UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA FORESTAL

EVALUACIÓN DE 2 TIPOS DE INJERTOS EN EL PRENDIMIENTO, SUPERVIVENCIA Y CRECIMIENTO DEL BROTE DE DOS ESPECIES FORESTALES EN LA CIUDAD DE PUCALLPA, UCAYALI 2023

Tesis para optar el título profesional de:

INGENIERO FORESTAL

BRAYAN HERNAN, ABARCA JORGE

Pucallpa, Perú
2025

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AMBIENTAL

ACTA DE APROBACION DE SUSTENTACION DE TESIS N°10/2025-CGyT-FCFyA-UNU

En la cuidad de Pucallpa a las 10:00 am del 16 de diciembre de 2025, de acuerdo con el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Nacional de Ucayali, se reunieron los miembros del Jurado Evaluador de forma presencial, los miembros que estuvieron designados con el Memo múltiple N°066-2025-UNU-Fcs F y A-CGT, conformados por los siguientes docentes:

Dr. Carlos Enrique Fachin Mattos	PRESIDENTE
Dr. Jorge Arturo Mori Vásquez	1er. MIEMBRO
Dra. María Angélica Flores Romayna	2do. MIEMBRO

Se procedió a evaluar la sustentación de tesis denominada: **EVALUACIÓN DE 2 TIPOS DE INJERTOS EN EL PRENDIMIENTO, SUPERVIVENCIA Y CRECIMIENTO DEL BROTE DE DOS ESPECIES FORESTALES EN LA CIUDAD DE PUCALLPA, UCAYALI 2023,** presentado por el **Bach, Brayan Hernan Abarca Jorge**; asesorado por el **Dr. Cesar Mori Montero,** habiendo finalizado la sustentación, se procedió a la formulación de preguntas por parte del jurado evaluador, las que fueron absueltas por el sustentante en consecuencia la tesis fue **APROBADA POR UNANIMIDAD Y RECOMENDANDO SU PUBLICACION,** quedando expedito el sustentante para el otorgamiento del **TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO FORESTAL**, Siendo las 10:40 am horas del mismo día se dio por culminado el acto académico, firmando los miembros en señal de conformidad.

Dr. Carlos Enrique Fachin Mattos
Presidente

Dr. Jorge Arturo Mori Vásquez
Primer Miembro

Dra. María Angélica Flores Romayna
Segundo Miembro

ACTA DE APROBACION

La presente tesis fue aprobada por el Jurado Evaluador de la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, de la Universidad Nacional de Ucayali, como requisito para optar el Título Profesional de Ingeniero Forestal.

Dr. Carlos Enrique Fachin Mattos

Presidente

Dr. Jorge Arturo Mori Vásquez

Miembro

Dra. María Angélica Flores Romayna

Miembro

Dr. Cesar Mori Montero

Asesor

Bach. Brayan Hernán Abarca Jorge

Tesista

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

DIRECCIÓN DE PRODUCCIÓN INTELECTUAL

CONSTANCIA

ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Nº **V/400-2025**.

La Dirección de Producción Intelectual de la Universidad Nacional de Ucayali, hace constar por la presente, que el trabajo académico de investigación, titulado:

"**EVALUACIÓN DE 2 TIPOS DE INJERTOS EN LA SUPERVIVENCIA, PRENDIMIENTO Y CRECIMIENTO DEL BROTE DE DOS ESPECIES FORESTALES EN LA CIUDAD DE PUCALLPA, UCAYALI 2023**"

Autor(es)	:	**ABARCA JORGE, BRAYAN HERNÁN**
Facultad	:	**CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES**
Escuela	:	**ING. FORESTAL**
Asesor(a)	:	**Dr. MORI MONTERO, CESAR**

Presenta un **porcentaje de similitud de 5%,** verificado en el Sistema Antiplagio COMPILATIO,

De acuerdo a los criterios de porcentaje establecidos en el artículo 9 de la DIRECTIVA DE USO DEL SISTEMA ANTIPLAGIO, el cual indica que todo trabajo de investigación no debe superar el 10%. **En tal sentido, se declara, que el presente trabajo de investigación: SI Contiene un porcentaje aceptable de similitud,** procediéndose a emitir la presente Constancia de Originalidad de Trabajo de Investigación (COTI) a solicitud del asesor.

En señal de conformidad se firma y sella el presente documento.

Fecha: 08/08/2025

Mg. JOSÉ MANUEL CÁRDENAS BERNAOLA
Director de Producción Intelectual

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

DIRECCIÓN DE PRODUCCIÓN INTELECTUAL

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

Repositorio de la Universidad Nacional de Ucayali

Yo, Brayan Harnan Abarca Jorge

Autor de la tesis titulada : "Evaluación de 2 tipos de injerto en el prendimiento, supervivencia y crecimiento del brote de dos especies forestales en la ciudad de Pucallpa, Ucayali 2023"

Sustentada el año 2025

Asesor(a): Dr. Cesar Mori Montero

Facultad: Ciencias Forestales y Ambientales

Escuela Profesional: Ingeniería Forestal

Autorizo la publicación:

PARCIAL [ ] TOTAL [X]

De mi trabajo de investigación en el Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Ucayali (www.repositorio.unu.edu.pe), bajo los siguientes términos:

Primero: Otorgo a la Universidad Nacional de Ucayali licencia no exclusiva para reproducir, distribuir, comunicar, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público en general mi tesis (incluido el resumen) a través del Repositorio Institucional de la UNU, en formato digital sin modificar su contenido, en el Perú y en el extranjero; por el tiempo y las veces que considere necesario y libre de remuneraciones.

Segundo: Declaro que la tesis es una creación de mi autoría y exclusiva titularidad, por tanto me encuentro facultado a conceder la presente autorización, garantizando que la tesis no infringe derechos de autor de terceras personas, caso contrario, me hago único(a) responsable de investigaciones y observaciones futuras, de acuerdo a lo establecido en el estatuto de la Universidad Nacional de Ucayali, la Superintendencia Nacional de Educación Superior Universitaria y el Ministerio de Educación.

En señal de conformidad firmo la presente autorización.

Fecha: 16 / 12 / 2025

Email: abarcajorge2000@gmail.com Firma: [signature]

Teléfono: 916697068 DNI: 75706114

DEDICATORIA

Esta tesis se la dedico:

A nuestro señor Dios padre todo poderoso, por darme el soplo de vida, quién me vela y protege con su gran manto de amor y me guía por un camino iluminado, quitando las maldades delante de mí.

A mi madre Luzmila Elvira Jorge Alania que me dio la vida y su infinito amor y apoyo, así como una educación de calidad y ejemplar a base de muchos sacrificios para seguir siempre adelante a pesar de las adversidades, tomando a ellos como modelo de perseverancia.

A mis queridos hermanos Daily y Rosa Polinar Jorge y a mis abuelos Narcizo Jorge Maiz y Sergia Alania Rojas, por estar siempre a mi lado y apoyarme en conseguir mis logros.

A mis, primos, tíos queridos y amigos cercanos por el fortalecimiento emocional en las diferentes etapas de mi vida.

AGRADECIMIENTOS

Muestro mis más sinceros agradecimientos:

A la Universidad Nacional de Ucayali por haberme dado la oportunidad de estudiar y culminar los estudios obteniendo el grado de Bachiller en Ciencias Forestales y ahora para obtener el título de Ingeniero Forestal.

Al Dr. César Mori Montero como docente y asesor, por las enseñanzas para la formulación del proyecto de tesis y el asesoramiento durante la ejecución, redacción y sustentación del mismo.

A los docentes de la Escuela profesional de Ingeniería Forestal que me enseñaron, cuyos conocimientos me permitieron un mejor desarrollo y alcance profesional para sobresalir al exterior.

A todas aquellas personas como mi madre Luzmila Elvira Jorge Alania y amigos cercanos que de una u otra manera contribuyeron en la realización de la presente tesis para optar el grado de Ingeniero Forestal.

ÍNDICE GENERAL

Pág.

DEDICATORIA vi
AGRADECIMIENTOS vii
ÍNDICE GENERAL viii
ÍNDICE DE ANEXOS xiii
RESUMEN xiv
ABSTRACT xv
INTRODUCCIÓN 16
CAPÍTULO I 18
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 18
1.1. Descripción del Problema 18
1.2. Formulación del Problema 20
1.2.1. Problema General 20
1.2.2. Problemas Específicos 20
1.3. Hipótesis 20
1.3.1. Hipótesis General 20
1.3.2. Hipótesis Específicas 21
CAPÍTULO II 22
MARCO TEÓRICO 22
2.1. Antecedentes del estudio 22
2.1.1. Antecedentes Internacionales 22
2.1.2. Antecedentes Nacionales 23
2.1.3. Antecedentes Locales 25
2.2. Bases Teóricas 25
2.2.1. Injerto 25
2.2.2. Tipos de Injertos aplicados en plantas 26
2.2.3. Importancia del Injerto 28
2.2.4. Mejoramiento genético forestal 28
2.2.5. Especies forestales 29

CAPÍTULO III 31
METODOLOGÍA 31
3.1. Método de Investigación 31
3.1.1. Tipo de Investigación 31
3.1.2. Nivel de Investigación 31
3.1.3. Diseño de la Investigación 31
3.2. Población y muestra 33
3.2.1. Población 33
3.2.2. Muestra 33
3.3. Procedimiento de recolección de datos 33
3.3.1. Ubicación del Estudio 33
3.4. Técnicas e instrumentos para recolección de datos 36
3.5. Análisis estadístico de datos 37
3.5.1. Análisis descriptivo 37
3.5.2. Análisis inferencial 37
CAPÍTULO IV 39
RESULTADOS Y DISCUSIÓN 39
4.1. Injerto de púa y yema de Bolaina Blanca (*Guazuma crinita* Mart). .. 39
4.2. Injerto de púa y yema de Shihuahuaco (*Dipteryx férrea (Ducke)*) ... 41
4.3. Análisis estadísticos de las evaluaciones 43
4.4. Comprobación de Hipótesis 60
4.5. Discusión de resultados 61
CAPÍTULO V 64
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 64
5.1. Conclusiones 64
5.2. Recomendaciones 64
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 66
ANEXOS 71

ÍNDICE DE TABLAS

Pág.

Tabla 1. Evaluación de las variables, mediante la observación directa en intervalos de 15 días, hasta completar un período de 75 días: 35
Tabla 2. Evaluación de dos tipos de injerto en bolaina blanca (Guazuma crinita Mart). 39
Tabla 3. Evaluación de dos tipos de injerto en Shihuahuaco (Dipteryx férrea (Ducke)) 41
Tabla 4. Resumen del modelo lineal de efectos mixtos de prendimiento de injertos. 43
Tabla 5. ANOVA Prendimiento 43
Tabla 6. Comparación de medias del prendimiento por especies. 44
Tabla 7. Comparación de medias de prendimiento por tipo de injerto. 45
Tabla 8. Comparación de medias de Prendimiento por interacción especie y tipo de injerto. 46
Tabla 9. Resumen del modelo lineal mixto en número de brotes 47
Tabla 10. ANOVA Número de brotes 48
Tabla 11. Comparación de medias del número de brotes por especies. 48
Tabla 12. Comparación de medias del número de brotes por tipo de injerto. . 49
Tabla 13. Comparación de medias de número de brotes por interacción especie y tipo de injerto.. 50
Tabla 14. Resumen del modelo lineal mixto de longitud de brotes. 52
Tabla 15. ANOVA Longitud de brotes 52
Tabla 16. Comparación de medias de longitud de Brotes por especie. 53
Tabla 17. Comparación de medias de longitud de brotes por tipo de injerto. . 54
Tabla 18. Comparación de medias de longitud de brotes por interacción de especie y tipo de injerto. 55
Tabla 19. Resumen del modelo lineal mixto de número de hojas promedio por brote. 56
Tabla 20. *ANOVA número de hojas promedio por brote.* 57
Tabla 21. *Comparación de medias por número de hojas promedio por especie.* 57

Tabla 22. Comparación de medias de número de hojas promedio por tipo de especie..... 58

Tabla 23. Comparación de medias de número de hojas promedio de brote por interacción de especie y al tipo de injerto..... 59

ÍNDICE DE FIGURAS

Pág.

Figura 1. Mapa de ubicación del vivero de la Universidad Nacional De Ucayali. 34
Figura 2. Corte para un injerto de púa..... 36
Figura 3. Corte para un injerto de yema..... 36
Figura 4. Prendimiento (%) de acuerdo a especie. 44
Figura 5. Prendimiento (%) de acuerdo a tipo injerto 45
Figura 6. Prendimiento (%) de acuerdo a especie y tipo de injerto. 47
Figura 7. Número de brotes de acuerdo a la especie..... 49
Figura 8. Número de brotes de acuerdo al tipo de injerto 50
Figura 9. Número de brotes de acuerdo a especie y tipo de injerto. 51
Figura 10. Longitud de brotes de acuerdo a la especie..... 53
Figura 11. Longitud de brotes de acuerdo al tipo de injerto. 54
Figura 12. Longitud de brotes según la especie y tipo de injerto..... 56
Figura 13. Número de hojas promedio por brote por especie. 58
Figura 14. Número de hojas promedio por brote de acuerdo al tipo de injerto. 59
Figura 15. Número de hojas promedio por brote de acuerdo a la especie y al tipo de injerto..... 60

ÍNDICE DE ANEXOS

Pág.

Anexo 1. Matriz de Consistencia 72

Anexo 2. Ficha de registro de Evaluación del injerto de púa y yema de la Bolaina blanca (Guazuma crinita Mart) y Shihuahuaco (Dipteryx ferrea)..... 73

Anexo 3. Gráficos de diagnóstico de Normalidad y de Homogeneidad de Varianza 74

Anexo 4 Panel Fotográfico 75

RESUMEN

La presente investigación representa un problema a resolver como ¿Cuál de los 2 tipos de Injertos tienen mayor prendimiento, supervivencia y crecimiento del brote en dos especies forestales Bolaina Blanca (Guazuma crinita Mart.) y Shihuahuaco (Dipteryx férrea (Ducke)), tuvo como objetivo general de Evaluar dos tipos de injertos en el prendimiento, supervivencia y crecimiento del brote en dos especies forestales Bolaina Blanca (Guazuma crinita Mart.) y Shihuahuaco (Dipteryx férrea (Ducke)). Se trabajó con una muestra de 30 plantones por especie, distribuidas equitativamente entre los dos tipos de injerto. El nivel de estudio es explicativo-comparativo y experimental. Los resultados indican que el injerto por púa central obtuvo un porcentaje de prendimiento significativamente mayor en ambas especies (en Bolaina Blanca un 53% y en Shihuahuaco un 33% a los 75 dias), mientras que el injerto por yema lateral no mostró éxito en supervivencia ni desarrollo de brotes para ninguna de las especies. Además, el número y vigor de brotes fue superior en Bolaina Blanca (1.06 ± 0.08 de brotes/planta) en relación a Shihuahuaco (0.79 ± 0.08 de brotes/planta) al aplicar la púa central, evidenciando diferencias fisiológicas entre especies. Se concluye que, para ambos objetivos, la técnica de injerto por púa central es la más eficiente para lograr alta supervivencia, prendimiento exitoso y desarrollo vigoroso de brotes en ambas especies, siendo especialmente favorable para Bolaina Blanca. El método por yema lateral no resulta viable bajo las condiciones evaluadas, por lo que no se recomienda su uso para la propagación clonal de estas especies forestales.

Palabras claves: Injertos, brote, plantones, especie forestal, prendimiento, crecimiento, supervivencia.

ABSTRACT

This research addresses the problem of which of two grafting techniques exhibits greater success, survival, and shoot growth in two forest species: Bolaina Blanca (Guazuma crinita Mart.) and Shihuahuaco (Dipteryx ferrea (Ducke)). The general objective was to evaluate the success, survival, and shoot growth of these two grafting techniques. A sample of 30 seedlings per species was used, distributed equally between the two grafting techniques. The study is explanatory-comparative and experimental in nature. The results indicate that central scion grafting achieved a significantly higher success rate in both species (53% in Bolaina Blanca and 33% in Shihuahuaco at 75 days), while side bud grafting showed no success in terms of survival or shoot development for either species. Furthermore, the number and vigor of shoots were higher in Bolaina Blanca (1.06 ± 0.08 shoots/plant) compared to Shihuahuaco (0.79 ± 0.08 shoots/plant) when using central scion grafting, demonstrating physiological differences between species. It is concluded that, for both objectives, central scion grafting is the most efficient technique for achieving high survival rates, successful rooting, and vigorous shoot development in both species, being particularly favorable for Bolaina Blanca. The side bud grafting method is not viable under the evaluated conditions, and therefore its use is not recommended for the clonal propagation of these forest species.

Keywords: Grafts, shoots, seedlings, forest species, rooting, growth, survival.

INTRODUCCIÓN

Las acciones de reforestación y restauración ecológica son fundamentales para contrarrestar los impactos negativos derivados de la deforestación y del cambio climático, particularmente en regiones tropicales como la Amazonía (Neira Moscoso, 2022). Un ejemplo representativo de esta realidad es Pucallpa, ubicada en el departamento de Ucayali, que se caracteriza por su rica biodiversidad y el creciente interés en promover prácticas de explotación forestal sostenible. Sin embargo, las especies nativas de esta zona han sufrido un fuerte impacto debido a las actividades agrícolas y la expansión urbana, lo que ha generado la necesidad de implementar técnicas de regeneración más eficientes. En este contexto, los injertos se presentan como una técnica prometedora para propagar especies forestales, ya que permiten mejorar la tasa de supervivencia y el crecimiento de los brotes al combinar características favorables de distintas plantas.

El injerto es una técnica vegetativa que consiste en unir una parte aérea (injerto) de una planta con una parte radicular (patente) de otra especie o variedad. En el sector forestal, este procedimiento permite conservar cualidades deseables como la resistencia a plagas, la velocidad de crecimiento y la capacidad de adaptación al entorno local. No obstante, el éxito de esta técnica depende de diversos factores, como el tipo de injerto, la compatibilidad entre las especies y las condiciones del medio ambiente.

Según Montero & Romero, (2018), el injerto es usado solamente para plantas frutales y ornamentales para que se pueda incrementar la producción y reproducir aquellas variedades. El injerto, como una técnica de bajo costo, fácil de aprender y que genera resultados a corto plazo, por lo tanto, con potencial de ser altamente replicable. De acuerdo con Hartmann et al., (2013) el injerto constituye una estrategia clave en la propagación de especies leñosas debido a su capacidad para transmitir características genéticas deseables y mejorar la uniformidad de los cultivos.

Asimismo, Lamb et al., (2005) enfatizan que la restauración de paisajes forestales en regiones tropicales requiere de métodos innovadores de

regeneración, dentro de los cuales el injerto se posiciona como una estrategia que puede acelerar la recuperación de ecosistemas degradados. De manera complementaria Chazdon, (2014), la reforestación mediante técnicas innovadoras de propagación es considerada una de las estrategias más efectivas para enfrentar la pérdida de bosques tropicales y mitigar los efectos del cambio climático.

El propósito de este estudio es evaluar la efectividad de dos tipos de injertos en cuanto a su impacto en la supervivencia, el prendimiento y el crecimiento del brote en dos especies forestales en Pucallpa, Ucayali. Esta evaluación resulta fundamental para comprender el comportamiento de estas dos especies forestales frente a los diferentes tipos de injertos, con el objetivo de obtener plantas mejoradas y aportar evidencia científica que respalde el uso de esta técnica en el incremento de la productividad forestal.

Asimismo, el Objetivo General de la presente investigación, indica que se va a evaluar dos tipos de injertos en el prendimiento, supervivencia y crecimiento del brote en dos especies forestales Bolaina Blanca (Guazuma crinita Mart.) y Shihuahuaco (Dipteryx férrea (Ducke)); en cuyos Objetivos Específicos se determinará el prendimiento, supervivencia y el crecimiento del brote en el injerto de púa y yema tanto de la especie forestal Bolaina blanca (Guazuma crinita Mart) y Shihuahuaco (Dipteryx férrea (Ducke)).

Los resultados de esta investigación contribuirán a ampliar el conocimiento sobre la viabilidad de los injertos para la regeneración de especies forestales, especialmente en regiones donde las condiciones para el crecimiento son adversas.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción del Problema

La región de Ucayali se caracteriza por su gran diversidad de bosques y una variada cantidad de especies forestales que desempeñan un papel fundamental en el equilibrio ecológico y el bienestar de sus comunidades. Sin embargo, estas especies se enfrentan a un proceso acelerado de extinción debido a la deforestación causada por múltiples factores como la ganadería, la agricultura y el crecimiento urbano (Chávez, 2018). Ante esta problemática, surge la necesidad de buscar alternativas que permitan recuperar y conservar estas especies como la Bolaina blanca (*Guazuma crinita* Mart) y el Shihuahuaco (*Dipteryx férrea* (Ducke)) de manera eficiente y sostenible. Una de las estrategias propuestas es la utilización de técnicas de injerto, las cuales permiten acelerar la producción de semillas y lograr una fructificación más rápida en un corto tiempo, además de asegurar que las especies resultantes mantengan una excelente calidad. Estas técnicas (de Púa y de Yema) se presentan como una opción viable frente a los métodos tradicionales de reproducción empleados en los viveros, contribuyendo así a la preservación no solo de las especies que se pretende estudiar, sino de otras especies forestales que sean sometidas a investigaciones similares para el fortalecimiento de la biodiversidad en la región de Ucayali.

En el ámbito forestal, los estudios sobre injertos son escasos. La mayoría de investigaciones se concentran en la propagación por semillas o estacas, lo cual limita el aprovechamiento de técnicas que permitan acelerar la reproducción, reducir el tiempo de establecimiento y mejorar la calidad genética de las especies. Esta situación adquiere relevancia considerando que varias especies amazónicas se encuentran en riesgo de disminución o desaparición, lo que afectaría gravemente la biodiversidad.

El injerto representa una alternativa con gran potencial para la propagación, recuperación y conservación de especies forestales de alto valor. Su aplicación podría favorecer tanto la producción de plantones genéticamente

mejorados como el desarrollo de semillas de calidad, tal es el caso de la Bolaina blanca (*Guazuma crinita* Mart.) y el Shihuahuaco (*Dipteryx ferrea* Ducke), cuya validación mediante injertos podría constituir una alternativa viable para la producción certificada y la conservación de recursos genéticos en la Amazonía peruana, contribuyendo a la implementación de plantaciones comerciales sostenibles y a la reforestación de áreas degradadas.

Los injertos son habitualmente utilizados para sacar provecho de las propiedades superiores del patrón (planta que recibe el futuro tallo), en relación al sistema radicular original de la púa (trozo de tallo que dará origen a la parte aérea): “Por ejemplo, menor susceptibilidad a enfermedades, insectos y nematodos. Mejor desempeño en condiciones edáficas desfavorables para crecimiento como compactación, drenaje deficiente, sequía y salinidad” (UACh, 2022).

El aprovechamiento de esta técnica resulta especialmente relevante en especies de alto valor económico y ecológico, como la Bolaina Blanca (Guazuma crinita Mart.) y el Shihuahuaco (Dipteryx ferrea (Ducke)), que forman parte esencial de los ecosistemas amazónicos y que hoy se ven amenazadas por la explotación intensiva y la deforestación. Investigaciones internacionales subrayan que la injertación, al combinar la rusticidad del patrón con las características deseadas de la púa, puede garantizar una mayor tasa de prendimiento, mejor supervivencia y un crecimiento vigoroso de los brotes (Melnyk & Meyerowitz, 2015; Goldschmidt, 2014).

En el presente trabajo se abocará a desarrollar el tema de Evaluación de dos tipos de injerto en la supervivencia, prendimiento y crecimiento del brote en dos especies forestales Bolaina Blanca (Guazuma crinita Mart.) y Shihuahuaco (Dipteryx férrea (Ducke)), para evaluar si estos tipos de técnica de injertos se obtendrá mejores respuestas a las variables de estudio de las especies forestales en la región de Ucayali.

1.2. Formulación del Problema

1.2.1. Problema General

¿Cuál de los 2 tipos de Injertos tienen mayor prendimiento, supervivencia y crecimiento del brote en dos especies forestales Bolaina Blanca (Guazuma crinita Mart.) y Shihuahuaco (Dipteryx férrea (Ducke))?

1.2.2. Problemas Específicos

- ¿Se podrá obtener mayor prendimiento, supervivencia y crecimiento del brote del injerto de púa frente al injerto de yema de la especie forestal Bolaina blanca (Guazuma crinita Mart.)
- ¿Se podrá obtener mayor prendimiento, supervivencia y crecimiento del brote del injerto de púa frente al injerto de yema en la especie forestal Shihuahuaco (Dipteryx *férrea* (Ducke))?

1.3. Hipótesis

1.3.1. Hipótesis General

Ha:

La aplicación del Injerto de púa produce mayor prendimiento, supervivencia y crecimiento del brote que el injerto de yema en dos especies forestales Bolaina Blanca (Guazuma crinita Mart.) y Shihuahuaco (Dipteryx *férrea* (Ducke)).

Ho: La aplicación del Injerto de púa no produce mayor prendimiento, supervivencia y crecimiento del brote que el injerto de yema en dos especies forestales Bolaina Blanca (Guazuma crinita Mart.) y Shihuahuaco (Dipteryx férrea (Ducke)).

1.3.2. Hipótesis Específicas

- **Ha:** La aplicación del injerto de púa produce mayor prendimiento, supervivencia y crecimiento del brote que el injerto de yema en la especie forestal Bolaina Blanca (Guazuma crinita Mart.)

  Ho: La aplicación del injerto de púa no produce mayor prendimiento, supervivencia y crecimiento del brote que el injerto de yema en la especie forestal Bolaina Blanca (Guazuma crinita Mart.)

- **Ha:** La aplicación del injerto de púa produce mayor prendimiento, supervivencia y crecimiento del brote que el injerto de yema en la especie forestal Shihuahuaco (Dipteryx férrea (Ducke)).

  Ho: La aplicación del injerto de púa no produce mayor prendimiento, supervivencia y crecimiento del brote que el injerto de yema en la especie forestal Shihuahuaco (Dipteryx férrea (Ducke)).

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes del estudio

2.1.1. Antecedentes Internacionales

Según Wendling et al., (2017) en sus pesquisa titulada: Produção de mudas de araucária por enxertia, mencionan lo siguiente: “Los métodos de injerto desarrollados son técnicamente viables y simples de operar, con índices de supervivencia del injerto entre el 80% y el 95%”.

Barrera, (2020) en su pesquisa titulado: Interacción y compatibilidad de diferentes métodos de injertado en patrones de Pinus pseudostrobus Lindl, concluye la variación generada por los distintos tratamientos aplicados, la técnica de injerto por fisura terminal en Pinus patula, realizada durante el invierno, alcanza un promedio de prendimiento del 72.5 %. Este porcentaje no se ve influenciado por los niveles evaluados de riego, fertilización ni por el tipo de contenedor utilizado. En cambio, el crecimiento en diámetro y longitud del injerto sí se ve afectado por el régimen de riego, la fertilización y el tamaño del contenedor. La mejor respuesta en el desarrollo del injerto se obtiene al combinar un contenedor de mayor volumen, fertilización completa y riego hasta saturación cada tres días.

Según Monteiro & Santo, (2017), indican en sus investigación titulada: Enxertia entre espécies do gênero Handroanthus. El autoinjerto de Ipê amarillo y Ipê blanco resultó en tasas bajas de adherencia (33,3 y 38,8%, respectivamente), diferente a lo observado en Combinación IR/IR (83,3%). Las combinaciones injerto/patrón entre diferentes especies del género Handroanthus resultaron en tasas medianas de apego (IR/AI: 55,5%), baja (IR/IB: 27,7% y AI/IR, IA/IB y IB/IA: 5,5%) o nula (IB/IR: 0%). Se comprueba, por tanto, que el injerto morado es eficaz en el injerto, sobre todo si el patrón es de la misma especie, además de presentar buena compatibilidad con el ipe blanco.

En la investigación de los autores Santillán et al., (2021), con sus investigación titulado: Propagación sexual y asexual de Brosimum Alicastrum Swartz en Campeche, México, mencionan que los métodos de acodo e injerto mostraron resultados estadísticamente significativos, y la prueba de comparación de medias de Tukey evidenció diferencias entre los tratamientos, con un nivel de confianza del 95 % (α = 0,05). En cuanto al acodo, el uso de sustrato a base de turba fue el que arrojó los mejores resultados. En el caso de los injertos, la técnica de enchape lateral destacó por su eficacia, logrando un prendimiento del 75 % (15 de 20 repeticiones), superando considerablemente a las técnicas de hendidura (20 %, 4 de 20 repeticiones), yema (0 %, 0 de 20) e injerto inglés simple (10 %, 2 de 20).

Los autores Pérez et al., (2021) citados por los autores López et al., 2023), en sus investigación titulado: Efecto del riego, la fertilización y el contenedor en la respuesta a la injertación de plántulas de Pinus patula Schltdl. & Cham, mencionan lo siguiente: “La clonación de árboles forestales por este conducto permite multiplicar genotipos de árboles maduros con características de interés económico y ecológico, como parte del mejoramiento genético forestal”.

2.1.2. Antecedentes Nacionales

El autor Vílchez, (2017) concluye en su investigación titulado: Evaluación de diferentes tipos de injerto en plantones de palto (persea americana mill) variedad hass en condiciones de vivero en pachachaca baja – Abancay – 2016, lo siguiente, los distintos tipos de injerto en plantones de palto, se obtuvieron los siguientes resultados: el Tratamiento A (injerto inglés simple) logró un 100 % de prendimiento; el Tratamiento B (injerto inglés doble), un 90.25 %; el Tratamiento C (injerto por corona), un 70.50 %; el Tratamiento D (injerto por hendidura), un 8.25 %; y el Tratamiento E (injerto por parche), apenas un 6.25 %. Estos resultados indican que el injerto inglés simple proporciona un rendimiento significativamente superior en comparación con las demás técnicas evaluadas.

Según Vargas, (2021) en su tema de investigación titulado: “Influencia de tipos de injerto en el prendimiento, crecimiento y desarrollo de plantones de pan de árbol (Artocarpus altilis), Ccatun Rumi 562 msnm, Pichari - La Convención”. El experimento consistió en propagar plantas francas he injertos de tipo lengüeta, púa y lateral en plantas de 5 y 6 meses. Se evaluaron seis plantas por tratamiento. Los resultados mostraron que el porcentaje de prendimiento de injertos fue mayor en las plantas de 6 meses (100%, 90%, 80%) que en las de 5 meses (96.67%, 100%, 86.67%). En cuanto al crecimiento, los injertos lengüeta en plantas de 5 meses alcanzaron 30.33 cm, superando a los injertos púa y lateral (15.67 y 12.33 cm). En las plantas de 6 meses, no hubo diferencias estadísticas significativas entre los tres tipos de injertos, con un crecimiento de 23.83 cm para lengüeta, 27.50 cm para púa y 22.50 cm para lateral. En cuanto al número de hojas, en plantas de 5 meses el injerto lateral tuvo 7.67 hojas, más que los injertos lengüeta (5.17) y púa (3.33), mientras que en las de 6 meses, el injerto lengüeta superó a los demás con 9.33 hojas.

Vásquez, (2020) en su trabajo de investigación titulado: Evaluación de cuatro técnicas de injerto en plantones tardíos de Schizolobium parahyba e Hymenaea courbaril en Madre de Dios, Perú. La respuesta de prendimiento y supervivencia de los injertos varió entre las dos especies. En S. parahyba, los injertos de púa tipo inglés (T1) y de hendidura simple (T2) mostraron éxito en el prendimiento, siendo el injerto tipo hendidura simple el más efectivo con un 67%, aunque con una baja sobrevivencia del 3% en el tipo T1. En H. courbaril, solo el injerto de yema tipo parche (T3) mostró prendimiento y sobrevivencia, con un 33%. Los demás injertos no tuvieron éxito. El injerto de yemas con astilla (T4), comúnmente usado en cítricos, no tuvo resultados en ambas especies, siendo rechazado por las plantas. Los resultados sugieren que los injertos de púa tienen buenas tasas de prendimiento, pero con baja supervivencia en S. parahyba, mientras que en H. courbaril, el injerto de yema tipo parche fue el único efectivo.

2.1.3. Antecedentes Locales

Según los autores Paredes et al., (2010) en sus investigación titulado: “propagación vegetativa de Bolaina Blanca (Guazuma crinita Mart.) Mediante injerto, bajo condiciones ambientales controladas”, concluyen lo siguiente, es posible injertar bolaina blanca empleando cualquiera de las dos técnicas de injerto (púa central o empalme), un sistema de protección (bolsa de polietileno o cinta parafilm) y 60% de sombreamiento durante 30 días. La presencia de segmentos vegetativos más jóvenes en la vareta y en el patrón también influye positivamente en el éxito del injerto.

En la investigación de los autores Herrera & Morales, (2022) en sus pesquisa titulado: Evaluación de la técnica, Sistema de Protección y Sombreamiento en el prendimiento de injertos de Marupa (Simarouba amara Aublet) y Aucatadijo (Croton matourensis Aublet), en Pucallpa - Ucayali, Perú. A los 30 días de realizada la injertación, el tratamiento que incluyó empalme, protección con bolsa plástica y 80 % de sombra alcanzó un 20 % de prendimiento. En cuanto a la especie aucatadijo, ninguno de los tratamientos aplicados, ni en técnicas, ni en protección, ni en niveles de sombra logró resultados exitosos en el proceso de injertado.

2.2. Bases Teóricas

2.2.1. Injerto

Según los autores Orasma et al., (2016) mencionan que el injerto es un método de propagación vegetativa artificial de los vegetales en el que una porción de tejido procedente de una planta la variedad o injerto propiamente dicho se une sobre otra ya asentada el patrón porta injerto o pie de tal modo que el conjunto de ambos crezca como un solo organismo. El injerto se emplea sobre todo para propagar vegetales leñosos de uso comercial sean frutales u ornamentales.

El injerto es una técnica de multiplicación vegetativa artificial que consiste en unir una porción de tejido de una planta sobre otra establecida, de modo que

ambas partes crezcan juntas como una sola. Implica colocar una rama con yema (vareta) de una planta con buenas características productivas sobre otra que tiene buenas cualidades de adaptación al suelo (pie). Esto permite que ambas partes se fusionen y compartan savia, formando una planta única capaz de crecer y producir (Montero & Romero, 2018) y (Ayaviri, s. f.).

Los autores Alfaro & Orthmann, (1966), mencionan en sus investigación titulado: La injertación como técnica auxiliar del mejoramiento genético, indica que la técnica de la propagación vegetativa es de gran ayuda en el mejoramiento genético, pues permite conservar un árbol deseable como varios individuos vivos separados, por el tiempo que sea necesario, moverlo a voluntad, variar la forma y el tamaño, sin cambiar su constitución genética, lo cual facilita la polinización controlada y la recolección de estacas y púas para la realización de injertos.

2.2.2. Tipos de Injertos aplicados en plantas

Para Retournard & Prat Jean (2008) describen los tipos de injertos:

a. Injerto de púa (o de estaca):

- Púa central (hendidura plena o media hendidura): Se inserta una ramita (púa) en una hendidura del patrón. Muy usado en forestales (ej. bolaina, shihuahuaco, cedro).
- Empalme (púa lateral o inglés): Se une el patrón y la púa con cortes en bisel que encajen perfectamente. Requiere mucha precisión. Por qué se usa:

  Alta compatibilidad y contacto directo entre cambiums, favoreciendo la unión rápida.

  Prendimiento: Generalmente alto (70–90%) si se ejecuta bien y se protege.

  Supervivencia: Elevada porque la unión es firme y el callo cicatriza rápido.

  Brotes: Se originan de las yemas de la púa; vigor medio a alto dependiendo de la especie.

b. Injerto de yema (o escudete)

Consiste en insertar una yema aislada (con corte en escudo o en T) en el patrón. Por qué se usa:

- Ahorra material vegetal (solo se necesita una yema). Muy aplicado en frutales (cítricos, mango), menos en forestales.
- Prendimiento: Más sensible; depende del estado fisiológico del patrón (debe estar en circulación activa de savia). Prendimiento medio (40–60%).
- Supervivencia: Menor que la púa, ya que la yema está más expuesta a fallar por deshidratación o mal contacto.
- Brotes: Si prende, genera un brote fuerte a partir de esa única yema.

c. Injerto de aproximación (o de contacto)

Se unen dos plantas vivas, sin cortar la conexión del injerto hasta que se consolide. Luego se separa. Por qué se usa:

- Muy útil cuando la especie es difícil de injertar o tiene bajo prendimiento por otros métodos.
- Prendimiento: Alto (80–90%), porque ambas plantas mantienen su propio sistema radicular durante el proceso.
- Supervivencia: Muy elevada, ya que la púa no depende inmediatamente del patrón.
- Brotes: Se estimulan una vez que se corta la unión con la planta madre.

d. Injerto de corona o de corteza

Se inserta una púa bajo la corteza del patrón ya establecido, generalmente en especies de mayor grosor. Por qué se usa:

- Para cambiar la variedad en árboles adultos.
- Prendimiento: Medio (50–70%), depende de la correcta inserción bajo la corteza.
- Supervivencia: Variable; sensible a infecciones.
- Brotes: Generalmente vigorosos si prende.

2.2.3. Importancia del Injerto

Tiene la finalidad de obtener variedades con características de mayor calidad comercial y nutritiva, mayor resistencia a factores abióticos y bióticos adversos al cultivo y mayor rendimiento (Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares, 2018).

Según Pérez et al., (2021) en sus investigación titulado: Graft survival of Pinus engelmannii Carr. in relation to two grafting techniques with dormant and sprouting buds, mencionan que: “El desarrollo de métodos para injertar con éxito especies forestales será útil para establecer huertos semilleros asexuales y aumentar el éxito de los programas de mejoramiento genético forestal en México”.

2.2.4. Mejoramiento genético forestal

El mejoramiento genético forestal aplica los principios básicos de la genética al manejo de las especies forestales; dentro de sus objetivos fundamentales se encuentran el aumento de la productividad y la adaptabilidad de dichas especies, así como la conservación a largo plazo de la diversidad genética existente (Sospedra et al., s. f.).

El autor Trujillo, (2018) en la publicación de su investigación titulado: Método de mejoramiento en plantas de reproducción asexual, menciona que la reproducción asexual se realiza utilizando diversas partes de la planta, como tallos (estacas, tubérculos, bulbos, rizomas, estolones), hojas, hijuelos, yemas, injertos, meristemos, callos, células somáticas, protoplastos o embriones generados por apoximis. Este tipo de reproducción permite perpetuar genotipos superiores, facilitando el mejoramiento de plantas y la obtención de numerosos individuos genéticamente idénticos, sin importar el grado de heterocigosis de la planta madre. El mejorador puede aprovechar individuos sobresalientes en cualquier etapa del programa y reproducirlos asexualmente. Además, el mejoramiento de estas plantas es más sencillo en comparación con otras especies.

2.2.5. Especies forestales

Hablar de especies forestales, implica hablar de árboles, bosques, plantaciones, aprovechamiento forestal, y una serie de conceptos que son parte de una de las actividades de importancia económica, ecológica, social, cultural y ambiental de la vida nacional (MINAM, 2019).

Todo vegetal de estructura leñosa, fibrosa y básica que puebla la tierra para satisfacción del hombre y de algunas especies animales, en sus necesidades fundamentales (Briceño, 2005).

2.3. Definición de Términos Básicos

a. **Crecimiento del brote:** Es el crecimiento de la parte de la planta más delicada al mismo tiempo que la parte a través de la cual la futura planta comienza a desarrollarse y a crecer fuera de la tierra (Bembibre, 2010).
b. **Especies forestales maderables:** Son aquellas plantas que producen tejido leñoso, y que, por sus características anatómicas, físicas o mecánicas son susceptibles de uso (Gobierno de Mexico, s. f.).
c. **Genética vegetal:** Es la manipulación de dichos genes para crear vegetales genéticamente mejorados, se logran obtener especímenes con características superiores en cuanto a tamaño, forma, color, producción, vida útil, resistencia al clima, entre otro (Bioplan In Vitro, 2023).
d. **Injerto:** Unión de dos partes de diferentes plantas, para formar una planta nueva (Ayaviri, s. f.).
e. **Mejoramiento genético forestal:** Es el proceso de manejo de los recursos genéticos. A través de este proceso el monto o cantidad y la organización de la variabilidad genética de una población en particular es manejada por ciclos recurrentes de selección y mejora. Su finalidad es el aumento de la productividad (Sospedra et al., s. f.).
f. **Mejoramiento genético:** Es una herramienta tecnológica esencial para el desarrollo forestal, aplicando los principios básicos de la genética y otras disciplinas de la silvicultura para el manejo de las especies forestales, permitiendo aumentar la productividad y calidad maderable (Estado de México, 2021).

g. **Prendimiento:** Es el proceso mediante el cual el injerto es incorporado al lecho receptor y su éxito depende básicamente de la rapidez con que se restituya la irrigación de este tejido parásito isquémico. Este proceso se puede aplicar a cualquier tipo de Injertos (Andrade et al., 2013).

h. **Supervivencia:** Es la capacidad de una planta de entrar en un estado de inactividad controlada (quiescencia) cuando enfrenta condiciones adversas, lo cual puede permitir su posterior recuperación si las condiciones mejoran (Blum, A., & Tuberosa, R., 2018).

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1. Método de Investigación

La investigación emplea un enfoque cuantitativo de tipo aplicado.

3.1.1. Tipo de Investigación

El tipo de investigación es Experimental. Este procedimiento es metodológico se define por la manipulación deliberada de una variable (la técnica de injerto) y la asignación de los individuos (plantones) a diferentes grupos de tratamiento y control para medir el efecto resultante (Pineda et al., 1994). Es experimental porque se fuerza la creación de plantas genéticamente combinadas según los intereses del investigador mediante la unión del patrón y la púa/yema (injerto) para el mejoramiento de la especie.

3.1.2. Nivel de Investigación

El nivel de estudio es Explicativo-Comparativo, ya que va más allá de describir o correlacionar, y se centra en explicar cómo influye la técnica de injerto en el desempeño fisiológico de las especies evaluadas.

3.1.3. Diseño de la Investigación

El diseño utilizado es experimental factorial 2x2, completo al azar. Este diseño permite la manipulación deliberada de la variable independiente (tipo de injerto: púa y yema) para observar y medir su efecto en las variables dependientes (prendimiento, supervivencia y crecimiento del brote).

a. Tamaño muestral y estructura experimental

Se utilizaron dos especies forestales: Bolaina blanca (*Guazuma crinita* Mart) y Shihuahuaco (*Dipteryx ferrea* Ducke). El experimento consistió en 60 plantones en total (30 por especie). Para cada especie, se aplicaron dos tratamientos de injerto: Púa central (15 plantas) y Yema lateral (15 plantas).

La estructura del experimento fue un diseño factorial 2x2 con tres repeticiones por tratamiento, y cada repetición estuvo compuesta por cinco plantas individuales.

b. Unidad experimental y subunidades:

La Unidad Experimental es la planta individual. Por lo tanto, el número total de unidades experimentales es 60. Las cinco plantas por repetición constituyen la Unidad de Muestreo. Las variables binarias (prendimiento y supervivencia) se registraron por planta. Las mediciones de crecimiento (longitud/número de brotes) tomadas en diferentes momentos (15, 30, 45 y 75 días) se tratarán estadísticamente como medidas repetidas sobre la misma unidad experimental.

El diseño utilizado corresponde a un diseño factorial 2x2, donde:

- Factor A (Tipo de Injerto):

  A1 = Injerto de Púa
  A2 = Injerto de Yema

- Factor B (Especie Forestal):

  B1 = Bolaina Blanca (*Guazuma crinita Mart*)
  B2 = Shihuahuaco (*Dipteryx ferrea Ducke*)

- Tratamientos Resultantes:

  a1b1: Injerto de Púa en Bolaina Blanca.
  a1b2: Injerto de Púa en Shihuahuaco.
  a2b1: Injerto de Yema en Bolaina Blanca.
  a2b2: Injerto de Yema en Shihuahuaco.

Estos tratamientos se aplican a un DCA con el Modelo Aditivo Lineal Mixto, cuyo modelo matemático es el siguiente:

$$Yijk = \mu + Bk + \alpha i + ßj + (\alpha ß)ij + \varepsilon ijk$$

Donde: $i=1,2$

$j=1,2$

k= 1,2,...,4

μ = Constante: parámetro

Bk = Efecto del bloque

K= Parámetro

αi = efecto del nivel

ai = parámetro

ßj = efecto del nivel

bj = parámetro

(αß)ij = efecto de la interacción: parámetro

εijk = efecto del error

3.2. Población y muestra

3.2.1. Población

La población del estudio es finita, lo constituyeron 200 plantones forestales, correspondiendo a 100 plantones para la especie Bolaina blanca y 100 plantones para la especie Shihuahuaco, cantidad suficiente para el desarrollo de la investigación.

3.2.2. Muestra

La muestra fue no probabilística de tipo intencional, seleccionando 60 plantones en total (30 de bolaina blanca y 30 de shihuahuaco) para el experimento. el tamaño muestral fue determinado por la estructura del diseño experimental (2x2 con 3 repeticiones de 5 plantas cada una), lo que garantizó una muestra suficiente para el análisis estadístico.

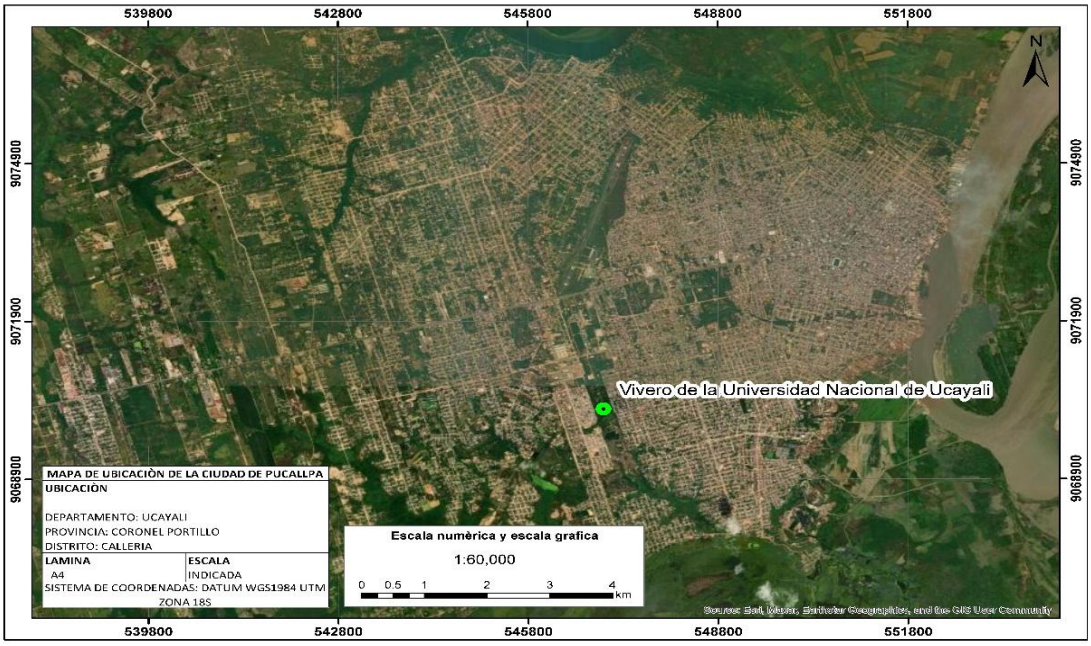
3.3. Procedimiento de recolección de datos

3.3.1. Ubicación del Estudio

La ubicación del estudio fue en el vivero forestal de la Universidad Nacional de Ucayali en la ciudad de Pucallpa, donde se mantuvieron condiciones controladas (sombra, riego, sanidad).

Figura 1.

Mapa de ubicación del vivero de la Universidad Nacional De Ucayali.



3.3.2. Preparación del material genético

a. Selección de Patrones

Se seleccionaron 60 plantones de las especies Bolaina blanca (*Guazuma crinita*) y Shihuahuaco (*Dipteryx ferrea*) con características de edad, altura y diámetro homogéneas para ser utilizados como portainjertos.

b. Selección y Preparación de Vástagos (Púas y Yemas)

El material genético se obtuvo del jardín clonal de la Empresa Privada Dipteryx S.A.C. Este material fue transportado y conservado en un *cooler* con temperatura controlada para asegurar su viabilidad.

- Púas: Se prepararon con una longitud de 5 cm y un diámetro de 1.0 cm.
- Yemas: Se cortaron a 1.5 cm de largo y 0.5 cm de ancho.

3.3.3. Ejecución y establecimiento del injerto

a. Preparación del área y herramientas:

Se realizó la desinfección de todas las herramientas utilizadas para minimizar el riesgo de contaminación.

b. Aplicación del injerto:

Se aplicaron los dos tipos de injerto (Púa Central y Yema Lateral) a los plantones, de acuerdo con el diseño experimental.

c. Protección y asignación:

Después de la injertación, la unión se envolvió y amarró con tiras de plástico transparente para evitar el ingreso de humedad por riego. Cada unidad experimental (planta individual) fue etiquetada y ubicada de forma aleatoria en el vivero, bajo las condiciones controladas de sombra.

3.3.4. Evaluación y seguimiento

Los plantones injertados fueron sometidos a condiciones homogéneas de riego y control fitosanitario durante todo el período de evaluación, con el objetivo de reducir la variabilidad ajena a los tratamientos.

Tabla 1.

Evaluación de las variables, mediante la observación directa en intervalos de 15 días, hasta completar un período de 75 días:

Variable	Tipo	Indicador de Medición
Prendimiento	Cuantitativa (Porcentual)	Registro del estado de unión exitosa.
Supervivencia	Cuantitativa (Porcentual)	Plantas vivas al final del periodo de evaluación.
Crecimiento del Brote	Cuantitativa (Métrica)	Longitud del brote (cm), Número de brotes y Número de hojas por brote.

En la Figura 2 se muestra el corte y el proceso de un injerto de púas y en la Figura 3, el corte y la forma de injertar con yemas.

Figura 2.

Corte para un injerto de púa.

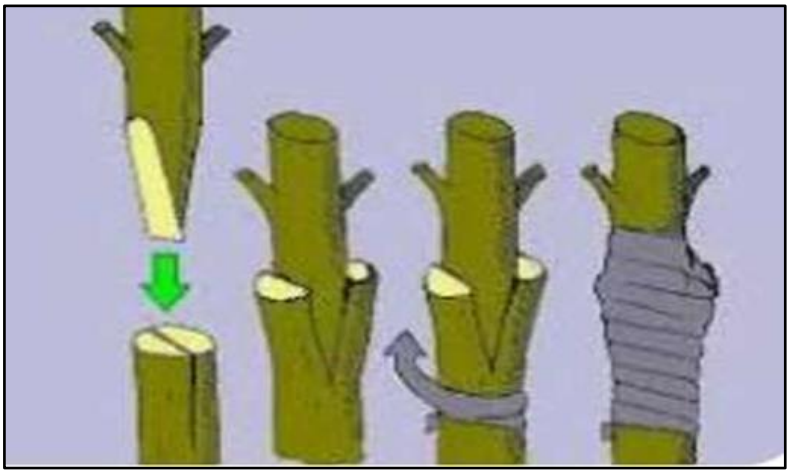
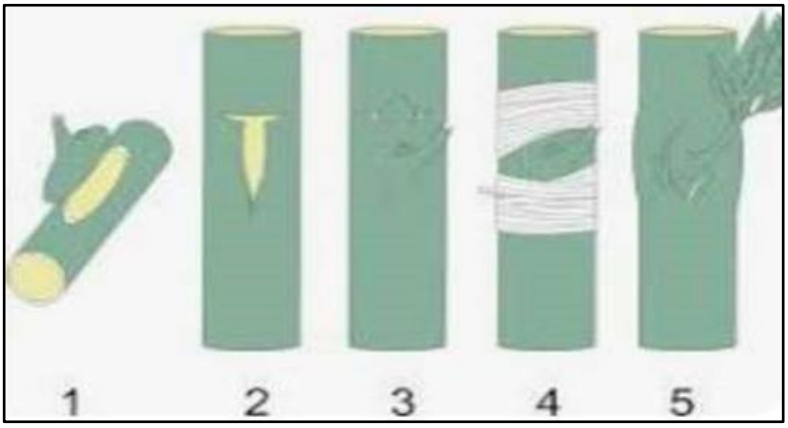


Figura 3.

Corte para un injerto de yema.



3.4. Técnicas e instrumentos para recolección de datos

3.4.1. Técnicas

Las técnicas empleadas fueron la observación directa del comportamiento de los injertos y la revisión de registros para documentar el progreso de la injertación.

3.4.2. Instrumentos

El instrumento principal utilizado fue la Ficha de Registro de Evaluación, diseñada específicamente para un arreglo factorial 2x2. En esta ficha se documentó el estado de las variables dependientes

(supervivencia, prendimiento y crecimiento) para cada unidad experimental, en cada uno de los periodos de evaluación (15, 30, 45, 60 y 75 días).

3.5. Análisis estadístico de datos

Los datos registrados fueron ordenados en el programa Excel y procesados en el programa NAVURE versión 2.8.2 y R-proyect para el análisis correspondiente.

3.5.1. Análisis descriptivo

Se empleó la estadística descriptiva (medias, desviación estándar y porcentajes) para resumir, organizar y presentar las características de los datos obtenidos en cada tratamiento

3.5.2. Análisis inferencial

Se aplicó la estadística inferencial para probar las hipótesis de investigación, mediante las siguientes etapas:

a. **Verificación de supuestos**

   Se realizaron pruebas de Normalidad y Homogeneidad de Varianza (Anexo 03) para determinar la adecuación de los datos al modelo paramétrico.

b. **Análisis de Varianza (ANOVA)**

   Se utilizó un análisis de varianza de dos vías para determinar la existencia de diferencias significativas en las medias de las variables dependientes (prendimiento, supervivencia, crecimiento) en función de los factores: tipo de injerto, especie forestal y su interacción.

c. **Prueba de comparación múltiple:**

   Cuando el ANOVA mostró diferencias significativas ($p < 0.05$), se aplicó una prueba de comparación Tukey para identificar exactamente entre qué tratamientos existían las diferencias.

d. **Variables de medidas repetidas:**

Las mediciones de crecimiento tomadas en distintos tiempos (15, 30, 45, 60 y 75 días) fueron analizadas como medidas repetidas, lo que permitió evaluar la evolución del crecimiento a lo largo del tiempo.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este capítulo se muestran los resultados de forma ordenada y relacionada, con los parámetros y criterios que permitieron realizar la investigación a dos especies forestales de Bolaina blanca y el Shihuahuaco usando dos tipos de injertos y evaluar el prendimiento, brotes y otras variables propias del estudio.

4.1. Injerto de púa y yema de Bolaina Blanca (*Guazuma crinita* Mart).

Los resultados de la Tabla 2, muestra un análisis detallado del prendimiento y crecimiento de injertos de Bolaina blanca (*Guazuma crinita* Mark) usando dos tipos de injerto: púa central y yema lateral, evaluados en diferentes fechas y repeticiones.

Tabla 2*.*

Evaluación de dos tipos de injerto en bolaina blanca (Guazuma crinita Mart).

Fecha	Tiempo (días)	Especie	Tipo de injerto	Repeticiones	N° Plantas con Supervivencia o Prendimiento	Prendimiento (%)	N° Brotes	Long. Brotes promedio (cm)	N° Hojas promedio por brote
2/05/2025	15	Bolaina blanca	Púa central	1	3	60%	2.00	0.28	2.00
2/05/2025	15	Bolaina blanca	Púa central	2	5	100%	2.00	0.35	1.00
2/05/2025	15	Bolaina blanca	Púa central	3	4	80%	0.85	0.85	1.75
17/05/2025	30	Bolaina blanca	Púa central	1	2	40%	2.00	2.75	4.00
17/05/2025	30	Bolaina blanca	Púa central	2	3	60%	2.33	3.19	4.00
17/05/2025	30	Bolaina blanca	Púa central	3	3	60%	2.50	4.40	4.33
1/06/2025	45	Bolaina blanca	Púa central	1	2	40%	2.00	5.90	5.50
1/06/2025	45	Bolaina blanca	Púa central	2	3	60%	2.33	6.81	6.00
1/06/2025	45	Bolaina blanca	Púa central	3	3	60%	2.33	8.19	6.00
16/06/2025	60	Bolaina blanca	Púa central	1	2	40%	2.00	9.93	6.50
16/06/2025	60	Bolaina blanca	Púa central	2	3	60%	2.33	11.50	7.33
16/06/2025	60	Bolaina blanca	Púa central	3	3	60%	2.33	12.97	7.00

7/07/2025	75	Bolaina blanca	Púa central	1	2	40%	2.00	13.15	9.00
7/07/2025	75	Bolaina blanca	Púa central	2	3	60%	2.33	19.06	11.66
7/07/2025	75	Bolaina blanca	Púa central	3	3	60%	2.33	23.31	9.66
2/05/2025	15	Bolaina blanca	Yema lateral	1	0	0%	0	0	0
2/05/2025	15	Bolaina blanca	Yema lateral	2	0	0%	0	0	0
2/05/2025	15	Bolaina blanca	Yema lateral	3	0	0%	0	0	0
17/05/2025	30	Bolaina blanca	Yema lateral	1	0	0%	0	0	0
17/05/2025	30	Bolaina blanca	Yema lateral	2	0	0%	0	0	0
17/05/2025	30	Bolaina blanca	Yema lateral	3	0	0%	0	0	0
1/06/2025	45	Bolaina blanca	Yema lateral	1	0	0%	0	0	0
1/06/2025	45	Bolaina blanca	Yema lateral	2	0	0%	0	0	0
1/06/2025	45	Bolaina blanca	Yema lateral	3	0	0%	0	0	0
16/06/2025	60	Bolaina blanca	Yema lateral	1	0	0%	0	0	0
16/06/2025	60	Bolaina blanca	Yema lateral	2	0	0%	0	0	0
16/06/2025	60	Bolaina blanca	Yema lateral	3	0	0%	0	0	0
7/07/2025	75	Bolaina blanca	Yema lateral	1	0	0%	0	0	0
7/07/2025	75	Bolaina blanca	Yema lateral	2	0	0%	0	0	0
7/07/2025	75	Bolaina blanca	Yema lateral	3	0	0%	0	0	0

En los resultados de la Tabla 2, se observa que el prendimiento y supervivencia, el injerto por púa central mostró un alto prendimiento inicial, variando del 60% al 100% a los 15 días. Esta supervivencia se estabilizó entre 40% y 60% a los 75 días. En contraste, el injerto por yema lateral registró consistentemente un 0% de prendimiento y supervivencia en todas las fechas evaluadas.

Sobre crecimiento de brotes, los brotes en púa central crecen progresivamente. A los 75 días, la longitud promedio de los brotes alcanzó hasta 23.31 cm en una repetición, y el número de hojas promedio por brote superó las 9 hojas en otras. No hay brotes registrados en el caso de yema lateral, reforzando el bajo éxito de esta técnica con Bolaina blanca en estas condiciones.

Al ver sobre el efecto del tiempo, el desarrollo y crecimiento del brote (longitud y número de hojas) profundiza con el tiempo desde los 15 hasta los 75 días, indicando un buen vigor y crecimiento sostenido en injertos por púa central. el porcentaje de prendimiento a 40%-60% en tiempo avanzado también indica una supervivencia relativamente estable luego de la fase inicial.

4.2. Injerto de púa y yema de Shihuahuaco (*Dipteryx férrea (Ducke)*)

En la Tabla 3, se muestra un análisis detallado del prendimiento y crecimiento de injertos de Shihuahuaco (*Dipteryx férrea (Ducke)*) usando dos tipos de injerto: púa central y yema lateral, evaluados en diferentes fechas y repeticiones.

Tabla 3.

Evaluación de dos tipos de injerto en Shihuahuaco (Dipteryx férrea (Ducke))

Fecha	Tiempo (días)	Especie	Tipo de injerto	Repeticiones	N° Plantas con Supervivencia o Prendimiento	Prendimiento (%)	N° Brotes	Long. Brotes promedio (cm)	N° Hojas promedio por brote
2/05/2025	15	Shihuahuaco	Púa central	1	5	100%	1.00	0.10	0.00
2/05/2025	15	Shihuahuaco	Púa central	2	5	100%	1.00	0.10	0.00
2/05/2025	15	Shihuahuaco	Púa central	3	5	100%	1.00	0.10	0.00
17/05/2025	30	Shihuahuaco	Púa central	1	4	80%	1.25	0.08	0.00
17/05/2025	30	Shihuahuaco	Púa central	2	4	80%	0.75	0.20	0.00
17/05/2025	30	Shihuahuaco	Púa central	3	4	80%	1.50	0.40	0.00
1/06/2025	45	Shihuahuaco	Púa central	1	2	40%	2.00	2.92	1.00
1/06/2025	45	Shihuahuaco	Púa central	2	3	60%	1.66	5.05	0.66
1/06/2025	45	Shihuahuaco	Púa central	3	2	40%	2.00	5.05	0.50
16/06/2025	60	Shihuahuaco	Púa central	1	1	20%	2.00	8.18	1.00
16/06/2025	60	Shihuahuaco	Púa central	2	3	60%	1.66	5.74	0.67
16/06/2025	60	Shihuahuaco	Púa central	3	2	40%	2.00	7.77	1.00
7/07/2025	75	Shihuahuaco	Púa central	1	1	20%	2.00	8.18	1.00
7/07/2025	75	Shihuahuaco	Púa central	2	2	40%	2.00	8.97	1.00
7/07/2025	75	Shihuahuaco	Púa central	3	2	40%	2.00	12.05	1.00

2/05/2025	15	Shihuahuaco	Yema lateral	1	0	0%	0	0	0
2/05/2025	15	Shihuahuaco	Yema lateral	2	0	0%	0	0	0
2/05/2025	15	Shihuahuaco	Yema lateral	3	0	0%	0	0	0
17/05/2025	30	Shihuahuaco	Yema lateral	1	0	0%	0	0	0
17/05/2025	30	Shihuahuaco	Yema lateral	2	0	0%	0	0	0
17/05/2025	30	Shihuahuaco	Yema lateral	3	0	0%	0	0	0
1/06/2025	45	Shihuahuaco	Yema lateral	1	0	0%	0	0	0
1/06/2025	45	Shihuahuaco	Yema lateral	2	0	0%	0	0	0
1/06/2025	45	Shihuahuaco	Yema lateral	3	0	0%	0	0	0
16/06/2025	60	Shihuahuaco	Yema lateral	1	0	0%	0	0	0
16/06/2025	60	Shihuahuaco	Yema lateral	2	0	0%	0	0	0
16/06/2025	60	Shihuahuaco	Yema lateral	3	0	0%	0	0	0
7/07/2025	75	Shihuahuaco	Yema lateral	1	0	0%	0	0	0
7/07/2025	75	Shihuahuaco	Yema lateral	2	0	0%	0	0	0
7/07/2025	75	Shihuahuaco	Yema lateral	3	0	0%	0	0	0

Los resultados de la tabla 3, muestras similares a la Bolaina blanca, el injerto por púa central tuvo un prendimiento inicial perfecto (100% a los 15 días). Sin embargo, la supervivencia decayó con el tiempo, llegando a un rango de 20% a 40% a los 75 días. En cambio, el injerto por yema lateral no presenta prendimiento en ningún momento, manteniendo 0% en todas las fechas y repeticiones.

Con respecto al número de brotes, en los primeros 30 días, el número de brotes es bajo y constante, alrededor de 1 o menos, pero desde los 45 días se observa un aumento en la cantidad de brotes, alcanzando un promedio de 2 brotes por injerto. No se registran brotes en el injerto de yema lateral.

En cuanto a la longitud promedio de brotes, los brotes de púa central aumentan progresivamente en longitud con el tiempo, comenzando en valores muy bajos (0.10 cm a los 15 días) y llegando a más de 12 cm en algunas repeticiones a los 75 días. Esto indica un desarrollo notable del brote en injertos exitosos con púa central.

El Número promedio de hojas por brote, indica que la hoja por brote en la púa central es bajo y casi nulo al inicio (0 hojas), pero a partir de 45 días aparece un promedio cercano a 1 hoja por brote, manteniéndose estable en ese valor hasta los 75 días. En los injertos de yema lateral no se produce desarrollo foliar.

4.3. Análisis estadísticos de las evaluaciones

El análisis se realizó utilizando un Modelo Lineal de Efectos Mixtos (LME), considerando el tiempo de evaluación como un efecto aleatorio.

4.3.1. Variable: Prendimiento de injertos

Modelo

```
lme (Prendimiento__~ 1 +  Especie + Tipo_injerto + Especie:Tipo_injerto, random = list( Tiempo_dias=pdIdent(~1) ), data=myData, method = "REML", control = lmeControl(niterEM = 150, msMaxIter = 200), na.action = na.omit, keep.data = FALSE)
```

Tabla 4.

Resumen del modelo lineal de efectos mixtos de prendimiento de injertos.

N	AIC	BIC	LogLike	Sigma	R^2
60	-31.02	-18.87	21.51	0.14	0.78

AIC y BIC: cuanto menor, mejor es el modelo.

Tabla 5.

ANOVA Prendimiento

Fuente	GLNum	GLDen	F	p-valor
(Interception)	1	52	47.01	<0.0001
Especie	1	52	0.03	0.8550
Tipo injerto	1	52	267.12	<0.0001
Especie: Tipo injerto	1	52	0.03	0.8550

El análisis de varianza indica que, aunque las especies no difieren significativamente entre sí para la variable estudiada, el tipo de injerto

tiene un impacto muy significativo y este efecto es independiente de la especie. Esto concuerda con las tablas anteriores donde se observa que el tipo de injerto (púa central vs yema lateral) tiene un efecto determinante en el prendimiento y crecimiento.

- **Comparaciones de medias de prendimiento por especie**

Método de comparación de medias de a pares: Tukey, alfa=0.05

Error estándar promedio de la diferencia de medias=0.036

Mínima diferencia significativa promedio = 0.073

Tabla 6.

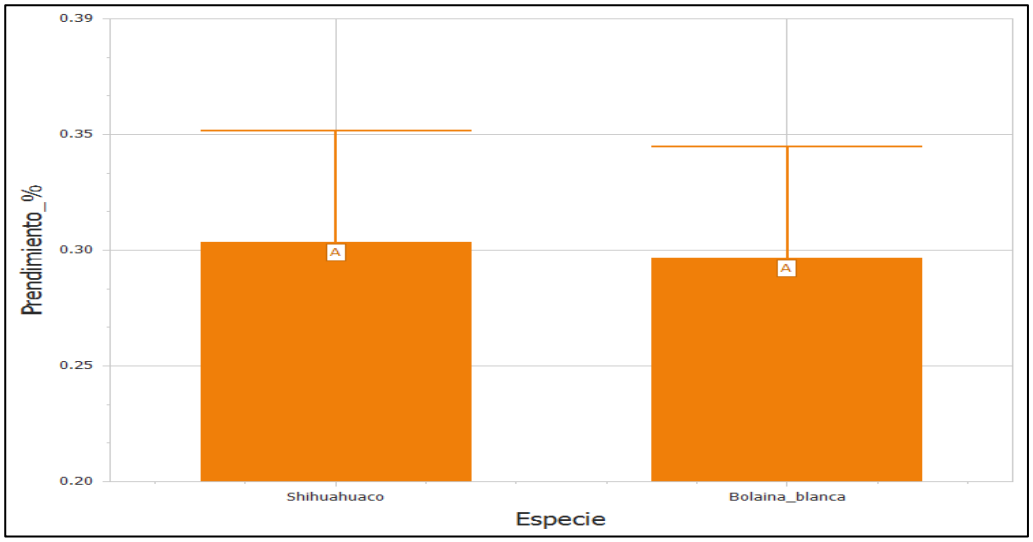
Comparación de medias del prendimiento por especies.

Variable	Especie	Media	EE	N	Grupo
Prendimiento %	Shihuahuaco	0.30	0.05	30	A
Prendimiento %	Bolaina blanca	0.29	0.05	30	A

Las medias con una letra común no son significativamente diferentes (p> 0.05).

Figura 4.

Prendimiento (%) de acuerdo a especie.



En la Figura 4, se observa claramente que el porcentaje de prendimiento entre las dos especies analizadas es estadísticamente similar, es decir, ninguna de las especies tiene una ventaja significativa

sobre la otra en cuanto a prendimiento bajo las condiciones estudiadas. El efecto predominante en el prendimiento más bien está influenciado por otro factor (como el tipo de injerto), no por la especie.

- **Comparaciones de medias de prendimiento por tipo de injerto.**

Método de comparación de medias de a pares: Tukey, alfa=0.05

Error estándar promedio de la diferencia de medias=0.036

Mínima diferencia significativa promedio = 0.073

Tabla 7.

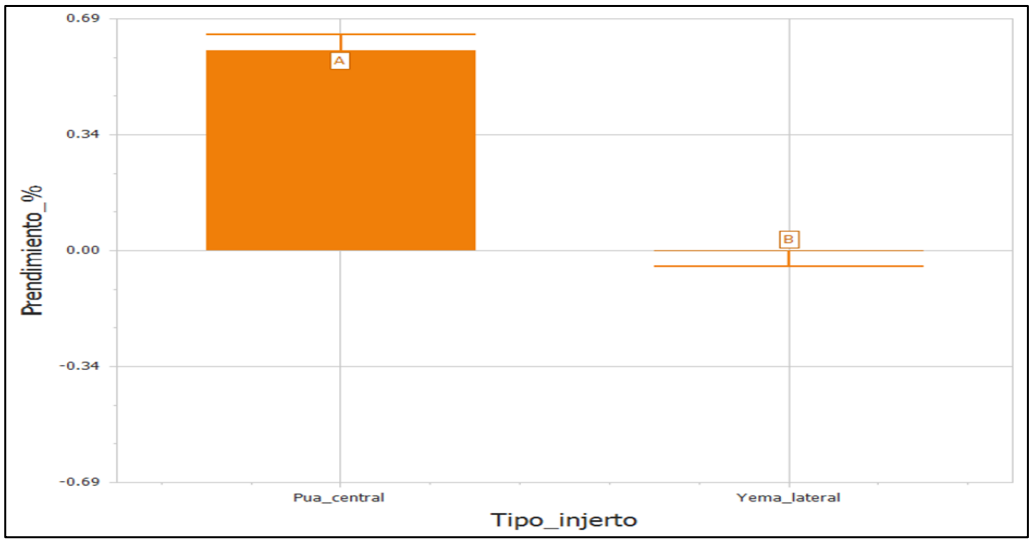
Comparación de medias de prendimiento por tipo de injerto.

Variable	Tipo injerto	Media	EE	N	Grupo
Prendimiento %	Púa central	0.59	0.05	30	A
Prendimiento %	Yema lateral	-0.00	0.05	30	B

Las medias con una letra común no son significativamente diferentes (p> 0.05).

Figura 5.

Prendimiento (%) de acuerdo a tipo injerto



En la Figura 5, se puede notar que el tipo de injerto tiene un impacto muy significativo en el prendimiento, siendo el injerto por púa central mucho más efectivo que el de yema lateral, que prácticamente no muestra prendimiento. Este resultado es coherente con las conclusiones previas

del análisis estadístico ANOVA y los datos de supervivencia y desarrollo observados.

Este gráfico visualiza claramente la importancia del tipo de injerto en la propagación, confirmando que para ambas especies evaluadas el injerto por púa central es la técnica recomendada para lograr mayor éxito en prendimiento.

- **Comparaciones de medias de prendimiento por interacción de especie y tipo de injerto.**

Método de comparación de medias de a pares: Tukey, alfa=0.05

Error estándar promedio de la diferencia de medias=0.051

Mínima diferencia significativa promedio = 0.134

Tabla 8.

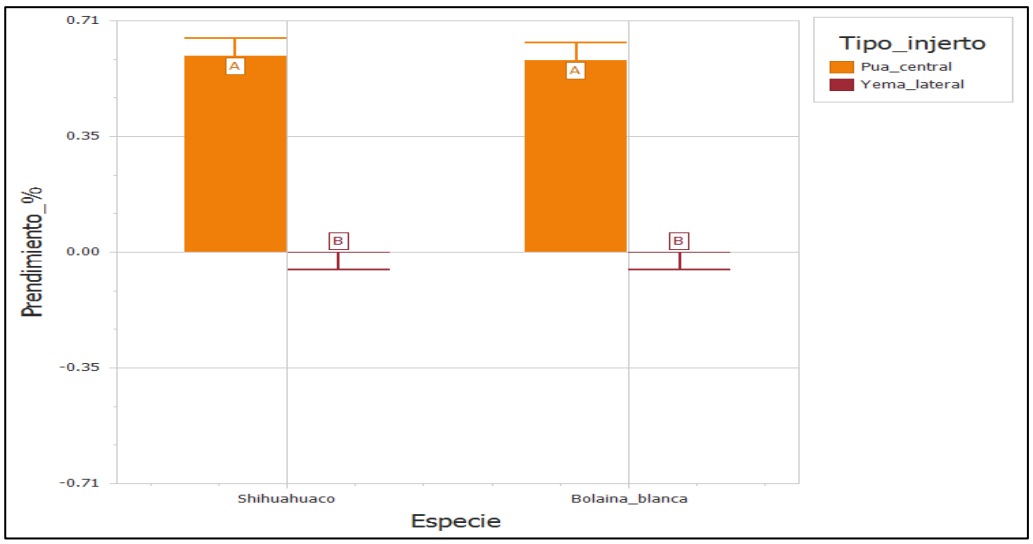
Comparación de medias de Prendimiento por interacción especie y tipo de injerto.

Variable	Especie	Tipo injerto	Media	EE	N	Grupo
Prendimiento %	Shihuahuaco	Púa central	0.60	0.05	15	A
Prendimiento %	Bolaina blanca	Púa central	0.59	0.05	15	A
Prendimiento %	Bolaina blanca	Yema lateral	-0.00	0.05	15	B
Prendimiento %	Shihuahuaco	Yema lateral	-0.00	0.05	15	B

Las medias con una letra común no son significativamente diferentes (p> 0.05).

Figura 6.

Prendimiento (%) de acuerdo a especie y tipo de injerto.



La Figura 6, confirma visualmente y estadísticamente que, para ambos Shihuahuaco y Bolaina blanca, que el método de injerto por púa central es mucho más efectivo que el injerto por yema lateral. Esto respalda la interpretación estadística previa y confirma que el factor predominante que afecta el prendimiento es el tipo de injerto, sin que la especie influya significativamente en este resultado.

4.3.2. Variable: Número de Brotes

Modelo

lme(N_Brotes~ 1 + Especie + Tipo_injerto + Especie:Tipo_injerto, random = list(Tiempo_dias=pdIdent(~1)), data=myData, method = "REML", control = lmeControl(niterEM = 150, msMaxIter = 200), na.action = na.omit, keep.data = FALSE)

Tabla 9.

Resumen del modelo lineal mixto en número de brotes

N	AIC	BIC	LogLike	Sigma	R^2
60	41.87	54.02	-14.94	0.27	0.91

AIC y BIC: cuanto menor, mejor es el modelo.

Tabla 10.

ANOVA Número de brotes

Fuente	GLNum	GLDen	F	p-valor
(Intercept)	1	52	148.65	<0.0001
Especie	1	52	13.91	0.0005
Tipo injerto	1	52	696.39	<0.0001
Especie: Tipo injerto	1	52	13.91	0.0005

En la Tabla 10, se observa que tanto las especies como el tipo de injerto afectan significativamente la variable estudiada. La interacción significativa implica que no es válido interpretar el efecto del tipo de injerto de manera general, ya que el efecto cambia según la especie. Por lo tanto, se recomienda realizar análisis específicos para cada especie para entender mejor cómo responde cada una al tipo de injerto. Esto puede indicar que la metodología o recomendaciones sobre injerto deben ser adaptadas a cada especie para optimizar resultados como el prendimiento o crecimiento.

- **Comparaciones de medias de número de brotes por especie.**

Método de comparación de medias de a pares: Tukey, alfa=0.05

Error estándar promedio de la diferencia de medias=0.07

Mínima diferencia significativa promedio = 0.141

Tabla 11.

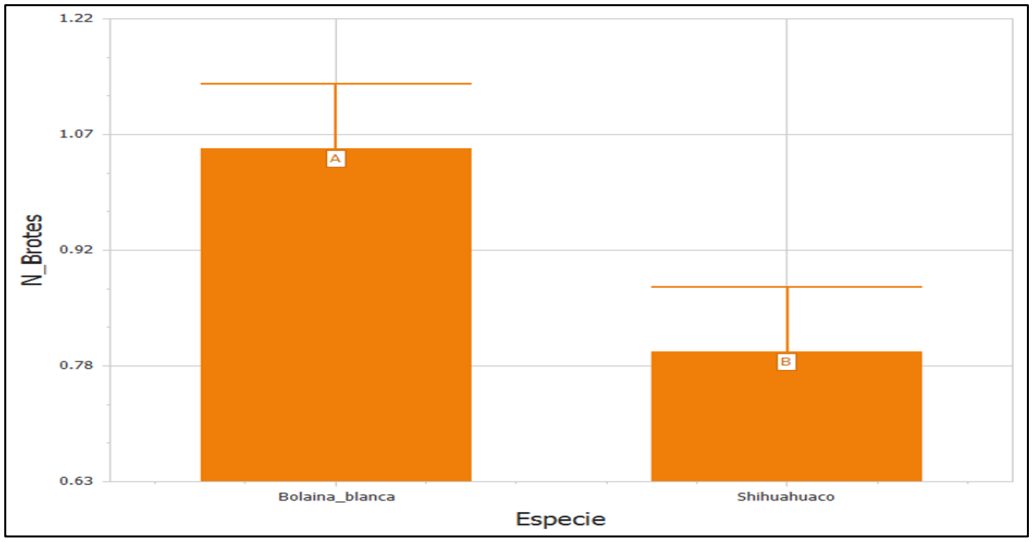
Comparación de medias del número de brotes por especies.

Variable	Especie	Media	EE	N	Grupo
N° Brotes	Bolaina blanca	1.06	0.08	30	A
N° Brotes	Shihuahuaco	0.79	0.08	30	B

Las medias con una letra común no son significativamente diferentes (p> 0.05).

Figura 7.

Número de brotes de acuerdo a la especie.



La Figura 7, muestra la diferencia entre ambas especies es clara, con Bolaina blanca presentando un mayor número promedio de brotes que Shihuahuaco. Esta diferencia significativa apunta a que, aunque ambas especies puedan tener porcentajes de prendimiento similares, Bolaina blanca tiende a desarrollar más brotes luego del injerto, lo que puede reflejar un mayor vigor de crecimiento inicial.

- **Comparaciones de medias de número de brotes por tipo de injerto.**

Método de comparación de medias de a pares: Tukey, alfa=0.05

Error estándar promedio de la diferencia de medias=0.07

Mínima diferencia significativa promedio = 0.141

Tabla 12.

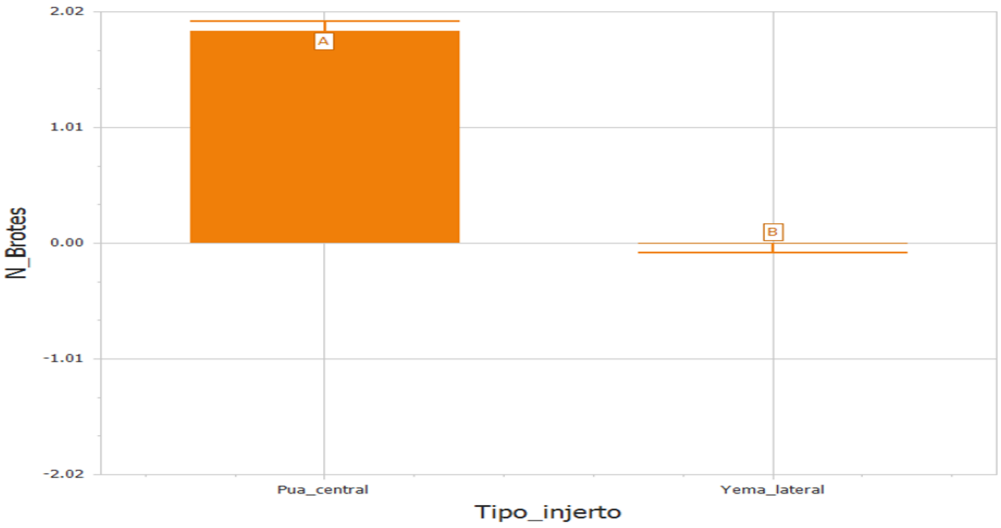
Comparación de medias del número de brotes por tipo de injerto.

Variable	Tipo injerto	Media	EE	N	Grupo
N° Brotes	Púa central	1.85	0.08	30	A
N° Brotes	Yema lateral	-0.00	0.08	30	B

Las medias con una letra común no son significativamente diferentes (p> 0.05).

Figura 8.

Número de brotes de acuerdo al tipo de injerto



En la Figura 8, se puede notar que el tipo de injerto tiene un impacto muy significativo sobre el número de brotes, siendo el injerto por púa central mucho más efectivo que el de yema lateral, que prácticamente no muestra brotes por no tener prendimiento.

Este gráfico visualiza claramente la importancia del tipo de injerto en la propagación, confirmando que para ambas especies evaluadas el injerto por púa central es la técnica recomendada para lograr mayor éxito en brotes,

- **Comparaciones de medias de número de brotes por interacción de especie y tipo de injerto.**

Método de comparación de medias de a pares: Tukey, alfa=0.05

Error estándar promedio de la diferencia de medias=0.099

Mínima diferencia significativa promedio = 0.259

Tabla 13.

Comparación de medias de número de brotes por interacción especie y tipo de injerto..

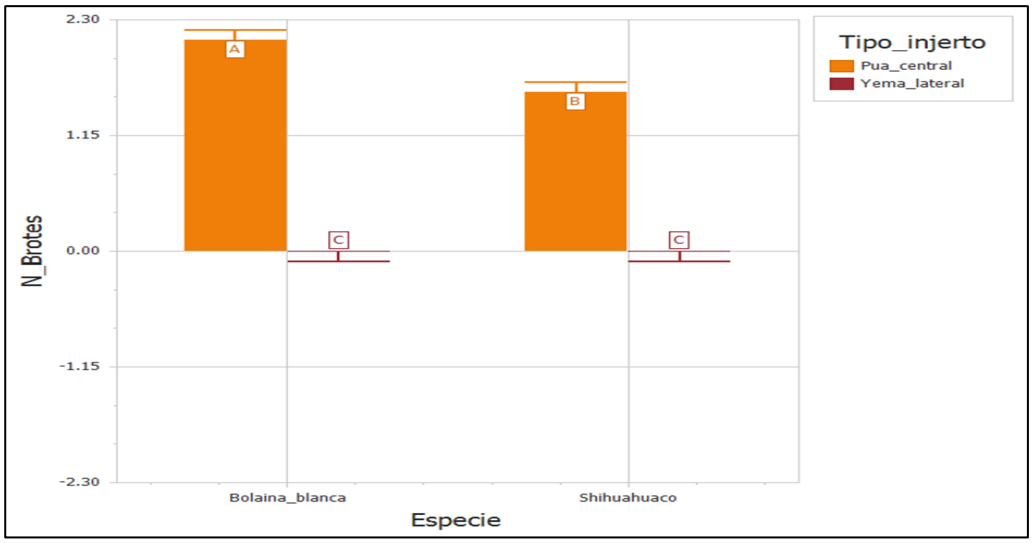
Variable	Especie	Tipo injerto	Media	EE	N	Grupo
N° Brotes	Bolaina blanca	Púa central	2.11	0.10	15	A

N° Brotes	Shihuahuaco	Púa central	1.59	0.10	15	B
N° Brotes	Shihuahuaco	Yema lateral	-0.00	0.10	15	C
N° Brotes	Bolaina blanca	Yema lateral	-0.00	0.10	15	D

Las medias con una letra común no son significativamente diferentes (p> 0.05).

Figura 9.

Número de brotes de acuerdo a especie y tipo de injerto.



Observando la tabla 13 y la figura 9, el análisis revela que el tipo de injerto púa central produce significativamente más brotes que la yema lateral en ambas especies (Bolaina blanca y shihuahuaco), siendo Bolaina blanca la de mejor rendimiento (2.11 brotes) frente a shihuahuaco (1.59 brotes). Con yema lateral, ambas especies mostraron un resultado nulo (0.00 brotes), sin diferencias entre ellas. Estadísticamente, todas las comparaciones son significativas ($p < 0.05$), lo que indica que la combinación óptima para maximizar brotes es Bolaina blanca + púa central, mientras que la yema lateral no resultó efectiva en este estudio.

4.3.3. Variable: Longitud de Brotes (cm)

Modelo

```
lme(Long_Brotes_promedio_cm~  1 +  Especie + Tipo_injerto + Especie:Tipo_injerto, random = list( Tiempo_dias=pdIdent(~1) ), data=myData, method = "REML", control = lmeControl(niterEM = 150, msMaxIter = 200), na.action = na.omit, keep.data = FALSE)
```

Tabla 14.

Resumen del modelo lineal mixto de longitud de brotes.

N	AIC	BIC	LogLike	Sigma	R^2
60	319.06	331.21	-153.53	3.14	0.44

AIC y BIC: cuanto menor, mejor es el modelo.

Tabla 15.

ANOVA Longitud de brotes

Fuente	GLNum	GLDen	F	p-valor
(Intercept)	1	52	6.16	0.0163
Especie	1	52	5.63	0.0214
Tipo injerto	1	52	59.33	<0.0001
Tipo injerto	1	52	5.63	0.0214

El análisis ANOVA revela que el tipo de injerto ($p < 0.0001$) es el factor más determinante en el número de brotes, seguido por un efecto significativo de la especie ($p = 0.0214$) y su interacción ($p = 0.0214$), lo que indica que el impacto del injerto varía según la especie. Estos resultados confirman estadísticamente que la combinación de Bolaina blanca con púa central es significativamente superior, mientras que la yema lateral muestra un rendimiento nulo en ambas especies. El modelo global es significativo ($p = 0.0163$), validando las diferencias observadas entre los tratamientos.

- **Comparaciones de medias de longitud de brotes por especie.**

Método de comparación de medias de a pares: Tukey, alfa=0.05

Error estándar promedio de la diferencia de medias=0.811

Mínima diferencia significativa promedio = 1.63

Tabla 16.

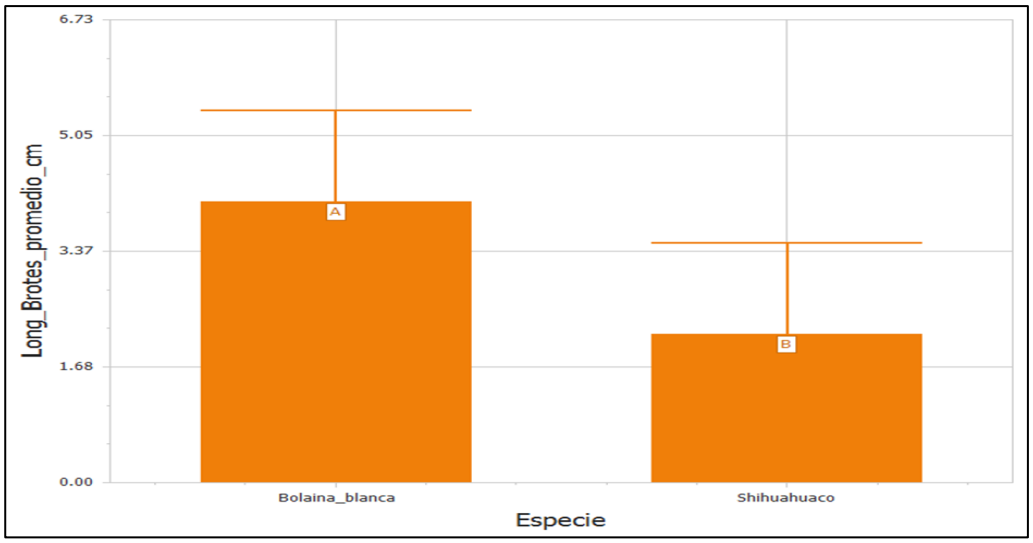
Comparación de medias de longitud de Brotes por especie.

Variable	Especie	Media	EE	N	Grupo
Long Brotes promedio (cm)	Bolaina blanca	4.09	1.32	30	A
Long Brotes promedio (cm)	Shihuahuaco	2.16	1.32	30	B

Las medias con una letra común no son significativamente diferentes (p> 0.05).

Figura 10.

Longitud de brotes de acuerdo a la especie.



En la Tabla 12 y Figura 10, muestran que el análisis de la longitud promedio de brotes revela que la especie Bolaina blanca presenta un crecimiento significativamente mayor (4.09 cm) en comparación con Shihuahuaco (2.16 cm), con una diferencia estadísticamente respaldada ($p < 0.05$) como lo indica la asignación de grupos distintos (A vs. B). Ambos grupos muestran la misma variabilidad (EE ±1.32 cm), lo que sugiere una dispersión similar de los datos alrededor de sus medias respectivas.

Los resultados confirman que Bolaina blanca no solo destaca en la producción de brotes (como se observó en los análisis previos), sino también en el desarrollo longitudinal de los mismos, reforzando su ventaja en ambos parámetros de crecimiento evaluados. La presencia de valores máximos altos (6.73 cm) en la gráfica podría indicar casos excepcionales

dentro de Bolaina blanca, pero no afectan la conclusión general sobre su superioridad en este aspecto.

- **Comparaciones de medias de longitud de brotes por tipo de injerto.**

Método de comparación de medias de a pares: Tukey, alfa=0.05
Error estándar promedio de la diferencia de medias=0.811
Mínima diferencia significativa promedio = 1.63

Tabla 17.

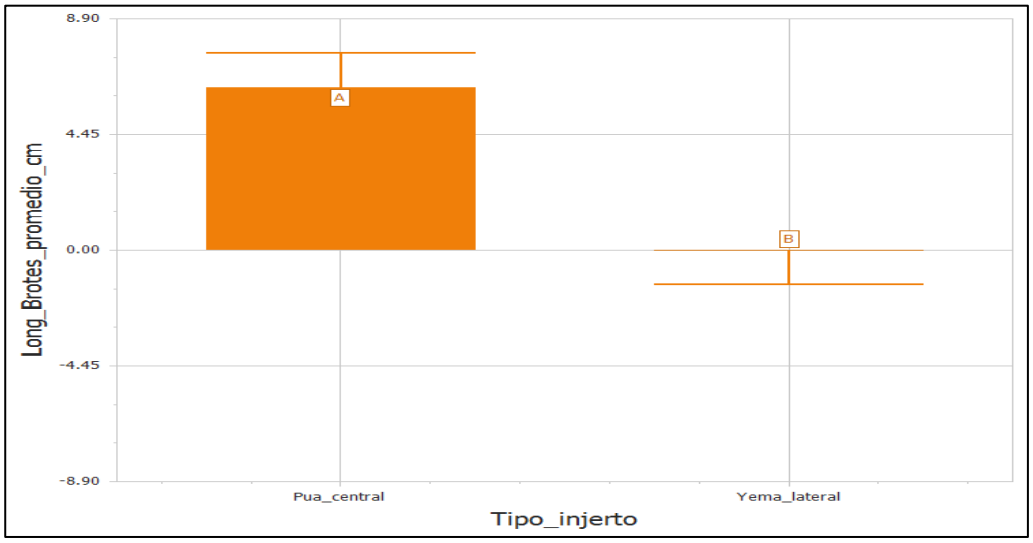
Comparación de medias de longitud de brotes por tipo de injerto.

Variable	Tipo injerto	Media	EE	N	Grupo
Long. Brotes promedio (cm)	Púa central	6.25	1.32	30	A
Long. Brotes promedio (cm)	Yema lateral	-0.00	1.32	30	B

Las medias con una letra común no son significativamente diferentes (p> 0.05).

Figura 11.

Longitud de brotes de acuerdo al tipo de injerto.



El análisis muestra que el injerto de púa central genera brotes significativamente más largos (6.25 cm) en comparación con la yema lateral (0.00 cm), con una diferencia estadísticamente robusta ($p < 0.05$) evidenciada por los grupos distintos (A vs. B). Ambos tipos de injerto presentan la misma variabilidad (EE ±1.32 cm), pero mientras la púa

central demuestra un crecimiento notable, la yema lateral no produce brotes medibles. Estos resultados confirman la clara superioridad de la púa central para promover el desarrollo longitudinal de brotes, alineándose con hallazgos previos que destacan su eficacia frente a otros métodos. La ausencia de crecimiento con yema lateral sugiere que esta técnica no es viable para este objetivo específico.

- **Comparaciones de medias de longitud de brotes por interacción de especie y tipo de injerto.**

Método de comparación de medias de a pares: Tukey, alfa=0.05
Error estándar promedio de la diferencia de medias=1.15
Mínima diferencia significativa promedio = 3

Tabla 18.

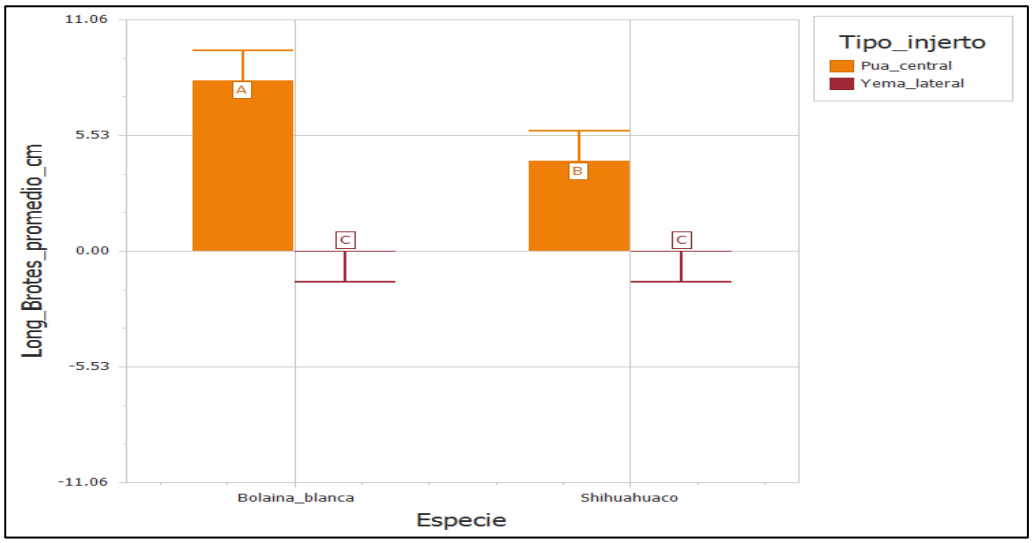
Comparación de medias de longitud de brotes por interacción de especie y tipo de injerto.

Variable	Especie	Tipo injerto	Media	EE	N	Grupo
Long Brotes promedio (cm)	Bolaina blanca	Púa central	8.18	1.44	15	A
Long Brotes promedio (cm)	Shihuahuaco	Púa central	4.33	1.44	15	B
Long Brotes promedio (cm)	Bolaina blanca	Yema lateral	-0.00	1.44	15	C
Long Brotes promedio (cm)	Shihuahuaco	Yema lateral	-0.00	1.44	15	C

Las medias con una letra común no son significativamente diferentes (p> 0.05).

Figura 12.

Longitud de brotes según la especie y tipo de injerto.



El análisis evidencia que la combinación Bolaina blanca + púa central produce brotes significativamente más largos (8.18 cm) que todas las demás opciones, duplicando el rendimiento del Shihuahuaco con púa central (4.33 cm) y mostrando una clara superioridad frente a los injertos de yema lateral (0.00 cm en ambas especies).

4.3.4. Variable: Número de hojas promedio por brote

Modelo

```
lme(N_Hojas_promedio_brote~  1 +  Especie + Tipo_injerto + Especie:Tipo_injerto, random = list( Tiempo_dias=pdIdent(~1) ), data=myData, method = "REML", control = lmeControl(niterEM = 150, msMaxIter = 200), na.action = na.omit, keep.data = FALSE)
```

Tabla 19.

Resumen del modelo lineal mixto de número de hojas promedio por brote.

N	AIC	BIC	LogLike	Sigma	R^2
60	219.42	231.57	-103.71	1.32	0.73

AIC y BIC: cuanto menor, mejor es el modelo.

Tabla 20.

ANOVA número de hojas promedio por brote.

Fuente	GLNum	GLDen	F	p-valor
(Intercept)	1	52	14.81	0.0003
Especie	1	52	58.46	<0.0001
Tipo injerto	1	52	84.31	<0.0001
Especie: Tipo injerto	1	52	58.46	<0.0001

El análisis de varianza (ANOVA) revela efectos altamente significativos ($p < 0.0001$) para todos los factores evaluados en el crecimiento de brotes. Tanto la especie ($F = 58.46$) como el tipo de injerto ($F = 84.31$) ejercen una influencia determinante, siendo la púa central el factor con mayor peso estadístico. La interacción especie x tipo de injerto ($F = 58.46$, $p < 0.0001$) confirma que el efecto del injerto varía significativamente según la especie, lo que explica el rendimiento excepcional de la combinación Bolaina blanca con púa central. El término (Intercept) también es significativo ($F = 14.81$, $p = 0.0003$), validando el modelo global.

- **Comparaciones de medias por número de hojas promedio por especie.**

Método de comparación de medias de a pares: Tukey, alfa=0.05

Error estándar promedio de la diferencia de medias=0.34

Mínima diferencia significativa promedio = 0.682

Tabla 21.

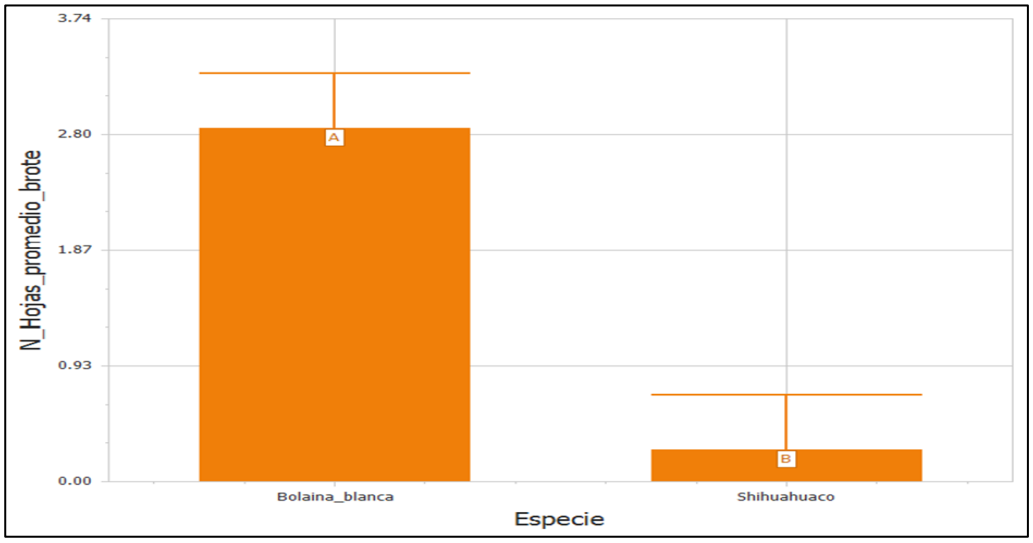
Comparación de medias por número de hojas promedio por especie.

Variable	Especie	Media	EE	N	Grupo
N° Hojas promedio brote	Bolaina blanca	2.86	0.44	30	A
N° Hojas promedio brote	Shihuahuaco	0.26	0.44	30	B

Las medias con una letra común no son significativamente diferentes (p> 0.05).

Figura 13.

Número de hojas promedio por brote por especie.



El análisis revela que Bolaina blanca genera significativamente más hojas por brote (2.86 ± 0.44) que Shihuahuaco (0.26 ± 0.44), con una diferencia de 11 veces entre especies (grupos A vs. B, *p* < 0.05). Estos resultados, consistentes con su mejor desempeño en longitud de brotes, confirman su superioridad en desarrollo vegetativo. La casi nula producción foliar de Shihuahuaco sugiere limitaciones fisiológicas o de adaptación a las condiciones del estudio.

- **Comparaciones de medias del número de hojas de brote por tipo injerto**

Método de comparación de medias de a pares: Tukey, alfa=0.05
Error estándar promedio de la diferencia de medias=0.34
Mínima diferencia significativa promedio = 0.682

Tabla 22.

Comparación de medias de número de hojas promedio por tipo de especie.

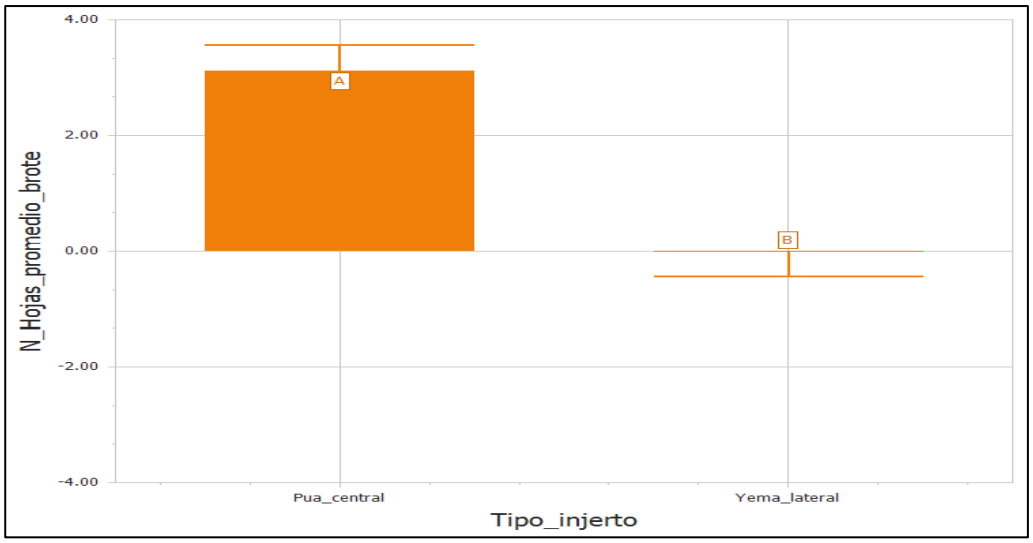
Variable	Tipo injerto	Media	EE	N	Grupo

N Hojas promedio brote	Púa central	3.12	0.44	30	A
N Hojas promedio brote	Yema lateral	-0.00	0.44	30	B

Las medias con una letra común no son significativamente diferentes (p> 0.05).

Figura 14.

Número de hojas promedio por brote de acuerdo al tipo de injerto.



El análisis de la Tabla 17 y Figura 14, demuestra que el injerto de púa central genera un promedio significativo de 3.12 hojas por brote, mientras que la yema lateral no produce crecimiento foliar alguno (0.00 hojas), con una diferencia estadísticamente robusta ($p < 0.05$) que confirma la clara superioridad de la púa central.

- **Comparaciones de medias de número de hojas de brote por interacción de especie y tipo de injerto.**

Método de comparación de medias de a pares: Tukey, alfa=0.05

Error estándar promedio de la diferencia de medias=0.48

Mínima diferencia significativa promedio = 1.25

Tabla 23.

Comparación de medias de número de hojas promedio de brote por interacción de especie y al tipo de injerto.

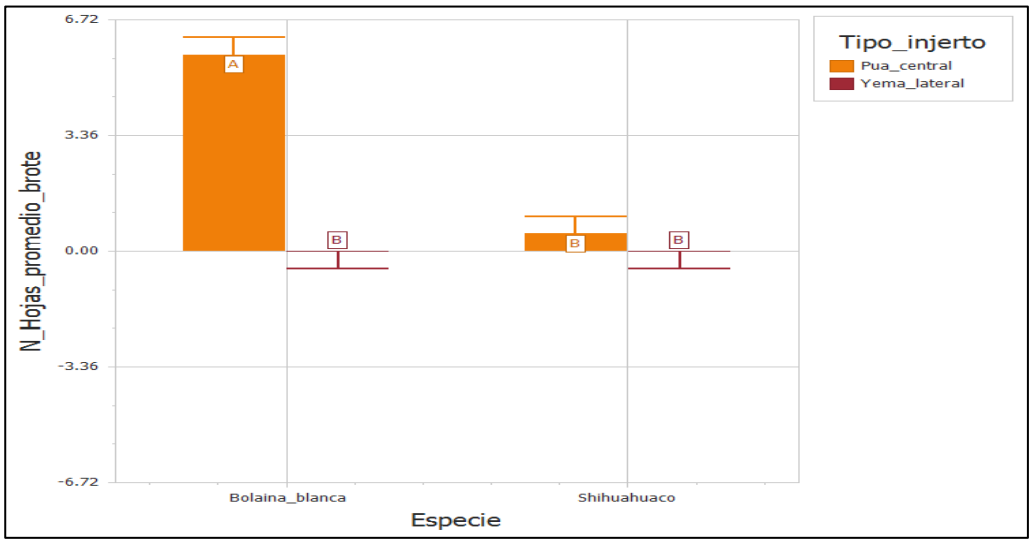
Variable	Especie	Tipo injerto	Media	EE	N	Grupo

N Hojas promedio brote	Bolaina blanca	Púa central	5.72	0.50	15	A
N Hojas promedio brote	Shihuahuaco	Púa central	0.52	0.50	15	B
N Hojas promedio brote	Bolaina blanca	Yema lateral	-0.00	0.50	15	B
N Hojas promedio brote	Shihuahuaco	Yema lateral	-0.00	0.50	15	B

Las medias con una letra común no son significativamente diferentes (p> 0.05).

Figura 15.

Número de hojas promedio por brote de acuerdo a la especie y al tipo de injerto



El análisis de la Tabla 23 y Figura 15, revelan diferencias drásticas en el número de hojas por brote según la combinación especie-tipo de injerto. La Bolaina blanca con púa central muestra un rendimiento excepcional (5.72 hojas/brote, grupo A), superando por más de 10 veces al Shihuahuaco con el mismo injerto (0.52 hojas/brote), y siendo la única combinación efectiva, ya que todos los injertos de yema lateral (en ambas especies) resultaron completamente infructuosos (0.00 hojas, grupo B).

4.4. Comprobación de Hipótesis

La comprobación basada en los resultados analizados es la siguiente:

4.4.1. Bolaina blanca (Guazuma crinita Mart.):

Los datos muestran que el injerto por púa central registró un porcentaje de prendimiento alto, cercano al 60%, con un número

promedio de brotes de 1.06 ± 0.08 y un promedio de hojas por brote de aproximadamente 5.72, mientras que el injerto por yema lateral no presentó éxito en prendimiento ni crecimiento de brotes. Esto confirma que el injerto por púa central produce significativamente mayor supervivencia, prendimiento y desarrollo del brote que el injerto por yema en Bolaina blanca, por lo que la hipótesis Ha1 queda confirmada.

4.4.2. Shihuahuaco (Dipteryx ferrea):

Para esta especie, el injerto por púa central también mostró superioridad frente al injerto por yema lateral, alcanzando un buen porcentaje de prendimiento y desarrollo de brotes (número promedio de brotes 0.79 ± 0.08), aunque menor en vigor comparado con Bolaina blanca (1.06 ± 0.08). El injerto por yema lateral fue claramente ineficaz. Por tanto, la hipótesis Ha2 se ve también confirmada por los resultados, ya que en Shihuahuaco el injerto por púa central supera en supervivencia, prendimiento y crecimiento al injerto por yema.

Dado que los resultados estadísticos validan la superioridad del injerto por Púa central sobre el injerto por Yema lateral en ambas especies (confirmación de Ha1 y Ha2), se concluye que la Hipótesis General (Hg) del estudio es confirmada.

4.5. Discusión de resultados

Los resultados obtenidos en este estudio, validados mediante un Modelo Lineal de Efectos Mixtos (LME), demuestran que el tipo de injerto constituye el factor más determinante para el éxito de la propagación vegetativa, mientras que la especie cobra relevancia significativa en las variables de crecimiento y vigor.

El análisis de varianza (ANOVA) del LME estableció que el tipo de injerto es altamente significativo ($F=267.12$; $p < 0.0001$) en el porcentaje de prendimiento. La técnica de púa central alcanzó un rendimiento promedio del 59% (media = 0.59), demostrando ser significativamente superior al injerto de yema lateral, el cual resultó ineficaz con un 0% de éxito.

Este hallazgo es consistente con los reportes de Wendling et al. (2017), quienes señalan que injertos bien ejecutados pueden alcanzar altas tasas de supervivencia. Asimismo, se valida la afirmación de Barrera (2020) y López et al. (2023) sobre la dependencia del prendimiento no solo de la técnica, sino también del manejo posterior. El fracaso categórico del injerto por yema lateral en ambas especies coincide con los resultados reportados del 0% de prendimiento por Vásquez (2020) en Hymenaea courbaril y por Santillán et al. (2021) en especies forestales amazónicas, reforzando la conclusión de que no todas las técnicas de injerto son universalmente aplicables y la elección debe basarse en evidencias específicas de cada especie.

Si bien el análisis de medias de Tukey para el Prendimiento global no encontró diferencias significativas entre Shihuahuaco (Media = 30%) y Bolaina blanca (Media = 29%) (Grupo A en ambos casos), la evaluación de las mediciones finales (a los 75 días) y, crucialmente, las variables de crecimiento, revelaron diferencias significativas en la compatibilidad fisiológica. El desempeño promedio a 75 días el prendimiento con púa central fue mayor en Bolaina blanca (promedio 53.33%) que en Shihuahuaco (promedio 33.33%). Longitud de Brotes en Bolaina blanca con púa central alcanzó 8.18 cm, casi duplicando el crecimiento de Shihuahuaco con púa central (4.33 cm). El Número de Hojas: Bolaina blanca con púa central generó 5.72 hojas/brote, lo que representa más de 10 veces la producción de Shihuahuaco con púa central (0.52 hojas/brote).

El desempeño superior de la Bolaina blanca en el desarrollo de brotes y vigor inicial coincide con lo observado por Monteiro & Santo (2017), quienes subrayan que la compatibilidad entre portainjerto y especie influye fuertemente en el éxito del injerto, y valida el trabajo de Paredes et al. (2010), que también validaron la púa central en *Bolaina* bajo condiciones controladas.

Finalmente, la propagación vegetativa mediante el injerto de púa central se proyecta como una herramienta útil y efectiva para la conservación y multiplicación de genotipos valiosos de estas especies forestales, lo que concuerda con lo señalado por Alfaro & Orthmann (1966) y Trujillo (2018) respecto a la importancia de los métodos asexuales en la conservación genética

y en los programas de mejoramiento forestal. Es fundamental que futuros estudios se centren en el manejo posterior (riego y fertilización), aspectos que Barrera (2020) y López et al. (2023) destacan como críticos para optimizar aún más las tasas de supervivencia.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- La evaluación de los injertos en Bolaina Blanca (*Guazuma crinita* Mart.) y Shihuahuaco (*Dipteryx ferrea* (Ducke)) evidenció que la técnica de púa central fue significativamente superior en supervivencia, prendimiento y crecimiento de brotes, especialmente en Bolaina Blanca. En contraste, el injerto por yema lateral no resultó viable, al presentar tasas nulas de prendimiento y supervivencia.
- El injerto por púa central mostró superioridad frente a la yema lateral, con porcentajes de prendimiento de 53% en Bolaina blanca y 33% en Shihuahuaco a los 75 días, mientras que la yema lateral no presentó efectividad. Sin embargo, Bolaina blanca, promovió un mejor desarrollo vegetativo, con un promedio de 5.72 hojas/brote frente al Shihuahuaco con 0.52 hojas/brote, lo que confirma su viabilidad en la propagación bajo condiciones controladas.
- El injerto por púa central resultó adecuado en ambas especies, aunque Bolaina Blanca presentó mayor vigor y número de brotes (1.06 ± 0.08) frente al Shihuahuaco (0.79 ± 0.08). Estas diferencias sugieren limitaciones fisiológicas y de compatibilidad genética en Shihuahuaco.

5.2. Recomendaciones

- Se recomienda la adopción del injerto por Púa central para la propagación vegetativa de ambas especies (*Guazuma crinita* y *Dipteryx ferrea*) en Pucallpa, debido a su demostrada eficacia estadística en el prendimiento y desarrollo del brote, frente al fracaso rotundo de la Yema lateral.
- Descartar el uso del injerto por yema lateral en ambas especies bajo las condiciones evaluadas, la ausencia de prendimiento y crecimiento de brotes con el injerto por yema lateral evidencia que esta técnica no es adecuada para Bolaina ni Shihuahuaco en este sistema. Se recomienda enfocar los esfuerzos de propagación en técnicas que han demostrado eficacia, optimizando así recursos y tiempo.

- Si el objetivo es propagar Shihuahuaco, se debe mantener la técnica de Púa central, pero se sugiere el uso de hormonas de enraizamiento para incrementar su vigor, ya que esta especie mostró un desarrollo significativamente menor (Grupo B) en las variables de crecimiento.
- Investigar un protocolo de riego y fertilización específico para la etapa post-injerto (días 1 a 45), dado que el manejo posterior es crucial para el éxito del prendimiento, y podría haber influido en la variación del prendimiento observado en Shihuahuaco a lo largo del tiempo (disminuyó de 100% inicial a 20%-60% a los 75 días).
- Realizar estudios sobre el uso de la Púa central en diferentes diámetros de portainjerto para Shihuahuaco, buscando el grosor óptimo que asegure la máxima área de contacto entre el cambium y promueva una unión vascular más fuerte y rápida.
- Investigar la técnica de Púa central en portainjertos de mayor edad y diámetro (por ejemplo, plantas de 1 año o más). El éxito del injerto a menudo está ligado a la edad del portainjerto. Determinar la edad óptima de los portainjertos que maximiza el prendimiento en *Shihuahuaco* podría mejorar su bajo vigor.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Acquaah, G. (2009). *Horticulture: Principles and Practices*. Pearson Prentice Hall.

Alfaro, R. I., & Orthmann A, W. (1966). *La injertacion como tecnica auxiliar del mejoramiento genetico.* https://bibliotecadigital.infor.cl/handle/20.500.12220/3799

Andrade, P., Sepúlveda, S., & Wisnia, P. (2013). *IV Injertos*. yumpu.com. https://www.yumpu.com/es/document/view/19965585/4-injertospdf

Ayaviri Quispe, J. (s. f.). *INJERTOS*. 3.

Barrera Ramirez, R. (2020). *INTERACCIÓN Y COMPATIBILIDAD DE DIFERENTES MÉTODOS DE INJERTADO EN PATRONES DE Pinus pseudostrobus Lindl.* http://eprints.uanl.mx/21678/

Bembibre, C. (2010). *Defínción de Brote*. DefinicionABC. https://www.definicionabc.com/general/brote.php

Bioplan In Vitro. (2023, mayo 16). Genética vegetal. *Bioplan In Vitro*. http://www.bioplaninvitro.com/genetica-vegetal/

Blum, A., & Tuberosa, R. (2018). Dehydration survival of crop plants and its measurement. Journal of Experimental Botany, 69(5), 975–981. https://doi.org/10.1093/jxb/erx445

Briceño Méndez, M. (2005). *Estudio de tendencias y perspectivas del Sector Forestal en América Latina Documento de Trabajo*. https://www.fao.org/3/j5484s/j5484s12.htm

Chávez, D. (2018). Motores de deforestación en el sector agrario de la Amazonía peruana . Ministerio del Ambiente, Dirección General de Cambio Climático y Desertificación.

Estado de México. (2021). *Mejoramiento genético | Probosque*. https://probosque.edomex.gob.mx/mejoramiento-genetico

Gobierno de Mexico. (s. f.). *Maderable*. Biodiversidad Mexicana. Recuperado 20 de junio de 2023, de https://www.biodiversidad.gob.mx/diversidad/maderable

Gobierno Vasco. (s. f.). *Manual Técnico de formación para la caracterización de madera de uso estructural*. Recuperado 20 de junio de 2023, de

https://normadera.tknika.eus/es/content/definiciones-de-%C3%A1mbito-forestal.html

Goldschmidt, E. E. (2014). Plant grafting: New mechanisms, evolutionary implications. *Frontiers in Plant Science*, *5*. https://doi.org/10.3389/fpls.2014.00727

Hartmann, H. T., Kester, D. E., Davies, F. T., & Geneve, R. L. (2013). *Hartmann & Kester's Plant Propagation: Principles and Practices: Pearson New International Edition*. Pearson Education.

Hernández, R., Fernandez Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2006). *LIBRO - metodologia-de-la-investigacion-4ta-edicion-sampieri-2006 ocr*. https://www.academia.edu/19094794/LIBRO_metodologia_de_la_investigacion_4ta_edicion_sampieri_2006_ocr

Herrera Chávez, C. I., & Morales Torres, E. (2022). Evaluación de la técnica, Sistema de Protección y Sombreamiento en el prendimiento de injertos de Marupa (Simarouba amara Aublet) y Aucatadijo (Croton matourensis Aublet), en Pucallpa—Ucayali, Perú. *Universidad Nacional de Ucayali*. http://repositorio.unu.edu.pe/handle/UNU/5956

Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares. (2018). *Mejoramiento genético de plantas de interés agrícola*. Gob.mx. http://www.gob.mx/inin/acciones-y-programas/mejoramiento-genetico-de-plantas-de-interes-agricola

Lamb, D., Erskine, P. D., & Parrotta, J. A. (2005). Restoration of Degraded Tropical Forest Landscapes. *Science*, *310*(5754), 1628-1632. https://doi.org/10.1126/science.1111773

La República. (2020, abril 10). *Todas las regiones del país presentan por lo menos un caso de coronavirus | Sociedad | La República*. https://larepublica.pe/sociedad/2020/04/10/todas-las-regiones-del-pais-presentan-por-lo-menos-un-posible-caso-de-coronavirus-atmp

López Avendaño, E. D., López López, M. Á., Ramírez Herrera, C., Aguilera Rodríguez, M., López Avendaño, E. D., López López, M. Á., Ramírez Herrera, C., & Aguilera Rodríguez, M. (2023). Efecto del riego, la fertilización y el contenedor en la respuesta a la injertación de plántulas de Pinus patula Schltdl. & Cham. *Revista mexicana de ciencias forestales*, *14*(75), Article 75. https://doi.org/10.29298/rmcf.v14i75.1255

Melnyk, C. W., & Meyerowitz, E. M. (2015). Plant grafting. *Current Biology*, *25*(5), R183-R188. https://doi.org/10.1016/j.cub.2015.01.029

MINAM. (2019). *LÍNEA DE BASE DE ESPECIES FORESTALES (Pinus sp y Eucalyptus sp.) CON FINES DE BIOSEGURIDAD*. https://bioseguridad.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2020/07/LB_-Forestales.pdf

Monteiro, J., & Santo, E. (2017). *ENXERTIA ENTRE ESPÉCIES DO GÊNERO Handroanthus*.

Montero Terrazas, J. C., & Romero, J. (2018). *Técnicas de injerto y manejo de la regeneración natural de la*. https://www.bivica.org/files/5427_almendra-chiquitana-injerto.pdf

Neira Moscoso, DA (2022). El efecto del cambio de la cobertura del suelo en el clima, caso de estudio de la deforestación y reforestación en la Amazonía ecuatoriana [Tesis de pregrado, Universidad del Azuay]. DSpace UDA. https://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/15146

Orasma, A., Peréz, A., Lugo, E., & Matheus, Y. (2016). *INJERTO DE TOMATE EN BERENJENA COMO METODO PARA MEJORAR LA PRODUCCIÓN*. https://www.academia.edu/27586273/Investigaci%C3%B3n_sobre_el_injerto_de_plantas

Paredes, O., Soudre-Zambrano, M., Chavez, J., & Guerra, W. (2010). PROPAGACIÓN VEGETATIVA DE BOLAINA BLANCA (Guazuma crinita Mart.) MEDIANTE INJERTO, BAJO CONDICIONES AMBIENTALES CONTROLADAS. *Folia Amazónica*, *19*(1-2), Article 1-2. https://doi.org/10.24841/fa.v19i1-2.346

Pérez-Luna, A., Hernández-Díaz, J. C., Wehenkel, C., Simental-Rodríguez, S. L., Hernández-Velasco, J., & Prieto-Ruíz, J. Á. (2021). Graft survival of Pinus engelmannii Carr. In relation to two grafting techniques with dormant and sprouting buds. *PeerJ*, *9*, e12182. https://doi.org/10.7717/peerj.12182

Pineda, E. B., de Alvarado, E. L., de Canales, F. H., & Salud, O. P. de la. (1994). Metodologia de la investigación: Manual para el desarrollo de personal de salud. Serie PALTEX para Ejecutores de Programas de Salud;35. https://iris.paho.org/handle/10665.2/3132

Retournard, & Prat Jean. (2008). Métodos de injerto: clasificación en tres grupos -yema, púa y aproximación—. En H. Álvarez López (Ed.), Manual de

injertación en frutales (Material de enseñanza universitaria No. 8). Universidad Nacional de Jaén.

Santillán-Fernández, A., Santiago-Santes, O. V., Espinosa-Grande, E., Huicab-Pech, Z. G., Larqué-Saavedra, F. A., Bautista-Ortega, J., Santillán-Fernández, A., Santiago-Santes, O. V., Espinosa-Grande, E., Huicab-Pech, Z. G., Larqué-Saavedra, F. A., & Bautista-Ortega, J. (2021). PROPAGACIÓN SEXUAL Y ASEXUAL DE BROSIMUM ALICASTRUM SWARTZ EN CAMPECHE, MÉXICO. *LA GRANJA. Revista de Ciencias de la Vida*, *34*(2), Article 2. https://doi.org/10.17163/lgr.n34.2021.07

Sospedra, R. S., López, G. G., & López, M. C. (s. f.). *Mejoramiento Genético Forestal*. https://www.fao.org/fileadmin/user_upload/training_material/docs/Mejoramiento%20Genetico%20Forestal.pdf

Trujillo Ramos, R. (2018). Metodo de mejoramiento en plantas de reproduccion asexual. *Universidad Nacional de Ucayali*. http://repositorio.unu.edu.pe/handle/UNU/3684

UACh. (2022). *Aplican técnica de injertos para restauración de bosques degradados*. https://www.forestal.uach.clhttps://www.forestal.uach.cl/noticias/post.php?s=2017-09-29-aplican-tecnica-de-injertos-para-restauracion-de-bosques-degradados

Vargas Huanaco, R. C. (2021). Influencia de tipos de injerto en el prendimiento, crecimiento y desarrollo de plantones de pan de árbol (Artocarpus altilis), Ccatun Rumi 562 msnm, Pichari—La Convención. *Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga*. http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/4996

Vasquez Sampayo, C. S. (2017). Influencia de las fases lunares en el injerto de Amburana cearensis (Allemao) A. C. Smith (Ishpingo) en Pucallpa—Perú. *Universidad Nacional de Ucayali*. http://repositorio.unu.edu.pe/handle/UNU/3802

Vásquez-Zavaleta, T. (2020). *Evaluación de cuatro técnicas de injerto en plantones tardíos de Schizolobium parahyba e Hymenaea courbaril en Madre de Dios, Perú | Revista Forestal del Perú*. https://revistas.lamolina.edu.pe/index.php/rfp/article/view/1602

Vílchez Cáceres, S. (2017). Evaluación de diferentes tipos de injerto en plantones de palto (persea americana mill) variedad hass en condiciones de vivero en pachachaca baja – Abancay—2016. *Universidad tecnológica de lo Andes*. https://repositorio.utea.edu.pe/handle/utea/76

Wendling, I., Zanette, F., Rickli-Horsti, H. C., & Constantino, V. (2017). *Produção de mudas de araucária por enxertia. - Portal Embrapa*. https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1071156/producao-de-mudas-de-araucaria-por-enxertia

ANEXOS

Anexo 1.

Matriz de Consistencia

Título: "Evaluación de 2 tipos de injertos en la supervivencia, prendimiento y crecimiento del brote de dos especies forestales en la ciudad de Pucallpa, Ucayali 2023".

Problema	**Objetivos**	**Hipótesis**	**Variable**	**Dimensiones**	**Indicador**
Problema General	**Objetivo general**	**Hipótesis General**	**Variable Independiente (VI)**		
¿Cuál de los 2 tipos de Injertos tienen mayor supervivencia, prendimiento y crecimiento del brote en dos especies forestales Bolaina Blanca (*Guazuma crinita* Mart.) y Shihuahuaco (*Dipteryx ferrea* Ducke)?	Evaluar dos tipos de injertos en la supervivencia, prendimiento y crecimiento del brote en dos especies forestales Bolaina Blanca (*Guazuma crinita* Mart.) y Shihuahuaco (*Dipteryx ferrea* Ducke)	La aplicación de 2 tipos de Injertos produce mayor supervivencia, prendimiento y crecimiento del brote en dos especies forestales Bolaina Blanca (*Guazuma crinita* Mart.) y Shihuahuaco (*Dipteryx ferrea* Ducke)	Especie Forestal	-Bolaina Blanca injertado -Shihuahuaco injertado	Número de plantas con prendimiento
Problema Específico	**Objetivo Específico**	**Hipótesis Especificas**	**Variable Dependiente (VD)**		
¿Se podrá obtener mayor supervivencia, prendimiento y crecimiento del brote del injerto de púa frente al injerto de yemas de la especie forestal Bolaina blanca (*Guazuma crinita* Mart.)	Determinar la supervivencia, el prendimiento y el crecimiento del brote en el injerto de púa y el injerto de yema de la especie forestal Bolaina blanca (*Guazuma crinita* Mart).	La aplicación del injerto de púa produce mayor supervivencia, prendimiento y crecimiento del brote que el injerto de yema en la especie forestal Bolaina Blanca (*Guazuma crinita* Mart.)	Injertos	-Púas -Yemas	-Supervivencia o Prendimiento (%) -Nº de Brotes -Longitud del brote (cm) -Nº de hojas promedio x brote
¿Se podrá obtener mayor supervivencia, prendimiento y crecimiento del brote del injerto de púa frente al injerto de yemas en la especie forestal Shihuahuaco (*Dipteryx ferrea* Ducke)?	Determinar la supervivencia, el prendimiento y el crecimiento del brote en el injerto de púa y el injerto de yema de la especie forestal Shihuahuaco (*Dipteryx ferrea* Ducke)	La aplicación del injerto de púa produce mayor supervivencia, prendimiento y crecimiento del brote que el injerto de yema en la especie forestal Shihuahuaco (*Dipteryx ferrea* Ducke).			

Anexo 2.

Ficha de registro de Evaluación del injerto de púa y yema de la Bolaina blanca (Guazuma crinita Mart) y Shihuahuaco (Dipteryx ferrea).

Fecha	Tiempo (dias)	Especie	Tipo de injerto	Repeticiones	N° Plantas con prendimiento	Prendimiento (%)	N° Brotes	Long. Brotes promedio (cm)	N° Hojas promedio por brote
2/05/2025	15	Bolaina blanca	Pua central	1	3	60%	2.00	0.28	2.00
2/05/2025	15	Bolaina blanca	Pua central	2	5	100%	2.00	0.35	1.00
2/05/2025	15	Bolaina blanca	Pua central	3	4	80%	0.85	0.85	1.75
2/05/2025	15	Shihuahuaco	Pua central	1	5	100%	1.00	0.10	0.00
2/05/2025	15	Shihuahuaco	Pua central	2	5	100%	1.00	0.10	0.00
2/05/2025	15	Shihuahuaco	Pua central	3	5	100%	1.00	0.10	0.00
17/05/2025	30	Bolaina blanca	Pua central	1	2	40%	2.00	2.75	4.00
17/05/2025	30	Bolaina blanca	Pua central	2	3	60%	2.33	3.19	4.00
17/05/2025	30	Bolaina blanca	Pua central	3	3	60%	2.50	4.40	4.33
17/05/2025	30	Shihuahuaco	Pua central	1	4	80%	1.25	0.08	0.00
17/05/2025	30	Shihuahuaco	Pua central	2	4	80%	0.75	0.20	0.00
17/05/2025	30	Shihuahuaco	Pua central	3	4	80%	1.50	0.40	0.00
1/06/2025	45	Bolaina blanca	Pua central	1	2	40%	2.00	5.90	5.50
1/06/2025	45	Bolaina blanca	Pua central	2	3	60%	2.33	6.81	6.00
1/06/2025	45	Bolaina blanca	Pua central	3	3	60%	2.33	8.19	6.00
1/06/2025	45	Shihuahuaco	Pua central	1	2	40%	2.00	2.92	1.00
1/06/2025	45	Shihuahuaco	Pua central	2	3	60%	1.66	5.05	0.66
1/06/2025	45	Shihuahuaco	Pua central	3	2	40%	2.00	5.05	0.50
16/06/2025	60	Bolaina blanca	Pua central	1	2	40%	2.00	9.93	6.50
16/06/2025	60	Bolaina blanca	Pua central	2	3	60%	2.33	11.50	7.33
16/06/2025	60	Bolaina blanca	Pua central	3	3	60%	2.33	12.97	7.00
16/06/2025	60	Shihuahuaco	Pua central	1	1	20%	2.00	8.18	1.00
16/06/2025	60	Shihuahuaco	Pua central	2	3	60%	1.66	5.74	0.67
16/06/2025	60	Shihuahuaco	Pua central	3	2	40%	2.00	7.77	1.00
7/07/2025	75	Bolaina blanca	Pua central	1	2	40%	2.00	13.15	9.00
7/07/2025	75	Bolaina blanca	Pua central	2	3	60%	2.33	19.06	11.66
7/07/2025	75	Bolaina blanca	Pua central	3	3	60%	2.33	23.31	9.66
7/07/2025	75	Shihuahuaco	Pua central	1	1	20%	2.00	8.18	1.00
7/07/2025	75	Shihuahuaco	Pua central	2	2	40%	2.00	8.97	1.00
7/07/2025	75	Shihuahuaco	Pua central	3	2	40%	2.00	12.05	1.00
2/05/2025	15	Bolaina blanca	Yema lateral	1	0	0%	0	0	0
2/05/2025	15	Bolaina blanca	Yema lateral	2	0	0%	0	0	0
2/05/2025	15	Bolaina blanca	Yema lateral	3	0	0%	0	0	0
2/05/2025	15	Shihuahuaco	Yema lateral	1	0	0%	0	0	0
2/05/2025	15	Shihuahuaco	Yema lateral	2	0	0%	0	0	0
2/05/2025	15	Shihuahuaco	Yema lateral	3	0	0%	0	0	0
17/05/2025	30	Bolaina blanca	Yema lateral	1	0	0%	0	0	0
17/05/2025	30	Bolaina blanca	Yema lateral	2	0	0%	0	0	0
17/05/2025	30	Bolaina blanca	Yema lateral	3	0	0%	0	0	0
17/05/2025	30	Shihuahuaco	Yema lateral	1	0	0%	0	0	0
17/05/2025	30	Shihuahuaco	Yema lateral	2	0	0%	0	0	0
17/05/2025	30	Shihuahuaco	Yema lateral	3	0	0%	0	0	0
1/06/2025	45	Bolaina blanca	Yema lateral	1	0	0%	0	0	0
1/06/2025	45	Bolaina blanca	Yema lateral	2	0	0%	0	0	0
1/06/2025	45	Bolaina blanca	Yema lateral	3	0	0%	0	0	0
1/06/2025	45	Shihuahuaco	Yema lateral	1	0	0%	0	0	0
1/06/2025	45	Shihuahuaco	Yema lateral	2	0	0%	0	0	0
1/06/2025	45	Shihuahuaco	Yema lateral	3	0	0%	0	0	0
16/06/2025	60	Bolaina blanca	Yema lateral	1	0	0%	0	0	0
16/06/2025	60	Bolaina blanca	Yema lateral	2	0	0%	0	0	0
16/06/2025	60	Bolaina blanca	Yema lateral	3	0	0%	0	0	0
16/06/2025	60	Shihuahuaco	Yema lateral	1	0	0%	0	0	0
16/06/2025	60	Shihuahuaco	Yema lateral	2	0	0%	0	0	0
16/06/2025	60	Shihuahuaco	Yema lateral	3	0	0%	0	0	0
7/07/2025	75	Bolaina blanca	Yema lateral	1	0	0%	0	0	0
7/07/2025	75	Bolaina blanca	Yema lateral	2	0	0%	0	0	0
7/07/2025	75	Bolaina blanca	Yema lateral	3	0	0%	0	0	0
7/07/2025	75	Shihuahuaco	Yema lateral	1	0	0%	0	0	0
7/07/2025	75	Shihuahuaco	Yema lateral	2	0	0%	0	0	0
7/07/2025	75	Shihuahuaco	Yema lateral	3	0	0%	0	0	0

Anexo 3.

Gráficos de diagnóstico de Normalidad y de Homogeneidad de Varianza

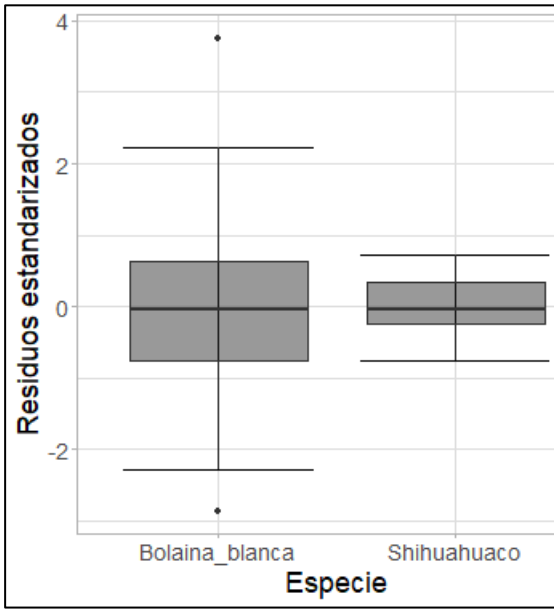


Grafico 1. BOX-PLOT - residuos vs Especie

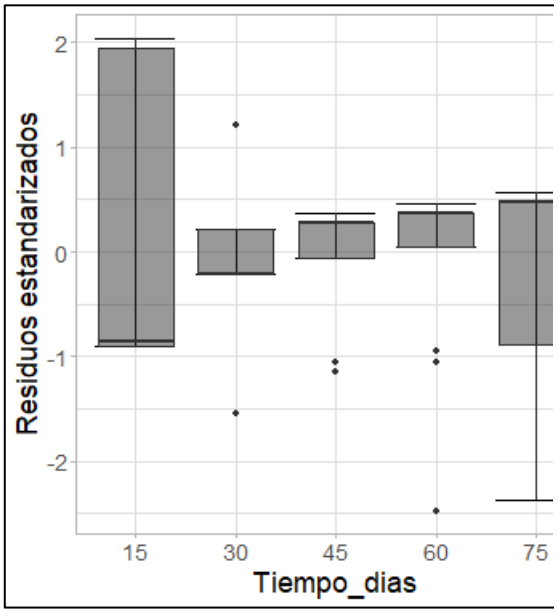


Grafico 2. BOX-PLOT - residuos vs Tiempo días

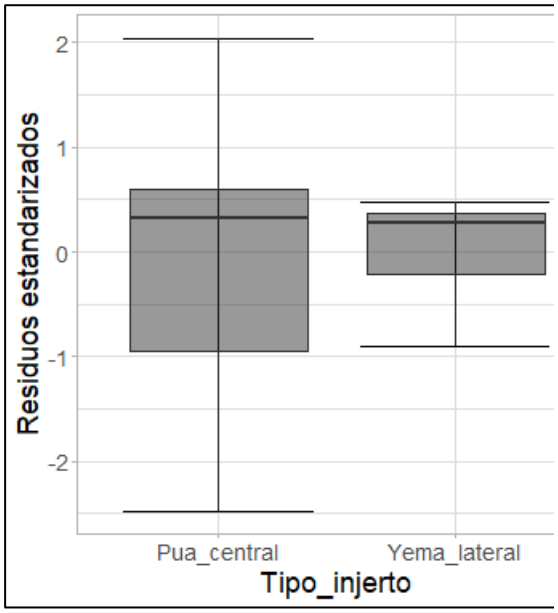


Grafico 3. BOX-PLOT - residuos vs Tipo_injerto

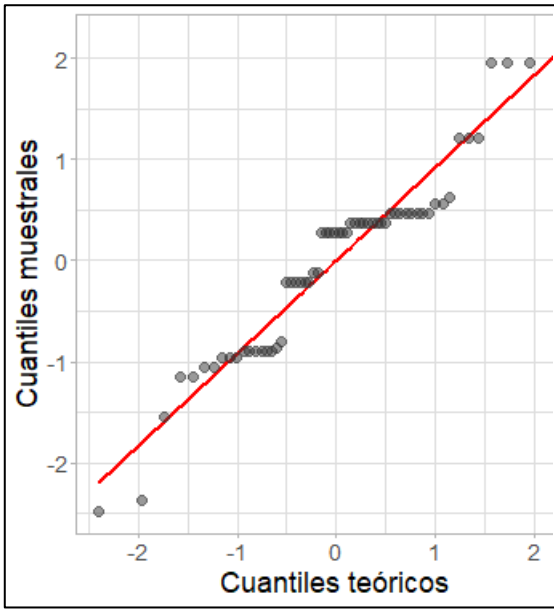


Grafico 4. QQ-plot

Anexo 4
Panel Fotográfico

Figura 1-4A.
Recolección de material genético en el jardín clonal de Dipteryx S.A.C. de bolaina blanca para injerto.



Figura 2-4A.
Recolección de material genético en el jardín clonal de Dipteryx S.A.C. de Shihuahuaco para injerto.



Figura 3-4A.
Proceso de injerto de bolaina blanca por el método de púa central.



Figura 4-4A.
Proceso de injerto de Shihuahuaco por el método de púa central.



Figura 5-4A.
Proceso de injerto de Bolaina blanca por el método yema lateral.



Figura 6-4A.
Proceso de injerto de Shihuahuaco por el método de yema lateral.



Figura 7- 4A.
Injertos de Bolaina blanca, utilizando el método de púa central.



Figura 8-4A.
Injertos de Bolaina blanca, utilizando el método yema lateral.



Figura 9-4A.
Injertos de shihuahuaco, utilizando el método de púa central.



Figura 10-4A.
Injertos de shihuahuaco, utilizando el método yema lateral.



Figura 11-4A.
Prendimiento exitoso de injertos de Bolaina blanca, utilizando el método de púa central a 75 días de injertación (Repetición 1).



Figura 12-4A.
Prendimiento exitoso de injertos de Bolaina blanca, utilizando el método de púa central a 75 días de injertación (Repetición 2).

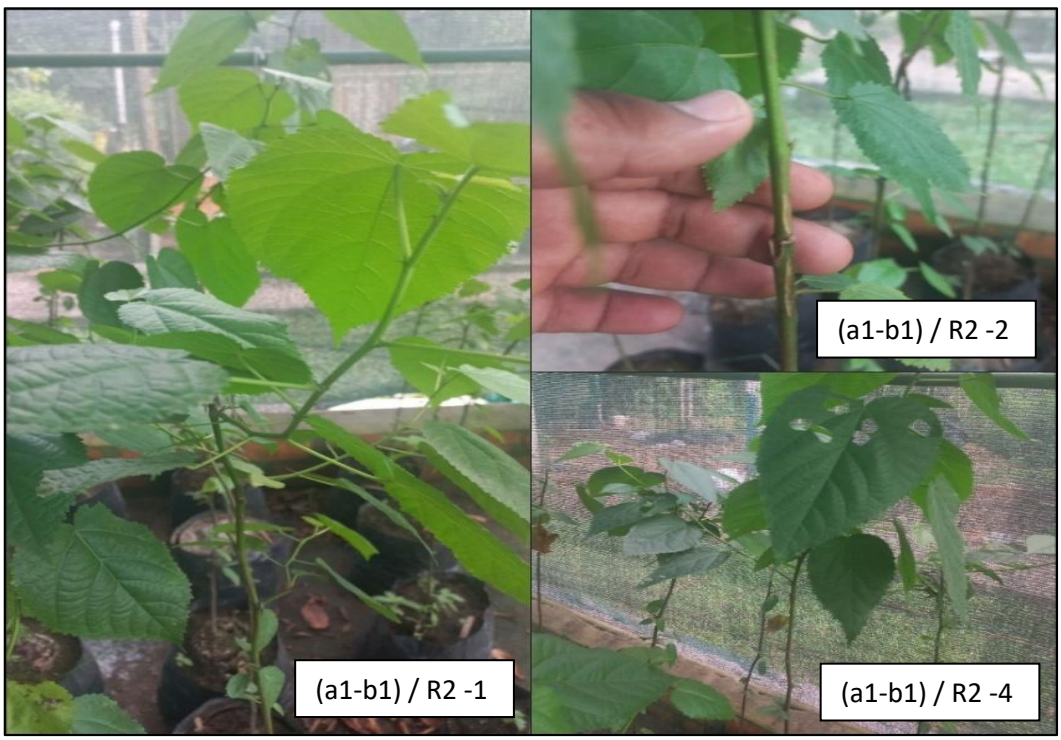


Figura 13-4A.
Prendimiento exitoso de injertos de Bolaina blanca, utilizando el método de púa central a 75 días de injertación (Repetición 3).

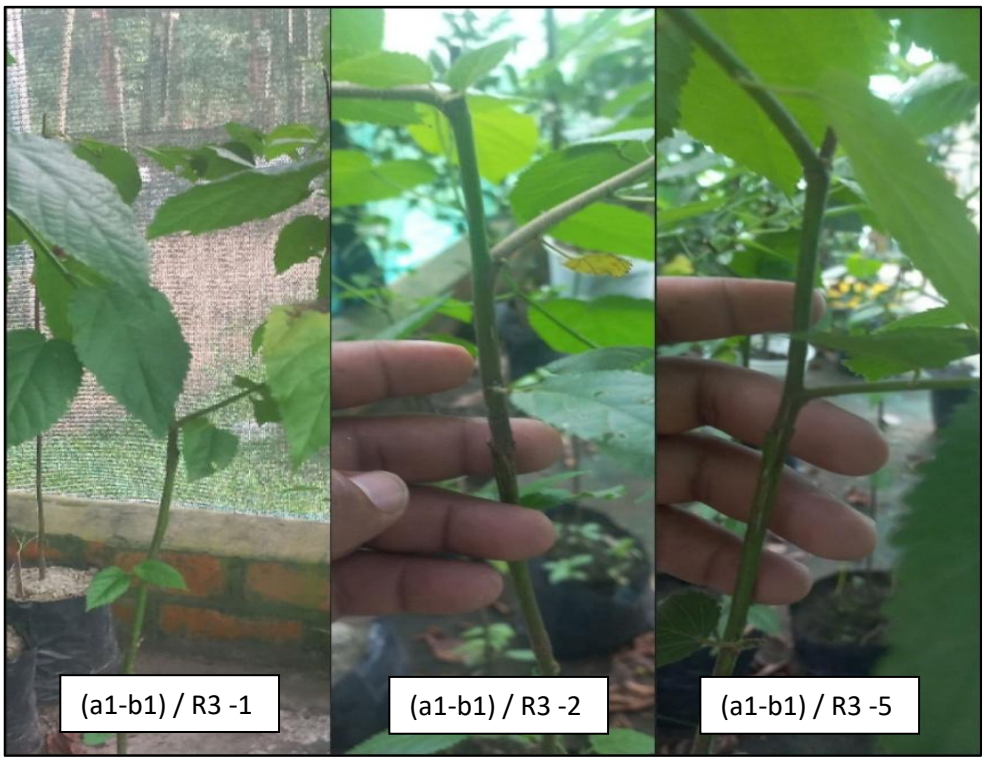


Figura 14-4A.
Prendimiento exitoso de injertos de Shihuahuaco, utilizando el método de púa central a 75 días de injertación (Repetición 1).



Figura 15-4A.
Prendimiento exitoso de injertos de Shihuahuaco, utilizando el método de púa central a 75 días de injertación (Repetición 2).



Figura 16-4A.
Prendimiento exitoso de injertos de Shihuahuaco, utilizando el método de púa central a 75 días de injertación (Repetición 3).



Figura 17-4A.
Plántulas de Bolaina blanca con injertos secos a 15 días, con el método de yema lateral.



Figura 18-4A.
Plántulas de Shihuahuaco con injertos secos a 15 días, con el método de yema lateral.

