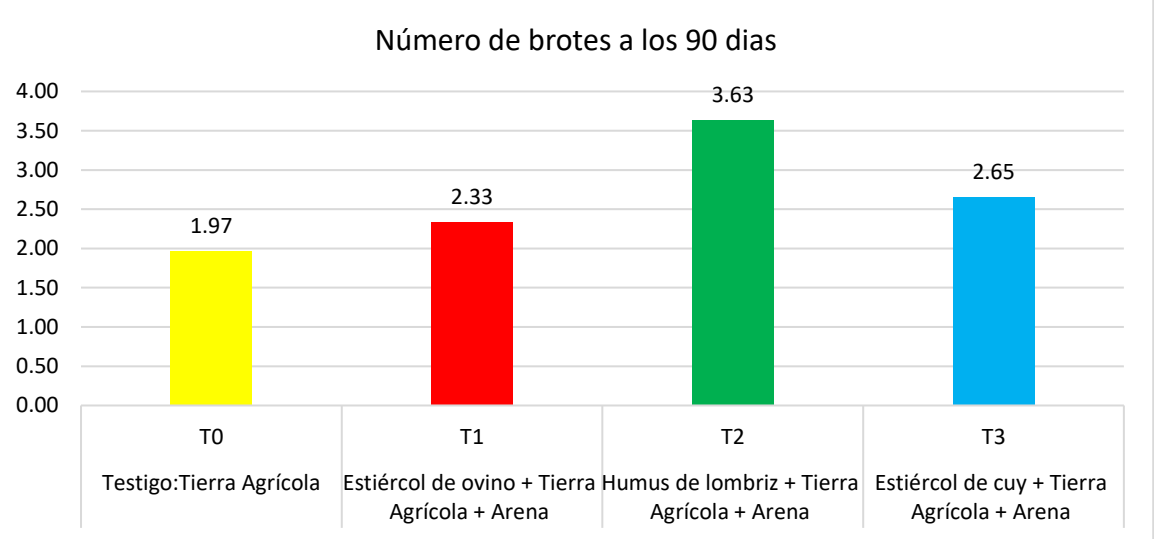
Promedio de datos para número de brotes a los 90 días después de la instalación en (unidades)

Bloques	Tratamientos			
	T0	T1	T2	T3
I	1.93	2.13	3.47	2.73
II	1.93	2.40	3.87	2.73
III	2.07	2.20	3.60	2.60
IV	1.93	2.60	3.60	2.53
Promedio	1.97	2.33	3.63	2.65
Desv. Standar	0.06	0.18	0.15	0.09

Nota. Elaboración propia

Figura 12

Promedio de tratamientos a los 90 días después de la instalación (unidades)



Nota. Elaboración propia

En la **Tabla 34**, se observa que el tratamiento T2 (tierra agrícola + humus de lombriz + arena) alcanzó el mayor número promedio de brotes (3.63 unidades), seguido del T3 (estiércol de cuy + tierra agrícola + arena) con 2.65 brotes, el T1 (estiércol de ovino + tierra agrícola + arena) con 2.33 brotes, y finalmente el testigo T0 (solo tierra agrícola) con 1.97 brotes.

Las desviaciones estándar fueron bajas (entre 0.06 y 0.18), lo que refleja alta precisión experimental y uniformidad de resultados entre repeticiones.

En la **Figura 12**, se aprecia visualmente una clara diferencia a favor del tratamiento T2, que casi duplica el número de brotes en comparación con el testigo (T0).

Tabla 35

Análisis de Varianza para número de brotes a los 90 días

Fuente de Varianza	Gl	SC	CM	Fc	p-valor	Significancia	
						0.05	0.01
Bloque	3	0.06	0.02	0.90	0.4787	NS	NS
Tratamiento	3	6.16	2.05	91.00	0.0001	**	**
Error	9	0.20	0.02				
Total	15	6.42					
CV = 5.68%			Promedio general = 2.65				

Nota. Elaboración propia

NS: No significativo

**: Altamente significativo

En la **Tabla 35**, el análisis de varianza (ANVA) muestra que el factor Bloque no presentó efecto estadísticamente significativo, dado que el p-valor obtenido (p = 0.4787) fue superior a los niveles de significancia de 0.05 y 0.01. Este resultado indica que no existieron diferencias atribuibles a los bloques experimentales, evidenciando que las condiciones ambientales y de manejo se mantuvieron homogéneas durante el periodo de evaluación a los 90 días.

Por otro lado, el factor tratamiento presentó diferencias altamente significativas, al registrarse un p-valor de 0.0001, el cual es inferior tanto al nivel de significancia de 0.05 como al de 0.01. Esto evidencia que los tratamientos aplicados influyeron de manera marcada y consistente en el número de brotes a los 90 días, mostrando una clara diferenciación en la capacidad de brotación entre tratamientos.

El coeficiente de variación (CV = 5.68 %) indica una alta precisión experimental, reflejando una baja variabilidad del error y una adecuada confiabilidad de los datos obtenidos. Asimismo, el promedio general de número de brotes (2.65) representa el comportamiento promedio de los esquejes evaluados bajo las condiciones experimentales establecidas a los 90 días.

Tabla 36

Comparación múltiple de Tukey al 5% de confiabilidad para número de brotes

Tratamiento	Medias	Agrupación		
T2	3.64	A		
T3	2.65		B	
T1	2.33		B	
T0	1.97			C

Nota. Elaboración propia

En la **Tabla 36,** según comparación de medias se muestra la prueba de Tukey al 5%, los tratamientos presentan diferencias estadísticas significativas en cuanto al número promedio de brotes emitidos a los 90 días.

El tratamiento T2 (tierra agrícola + humus de lombriz + arena) registró la mayor media con 3.64 brotes, ubicándose en el grupo estadístico “A”, lo que lo diferencia significativamente del resto.

Los tratamientos T3 (estiércol de cuy + tierra agrícola + arena) y T1 (estiércol de ovino + tierra agrícola + arena) alcanzaron valores medios de 2.65 y 2.33 brotes, respectivamente, integrando el grupo “B”, lo que indica que ambos fueron estadísticamente iguales entre sí, pero inferiores al T2.

Por último, el tratamiento T0 (tierra agrícola sola) obtuvo la menor media (1.97 brotes) y se ubicó en el grupo “C”, siendo significativamente menor que los demás tratamientos.

5.1.1.10. Evaluación número de hojas a los 90 días

Se evaluó cada unidad experimental a los 90 días después de la instalación para evaluar el número de hojas por planta, para lo cual se registró en el cuaderno de campo el número de hojas por planta.

Tabla 37

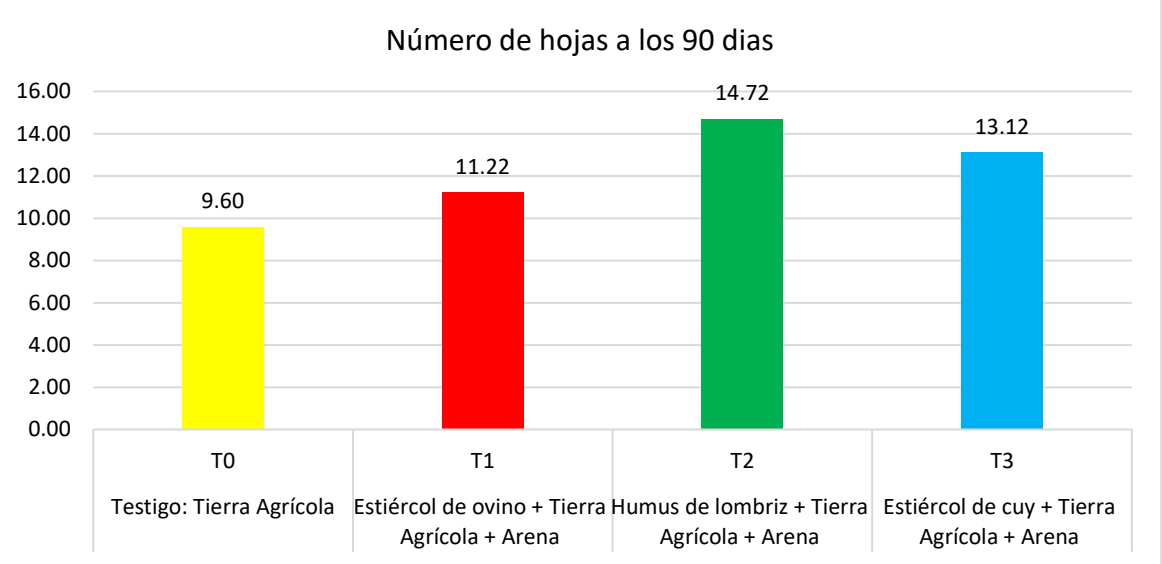
Promedio de datos para número de hojas a los 90 días después de la instalación (unidades)

Bloques	Tratamientos			
	T0	T1	T2	T3
I	9.13	11.73	15.53	14.20
II	9.73	10.80	14.33	13.33
III	9.47	11.13	14.33	12.27
IV	10.07	11.20	14.67	12.67
Promedio	9.60	11.22	14.72	13.12
Desv. Standar	0.34	0.33	0.49	0.53

Nota. Elaboración propia

Figura 13

Promedio de tratamientos a los 90 días después de la instalación (unidades)



Nota. Elaboración propia

En la **Tabla 37**, se observa que el tratamiento T2 (tierra agrícola + humus de lombriz + arena) registró el mayor número promedio de hojas (14.72 unidades), seguido por T3 (estiércol de cuy + tierra agrícola + arena) con 13.12 hojas, T1 (estiércol de ovino + tierra agrícola + arena) con 11.22 hojas, y finalmente el testigo T0 (solo tierra agrícola) con 9.60 hojas.

Las desviaciones estándar (entre 0.33 y 0.53) fueron bajas, lo que evidencia consistencia experimental y uniformidad en los datos.

En la **Figura 13**, se visualiza claramente que el tratamiento T2 supera a los demás tratamientos, reflejando una tendencia sostenida de crecimiento foliar a favor de los sustratos enriquecidos con humus de lombriz.

Tabla 38

Análisis de Varianza para número de hojas a los 90 días

Fuente de Varianza	GL	SC	CM	Fc	p-valor	Significancia	
						0.05	0.01
Bloque	3	1.52	0.51	1.82	0.2128	NS	NS
Tratamiento	3	59.57	19.86	71.51	0.0001	**	**
Error	9	2.50	0.28				
Total	15	63.58					
CV = 4.33%			Promedio general = 12.16				

Nota. Elaboración propia

NS: No significativo

**: Altamente significativo

En la **Tabla 38**, el análisis de varianza (ANVA) muestra que el factor Bloque no presentó efecto estadísticamente significativo, dado que el p-valor obtenido (p = 0.2128) fue superior a los niveles de significancia de 0.05 y 0.01. Este resultado indica que no existieron diferencias atribuibles a los bloques experimentales, evidenciando que las condiciones ambientales y de manejo se mantuvieron homogéneas durante el periodo de evaluación a los 90 días.

Por otro lado, el factor Tratamiento presentó diferencias altamente significativas, al registrarse un p-valor de 0.0001, el cual es inferior tanto al nivel de significancia de 0.05 como al de 0.01. Esto evidencia que los tratamientos aplicados influyeron de manera marcada y consistente en el número de hojas a los 90 días, mostrando una clara diferenciación en el desarrollo foliar entre tratamientos.

El coeficiente de variación (CV = 4.33 %) indica una muy alta precisión experimental, reflejando una baja variabilidad del error y una elevada confiabilidad de los datos obtenidos. Asimismo, el promedio general de número de hojas (12.16) representa el comportamiento promedio de las plantas evaluadas bajo las condiciones experimentales establecidas a los 90 días.

Tabla 39

Comparación múltiple de Tukey al 5% de confiabilidad para días de emergencia

Tratamiento	Medias	Agrupación			
T2	14.72	A			
T3	13.12		B		
T1	11.22			C	
T0	9.60				D

Nota. Elaboración propia

En la **Tabla 39,** según las comparaciones de medias se muestra la prueba de Tukey al 5%, se observan diferencias estadísticas altamente significativas entre los tratamientos evaluados.

El tratamiento T2 (tierra agrícola + humus de lombriz + arena) registró la mayor media con 14.72 hojas, ubicándose en el grupo “A”, lo cual indica que fue estadísticamente superior al resto de tratamientos.

El tratamiento T3 (estiércol de cuy + tierra agrícola + arena) alcanzó una media de 13.12 hojas, situándose en el grupo “B”, significativamente menor que T2, pero superior a T1 y T0.

Por su parte, el tratamiento T1 (estiércol de ovino + tierra agrícola + arena) presentó 11.22 hojas, agrupándose en el grupo “C”, mientras que el testigo T0 (solo tierra agrícola) obtuvo la menor media (9.60 hojas) y se ubicó en el grupo “D”, siendo significativamente inferior a todos los demás tratamientos.

5.1.1.11. Evaluación altura de planta a los 120 días

Se evaluó cada unidad experimental a los 120 días después de la instalación para evaluar la altura de la planta, se tomó los datos usando la regla física en cm.

Tabla 40

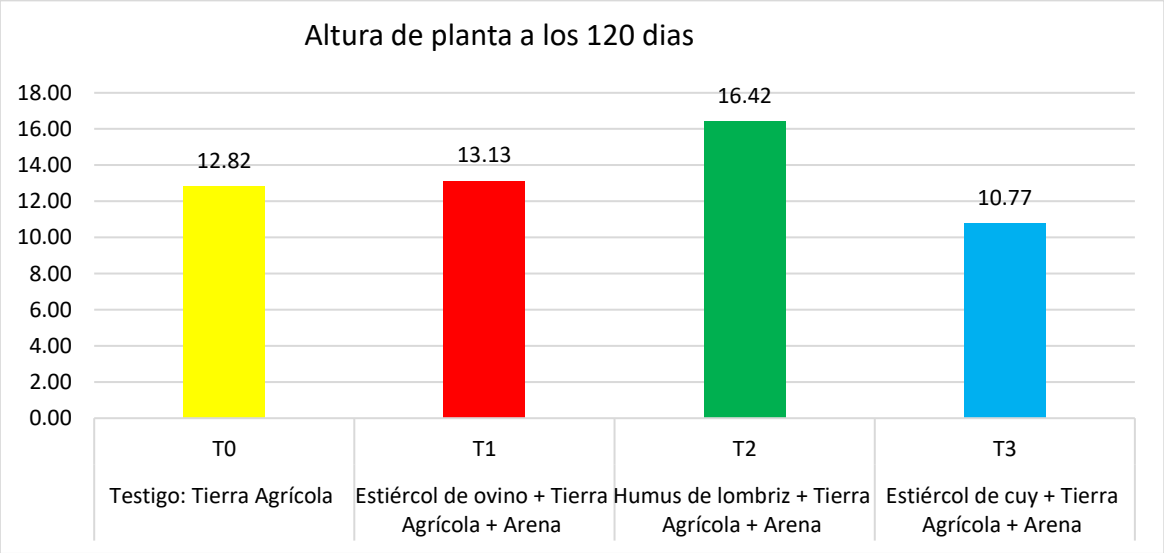
Promedio de datos para altura de planta a los 120 días después de la instalación en (cm)

Bloques	Tratamientos			
	T0	T1	T2	T3
I	12.47	12.47	17.13	10.07
II	12.93	14.20	15.80	10.53
III	12.87	13.27	16.53	11.33
IV	13.00	12.60	16.20	11.13
Promedio	12.82	13.13	16.42	10.77
Desv. Standar	0.20	0.69	0.49	0.50

Nota. Elaboración propia

Figura 14

Promedio de tratamientos a los 120 días después de la instalación (cm)



Nota. Elaboración propia

En la **Tabla 40**, se observa que el tratamiento T2 (tierra agrícola + humus de lombriz + arena) alcanzó la mayor altura promedio con 16.42 cm, seguido por T1 (estiércol de ovino + tierra agrícola + arena) con 13.13 cm, el testigo T0 (solo tierra agrícola) con 12.82 cm, y finalmente T3 (estiércol de cuy + tierra agrícola + arena) con 10.77 cm.

Las desviaciones estándar fueron bajas (entre 0.20 y 0.69), lo cual refleja una buena precisión experimental y homogeneidad en las mediciones.

La **Figura 14,** complementa visualmente los resultados, mostrando un claro predominio del tratamiento T2, que mantiene su tendencia de superioridad observada en las

evaluaciones anteriores (30, 60 y 90 días), indicando una eficiencia sostenida en el crecimiento de los esquejes.

Tabla 41

Análisis de Varianza para altura de planta a los 120 días

Fuente de Varianza	GL	SC	CM	Fc	p-valor	Significancia	
						0.05	0.01
Bloque	3	0.47	0.16	0.40	0.7551	NS	NS
Tratamiento	3	65.55	21.85	55.89	0.0001	**	**
Error	9	3.52	0.39				
Total	15	69.54					
CV = 4.71%			Promedio general = 13.28				

Nota. Elaboración propia

NS: No significativo

**: Altamente significativo

En la **Tabla 41**, el análisis de varianza (ANVA) muestra que el factor Bloque no presentó efecto estadísticamente significativo, dado que el p-valor obtenido (p = 0.7551) fue superior a los niveles de significancia de 0.05 y 0.01. Este resultado indica que no existieron diferencias atribuibles a los bloques experimentales, evidenciando que las condiciones ambientales y de manejo se mantuvieron homogéneas durante el periodo de evaluación a los 120 días.

Por otro lado, el factor Tratamiento presentó diferencias altamente significativas, al registrarse un p-valor de 0.0001, el cual es inferior tanto al nivel de significancia de 0.05 como al de 0.01. Esto evidencia que los tratamientos aplicados influyeron de manera marcada y consistente en la altura de planta a los 120 días, mostrando una clara diferenciación en el crecimiento vegetativo entre tratamientos.

El coeficiente de variación (CV = 4.71 %) indica una muy alta precisión experimental, reflejando una baja variabilidad del error y una elevada confiabilidad de los datos obtenidos. Asimismo, el promedio general de altura de planta (13.28) representa el comportamiento promedio de las plantas evaluadas bajo las condiciones experimentales establecidas a los 120 días.

Tabla 42

Comparación múltiple de Tukey al 5% de confiabilidad para altura de planta

Tratamiento	Medias	Agrupación		
T2	16.42	A		
T1	13.14		B	
T0	12.82		B	
T3	10.77			C

Nota. Elaboración propia

En la **Tabla 42,** según las comparaciones de medias se muestra la prueba de Tukey al 5%, se evidencian diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos en cuanto a la altura promedio de las plantas a los 120 días.

El tratamiento T2 (tierra agrícola + humus de lombriz + arena) alcanzó la mayor media con 16.42 cm, integrando el grupo “A”, lo que indica que fue estadísticamente superior al resto de tratamientos.

Los tratamientos T1 (estiércol de ovino + tierra agrícola + arena) y T0 (solo tierra agrícola) presentaron medias de 13.14 cm y 12.82 cm, respectivamente, agrupándose en el grupo “B”, sin diferencias significativas entre ellos, pero inferiores al T2.

Finalmente, el tratamiento T3 (estiércol de cuy + tierra agrícola + arena) mostró la menor altura promedio (10.77 cm), quedando en el grupo “C”, estadísticamente diferente y menor que los demás tratamientos.

5.1.1.12. Evaluación número de brotes a los 120 días

Se evaluó cada unidad experimental a los 120 días después de la instalación, para lo cual se usó el cuaderno de campo para registrar la cantidad de unidad de brotes por planta.

Tabla 43

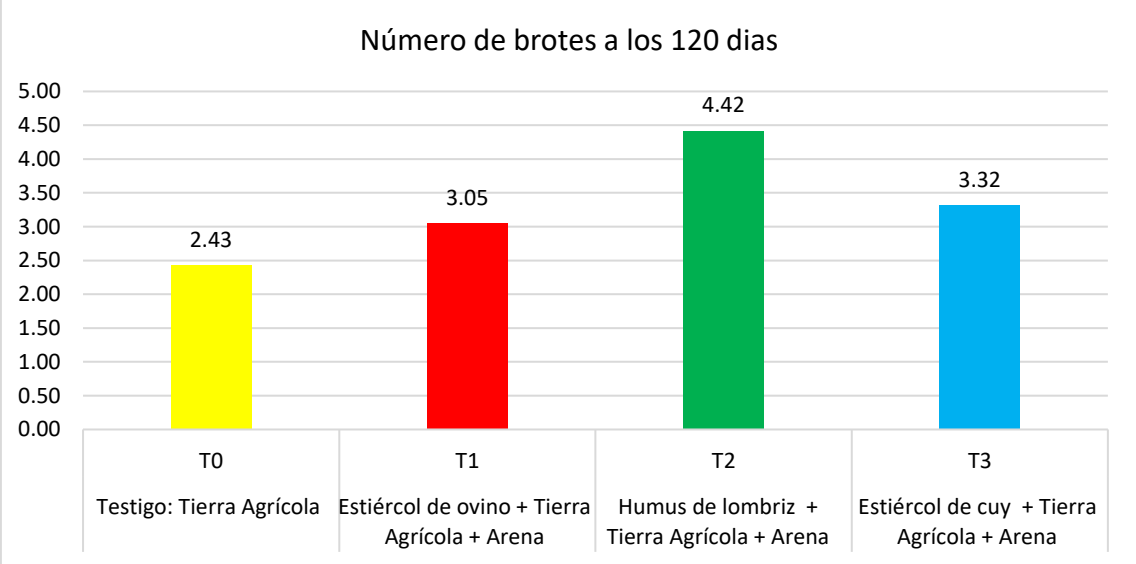
Promedio de datos para número de brotes a los 120 días después de la instalación (unidades)

Bloques	Tratamientos			
	T0	T1	T2	T3
I	2.40	2.80	4.20	3.47
II	2.40	3.07	4.67	3.20
III	2.53	3.07	4.40	3.33
IV	2.40	3.27	4.40	3.27
Promedio	2.43	3.05	4.42	3.32
Desv. Standar	0.06	0.17	0.17	0.10

Nota. Elaboración propia

Figura 15

Promedio de tratamientos a los 120 días después de la instalación en (unidades)



Nota. Elaboración propia

En la **Tabla 43**, se observa que el tratamiento T2 (tierra agrícola + humus de lombriz + arena) registró el mayor número promedio de brotes con 4.42 unidades, seguido de T3 (estiércol de cuy + tierra agrícola + arena) con 3.32 brotes, T1 (estiércol de ovino + tierra agrícola + arena) con 3.05 brotes, y finalmente el testigo T0 (solo tierra agrícola) con 2.43 brotes.

Las desviaciones estándar fueron bajas (de 0.06 a 0.17), lo que refleja uniformidad en los datos experimentales y precisión en las mediciones.

La **Figura 15,** confirma gráficamente esta tendencia, destacando el tratamiento T2 como el más efectivo en promover la emisión de brotes en los esquejes de *Polylepis racemosa*, seguido por los tratamientos con abonos animales y por último el testigo.

Tabla 44

Análisis de Varianza para número de brotes a los 120 días

Fuente de Varianza	GL	SC	CM	Fc	p-valor	Significancia	
						0.05	0.01
Bloque	3	0.04	0.01	0.52	0.6776	NS	NS
Tratamiento	3	8.25	2.75	105.49	0.0001	**	**
Error	9	0.23	0.03				
CV = 4.89%			Promedio general = 3.30				

Nota. Elaboración propia

NS: No significativo

**: Altamente significativo

En la **Tabla 44**, el análisis de varianza (ANOVA) muestra que el factor Bloque no presentó efecto estadísticamente significativo, debido a que el p-valor obtenido (p = 0.6776) fue superior a los niveles de significancia de 0.05 y 0.01. Este resultado indica que no existieron diferencias atribuibles a los bloques experimentales, evidenciando que las condiciones ambientales y de manejo se mantuvieron homogéneas durante el periodo de evaluación a los 120 días.

Por otro lado, el factor Tratamiento presentó diferencias altamente significativas, al registrarse un p-valor de 0.0001, el cual es inferior tanto al nivel de significancia de 0.05 como al de 0.01. Esto evidencia que los tratamientos aplicados influyeron de manera marcada y consistente en el número de brotes a los 120 días, mostrando una clara diferenciación en la capacidad de brotación entre tratamientos.

El coeficiente de variación (CV = 4.89 %) indica una muy alta precisión experimental, reflejando una baja variabilidad del error y una elevada confiabilidad de los datos obtenidos. Asimismo, el promedio general de número de brotes (3.30) representa el comportamiento promedio de los esquejes evaluados bajo las condiciones experimentales establecidas a los 120 días.

Tabla 45

Comparación múltiple de Tukey al 5% de confiabilidad para número de brotes

Tratamiento	Medias	Agrupación		
T2	4.42	A		
T3	3.32		B	
T1	3.05		B	
T0	2.43			C

Nota. Elaboración propia

En la **Tabla 45,** según las comparaciones de medias se visualiza la prueba de Tukey al 5%, existen diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos evaluados.

El tratamiento T2 (tierra agrícola + humus de lombriz + arena) alcanzó la mayor media con 4.42 brotes, ubicándose en el grupo “A”, lo que significa que fue estadísticamente superior a los demás tratamientos.

Los tratamientos T3 (estiércol de cuy + tierra agrícola + arena) y T1 (estiércol de ovino + tierra agrícola + arena) registraron promedios de 3.32 y 3.05 brotes, respectivamente, y fueron clasificados en el grupo “B”, sin diferencias significativas entre ellos, pero inferiores al T2.

Finalmente, el testigo T0 (tierra agrícola) obtuvo la menor media (2.43 brotes), formando el grupo “C”, lo que confirma su menor respuesta fisiológica frente a los tratamientos con materia orgánica

5.1.1.13. Evaluación número de hojas a los 120 días

Se evaluó cada unidad experimental a los 120 días después de la instalación para evaluar el número de hojas por planta, para lo cual se registró en el cuaderno de campo el número de hojas por planta.

Tabla 46

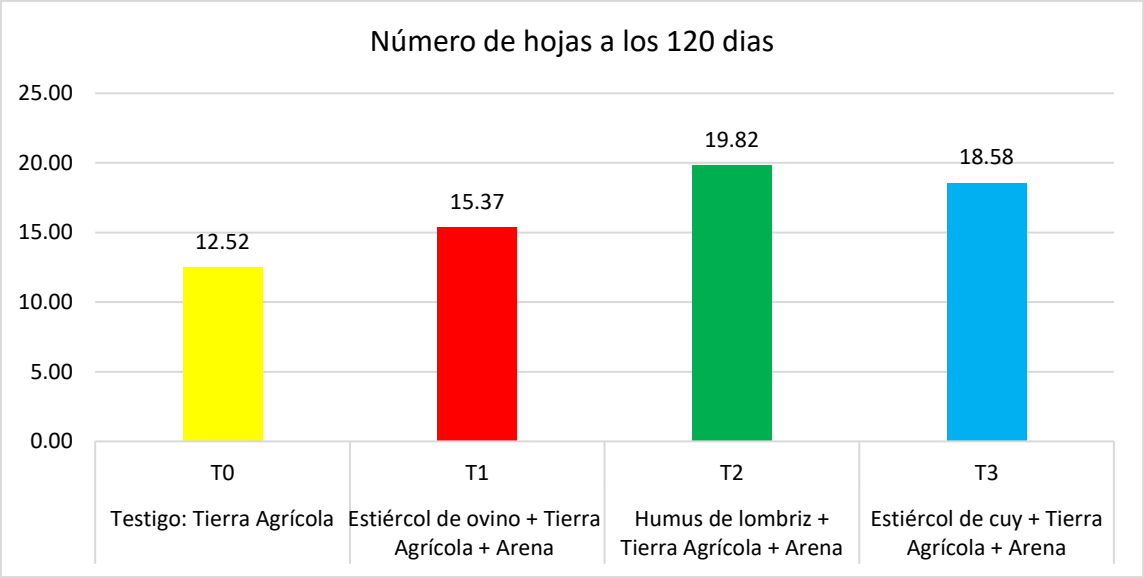
Promedio de datos para número de hojas a los 120 días después de la instalación en (unidades)

Bloques	Tratamientos			
	T0	T1	T2	T3
I	12.00	15.13	20.33	12.00
II	12.47	14.80	19.67	12.47
III	12.67	15.27	19.07	12.67
IV	12.93	16.27	20.20	12.93
Promedio	12.52	15.37	19.82	12.52
Desv. Standar	0.34	0.55	0.50	0.34

Nota. Elaboración propia

Figura 16

Promedio de tratamientos a los 120 días después de la instalación (unidades)



Nota. Elaboración propia

En la **Tabla 46** se aprecia que el tratamiento T2 (tierra agrícola + humus de lombriz + arena) alcanzó el mayor número promedio de hojas con 19.82 unidades, seguido del tratamiento T3 (estiércol de cuy + tierra agrícola + arena) con 18.58 hojas, y el tratamiento T1 (estiércol de ovino + tierra agrícola + arena) con 15.37 hojas. El testigo T0 (solo tierra agrícola) registró el menor promedio con 12.52 hojas.

Las desviaciones estándar fueron bajas (entre 0.34 y 0.55), lo que refleja uniformidad en los datos y confiabilidad experimental.

La **Figura 16,** muestra de manera gráfica esta tendencia, confirmando que los tratamientos enriquecidos con materia orgánica promovieron una mayor foliación que el testigo, destacando nuevamente el efecto superior del humus de lombriz (T2).

Tabla 47

Análisis de Varianza para número de hojas a los 120 días

Fuente de Varianza	GL	SC	CM	Fc	p-valor	Significancia	
						0.05	0.01
Bloque	3	0.75	0.25	1.13	0.3860	NS	NS
Tratamiento	3	129.86	43.29	195.34	0.0001	**	**
Error	9	1.99	0.22				
Total	15	132.61					
CV = 2.84%			Promedio general = 16.57				

Nota. Elaboración propia

NS: No significativo

**: Altamente significativo

En la **Tabla 47**, el análisis de varianza (ANVA) muestra que el factor Bloque no presentó efecto estadísticamente significativo, dado que el p-valor obtenido (p = 0.3860) fue superior a los niveles de significancia de 0.05 y 0.01. Este resultado indica que no existieron diferencias atribuibles a los bloques experimentales, evidenciando que las condiciones ambientales y de manejo se mantuvieron homogéneas durante el periodo de evaluación a los 120 días.

Por otro lado, el factor Tratamiento presentó diferencias altamente significativas, al registrarse un p-valor de 0.0001, el cual es inferior tanto al nivel de significancia de 0.05 como al de 0.01. Esto evidencia que los tratamientos aplicados influyeron de manera marcada y consistente en el número de hojas a los 120 días, mostrando una clara diferenciación en el desarrollo foliar entre tratamientos.

El coeficiente de variación (CV = 2.84 %) indica una excelente precisión experimental, reflejando una muy baja variabilidad del error y una elevada confiabilidad de los datos obtenidos. Asimismo, el promedio general de número de hojas (16.57) representa el comportamiento promedio de las plantas evaluadas bajo las condiciones experimentales establecidas a los 120 días.

Tabla 48

Comparación múltiple de Tukey al 5% de confiabilidad para días de emergencia

Tratamiento	Medias	Agrupación			
T2	19.82	A			
T3	18.58		B		
T1	15.37			C	
T0	12.52				D

Nota. Elaboración propia

En la **Tabla 48,** según las comparaciones de medias y de acuerdo con la prueba de Tukey al 5%, los tratamientos presentaron diferencias altamente significativas en el número de hojas emitidas por los esquejes.

El tratamiento T2 (tierra agrícola + humus de lombriz + arena) obtuvo la media más alta con 19.82 hojas, ubicándose en el grupo “A”, lo que demuestra que fue estadísticamente superior a los demás tratamientos.

El tratamiento T3 (estiércol de cuy + tierra agrícola + arena) alcanzó 18.58 hojas, clasificándose en el grupo “B”, lo que indica un rendimiento significativamente menor que T2, pero superior a T1 y T0.

El tratamiento T1 (estiércol de ovino + tierra agrícola + arena) registró una media intermedia (15.37 hojas, grupo “C”) y el testigo T0 (tierra agrícola) obtuvo el valor más bajo (12.52 hojas, grupo “D”), confirmando su menor capacidad de promover la foliación.

5.1.1.14. Evaluación altura de planta a los 150 días

Se evaluó cada unidad experimental a los 150 días después de la instalación para evaluar la altura de la planta, se tomó los datos usando la regla física en cm.

Tabla 49

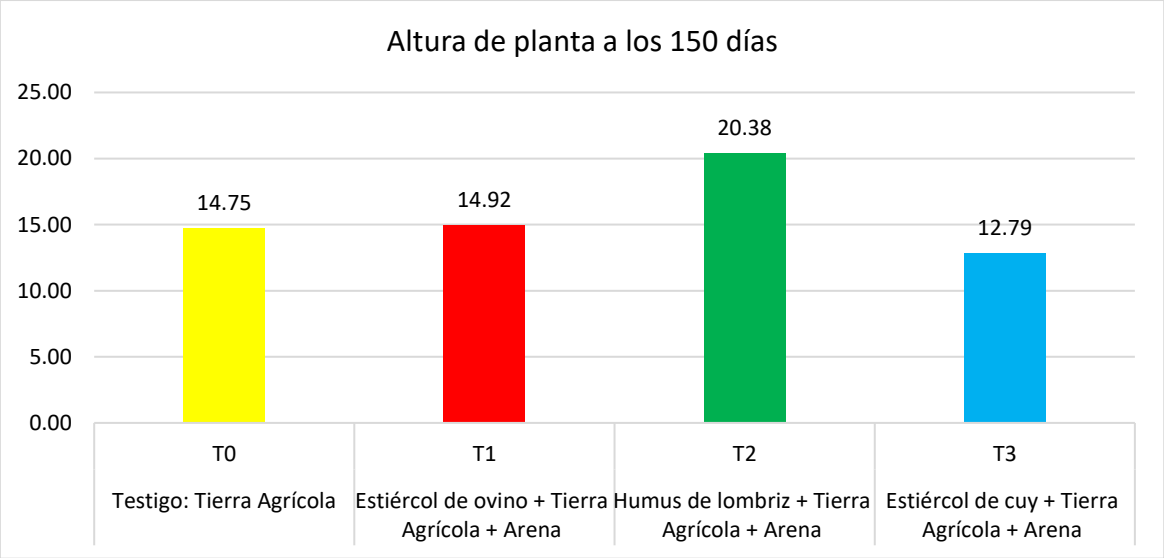
Promedio de datos para altura de planta a los 150 días después de la instalación en (cm)

Bloques	Tratamientos			
	T0	T1	T2	T3
I	17.40	15.40	15.40	13.64
II	12.00	13.33	27.60	12.40
III	13.86	16.07	18.93	12.60
IV	15.73	14.87	19.60	12.53
Promedio	14.75	14.92	20.38	12.79
Desv. Standar	2.00	1.01	4.42	0.50

Nota. Elaboración propia

Figura 17

Promedio de tratamientos a los 150 días después de la instalación en (cm)



Nota. Elaboración propia

En la **Tabla 49**, se observa que el tratamiento T2 (tierra agrícola + humus de lombriz + arena) alcanzó la mayor altura promedio de planta con 20.38 cm, seguido del T1 (estiércol de ovino + tierra agrícola + arena) con 14.92 cm, y del T0 (testigo tierra agrícola) con 14.75 cm.

El tratamiento T3 (estiércol de cuy + tierra agrícola + arena) registró la menor altura (12.79 cm).

Las desviaciones estándar oscilaron entre 0.50 y 4.42, mostrando variabilidad moderada dentro del tratamiento T2 debido a su rápido crecimiento y heterogeneidad natural entre brotes más vigorosos.

La **Figura 17,** ilustra claramente la tendencia ascendente del tratamiento T2 respecto a los demás, reflejando una respuesta positiva y consistente del crecimiento en altura gracias al aporte del humus de lombriz, mientras que el tratamiento con estiércol de cuy (T3) evidenció un desarrollo más limitado

Tabla 50

Análisis de Varianza para altura de planta a los 150 días

Fuente de Varianza	GL	SC	CM	Fc	p-valor	Significancia	
						0.05	0.01
Bloque	3	2.28	0.76	0.07	0.9749	NS	NS
Tratamiento	3	127.59	42.53	3.88	0.0496	*	NS
Error	9	98.76	10.97				
Total	15	228.63					
CV = 21.09%			Promedio general = 15.71				

Nota. Elaboración propia

NS: No significativo

*: Significativo

En la **Tabla 50**, el análisis de varianza (ANVA) muestra que el factor Bloque no presentó efecto estadísticamente significativo, ya que el p-valor obtenido (p = 0.9749) fue superior a los niveles de significancia de 0.05 y 0.01. Este resultado indica que no existieron diferencias atribuibles a los bloques experimentales, evidenciando que las condiciones ambientales y de manejo se mantuvieron homogéneas durante el periodo de evaluación a los 150 días.

Por otro lado, el factor Tratamiento presentó diferencias estadísticamente significativas al 5 % de probabilidad (p = 0.0496 < 0.05); sin embargo, no alcanzó significancia al 1 %, lo que indica un efecto significativo con un nivel de confianza del 95 %, más no altamente significativo. Este resultado evidencia que los tratamientos influyeron de manera diferenciada en la altura de planta a los 150 días, aunque con una menor magnitud del efecto en comparación con evaluaciones realizadas en etapas anteriores.

El coeficiente de variación (CV = 21.09 %) indica una variabilidad experimental relativamente alta, lo que sugiere una mayor dispersión de los datos en esta etapa del desarrollo. Esta variabilidad podría estar asociada a diferencias individuales en el

crecimiento de las plantas conforme avanza el tiempo de evaluación. No obstante, el análisis estadístico permitió detectar el efecto del tratamiento a un nivel de significancia aceptable.

El promedio general de altura de planta (15.71) representa el comportamiento promedio de las plantas evaluadas bajo las condiciones experimentales establecidas a los 150 días.

Tabla 51

Comparación múltiple de Tukey al 5% de confiabilidad para días de emergencia

Tratamiento	Medias	Agrupación		
T2	20.38	A		
T1	14.92		A	B
T0	14.75		A	B
T3	12.79			B

Nota. Elaboración propia

En la **Tabla 51,** según las comparaciones de medias la prueba de Tukey al 5% confirma que existen diferencias significativas entre los tratamientos aplicados sobre la altura de planta a los 150 días.

El tratamiento T2 (tierra agrícola + humus de lombriz + arena) presentó la mayor media (20.38 cm), ubicándose en el grupo “A”, lo que indica que fue estadísticamente superior a los demás tratamientos.

Los tratamientos T1 (estiércol de ovino + tierra agrícola + arena) y T0 (testigo: tierra agrícola), con valores promedio de 14.92 cm y 14.75 cm respectivamente, se ubicaron en los grupos “A–B”, mostrando un comportamiento intermedio, sin diferencia significativa entre ellos, pero sí inferiores a T2.

Finalmente, el tratamiento T3 (estiércol de cuy + tierra agrícola + arena) registró el valor más bajo (12.79 cm), perteneciendo al grupo “B”, significativamente menor al tratamiento con humus.

5.1.1.15. Evaluación número de brotes a los 150 días

Se evaluó cada unidad experimental a los 150 días después de la instalación, para lo cual se usó el cuaderno de campo para registrar la cantidad de unidad de brotes por planta.

Tabla 52

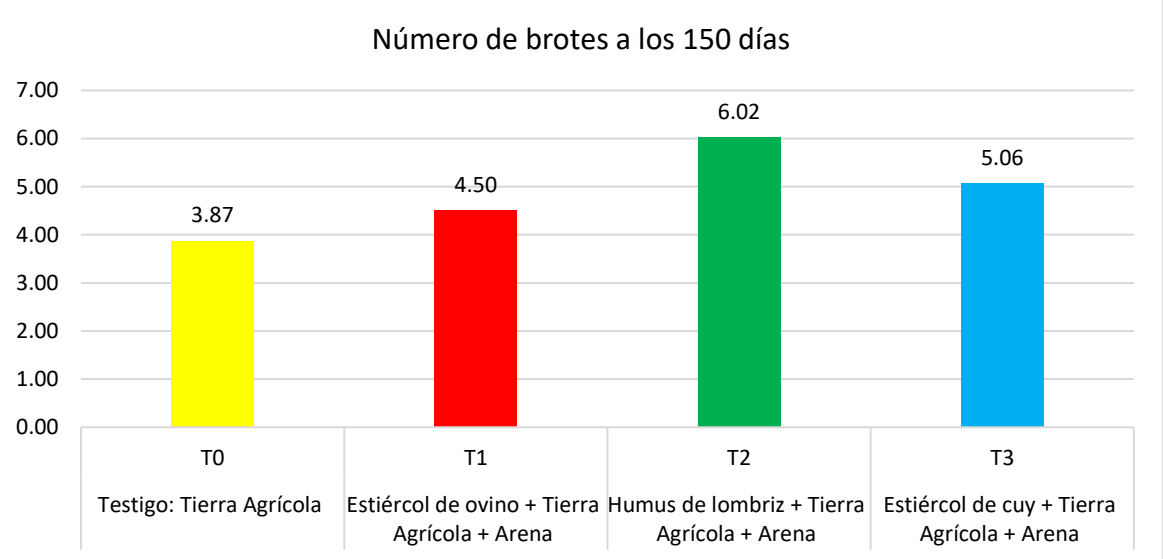
Promedio de datos para número de brotes a los 150 días después de la instalación (unidades)

Bloques	Tratamientos			
	T0	T1	T2	T3
I	3.20	4.40	6.27	4.64
II	3.80	3.60	5.80	4.00
III	3.43	4.53	6.73	5.07
IV	5.07	5.47	5.27	6.53
Promedio	3.87	4.50	6.02	5.06
Desv. Estándar	0.72	0.66	0.54	0.93

Nota. Elaboración propia

Figura 18

Promedio de tratamientos a los 150 días después de la instalación en (unidades)



Nota. Elaboración propia

En la **Tabla 52**, se observa que el tratamiento T2 (tierra agrícola + humus de lombriz + arena) alcanzó el mayor número promedio de brotes con 6.02 unidades, seguido del T3 (estiércol de cuy + tierra agrícola + arena) con 5.06, el T1 (estiércol de ovino +

tierra agrícola + arena) con 4.50, y finalmente el testigo T0 (solo tierra agrícola) con 3.87 brotes.

Las desviaciones estándar son relativamente bajas (de 0.54 a 0.93), lo cual indica buena uniformidad en la respuesta de las plantas dentro de cada tratamiento, evidenciando que las condiciones de vivero y la aplicación de los sustratos fueron homogéneas.

La **Figura 18,** confirma visualmente esta tendencia, mostrando un incremento progresivo en el número de brotes conforme mejora la calidad del sustrato orgánico. El tratamiento T2 destaca claramente por encima de los demás, lo que sugiere que el humus de lombriz tuvo un efecto notable en la inducción y crecimiento de nuevos brotes.

Tabla 53

Análisis de Varianza para número de brotes a los 150 días

Fuente de Varianza	GL	SC	CM	Fc	p-valor	Significancia	
						0.05	0.01
Bloque	3	3.60	1.20	2.21	0.1567	NS	NS
Tratamiento	3	9.92	3.31	6.09	0.0151	*	NS
Error	9	4.89	0.54				
Total	15	18.41					
CV = 15.16%			Promedio general = 4.86				

Nota. Elaboración propia

NS: No significativo

*: Significativo

En la **Tabla 53**, el análisis de varianza (ANVA) muestra que el factor Bloque no presentó efecto estadísticamente significativo, dado que el p-valor obtenido (p = 0.1567) fue superior a los niveles de significancia de 0.05 y 0.01. Este resultado indica que no existieron diferencias atribuibles a los bloques experimentales, evidenciando que las condiciones ambientales y de manejo se mantuvieron homogéneas durante el periodo de evaluación a los 150 días.

Por otro lado, el factor Tratamiento presentó diferencias estadísticamente significativas al 5 % de probabilidad (p = 0.0151 < 0.05); sin embargo, no alcanzó significancia al 1 %, lo que indica un efecto significativo con un nivel de confianza del 95 %, mas no altamente significativo. Este resultado evidencia que los tratamientos influyeron de manera

diferenciada en el número de brotes a los 150 días, aunque con una menor intensidad del efecto en comparación con evaluaciones realizadas en etapas anteriores.

El coeficiente de variación (CV = 15.16 %) indica una variabilidad experimental moderada, considerada aceptable para variables de brotación en etapas avanzadas de desarrollo, reflejando una adecuada precisión experimental. Asimismo, el promedio general de número de brotes (4.86) representa el comportamiento promedio de los esquejes evaluados bajo las condiciones experimentales establecidas a los 150 días.

Tabla 54

Comparación múltiple de Tukey al 5% de confiabilidad para número de brotes

Tratamiento	Medias	Agrupación		
T2	6.02	A		
T3	5.06		A	B
T1	4.50		A	B
T0	3.88			B

Nota. Elaboración propia

En la **Tabla 54,** La prueba de Tukey al 5% de significancia confirma que existen diferencias estadísticas entre los tratamientos aplicados sobre el número de brotes. El tratamiento T2 (humus de lombriz + tierra agrícola + arena) alcanzó el promedio más alto (6.02 brotes), perteneciendo al grupo “A”, lo que lo distingue como estadísticamente superior respecto a los demás tratamientos.

El tratamiento T3 (estiércol de cuy + tierra agrícola + arena) y el T1 (estiércol de ovino + tierra agrícola + arena) se ubicaron en los grupos “A–B”, mostrando un efecto intermedio, es decir, sin diferencias significativas entre sí, pero con resultados inferiores al T2. Finalmente, el testigo T0 (tierra agrícola) obtuvo el valor más bajo (3.88 brotes) y fue clasificado en el grupo “B”, lo que confirma que la ausencia de materia orgánica limita considerablemente la capacidad de brotación.

5.1.1.16. Evaluación número de hojas a los 150 días

Se evaluó cada unidad experimental a los 150 días después de la instalación para evaluar el número de hojas por planta, para lo cual se registró en el cuaderno de campo el número de hojas por planta.

Tabla 55

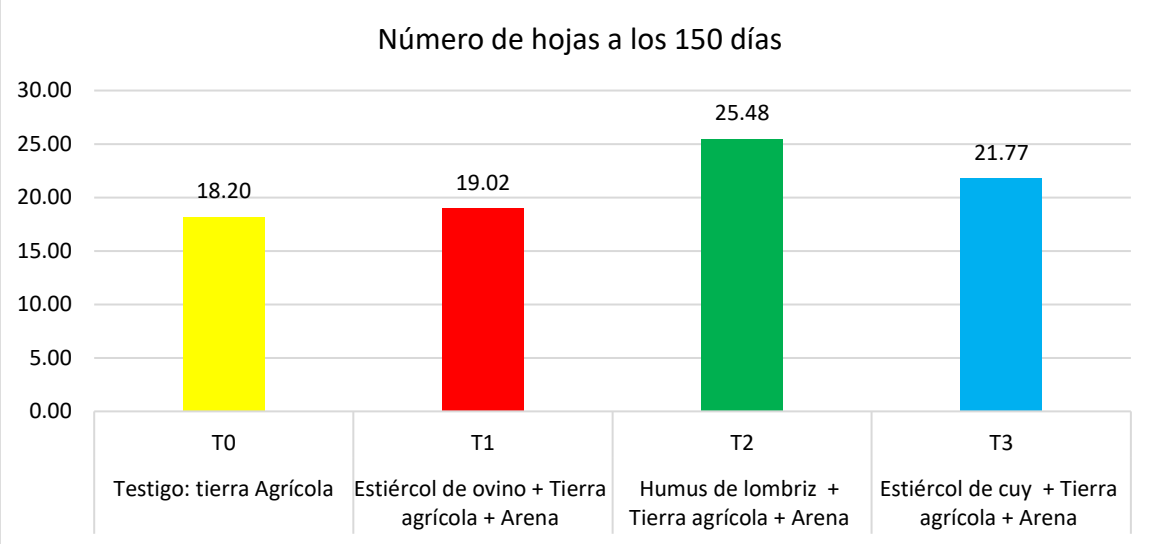
Promedio de datos para número de Hojas a los 150 días después de la instalación en (unidades)

Bloques	Tratamientos			
	T0	T1	T2	T3
I	17.13	18.40	20.33	19.14
II	20.27	18.80	29.73	19.93
III	18.07	19.60	29.73	23.20
IV	17.33	19.27	22.13	24.80
Promedio	18.20	19.02	25.48	21.77
Desv. Standar	1.24	0.46	4.29	2.32

Nota. Elaboración propia

Figura 19

Promedio de tratamientos a los 150 días después de la instalación en (unidades)



Nota. Elaboración propia

En la **Tabla 55,** el análisis muestra diferencias claras en el número promedio de hojas entre tratamientos.

El tratamiento T2 (humus de lombriz + tierra agrícola + arena) alcanzó el valor más alto con 25.48 hojas, seguido de T3 (estiércol de cuy + tierra agrícola + arena) con 21.77 hojas,

T1 (estiércol de ovino + tierra agrícola + arena) con 19.02 hojas, y finalmente el testigo T0 (tierra agrícola) con 18.20 hojas.

Las desviaciones estándar son moderadas (de 0.46 a 4.29), lo que refleja una consistencia aceptable en los datos y evidencia que las diferencias observadas entre tratamientos responden principalmente a la calidad del sustrato y no a variabilidad experimental.

El gráfico de la **Figura 19,** refuerza visualmente esta tendencia: el tratamiento T2 sobresale significativamente respecto a los demás, indicando un efecto positivo del humus de lombriz sobre el desarrollo foliar, mientras que el testigo T0 presentó el valor más bajo.

Tabla 56

Análisis de Varianza para número de hojas a los 150 días

Fuente de Varianza	GL	SC	CM	Fc	p-valor	Significancia	
						0.05	0.01
Bloque	3	36.57	12.19	1.67	0.2429	NS	NS
Tratamiento	3	129.50	43.17	5.90	0.0165	*	NS
Error	9	65.86	7.17				
Total	15	231.94					
CV = 12.81%			Promedio general = 21.12				

Nota. Elaboración propia

NS: No significativo

*: Significativo

En la **Tabla 56**, el análisis de varianza (ANVA) muestra que el factor Bloque no presentó efecto estadísticamente significativo, dado que el p-valor obtenido (p = 0.2429) fue superior a los niveles de significancia de 0.05 y 0.01. Este resultado indica que no existieron diferencias atribuibles a los bloques experimentales, evidenciando que las condiciones ambientales y de manejo se mantuvieron homogéneas durante el periodo de evaluación a los 150 días.

Por otro lado, el factor Tratamiento presentó diferencias estadísticamente significativas al 5 % de probabilidad (p = 0.0165 < 0.05); sin embargo, no alcanzó significancia al 1 %, lo que indica un efecto significativo con un nivel de confianza del 95 %, mas no altamente significativo. Este resultado evidencia que los tratamientos influyeron de manera

diferenciada en el número de hojas a los 150 días, aunque con una menor magnitud del efecto en comparación con evaluaciones realizadas en etapas anteriores.

El coeficiente de variación (CV = 12.81 %) indica una variabilidad experimental moderada, considerada aceptable para variables de desarrollo foliar en etapas avanzadas del crecimiento, reflejando una adecuada precisión experimental. Asimismo, el promedio general de número de hojas (21.12) representa el comportamiento promedio de las plantas evaluadas bajo las condiciones experimentales establecidas a los 150 días.

Tabla 57

Comparación múltiple de Tukey al 5% de confiabilidad para número de hojas

Tratamiento	Medias	Agrupación		
T2	25.48	A		
T3	21.77		A	B
T1	19.02			B
T0	18. 20			B

Nota. Elaboración propia

En la **Tabla 57,** según las comparaciones de medias **l**a prueba de Tukey confirma la existencia de diferencias significativas entre tratamientos en cuanto al número de hojas emitidas por los esquejes de *Polylepis racemosa* a los 150 días.

El tratamiento T2 (humus de lombriz + tierra agrícola + arena) alcanzó el valor promedio más alto (25.48 hojas) y fue clasificado en el grupo “A”, lo que lo distingue como estadísticamente superior al resto de tratamientos.

El tratamiento T3 (estiércol de cuy + tierra agrícola + arena) se ubicó en los grupos A–B, indicando que su efecto es intermedio, compartiendo similitudes con T2, pero sin alcanzar la misma magnitud de respuesta.

Por su parte, los tratamientos T1 (estiércol de ovino + tierra agrícola + arena) y T0 (tierra agrícola) fueron agrupados en el grupo “B”, mostrando resultados estadísticamente inferiores, sin diferencias entre sí.

5.1.2. Costo de producción

Se realizó el análisis del costo de producción para la propagación de esquejes de Queñua, considerando los cuatro tratamientos: T0, T1, T2 y T3.

5.1.2.1. Costo de producción para propagación de esquejes de Queñua

Tabla 58

Costo de producción de propagación de esquejes de Queñua para el (T0)

COSTO DE PRODUCCION DE QUEÑUA PARA TRATAMIENTO TESTIGO (T0)				
RUBRO - ACTIVIDADES	**UNIDAD DE**	**CANTI-DAD**	**COSTO UNITARIO**	**COSTO TOTAL**
I. COSTOS DIRECTOS	**MEDIDA**		**(S/.)**	**(S/.)**
1.- INSUMO				
1.1. Esquejes				
Selección de esquejes	Unid.	196	0.20	39.20
1.2. Sustrato				
Tierra agrícola	Carretillas	5	2.00	10.00
1.3. Fungicida orgánico				
Te de cola de caballo	Litros	5	2.00	2.00
Total, INSUMO				**S/ 51.20**
2. MANO DE OBRA				
2.1. Habilitación del vivero				
Limpieza	Jornal	1	30.00	30.00
Preparación de camas	Jornal	1	30.00	30.00
Construcción de vivero	Jornal	2	30.00	30.00
Malla Rashel 50 % sombra	Metros	17	5.00	85.00
Listones x 2 metros	Unidad	9	4.00	12.00
Clavos de 2”	Kg	1	1.00	1.00
2.2. Siembra				
Preparación de sustrato	Jornal	1	30.00	30.00
Siembra	Jornal	1	30.00	30.00
2.3. labores Culturales				
Riegos	Jornal	5	1.00	5.00
Desmalezado	Jornal	5	2.50	12.50
TOTAL, MANO DE OBRA				**S/ 265.50**
3. GASTOS ESPECIALES				
Análisis de tierra	Unid.	1	80	80.00
TOTAL, GASTOS ESPECIALES				**S/ 80.00**
TOTAL, COSTO DIRECTO				**S/ 396.70**
II. COSTOS INDIRECTOS				
Movilidad para transporte de esquejes	pasaje	1	100	50.00
Viáticos y otros gastos (administrativos)	Días	3	30	20.00
TOTAL, COSTO INDIRECTO				**S/70.00**
RESUMEN				**TOTAL**
COSTOS DIRECTOS				396.70
COSTOS INDIRECTOS				70.00
COSTO TOTAL				**S/ 466.70**

Nota. Elaboración propia

En la **Tabla 58,** el costo total de propagación del tratamiento testigo (T0) asciende a S/ 466.70, integrando tanto los costos directos (S/ 396.70) como los costos indirectos (S/ 70.00).

Este valor representa el gasto necesario para establecer la producción de esquejes de Queñua sin adición de sustratos, utilizando únicamente tierra agrícola como sustrato.

5.1.2.2. Costo de producción propagación de esquejes de Queñua para el (T1)

Tabla 59

Costo producción para propagación de esquejes de Queñua para el (T1)

COSTO DE PRODUCCION DE QUEÑUA PÀRA (T1)				
RUBRO - ACTIVIDADES	**UNIDAD DE MEDIDA**	**CANTIDAD**	**COSTO UNITARIO**	**COSTO TOTAL**
I. COSTOS DIRECTOS			**(S/.)**	**(S/.)**
1.- INSUMO				
1.1. Esquejes				
Seleccionada	Unid.	196	0.20	39.20
1.2. Sustrato				
Tierra agrícola	Carretillas	5	6.00	10.00
Estiércol de ovino	Carretilla	3	10.00	30.00
Arena fina	Carretilla	1	10.00	10.00
1.3. Funguicida orgánico				
Te de cola de caballo	Litro	1	2.00	2.00
Total, INSUMO				**S/ 91.20**
2. MANO DE OBRA				
2.1. Habilitación del vivero				
Limpieza	Jornal	1	30.00	30.00
Preparación de camas	Jornal	1	30.00	30.00
Construcción de vivero	Global	1	30.00	30.00
Malla rashel 50 % de sombra	Metros	17	5.00	85.00
Listones x 2metros	Unidad	3	4.00	12.00
Clavos de 3”	Ks	1	1.00	1.00
2.2. Siembra				
Preparación de sustrato	Jornal	1	30.00	30.00
Siembra	Jornal	1	30.00	30.00
2.3. labores Culturales				
Riegos	Jornal	5	1.00	5.00
Desmalezado	Jornal	5	2.50	12.50
TOTAL, MANO DE OBRA				**S/ 265.50**
3. GASTOS ESPECIALES				
Análisis de sustrato	Unid.	1	80	80.00
TOTAL, GASTOS ESPECIALES				**S/ 80.00**
TOTAL, COSTO DIRECTO				**S/ 436.70**
II. COSTOS INDIRECTOS				
Movilidad para transporte de esquejes	Pasaje	1	50	50.00
Movilidad para transporte de estiércol	Flete	1	20	20.00
Viáticos y otros gastos (administrativos)	Días	1	50	50.00
TOTAL, COSTO INDIRECTO				**S/ 120.00**
RESUMEN				**TOTAL**
COSTOS DIRECTOS				436.70
COSTOS INDIRECTOS				120.00
COSTO TOTAL DE T1				**S/ 556.70**

Nota. Elaboración propia

En la **Tabla 59,** El costo total de producción para el tratamiento T1 asciende a S/ 556.70 lo cual representa un incremento mínimo de S/ 90.00 respecto al tratamiento testigo (T0 = S/ 466.70).

Esta diferencia marginal se debe a la adición de los materiales complementarios del sustrato (estiércol de ovino y arena), que aportan una ligera variación en los costos de insumos.

A pesar de este aumento económico leve, el tratamiento T1 ha mostrado, según los resultados fisiológicos (Tablas 45–57), mejoras en prendimiento y desarrollo vegetativo respecto al testigo, lo cual justifica plenamente el costo adicional.

5.1.2.3. Costo producción de la propagación de esquejes de Queñua para el (T2)

Tabla 60

Costo producción para propagación de esquejes de Queñua para el (T2)

COSTO DE PRODUCCION DE QUEÑUA PARA (T2)				
RUBRO - ACTIVIDADES	**UNIDAD DE MEDIDA**	**CANTIDAD**	**COSTO UNITARIO (S/.)**	**COSTO TOTAL (S/.)**
I. COSTOS DIRECTOS				
1.- INSUMO				
1.1. Esquejes				
Seleccionada	Unid.	196	0.20	39.20
1.2. Sustrato				
Tierra agrícola	Carretillas	5	2.00	10.00
Humus de lombriz	Carretilla	3	15.00	45.00
Arena fina	Carretilla	1	10.00	10.00
1.3. Funguicida orgánico				
Te de cola de caballo	Litro	1	2.00	2.00
Total, INSUMO				**S/ 106.20**
2. MANO DE OBRA				
2.1. Habilitación del vivero				
Limpieza	Jornal	1	30.00	30.00
Preparación de camas	Jornal	1	30.00	30.00
Construcción de vivero	Jornal	1	30.00	30.00
Malla rashell 50 % de sombra	Metros	17	5	85.00
Listones x 2 metros	Unidad	3	4	12.00
Clavo de 3”	gs	1	1	1.00
2.2. Siembra				
Preparación de sustrato	Jornal	1	30.00	30.00
Siembra	Jornal	1	30.00	30.00
2.3. labores Culturales				
Riegos	Jornal	5	1.00	5.00
Desmalezado	Jornal	5	2.50	12.50
TOTAL, MANO DE OBRA				**S/ 265.50**
3. GASTOS ESPECIALES				
Análisis de sustrato	Unid.	1	80	80.00
TOTAL, GASTOS ESPECIALES				**S/ 80.00**
TOTAL, COSTO DIRECTO				**S/ 451.70**
II. COSTOS INDIRECTOS				
Movilidad para transporte de esquejes	Pasaje	1	50	50.00
Movilidad para transporte de estiércol	Flete	1	50	50.00
Viáticos y otros gastos (administrativos)	Días	1	20	20.00
TOTAL, COSTO INDIRECTO				**S/ 120.00**
RESUMEN				**TOTAL**
COSTOS DIRECTOS				451.70
COSTOS INDIRECTOS				120.00
COSTO TOTAL DE (T2)				**S/ 571.70**

Nota. Elaboración propia

En la **Tabla 60,** el costo total de producción del tratamiento T2 asciende a S/ 571.70, representando un incremento de S/ 105.00, respecto al tratamiento T0 (S/ 466.70) respecto al T1 (S/ 556.70).

Este incremento está asociado exclusivamente al uso del humus de lombriz, cuyo precio unitario es ligeramente mayor que el estiércol de ovino utilizado en T1.

A pesar de presentar un costo ligeramente mayor, el tratamiento T2 mostró una respuesta agronómica sobresaliente, evidenciada por un mayor porcentaje de prendimiento y mayor altura de planta, número de brotes y hojas, posicionándose como el tratamiento más eficiente y rentable del ensayo

5.1.2.4. Costo producción de propagación de esquejes de Queñua para el (T3)

Tabla 61

Costo producción para propagación de esquejes de Queñua para el (T3)

COSTO DE PRODUCCION DE QUEÑUA PÀRA (T1)				
RUBRO - ACTIVIDADES	**UNIDAD DE MEDIDA**	**CANTIDAD**	**COSTO UNITARIO (S/.)**	**COSTO TOTAL (S/.)**
I. COSTOS DIRECTOS				
1.- INSUMO				
1.1. Esquejes				
Seleccionada	Unid.	196	0.20	39.20
1.2. Sustrato				
Tierra agrícola	Carretillas	5	6.00	10.00
Estiércol de cuy	Carretilla	3	10.00	30.00
Arena fina	Carretilla	1	10.00	10.00
1.3. Funguicida orgánico				
Te de cola de caballo	Litro	1	2.00	2.00
Total, INSUMO				**S/ 91.20**
2. MANO DE OBRA				
2.1. Habilitación del vivero				
Limpieza	Jornal	1	30.00	30.00
Preparación de camas	Jornal	1	30.00	30.00
Construcción de vivero	Global	1	30.00	30.00
Malla rashel 50 % de sombra	Metros	17	5.00	85.00
Listones x 2metros	Unidad	3	4.00	12.00
Clavos de 3”	Ks	1	1.00	1.00
2.2. Siembra				
Preparación de sustrato	Jornal	1	30.00	30.00
Siembra	Jornal	1	30.00	30.00
2.3. labores Culturales				
Riegos	Jornal	5	1.00	5.00
Desmalezado	Jornal	5	2.50	12.50
TOTAL, MANO DE OBRA				**S/ 265.50**
3. GASTOS ESPECIALES				
Análisis de sustrato	Unid.	1	80	80.00
TOTAL, GASTOS ESPECIALES				**S/ 80.00**
TOTAL, COSTO DIRECTO				**S/ 436.70**
II. COSTOS INDIRECTOS				
Movilidad para transporte de esquejes	Pasaje	1	50	50.00
Movilidad para transporte de estiércol	Flete	1	20	20.00
Viáticos y otros gastos (administrativos)	Días	1	50	50.00

TOTAL, COSTO INDIRECTO	**S/ 120.00**
RESUMEN	**TOTAL**
COSTOS DIRECTOS	436.70
COSTOS INDIRECTOS	120.00
COSTO TOTAL DE T3	**S/ 556.70**

Nota. Elaboración propia

En la **Tabla 61,** El costo total del tratamiento T3 asciende a S/ 556.70, lo que representa un incremento de S/ 90.00, respecto al tratamiento testigo (T0 = S/ 466.70) y una diferencia regular frente a T1 (S/ 556.70) y al T2 (571.70).

Este incremento se debe al costo adicional del estiércol de cuy y la arena fina, usados en proporciones menores, lo que mantiene el costo total dentro del mismo rango operativo de los otros tratamientos.

Aunque el tratamiento T2 presentó el mayor costo de producción (S/ 571.70), los resultados obtenidos en las variables de crecimiento, como porcentaje de prendimiento, altura de planta, número de brotes y número de hojas, fueron superiores en comparación con los demás tratamientos. En este sentido, el mayor costo asociado al uso de humus de lombriz se justifica por el mejor desarrollo vegetativo del cultivo, por lo que el tratamiento T2 resulta técnicamente recomendable desde un enfoque de costo–beneficio.

5.2. Discusión de resultados

Domínguez (2020) menciona que el porcentaje de prendimiento no mostró variaciones significativas entre tratamientos, por lo cual el tratamiento T3 (mezcla de tierra agrícola, humus y arena fina en proporción 2:1:1) se logró obtener el mayor número de hojas (8,38) y brotes (5,87), longitud de brotes más con un promedio de 11,76 por esqueje, lo cual indican que el tratamiento T3 favorece un crecimiento más vigoroso de la Queñua, lo que resalta la importancia de elegir sustratos adecuados para mejorar la propagación de especies forestales en condiciones de vivero, sin embargo en el presente trabajo de investigación propagación de esquejes de Queñua (*Polylepis racemosa*) alcanzó el mejor resultado en el tratamiento T2 y su mezcla de tierra agrícola, humus de lombriz y arena fina en proporción (1:0.75:0.25) y se destacó al obtener mayor altura de planta (20.38 cm) mayor número de brotes (6.02) mayor número de hojas (25.48), mayor porcentaje de prendimiento (95.92), estos resultados se obtuvieron a los 150 días de evaluación, demostrando la efectividad de la mezcla utilizada en la propagación de esquejes de Queñua, pero no existe diferencias significativas, posteriormente en el tratamiento T1 y su proporción (tierra agrícola, estiércol de ovino, arena fina en su proporción de (1:0.75:0.25) obtuvo el resultado 14.92 cm de altura que son los promedios de mayor altura en las evaluaciones realizadas de todo los tratamientos, en cambio en los tratamientos T0 y su proporción (tierra agrícola 2), T2 (tierra agrícola, estiércol de cuy, arena fina y su proporción (1:0.75:0.25) obtuvieron resultados de 14.75 y 12.79 cm de altura, siendo los promedios más bajos, respecto a los variables evaluados y el CV resultó 21.09 % y el 15.71 % de promedio general, superando a lo obtenido por Domínguez, en su proyecto de propagación de esquejes de Queñua *(Polylepis incana)* donde el tratamiento T3 (Tierra agrícola + humus + arena fina 2:1:1) a los 90 días después de establecido los esquejes en longitud de brotes llegan a 5.98 cm.

En cuanto al número de brotes los resultados muestran a los 150 días, el tratamiento T2 y su mezcla de (tierra agrícola, humus de lombriz, arena fina y su proporción (1:0.75:0.25)

evaluados a los 150 días de instalado el esqueje y/o plántula obtuvo resultado de 6.02 brotes, seguido el tratamiento T3 y su proporción (tierra agrícola, estiércol de cuy, arena fina y su proporción (1:0.75:0.25), obtuvo el resultado 5.06 brotes, que son los promedios de mayor número de brotes en las evaluaciones realizadas de todo los tratamientos, entre tanto en los tratamientos T1 y su mezcla (tierra agrícola, estiércol de ovino, arena fina en su proporción (1:0.75:0.25), T0 (tierra agrícola su proporción 2), obtuvieron resultados de 4.50 y 3.87 brotes, siendo los promedios más bajos, respecto a los variables evaluados y el CV de 15.16 % y media de 4.86 %, por lo cual no existe la diferencia significativa entre bloques, hallando CV de 15.16 % y el 4.86% de promedio general, superando a lo obtenido por Ccallo Condori (2024), en su investigación fue determinar el porcentaje de prendimiento de planta con la interacción de enraizadores comerciales con diferentes dosis. El diseño fue (DBCA), con 4 repeticiones y los variables a evaluar fue prendimiento de planta, altura de planta, número de hojas, números de brotes, longitud de raíz y número de raíces de qewña, con mayor resultado a los 90 días después del repique, llegando a las siguientes conclusiones número de brotes con un promedio de 3.85 unidades.

En cuanto al número de hojas los resultado muestran a los 150 días el tratamiento T2 y su proporción (tierra agrícola 1, humus de lombriz 0.75, arena fina 0.25), evaluados a los 150 días de instalado el esqueje obtuvo resultado de 25.48 hojas, seguido el tratamiento T3 y su proporción (tierra agrícola 1 + estiércol de cuy 3/4 + arena fina ¼) obtuvo el resultado 21.77 hojas, hojas que son los promedios de mayor número de hojas en las evaluaciones realizadas de todo los tratamientos, mientras que en los tratamientos T1 y su proporción (tierra agrícola 1, estiércol de ovino 0.75 arena fina 0.25) y T0 (tierra agrícola 2), en los resultados obtuvo 19.02 y 18.20 hojas, siendo los promedios más bajos, respecto a los variables evaluados y el CV de 12.81 % y media de 21.12 % y no existe la diferencia significativa entre bloques y se halló CV de 12.81 % y el 21.12 % de promedio general, superando a lo obtenido por Domínguez (2020) en su proyecto propagación de (Polylepis incana), donde el mayor número de hojas obtuvo el tratamiento T3 (Tierra

agrícola + humus + arena fina (1:0.75:0.25)) a los 90 días después de establecido los esquejes con 8,38 hojas respectivamente.

En cuanto al prendimiento de los esquejes de Queñua Los resultados indican que no hay una diferencia estadísticamente significativa a los 30 días. El tratamiento T2, compuesto por tierra agrícola humus de lombriz y arena fina en una proporción específica, alcanzó un índice de prendimiento del 95.92%. Este fue el tratamiento con el mayor índice de prendimiento durante las evaluaciones, seguidamente el tratamiento T3, en una proporción que consistía en tierra agrícola 1, estiércol de cuy 0.75, arena fina 0.25, obtuvo con un índice de prendimiento del 87.76%. En comparación, los tratamientos T1 y T0 mostraron índices de prendimiento de 86.22% y 84.18%, respectivamente, siendo comparativamente más bajos. Estos resultados superan al promedio general del 88.52%, y el coeficiente de variación es del 5.61%. Superando a su investigación de Vásquez Villerreal (2019) sobre la propagación vegetativa de dos especies de Quinual en condiciones de vivero, se encontró que el enraizador natural té de estiércol de vacuno obtuvo un índice de prendimiento del 83.33% en la especie Polylepis incana.

El uso de sustrato (T2) humus de lombriz + tierra agrícola + arena fina, en la propagación de (*Polylepis racemosa)* demostró ser económicamente viable, con variación regular en el costo total por tratamientos. Además, estos insumos mejoran propiedades clave del sustrato, como la retención de agua, porosidad y disponibilidad de nutrientes, favoreciendo el enraizamiento y la sanidad de los esquejes. Estudios recientes confirman que el uso de compost y bioinsumos mejora el desempeño fisiológico y morfológico de plántulas en vivero forestal, contribuyendo también a la restauración ecológica en zonas altoandinas (Simiele et al., 2022).

VI. Conclusiones

1. El tratamiento con humus de lombriz + tierra agrícola + arena fina (T2) alcanzó el mayor porcentaje de prendimiento con 95%, seguido de estiércol de cuy con (87.76%), el estiércol de ovino (86.22%) y el testigo (84.18 %). Así mismo, registró los mayores valores promedio en altura de planta (16.42 cm a los 120 días y 20.38 cm a los 150 días), número de brotes (4.42 y 6.02, respectivamente) y número de hojas (14.72 y 25.48, respectivamente).
2. Los resultados obtenidos corroboran la hipótesis específica, evidenciando que el humus de lombriz, debido a su elevada concentración de microorganismos benéficos, materia orgánica humificada y macro- y micronutrientes esenciales, promueve procesos fisiológicos asociados al crecimiento altura de planta, numero de brotes, numero de hojas de los esquejes. Asimismo, contribuye a optimizar la eficiencia fotosintética y la acumulación de biomasa vegetal.
3. El análisis de costo de producción determinó que los costos totales de producción si varían significativamente entre tratamientos, oscilando para T0 entre S/ 466.70 y S/ 571.70 para T2 (humus de lombriz) que presentó un leve incremento de costo (S/.105.00), este fue compensado por su mayor porcentaje de prendimiento en comparación con los demás sustratos, esto valida parcialmente la hipótesis, indicando que las variaciones de costo son regularmente leves, pero el rendimiento obtenido justifica plenamente la inversión adicional.

VII. Recomendaciones

1. Se recomienda utilizar el sustrato compuesto por humus de lombriz + tierra agrícola + arena fina (T2), debido a que alcanzó el mayor porcentaje de prendimiento (95.92 %) en la propagación de esquejes de (*Polylepis racemosa)*; asimismo, este tratamiento mostró un efecto significativamente positivo en el crecimiento agronómico, reflejado en mayor altura de planta, número de brotes y número de hojas.
2. Se recomienda a los viveristas y a los proyectos de forestación con especies nativas utilizar humus de lombriz como componente principal del sustrato en la propagación de esquejes, debido a que favorece significativamente el prendimiento, la altura de planta, el número de brotes y el número de hojas, gracias a su elevada actividad biológica y aporte de materia orgánica y nutrientes esenciales, estos efectos resultan principalmente importantes en especies forestales altoandinas como Polylepis racemosa.
3. Se recomienda la implementación del tratamiento (T2), ya que, aunque registra un ligero incremento en el costo de producción, presenta un mayor rendimiento, esto lo posiciona como una alternativa económicamente rentable y sostenible.
4. Se recomienda realizar estudios a mayor escala y en condiciones de campo para comprobar la efectividad del sustrato (T2) en otras especies de *Polylepis* y en diferentes contextos agroecológicos, por lo cual esto permitirá elaborar guías técnicas más claras y confiables que apoyen los programas de forestación y restauración ecológica.

VIII. Referencias

Acosta, D. (2022). *Efecto de Tres Enraizadores y Tres Sustratos en la Propagación Vegetativa de Yagual (Polylepis incana) en el Cantón Tulcán, Provincia de Carchi-Riobamba - Ecuador.* Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/16110/1/33T00348.pdf.

Aguirre. (1988). *Propagación vegetativa de esquejes de Queñua (Polylepis racemosa).*

Arbolandino. (2009). *Árbol de los Ecosistemas Forestales Andinos.* Lima: ECOBONA. https://www.academia.edu/10345822/213860447_Arboles_Andinos_Peru.

Ayma Romay, A. (2015). *El tamaño de la plántula de Polylepis lanata y las prácticas silvícolas influyen en la resistencia al ataque del hongo Peronospora en vivero (Cochabamba, Bolivia).* Cochabamba- Bolivia: Boletín Proyecto de Manejo y Restauración de Bosques de Independencia. https://www.researchgate.net/publication/318559897_El_tamano_de_la_plantula_de_Polylepis_lanata_y_las_practicas_silviculturales_influyen_en_la_resistencia_al_ataque_del_hongo_Peronospora_en_vivero_Cochabamba_Bolivia.

Brako, L., & Zarucchi, J. (1993). *Catálogo de las Plantas con Flores y Gimnospermas del Perú.* Perú: Artículo de revista. https://www.tropicos.org/reference/7728.

Cano, M. y. (2011). *Diversidad del género Polylepis (Rosaceae, Sanguisorbeae) en los Andes peruanos.* Lima- Perú: Revista Peruana de Biología. https://www.researchgate.net/publication/262593055_Diversidad_del_genero_Polylepis_Rosaceae_Sanguisorbeae_en_los_Andes_peruanos.

Castro, J. (2014). *Caracterización de Bosque de Polylepis de Jurau, Microcuenca de Paria, Distrito de Huasta, Provincia de Bolognesi, Departamento de Ancach.* Lima- Perú: Universidad Agraria de Molina. file:///C:/Users/Administrador/Downloads/K10-C3552-T%20(11).pdf.

Ccallo Condori, D. (2024). *Aplicación de Enraizadores Comerciales en el Crecimiento Inicial de Qeuña (Polylepis incana Kunth) en Platabanda, y Vivero Kulliyoq Kayra - San Jerónimo Cusco.* Cusco - Perú.

file:///C:/Users/Administrador/Desktop/Tesis%20Gladys%202023/Autores%20selectos/253T20240027%20UNSAC%20CUSCO.pdf.

Cesa. (1992). *Botánica Económica de los Andes Centrales, 2006.* (C. d. lombricultora., Ed.),https://www.beisa.dk/Publications/BEISA%20Book%20pdfer/1%20Indice.pdf

Chávez, L. (2021). *Etiología y Patogénesis del Hollín del Quinual (Polylepis racemosa Ruiz Pavón) en Conga Buenos Ayres Bambamarca.* Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca. https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14074/4076/TESIS%20LIDONIL%20CH%C3%81VEZ%20WALTER.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

Domínguez, G. (2020). *Efecto de los Sustratos en la Propagación Vegetativa por Esquejes Queñual (Polylepis Incana) en Condiciones de Vivero en la Localidad de Huacrachuco - Huánuco - Perú.* Universidad Nacional Hermilio Valdiviezo - Huánuco. https://es.scribd.com/document/550953597/EFECTO-DE-LOS-Sustratos-en-la-Propagacion-Vegetativa-por-Esquejes-del-Quenual-Polylepis-incana.

FAO. (2018). *Guía de Buenas Prácticas para Gestión y Uso Sostenible de los Suelos en Áreas Rurales.* Colombia: Organizaciones de Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación. https://www.fao.org/3/i8864es/I8864ES.pdf.

García. (1996). *Ecología y conservación de los bosques montanos de Polylepis. Una introducción al número especial.*

García Vargas, R. (2014). *Sustratos para Viveros.* https://es.slideshare.net/raulgonzalogarciavargas/sustratos-para-viveros.

Ginez, A. (2019). *Estimación Del Carbono Total Almacenado en los Bosques Alto Andinos (Polylepis Spp) del Distrito de Capaso Mediante Modelo Invest.* Juliaca - Perú: Universidad Nacional de Juliaca. http://repositorio.unaj.edu.pe/bitstream/handle/UNAJ/40/TESIS%20EPIAF%20UNAJ%20-%20ALEISY%20KATHERINE%20GINEZ%20QUISPE.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

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.* Universidad José Carlos Mariátegui.file:///C:/Users/Administrador/Desktop/Tesis%20Gladys%202023/Teodoro_Tesis_titulo_2017.pdf.

Iglesias M, L. (s.f.). *El Estiércol y las Prácticas Agrarias Respetuosas con el Medio Ambiente.*Madrid.https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1994_01.pdf

Kessler. (2006). *Caracterización de un bosque de Queñual (Polylepis spp.) Ubicado en el Distrito de Huasta, provincia de Bolognesi.* Ancash - Perú.

Lizana, S. (2019). *Enraizamiento de estacas de Queñua (Polylepis spp) de Diferentes Procedencias y Concentraciones Hormonales de AIB en Cámara de Sub irrigación, Huancayo – Lima Perú.* Lima: Universidad Científica del Perú. https://repositorio.cientifica.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12805/821/TL-Lizana%20S.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

Martínez, O., & Villarte, F. (2009). *Estructura dasométrica de las plantas de un parche de Polylepis besseri incarum y avifauna asociada en la Isla del Sol (Lago Titicaca, La Paz - Bolivia).* Bolivia: Ecología Bolivia. http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1605-25282009000100004&lng=es&nrm=iso&tlng=es.

Masías, V. (2017). *“Consideraciones para la Medición de Diámetros y Alturas de Árboles Vivos de Polylepis flavipila (Bitter) M. Kessler & Schmidt - Leb".* Lima: Universidad Nacional Agraria la Molina. https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/3458/K10-M37-T.pdf?sequence=1

Mendoza, W., & Cano, A. (2011). *Diversidad del Género Polylepis (Rosaceae, Sanguisorbeae) en los Andes Peruanos.* Lima - Perú: Revista Peruana de Biología.

https://biblat.unam.mx/es/revista/revista-peruana-de-biologia/articulo/diversidad-del-genero-polylepis-rosaceae-sanguisorbeae-en-los-andes-peruanos.

Pacco. (2022). *Efecto de Extracto de Sauce y Abonos Orgánicos en el Prendimiento de Esquejes de Queuña (Polylepis tomentella Wedell) en el Vivero Distrital de Tambobamba - Apurímac.* Universidad Nacional San Abad de Cusco. https://repositorio.unsaac.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12918/6588/253T20220147_TC.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

Prentell. (1985). *Biología reproductiva de tres especies de Polylepis (P. Neglecta, P. Incarum y P. Pacensis), con énfasis en su comportamiento germinativo.*

Quinteros (2014), Enraizamiento De Dos Especies De Queñua (Polylepis Tarapacana Y Polylepis Besseri Hieron.) En Cuatro Sustratos, Bajo Ambiente Protegido, T-1935 La Paz Bolivia Iver Eduardo Quinteros Vargas 2014.pdf, file:///D:/Tesis%20Gladys%202023/Autores%20selectos/T1935%20La%20Paz%20Bolivia%20%20Iver%20Eduardo%20Quinteros%20Vargas%2020

Quispe, M. (2021). *Propagación vegetativa de Esquejes de Queñua (Polylepis incana) con aplicación de Enraizadores Naturales en Condiciones de Vivero Patán, Haquira – Apurímac.* Moquegua - Perú: Universidad José Carlos Mariátegui. https://repositorio.ujcm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12819/1515/Mario_tesis_t%C3%ADtulo_2021.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

Quispe, M. E. (2013). *Propagación vegetativa de esquejes de Queñua (Polylepis besseri hieron) en base a la Aplicación de dos Enraizadores Naturales y Tres Tipos de Sustratos en el Vivero de la Comunidad de Huancané - La Paz - Bolivia.* Universidad Mayor de San Andrés. https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/4136/T-1887.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

Renison, D. (2018). Ecología y conservación de los bosques montanos de Polylepis. http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1667-782X2018000200001.

República, P. d. (Decreto Supremo N° 043- 2006 - AG). *Categorización de Especies Amenazadas de Flora Silvestre.* Lima: Norma Legales. https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/944738/D.S.-N-043-2006-AG---Aprueban-Categorizacin-de-Especies-Amenazadas-de-Flora-Silvestre20200705-25584-3pd55e.p.

Robinson. (2001). *citado por Hoyos (2004), propagación sexual a través del uso de semilla especialmente en el género Polylepis, tiene baja viabilidad.*

Rosero C, J. C. (2014). *Evaluación de dos Fertilizantes de Lenta Liberación en la Propagación Asexual del Yagual (Polylepis Racemosa) en la Comunidad San José del Guanto Cantón Quero, Tungurahua.* Universidad Técnica de Ambato Facultad Ciencias Agropecuarias, Ambato - Ecuador. file:///E:/Documentos/Anteproyecto%202019/Tesis-72%20%20%20Ingenier%C3%ADa%20Agron%C3%B3mica%20-CD%20223%20(1).pdf.

Ruiz y Pavón. (1794). *El Género Polylepis en Perú By Biologones.*

Ruiz y Pavón. (1798). *El Género Polylepis en el Perú.* Lima - Perú: Academia Española. https://www.academia.edu/23910193/El_G%C3%A9nero_Polylepis_en_Per%C3%BA_by_biologones.

Ruiz, & Pavón. (1798). *Wikipedia, Taxonomía de (Polylepis racemosa).* Wekipia La Enciclopedia Libre. https://es.wikipedia.org/wiki/Polylepis_racemosa

Sampieri (2024) 6ta Edición Metodología de la Investigación México. https://apiperiodico.jalisco.gob.mx/api/sites/periodicooficial.jalisco.gob.mx/files/metodologia_de_la_investigacion_-_roberto_hernandez_sampieri.pdf.

Simiele, M., et al. (2022). Biochar and/or compost to enhance nursery-produced seedling performance: A potential tool for forest restoration programs. Forests, 13(4), 550. https://doi.org/10.3390/f13040550.

Simpson. (1979). *Caracterización de un bosque de Queñual (Polylepis spp.), Ubicado en el Distrito de Huasta, provincia de Bolognesi (Ancash Perú).*

Soto. (1995). *Revista, Prediciendo la distribución de Polylepis: bosques Andinos vulnerables y cada vez más importantes.*

Soto, L. (2013). *Propagación Vegetativa de Esquejes de Queñual (Polylepis Sp) Bajo Diferentes Dosis del Enraizador Root·Hor En El Distrito De Carampoma, Huarochirí - Lima.* Huancavelica: Universidad Nacional de Huancavelica. file:///E:/Proyecto%20de%20Investigaci%C3%B3n%20Gladys%202020%20-2021/Tesis%20gladys%202022/Tesis%20quenua/Racemosa%20eligida.pdf

Sustratos para Propagar y Siembras en Invernaderos. (s.f.). http://www.lamolina.edu.pe/hortalizas/Ense%C3%B1anza/Clases%20propa/spp.4.sustratos.pdf.

Ticona Medina, E. S. (2022). *Evaluación del Enraizamiento de Sauco (Sambucus nigra L) Bajo el uso de Enraizadores Naturales para la Producción de Plantines en el Centro Experimental Cota Cota.* La Paz Bolivia. https://repositorio.umsa.bo/xmlui/bitstream/handle/123456789/29732/T-3036.pdf?sequence=1.

Vargas, J. (2017). *"Enraizamiento del Quinual (Polylepis Racemosa) con Dos Métodos de Propagación Vegetativa en Dos Tipos de Sustrato En Condiciones Agroecológicas De Baños Lauricocha - Huánuco*: Universidad Nacional Hermilio Valdizan de Huánuco. ile:///E:/Proyecto%20de%20Investigación%20Gladys%202020%20-2021/TESIS%20Gladys%202022/TESIS%20QUENUA/TAG00980V32%20-

Vásquez Villerreal, C. (2019). *Efecto de Enraizadores Naturales y Sintéticos en la Propagación Vegetativa de Dos Especies de Quinual (Polylepis sp.) en condiciones de vivero de Llihuai - Santa María de Valle - Huánuco 2018.* Huánuco Perú.

file:///C:/Users/Administrador/Desktop/Tesis%20Gladys%202023/Autores%20sel

ectos/TAG00919V36%20Cirilo%20Hugo%20VASQUEZ%20VILLAREAL%20Nuanuco%202019.pdf-

Yana, M. (2021). *Fitohormona Enraizante Orgánica y Química en la Propagación Vegetativa de Esquejes de Queñua (Polylepis tomentella Wedd) en el Vivero Alto Huenque de la Provincia Chucuito - Región Puno.* Universidad Nacional de Juliaca. http://repositorio.unaj.edu.pe/bitstream/handle/UNAJ/181/MagalyYana-Tesis.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

Yvette, S. (2018). *Bosques de Queñoas se Resisten a Desaparecer en los Andes Tropicales de Bolivia.* Bolivia: mongabay. https://es.mongabay.com/2018/08/bolivia-bosques-de-quenoas.

Los anexos, panel fotográfico y otros documentos están resguardados en la oficina de repositorio digital institucional en la Biblioteca Central de la Universidad Tecnológica de los Andes