



**UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA AGRONOMÍA**

**TRABAJO DE TITULACIÓN COMO REQUISITO PREVIO PARA
LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO AGRÓNOMO**

**ESTUDIO DE LA PROPAGACIÓN DE VARIEDADES DE
CACAO (*Theobroma cacao* L.) A TRAVÉS DE DOS
TÉCNICAS DE INJERTO**

AUTOR

OÑA CAÑARTE KEVIN MARTIN

TUTOR

ING. AMAYA MÁRQUEZ DARLYN JOSÉ, M.Sc.

**GUAYAQUIL - ECUADOR
2026**



**UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA AGRONOMIA**

APROBACIÓN DEL TUTOR

El suscrito, docente de la Universidad Agraria del Ecuador, en mi calidad de Tutor, certifico que el presente trabajo de titulación: **ESTUDIO DE LA PROPAGACIÓN DE VARIEDADES DE CACAO (*Theobroma cacao* L.) A TRAVÉS DE DOS TÉCNICAS DE INJERTO**, realizado por el estudiante **OÑA CAÑARTE KEVIN MARTIN**; con cédula de identidad **N°0950567214** de la carrera **AGRONOMÍA**, Campus Guayaquil, ha sido orientado y revisado durante su ejecución; y cumple con los requisitos técnicos y legales exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador; por lo tanto, se aprueba la presentación del mismo.

Atentamente,

Ing. Darlyn Amaya Márquez, MSc.
Firma del Tutor

Guayaquil, 15 de junio del 2026



**UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA AGRONOMÍA**

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

Los abajo firmantes, docentes designados por el H. Consejo Directivo como miembros del Tribunal de Sustentación, aprobamos la defensa del trabajo de titulación: **"ESTUDIO DE LA PROPAGACIÓN DE VARIEDADES DE CACAO (Theobroma cacao L.) A TRAVÉS DE DOS TÉCNICAS DE INJERTO"**, realizado por el estudiante **OÑA CAÑARTE KEVIN MARTIN**, el mismo que cumple con los requisitos exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador.

Atentamente,

Ing. Andrade Alvarado Pedro, M.Sc.
PRESIDENTE

Ing. Ileana Santos Victor, M.Sc.
EXAMINADOR PRINCIPAL
Ing. Farah Asang Simón, M.Sc.
EXAMINADOR PRINCIPAL
Ing. Amaya Márquez Darlyn, M.Sc.
EXAMINADOR SUPLENTE

DEDICATORIA

Dedico este trabajo, en primer lugar, a mi familia, quienes han sido el pilar fundamental en cada etapa de mi vida. Su amor, comprensión y apoyo incondicional han sido la base sobre la cual he construido cada uno de mis logros.

A mis amigos cercanos, quienes han caminado a mi lado durante este proceso, brindándome palabras de aliento, ánimo constante y momentos de alegría que hicieron más llevadero este camino. Su presencia ha sido un impulso invaluable para no rendirme y seguir adelante aun en los momentos más difíciles.

Este logro no es solo mío, sino también de cada persona que creyó en mí y me acompañó durante este trayecto.

AGRADECIMIENTO

A Dios, por bendecirme con salud, fortaleza y perseverancia para culminar esta etapa. Por iluminar mi camino, sostenerme en los momentos de dificultad y darme la sabiduría necesaria para enfrentar cada reto.

A mis padres, por ser mi sustento económico y emocional, por su esfuerzo constante, sus sacrificios silenciosos y por nunca dejarme solo. Gracias por creer en mí incluso cuando yo mismo dudaba, y por enseñarme el valor del trabajo, la responsabilidad y la constancia.

A mi hermana Jocelyne, quien, pese a nuestras diferencias y discusiones, nunca dejó de apoyarme ni de confiar en mis capacidades. Su compañía y respaldo han sido fundamentales en este proceso.

Al Ingeniero Darlyn Amaya quien fue mi tutor de tesis el cual me entendió en todas las situaciones y problemas que estaba pasando en mi vida personal y me supo guiar y apoyar más que un docente y tutor de tesis también un buen amigo y colega que considero bastante.

A mis amigos y amigas cercanas, que, aunque quizá no sean plenamente conscientes de ello, con su sola presencia, ánimo y palabras oportunas me ayudaron a mantenerme firme y a no rendirme. Su apoyo fue una fuerza silenciosa pero poderosa.

A todos ustedes, gracias por ser parte esencial de este logro.

Autorización de Autoría Intelectual

Yo, OÑA CAÑARTE KEVIN MARTIN, en calidad de autor del proyecto realizado, sobre **"ESTUDIO DE LA PROPAGACIÓN DE VARIEDADES DE CACAO (*Theobroma cacao* L.) A TRAVÉS DE DOS TÉCNICAS DE INJERTO"** para optar el título de **INGENIERO AGRÓNOMO**, por la presente autorizo a la UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR, hacer uso de todos los contenidos que me pertenecen o parte de los que contienen esta obra, con fines estrictamente académicos o de investigación.

Los derechos que como autor me correspondan, con excepción de la presente autorización, seguirán vigentes a mi favor, de conformidad con lo establecido en los artículos 5, 6, 8; 19 y demás pertinentes de la Ley de Propiedad Intelectual y su Reglamento.

Guayaquil, 15 de junio del 2026



OÑA CAÑARTE KEVIN MARTIN
C.I. 0950567214

RESUMEN

La investigación se desarrolló en el centro experimental el misionero de la ciudad de Milagro, provincia del Guayas, considerando la importancia del cacao como cultivo estratégico para la economía agrícola regional y la necesidad de optimizar técnicas de propagación vegetativa que aseguren uniformidad genética y alto rendimiento. El problema se centró en identificar la técnica de injertación más eficiente factor A: Técnica de injerto (púa – Parche) y factor B variedad (CCN-51, Clon 801) en términos de desarrollo vegetativo, porcentaje de prendimiento y supervivencia, debido a la variabilidad observada en viveros durante la fase inicial de establecimiento. El sustento teórico se basó en principios de propagación asexual de especies leñosas, destacando la compatibilidad entre patrón e injerto y los procesos fisiológicos que influyen en el éxito del prendimiento y desarrollo de la planta. Metodológicamente, se utilizó un diseño completamente al azar con arreglo factorial, evaluando las dos técnicas de injertación factor A y su combinación por variedad factor B. Se midieron variables como altura, diámetro, porcentaje de prendimiento y supervivencia a los 15, 30 y 60 días, aplicando análisis de varianza para determinar diferencias significativas. Los resultados evidenciaron diferencias estadísticas entre las técnicas, destacándose la técnica de púa por presentar mayor crecimiento vegetativo con una media de 15.69 la combinación de púa con clon 801 y mejores porcentajes de prendimiento de 80 % para la combinación de púa con CCN-51 y supervivencia en comparación con el método de parche. Además, los coeficientes de variación indicaron adecuada precisión experimental, validando la confiabilidad de los resultados. Se concluye que la técnica de púa es la más eficiente bajo las condiciones evaluadas, recomendándose su aplicación en viveros para mejorar la calidad y uniformidad del material vegetal de cacao.

Palabras clave: *Desarrollo vegetativo, Injertación, Porcentaje de rendimiento, Técnica de púa, theobroma cacao L.*

ABSTRACT

The research was conducted at the El Misionero experimental station in the city of Milagro, Guayas Province, given the importance of cacao as a strategic crop for the regional agricultural economy and the need to optimize vegetative propagation techniques that ensure genetic uniformity and high yields. The focus was on identifying the most efficient grafting technique (Factor A: Grafting Technique [spur-bud]) and variety (Factor B: CCN-51, Clone 801) in terms of vegetative development, percentage of take, and survival, given the variability observed in nurseries during the initial establishment phase. The theoretical framework was based on principles of asexual propagation of woody species, emphasizing the compatibility between rootstock and scion and the physiological processes that influence the success of graft union and plant development. Methodologically, a completely randomized design with a factorial arrangement was used, evaluating the two grafting techniques (factor A) and their combination by variety (factor B). Variables such as height, diameter, rooting percentage, and survival rates at 15, 30, and 60 days were measured, and analysis of variance was applied to determine significant differences. The results showed statistical differences between the techniques, with the spike technique standing out for exhibiting greater vegetative growth with a mean of 15.69 for the combination of the spike technique with clone 801, and higher rooting percentages of 80% for the combination of the spike technique with CCN-51, as well as higher survival rates compared to the patch method. Furthermore, the coefficients of variation indicated adequate experimental precision, validating the reliability of the results. It is concluded that the budding technique is the most efficient under the evaluated conditions, and its application in nurseries is recommended to improve the quality and uniformity of cocoa planting stock.

Keywords: *Budding technique, Grafting, Grafting success rate, Theobroma cacao L , Vegetative growth.*

ÍNDICE GENERAL

PORTADA.....	I
APROBACION DEL TUTOR.....	ii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN.....	iii
DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTO.....	v
Autorización de Autoría Intelectual.....	vi
RESUMEN.....	vii
ABSTRACT.....	viii
ÍNDICE GENERAL.....	IX
ÍNDICE DE TABLAS.....	XII
ÍNDICE DE FIGURAS	XIII
1. INTRODUCCIÓN	14
1.1 Antecedentes del problema.....	14
1.2 Planteamiento y formulación del problema	15
<i>1.2.1 Planteamiento del problema</i>	<i>15</i>
<i>1.2.2 Formulación del problema</i>	<i>15</i>
1.3 Justificación de la investigación	16
1.4 Delimitación de la investigación	16
1.5 Objetivo general	17
1.6 Objetivos específicos.....	17
1.7 Hipótesis o idea a defender.....	17
2. MARCO TEÓRICO	18
2.1 Estado del arte.....	18
2.2 Bases científicas y teóricas de la temática	20
<i>2.2.1 Cultivo de cacao</i>	<i>20</i>
<i>2.2.2 Descripción morfológica.....</i>	<i>20</i>
2.2.2.1. Raíz	20
2.2.2.2. Tallo	20
2.2.2.3. Hojas.....	21
2.2.2.4. Ramas.....	21
2.2.2.5. Flores.....	21
2.2.2.6. Frutos	22

2.2.2.7. Semillas	22
2.2.3 <i>Variedades de cacao en Ecuador</i>	22
2.2.3.1. CCN-51.....	22
2.2.4 <i>Tipos de técnicas de injerto</i>	26
2.3 Marco legal.....	28
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	30
3.1 Enfoque de investigación.....	31
3.1.1 <i>Tipo y alcance de la investigación</i>	30
3.1.1.1. Investigación experimental.....	30
3.1.1.2. Investigación documental.....	30
3.1.1.3. Investigación explicativa	30
3.1.1.4. Investigación de campo	30
3.1.2 <i>Diseño de investigación</i>	31
3.2 Metodología	31
3.2.1 Variables	31
3.2.1.1. Variable dependiente.....	31
3.2.1.2. Variable independiente	31
3.2.1.2.1. <i>Porcentaje de prendimiento</i>	31
3.2.1.2.2. <i>Porcentaje de supervivencia</i>	31
3.2.1.2.3. <i>Diámetro del tallo (cm)</i>	32
3.2.1.2.4. <i>Altura del injerto (cm)</i>	32
3.2.2 <i>Tratamientos</i>	32
3.2.3 <i>Diseño experimental</i>	33
3.2.4 <i>Recolección de datos</i>	33
3.2.4.1. Recursos	33
3.2.5 <i>Métodos y técnicas</i>	34
3.2.5.1. Métodos de investigación	34
3.2.5.2. Técnicas de investigación	35
3.2.5 <i>Análisis estadístico</i>	36
3.2.6.1. Esquema del ANDEVA	36
3.2.6.2. Hipótesis	36
4. RESULTADOS.....	37

4.1 Descripción de características vegetativas de las variedades de cacao injertadas con los métodos de injerto de púa y parche para determinar el mejor desarrollo.	37
4.1.1 Altura del injerto a los 15 días (cm).....	37
4.1.2 Diámetro del material injerto 15 días (cm).....	38
4.1.3 Desarrollo del injerto a los 30 días (cm)	39
4.1.4 Desarrollo del material injerto a los 60 días (cm).	39
4.1.5 Diámetro del injerto a los 60 días (cm).....	40
4.2 Comparación de porcentaje de prendimiento de las variedades de cacao CCN 51 y Clon 801 de las técnicas de púa y parche.	41
4.3 Evaluación del porcentaje de supervivencia en función del prendimiento obtenido.	42
5. DISCUSIÓN.....	43
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	46
6.1 Conclusiones	46
6.2 Recomendaciones	47
BIBLIOGRAFÍA	48
ANEXOS	51

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación de las plantas para la supervivencia.....	32
Tabla 2. Factores de estudio.....	32
Tabla 3. Descripción de los tratamientos a utilizarse	33
Tabla 4. Características de los tratamientos experimentales	33
Tabla 5. Análisis de varianza.....	36
Tabla 6. Altura del injerto 15 días (cm).....	37
Tabla 7. Diámetro del injerto 15 días (cm).....	38
Tabla 8. Altura del injerto 30 días (cm).....	39
Tabla 9. Desarrollo del material injertado a los 60 días (cm)	40
Tabla 10. Diámetro del material injertado a los 60 días	40
Tabla 11. Porcentaje de prendimiento del material injertado.....	41
Tabla 12. Porcentaje de supervivencia post-injerto.....	42

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Croquis del ensayo	51
Figura 2. Georreferenciación del área de trabajo.....	51
Figura 3. Técnica de injerto púa terminal	52
Figura 4. Técnica de injerto (parche)	52
Figura 5. Resultados Infostat variable altura del injerto 15 días (cm).....	53
Figura 6. Resultados Infostat variable diametro del tallo del injerto 15 días.....	53
Figura 7. Resultados Infostat variable altura del material injertado 30 días	53
Figura 8. Resultados Infostat variable altura del material injerto a los 60 días. 54	
Figura 9. Resultados Infostat variable diámetro del material injertado 60 días 55	
Figura 10. Resultado Infostat variable porcentaje de prendimiento 45 días.....	55
Figura 11. Preparación de materiales para injertar.	57
Figura 12. Realización de injerto técnica púa.....	57
Figura 13. Realización técnica de parche.	58
Figura 14. Plantas patrones seleccionados para injertación.	58
Figura 15. Injerto prendido exitosamente.....	59
Figura 16. Evaluación del diámetro del injerto a los 30 días	59
Figura 17. Evaluación de la altura del injerto.	60
Figura 18. Evaluación del diámetro del injerto a los 60 días.	60
Figura 19. Evaluación de la altura del material injertado a los 60 días.	61
Figura 20. Recolección de datos para posterior análisis estadístico.....	61
Figura 21. Injertos a los 60 días.	62
Figura 22. Revisión y finalización del proyecto de tesis.....	61

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes del problema

En los últimos años, el comercio internacional del cacao experimenta un crecimiento sostenido, impulsado principalmente por el aumento de la demanda y la diversificación de productos derivados de este cultivo. Este contexto genera una mayor presión sobre los países productores para incrementar los niveles de producción y mejorar la calidad del grano, con el fin de satisfacer las exigencias del mercado global (Leverone 2019). A nivel mundial la producción de cacao se concentra principalmente en países de África, Asia y América Latina, siendo estas regiones las que aportan la mayor parte del suministro internacional.

Gómez (2015) describe que, de manera tradicional el cacao se multiplica a través de semilla, el productor suele seleccionar empíricamente los mejores materiales. Sin considerar la característica de Alogamia de algunos cultivares por lo que conlleva a la existencia de plantaciones con una diversa capacidad de producción, tamaño y calidad de la semilla y muy seguramente, en su comportamiento frente a plagas y enfermedades.

De manera general, los procesos de renovación y establecimiento de nuevas plantaciones de cacao, especialmente del cacao Nacional, se restringen por la limitada disponibilidad de material genético mejorado. Esta situación ha obligado a depender de métodos de propagación tradicionales, como los diferentes tipos de injerto o el de enraizamiento de ramas plagiotrópicas, los cuales presentan restricciones técnicas y productivas que afectan la expansión del cultivo (Enriquez, 2010).

Según Urrelo y Gárate (2020) menciona que, aunque de manera tradicional el cacao es multiplicado a partir de semilla híbrida, obtenida de mazorcas escogidas, su cultivo se ve limitado por el bajo potencial de los materiales sembrados, la poca adaptación a las condiciones ambientales de las zonas cacaoteras y la alta incidencia de enfermedades fúngicas, por lo que la producción mundial se caracteriza por periodos de contracción, seguidos de periodos de estabilización y luego de rápida expansión.

Ante este panorama, los países productores orientan sus esfuerzos hacia la rehabilitación de plantaciones existentes y el establecimiento de nuevas áreas de cultivo. En este sentido, la propagación asexual de plantas se presenta como una

alternativa técnica viable, ya que permite conservar características productivas deseables y uniformes, constituyéndose en una estrategia clave para el fortalecimiento y desarrollo del sector cacaotero (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias [INIAP], 2012).

1.2 Planteamiento y formulación del problema

1.2.1 Planteamiento del problema

En la actualidad, la propagación del cacao (*Theobroma cacao* L.) a través de injertos se ha convertido en una opción muy efectiva para multiplicar variedades que poseen características deseables, como una alta productividad, resistencia a enfermedades y una excelente calidad del grano. Sin embargo, el éxito de esta técnica depende de varios factores, como la compatibilidad entre el patrón y la variedad, la destreza del injertador, las condiciones ambientales y, sobre todo, el tipo de técnica que se utilice.

En Ecuador, los productores emplean diversas técnicas de injertación, como la púa terminal y el injerto por parche, y los resultados en cuanto al porcentaje de prendimiento pueden variar bastante. Estas diferencias generan cierta incertidumbre sobre cuál de estas técnicas es la más efectiva en condiciones de vivero, especialmente cuando se trata de variedades de gran relevancia económica como el CCN 51 y el Clon 801.

A pesar de que el injerto es una práctica bastante común, hay pocos estudios experimentales locales que comparen directamente cómo las diferentes técnicas afectan el prendimiento y el desarrollo de las plantas injertadas. Esta falta de información dificulta que los agricultores adopten prácticas más efectivas, lo que a su vez impacta en la productividad de las futuras plantaciones.

Por lo tanto, es importante evaluar cómo dos técnicas de injertación afectan el prendimiento y el crecimiento de diferentes variedades de cacao en vivero. El objetivo es identificar cuál de estos métodos es el más efectivo para mejorar la propagación y el establecimiento de plantas de alta calidad.

1.2.2 Formulación del problema

¿Cuál es el efecto de la aplicación de técnicas de injerto específicas en la propagación de dos variedades de cacao (*Theobroma cacao* L.) en condiciones de vivero?

1.3 Justificación de la investigación

El presente trabajo de investigación sobre propagación de variedades de cacao mediante técnicas de injerto ofrece una serie de beneficios significativos que justifican su implementación en el país. El Ecuador se posiciona como el cuarto mayor productor de cacao a nivel mundial, en especial conocido por su cacao fino de aroma. A pesar de esta prominencia, Aun hay ciertos grupos de personas dedicados al cultivo de cacao que no optan por emplear métodos para acelerar el tiempo de producción de las plantas, lo que subraya la necesidad de explorar alternativas para mejorar sus cultivos. Una opción viable es la adopción de técnicas de injerto en la propagación de plántulas, las cuales ofrecen la posibilidad de obtener plantas más resistentes a enfermedades, con un potencial productivo superior y que satisfagan las demandas del mercado.

La adopción de técnicas de injerto puede mejorar el tiempo de desarrollo y la calidad del cacao, lo que resulta en cosechas más abundantes y de mejor calidad. Esto no solo beneficia a los agricultores al aumentar sus ingresos, sino que también fortalece la posición competitiva de Ecuador en el mercado global de cacao, donde la calidad es un factor crucial para la demanda y los precios.

Por otro lado, la propagación de variedades de cacao a través de injertos puede ayudar a mitigar los problemas de las enfermedades y plagas en las plantaciones de cacao. Al utilizar patrones de injerto resistentes a enfermedades comunes como la moniliasis y la broca del cacao, los agricultores pueden reducir la susceptibilidad de sus cultivos a estos problemas fitosanitarios. Esto no solo disminuye el riesgo de pérdidas de cosecha, sino que también reduce la necesidad de utilizar pesticidas y fungicidas, promoviendo así prácticas agrícolas más sostenibles y respetuosas con el medio ambiente.

1.4 Delimitación de la investigación

- **Espacio:** Dicho estudio se realizó en el centro experimental El Misionero. Universidad Agraria del Ecuador con coordenadas -2.145874°Long-79.572314°.
- **Tiempo:** Período de tiempo que tomó el desarrollo del trabajo de titulación será de cinco meses desde septiembre del 2025 hasta febrero del 2026.
- **Población:** En el experimento se utilizó 120 plantas de cacao, dicho estudio es dirigido para futuras investigaciones, para estudiantes de la Universidad Agraria del Ecuador y a la población en general.

1.5 Objetivo general

Evaluar la eficacia de dos métodos de injerto en la propagación de variedades de cacao (*Theobroma cacao L.*) en condiciones de vivero.

1.6 Objetivos específicos

- Describir las características vegetativas de las variedades de cacao injertadas con los métodos de injerto de púa y parche.
- Comparar el porcentaje de prendimiento de las variedades de cacao CCN 51 y Clon 801 mediante las técnicas de púa y parche.
- Evaluar el porcentaje de supervivencia posterior de los injertos exitosos en función del prendimiento obtenido.

1.7 Hipótesis o idea a defender

Se espera que el uso de una de las técnicas influya en el desarrollo y prendimiento del injerto durante el periodo de propagación en condiciones de vivero.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Estado del arte

Según Velázquez (2022) en su trabajo de investigación injerto 216 plantas con el objetivo de evaluar tres métodos de injertación en cacao (*Theobroma cacao*) en tiempo de estancia en vivero y calidad de las plántulas, con el uso de tres tratamientos T1 púa terminal, T2 púa lateral y T3 parche, dando como resultado en cuanto al diámetro de tallo y altura del patrón, el mayor diámetro que se utilizó fue el injerto de púa terminal, el diámetro intermedio fue de púa lateral y el de menor diámetro fue el injerto en parche, por lo tanto, aplico tres métodos para que quede toda la planta injertada de una vez. Utilizar púa terminal demostró con el análisis de varianza que es altamente significativo con el valor $p < 0.01$.

Cartagena (2019) evaluó dos técnicas de injerto en cacao, se desarrolló una investigación en vivero, utilizando las técnicas de enchapado lateral, púa terminal y modificaciones de ambos en total usando 280 plantas de cacao donde se toma en cuenta las variables: incremento de la altura de la planta, incremento de diámetro de tallo, número de hojas. Como resultado demostró que el mayor éxito de prendimiento del injerto fue en el tratamiento de púa terminal con envoltura a la mitad más bolsa (T4), seguido por enchapado lateral con envoltura a la mitad más bolsa.

Vera (2020) investigó el efecto de tres tipos de injertos en el "prendimiento" o la cantidad de injertos con yemas brotadas en el cacao Porcelana (*Theobroma cacao L.*), los injertos evaluados fueron: cuña terminal (CT), parche pequeño (PP) (1 cm x 2 cm) y parche grande (PG) (1 cm x 5 cm), utilizó cacao Forastero de 2.5 meses de edad como patrón. El diseño del experimento fue completamente aleatorio con 35 repeticiones. El injerto cuña terminal mostró el mayor número de injertos vivos y con yemas brotadas (74.9%), casi duplicando los resultados de parche pequeño (42.9%) y PG (37.1%). Concluyendo así que el injerto CT resultó en un alto porcentaje de prendimiento desde la tercera semana.

Polanco & Cruz (2025) evaluaron los métodos de injertación de púa y parche en plántulas de cacao (*Theobroma cacao L.*), bajo condiciones de patrón con y sin hojas, utilizando 112 plantas de distintos genotipos sobre IMC67. El experimento se desarrolló bajo un diseño completamente al azar. El primer factor correspondió al genotipo, mientras que el segundo incluyó el tipo de injerto junto con la condición del patrón. Se analizaron variables como prendimiento, altura, diámetro, brotes y

hojas. Los resultados mostraron porcentajes de prendimiento similares entre ambos métodos, sin diferencias significativas. Sin embargo, el injerto de púa destacó por un mayor desarrollo vegetativo, evidenciado en una mayor producción de brotes y hojas.

Daouda et. al (2015) compararon el injerto de púa terminal y el injerto por yema, evaluando variables como el prendimiento, la brotación y el desarrollo vegetativo tanto en vivero como en campo. Los resultados mostraron que el injerto de púa presentó un mayor porcentaje de efectividad (alrededor del 77%) en comparación con el injerto por yema (aproximadamente 68%), además de un crecimiento más rápido y vigoroso en términos de producción de brotes y hojas. Aunque ambas técnicas resultaron viables, el injerto de púa fue más eficiente para la propagación de clones de cacao debido a su mayor tasa de éxito y mejor desempeño en el crecimiento inicial.

Gómez & Mariuxi (2015) analizaron la evaluación de técnicas de injertación en cacao con el objetivo de determinar cuál método presenta mayor eficiencia en vivero para la propagación de plantas. La metodología consistió en un diseño experimental completamente al azar donde se compararon principalmente injerto de púa terminal y púa lateral sobre patrones en etapa juvenil, evaluando variables como el porcentaje de prendimiento, brotación y desarrollo vegetativo. Los resultados evidenciaron que el injerto de púa terminal alcanzó un alto porcentaje de efectividad cercano al 95,50%, superando ligeramente al injerto lateral (92.50%), además de mostrar mejor comportamiento en el crecimiento inicial.

Vásquez et. al (2019) compararon distintas técnicas de injertación en plantas establecidas en campo, con el objetivo de identificar el método más eficiente en términos de prendimiento y desarrollo vegetativo. La metodología consistió en un diseño completamente al azar con 100 plantas (cinco repeticiones), donde se evaluaron cuatro técnicas: enchapado lateral, malayo, púa terminal (cuña) y parche, midiendo variables como porcentaje de prendimiento, número de brotes, hojas y crecimiento. El mayor porcentaje de éxito correspondió al enchapado lateral, seguido del injerto malayo y la púa terminal, mientras que el injerto de parche presentó el menor prendimiento; sin embargo, en cuanto a desarrollo vegetativo, el injerto de púa terminal mostró mayor número de hojas y brotes.

2.2 Bases científicas y teóricas de la temática

2.2.1 Cultivo de cacao

El cacao pertenece a una especie arborea adaptada a condiciones de sombra, cuyo cultivo se desarrolla principalmente en regiones de trópico húmedo comprendidas entre latitudes 10° norte y 10° sur, abarcando zonas de América, África y Asia. Su proceso de domesticación se remonta a las culturas mesoamericanas, siendo utilizado desde aproximadamente 200 años a.C. por civilizaciones como los mayas, y posteriormente por los toltecas y aztecas en regiones de Centroamérica y la cuenca alta del Amazonas. Asimismo, la capacidad del cacao para asociarse con cultivos como plátanos, especies frutales y árboles maderables, sumada a su tolerancia a la sombra, permite su integración en sistemas productivos diversificados que generan alternativas adicionales de ingresos para los productores (Briones, 2021).

2.2.2 Descripción morfológica

2.2.2.1. Raíz

En plantas de cacao obtenidas a partir de semillas, el sistema radicular se caracteriza por la presencia de una raíz principal de tipo pivotante, la cual se desarrolla verticalmente en dirección descendente. A partir de esta raíz principal, y en la zona cercana al cuello de la planta, se originan raíces secundarias que se localizan principalmente en los primeros 15 a 10 cm de la capa superficial del suelo, rica en materia orgánica. Dichas raíces se extienden de manera horizontal hasta alcanzar distancia de cinco a seis metros desde el tronco, presentando una ramificación lateral abundante (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura [IICA], 2017).

Bajo condiciones edáficas favorables, la raíz principal puede superar los dos metros de profundidad, lo que contribuye al aprovechamiento y reciclaje de nutrientes. De forma complementaria, el sistema radicular cuenta con una amplia red de raíces laterales superficiales, generalmente ubicadas a una profundidad aproximada de 15 cm, las cuales cumplen un rol fundamental en la absorción del agua y nutrientes (Osorio, 2017).

2.2.2.2. Tallo

El tallo del cacao constituye el eje estructural de la planta y desempeña funciones esenciales para su desarrollo. Durante las etapas iniciales de crecimiento, presenta una consistencia delgada y flexible; sin embargo, con el paso

del tiempo adquiere mayor grosor y resistencia, permitiendo el soporte adecuado de ramas y frutos. Anatómicamente, el tallo está conformado por una corteza externa protectora, un cambium responsable del crecimiento en diámetro, y los tejidos conductores xilema y floema, encargados del transporte de agua, nutrientes y productos de la fotosíntesis.

Además de su función estructural, el tallo actúa como vía principal de distribución de recursos desde las raíces hasta los órganos aéreos y como reservorio temporal de agua y nutrientes. Su crecimiento y eficiencia se ven influenciados por factores ambientales como la disponibilidad hídrica, la nutrición y la radiación solar. Prácticas de manejo adecuadas, especialmente en poda, resultan determinantes para mantener su sanidad y favorecer una producción óptima (INIAP, 2022).

2.2.2.3. Hojas

El cacao presenta una copa de porte bajo, densa y ampliamente extendida. Sus hojas son de gran tamaño, dispuestas de forma alterna y con un hábito colgante. Morfológicamente, poseen una forma elíptica u oblonga, con longitudes que varían entre 15 a 50 cm y de ancho de 4 a 15 cm. Se caracterizan por una lámina ligeramente gruesa, márgenes lisos y una coloración verde oscuro en el haz, mientras que en el envés presenta tonalidades más claras. Las hojas se insertan al tallo mediante un peciolo bien definido (Cortez, 2023).

2.2.2.4. Ramas

El tronco del cacao presenta un patrón de crecimiento dimórfico, evidenciado por la presencia de brotes ortotrópicos, conocido como chupones, y ramas plagiotrópicas dispuestas en forma de abanico. Las ramas primarias se organizan en verticilos terminales compuesto por tres a seis ramillas, estructura denominada comúnmente como molinillo. Esta especie es caducifolia, ya que las flores se desarrollan directamente sobre el tronco y las ramas viejas. La corteza externa es de color castaño oscuro, con textura áspera y agrietada, mientras que la corteza interna presenta una tonalidad castaño claro y carece de sabor (INIAP, 2022).

2.2.2.5. Flores

Las flores de cacao se agrupan en racimos que se distribuyen a lo largo del tronco y de las ramas principales, sostenidas por pedicelos de entre 1 y 3 cm de longitud. Son estructuras pequeñas y vistosas, con una coloración que varía rosadas, purpuras o blancas, presentan un diámetro aproximadamente de 0.5 a 1

cm y una longitud de 2 a 2.5 cm. La flor posee cinco pétalos de alrededor 6 mm, generalmente blancos o con ligeros matices rosados, los cuales alternan con cinco sépalos estrechos y puntiagudos. Con el paso del tiempo, las inflorescencias persistentes dan lugar a formaciones engrosadas denominadas cojinetes florales (Solorzano, 2023).

2.2.2.6. Frutos

El fruto del cacao es una baya de gran tamaño conocida como mazorca, de consistencia carnosa y forma que varía de oblonga a ovalada. Su coloración puede ser de amarilla o púrpura de acuerdo a la variedad, con longitudes que oscilan entre 15 y 30 cm y diámetro de 7 a 10 cm, presenta una superficie marcada por surcos longitudinales y una terminación puntiaguda. En su interior alberga entre 30 a 40 semillas, dispuestas axialmente y rodeadas por una masa de pulpa mucilaginoso derivada de las capas externas de la testa (Ramírez, 2018).

2.2.2.7. Semillas

Las semillas de cacao, comúnmente denominadas habas o granos, son de gran tamaño y presentan una coloración que varía entre tonos chocolate y púrpúreos. Miden aproximadamente de dos a tres centímetros de longitud y poseen un sabor característico amargo. Carecen de albumen y se encuentran envueltas por una pulpa mucilaginoso de color blanco, de sabor dulce y ácido. Internamente, el mayor volumen de la semilla está constituido por los dos cotiledones del embrión, los cuales concentran almidón, proteínas y lípidos, otorgándole un elevado valor nutricional (Ramírez, 2018).

2.2.3 Variedades de cacao en Ecuador

2.2.3.1. CCN-51

2.2.3.1.1. Origen e historia.

El CCN-51, también conocido como Colección Castro Naranjal 51, corresponde a una variedad de cacao desarrollada en Ecuador durante la década de 1960 por el agrónomo Homero Castro. Esta variedad se originó a partir de la hibridación de materiales genéticos provenientes de cacao amazónico, criollo y trinitario, con el objetivo de obtener plantas de alta productividad y mayor tolerancia a enfermedades.

Entre sus principales características se destaca su resistencia frente a patologías como la moniliasis y la escoba de bruja, lo que favoreció su adopción progresiva por parte de los productores ecuatorianos, especialmente a partir de las

décadas de 1980 y 1990. Si bien el CCN-51 ha sido objeto de críticas debido a su perfil sensorial, considerado inferior al de las variedades tradicionales, su elevado rendimiento ha presentado un importante beneficio económico para el sector cacaotero. En la actualidad, esta variedad desempeña un rol fundamental en la producción nacional de cacao, y se han implementado diversas estrategias orientadas a mejorar su calidad organoléptica mediante prácticas adecuadas de fermentación y manejo postcosecha (Herrera, 2021).

2.2.3.1.2. Características productivas.

El CCN-51 se caracteriza por presentar elevados niveles de productividad, con rendimientos que oscilan entre 1.5 y 2 toneladas por hectárea al año, valores que superan ampliamente a los registrados por muchas variedades tradicionales, cuyo promedio se sitúa entre 0.5 y 1.0 toneladas por hectárea. Este mayor rendimiento por unidad de superficie se traduce en una mejora significativa de la rentabilidad para los productores, al permitir un uso más eficiente de la tierra y un incremento de los ingresos sin necesidad de ampliar las áreas cultivadas, contribuyendo de esta manera a la conservación de bosques y ecosistemas naturales (Romero, 2023).

Desde el punto de vista fitosanitario, el CCN-51 presenta una tolerancia destacable frente a enfermedades de alto impacto económico, como la moniliasis, causada por *Moniliophthora roreri*, la cual provoca pudrición de las mazorcas, y la escoba de bruja, ocasionada por *Moniliphthora perniciosa*, responsable de deformaciones vegetativas y disminución del rendimiento. Esta resistencia se refleja en una menor incidencia de frutos afectados, favoreciendo una producción más estable y reduciendo la necesidad de aplicaciones frecuentes de fungicidas y otros insumos fitosanitarios, lo que implica una disminución de costos operativos y del impacto ambiental (Romero, 2023).

Adicionalmente, esta variedad se distingue por su crecimiento vigoroso y su rápida adaptación al campo, lo que le permite competir eficazmente con malezas durante las primeras etapas del cultivo. El inicio de la producción ocurre generalmente entre los dos y tres años posteriores a la siembra, un periodo más corto en comparación con otras variedades, lo que posibilita a los agricultores generar ingresos en menor tiempo y planificar sus sistemas productivos de forma más eficiente y acorde a las condiciones del mercado (Benavides, 2022).

2.2.3.1.3. Calidad del grano.

Los granos de la variedad CCN-51 presentan un tamaño que varía de mediano a grande y se caracterizan por un adecuado contenido de grasa, atributo fundamental para la elaboración de chocolate. Si bien su perfil sensorial no alcanza la complejidad de algunas variedades de cacao fino de aroma, esta variedad genera un producto de calidad aceptable que cumple con los requerimientos del mercado masivo. En este sentido, el CCN-51 resulta apropiado para la producción de chocolate destinado a mercados de gran volumen, lo que permite a los productores acceder a canales de comercialización más amplios y diversificados (Salazar, 2023).

De acuerdo con lo descrito por Benavides (2022) detalla que el CCN-51 puede crecer en una amplia gama de condiciones climáticas y tipos de suelo, desde climas tropicales húmedos hasta áreas con estaciones secas pronunciadas. Los agricultores en diferentes regiones pueden cultivar esta variedad, aumentando la producción global de cacao. Capacidad de adaptación a cambios climáticos y condiciones adversas, lo que asegura la estabilidad de la producción.

Por otro lado, esta variedad puede emplearse en combinación con otros clones de cacao en procesos de polinización cruzada, lo que contribuye al aumento de la diversidad genética dentro de las plantaciones. La mejora genética derivada de estos cruces puede dar lugar a materiales con mayor resistencia a enfermedades o con características superiores en la calidad del grano. La conservación de una adecuada diversidad genética resulta esencial para la sostenibilidad a largo plazo de los sistemas productivos de cacao y su capacidad de respuesta ante nuevas amenazas fitosanitarias (Salazar, 2023).

2.2.3.2. Fino de aroma

La producción de cacao Fino de Aroma en Ecuador se desarrolla mayoritariamente bajo sistemas de manejo tradicionales y semi-tecnificados, concentrando aproximadamente el 90% de la producción nacional. Estos sistemas presentan diferencias relevantes en comparación con aquellos utilizados para variedades de mayor rendimiento, ya que el cacao fino de aroma suele caracterizarse por una menor productividad, un inicio más tardío de la etapa productiva y una menor tolerancia frente a determinadas enfermedades. A pesar de estas limitaciones agronómicas, esta variedad destaca por la calidad superior de su aroma y sabor, atributos altamente valorados en mercados especializados y

en la industria del chocolate de alta gama, lo que compensa su menor rendimiento productivo y le confiere un importante valor comercial y cultural (Brito, 2020).

2.2.3.2.1. Origen e historia.

El cacao fino de aroma ecuatoriano, posee una trayectoria histórica que se extiende por más de cinco mil años, con evidencias arqueológicas que confirman su cultivo y uso por parte de culturas precolombinas, entre ellas la civilización Mayo-Chinchi. Con la llegada de los colonizadores españoles en el siglo XVI, este cacao comenzó a ser comercializado hacia Europa, donde adquirió reconocimiento debido a sus características diferenciadas de aroma y sabor.

Durante los siglos XVII y XVIII, el cacao ecuatoriano consolidó su prestigio a nivel internacional, posicionándose como uno de los productos agrícolas más representativos de la región y una de sus principales exportaciones. Este reconocimiento se ha mantenido hasta la actualidad, convirtiendo al cacao Fino de Aroma en un insumo fundamental para la elaboración de chocolates de alta calidad destinados a mercados especializados y de valor agregado (Anchundia, 2018).

2.2.3.2.2. Características productivas.

El cacao Fino de Aroma, incluyendo variedades como el nacional Arriba, presenta generalmente rendimientos inferiores en comparación con materiales híbridos de alto rendimiento, como el CCN. La producción promedio suele oscilar entre 0.5 y 1.0 toneladas por hectárea; sin embargo, esta menor productividad es compensada por el mayor valor comercial que alcanza en el mercado, debido a la calidad superior de sus características sensoriales. En este contexto, los productos elaborados a partir de cacao Fino de Aroma logran posicionarse en segmentos premium, generando mayores ingresos por unidad de producción para los agricultores (Sacoto, 2022).

Desde el punto de vista sanitario, estas variedades suelen mostrar una mayor susceptibilidad a enfermedades como la moniliasis y la escoba de bruja, lo que demanda un manejo agronómico más cuidadoso y la aplicación de prácticas de cultivo sostenibles orientadas a preservar la calidad del grano. Asimismo, el cacao Fino de Aroma se caracteriza por un menor vigor vegetativo y un inicio más tardío de la etapa productiva, que generalmente ocurre entre los tres y cuatro años posteriores a la siembra. No obstante, su adecuada adaptación a sistemas agroforestales contribuye a la conservación de la biodiversidad y al fortalecimiento de la sostenibilidad ambiental. El crecimiento más lento y el manejo intensivo suelen

reflejarse en grano con atributos organolépticos superiores, altamente valorados por la industria chocolatera especializada (Anchundia, 2018).

Calidad del grano

El cacao fino de aroma ecuatoriano es conocido por sus perfiles de sabor complejos y ricos, con notas florales, frutales y de nuez, que son muy valoradas en la industria del chocolate fino. Este cacao suele tener un alto contenido de grasa y una acidez equilibrada, contribuyendo a su perfil de sabor único. Los productores pueden acceder a mercados exclusivos y obtener precios premium. El cacao fino de aroma ecuatoriano es reconocido a nivel mundial, lo que puede abrir puertas a exportaciones y alianzas comerciales (Benavides, 2022).

El cacao fino de aroma requiere condiciones específicas de clima y suelo para alcanzar su máxima calidad, típicamente encontradas en regiones ecuatorianas específicas. Fomenta la preservación de variedades locales y el mantenimiento de prácticas agrícolas tradicionales. El cacao fino de aroma tiene una alta diversidad genética, lo que es crucial para su adaptación y evolución frente a nuevas amenazas. La diversidad genética contribuye a la resiliencia de las plantaciones frente a enfermedades y cambios climáticos. La alta diversidad genética es una base para programas de mejoramiento que buscan combinar las cualidades superiores del cacao fino de aroma con resistencias mejoradas (Sacoto, 2022).

2.2.4 Tipos de técnicas de injerto

2.2.4.1. Injerto por púa

El injerto por púa consiste en la inserción de un segmento terminal de vareta sobre el patrón, procedimiento que puede realizarse tanto en vivero como directamente en campo. La púa utilizada suele contener entre tres y cuatro yemas, lo que diferencia a esta técnica del injerto de parche, en el cual se emplea una sola yema. Debido a la utilización de varias yemas por vareta, este método demanda una mayor disponibilidad de material vegetal; no obstante, dicha característica favorece un mayor porcentaje de éxito, así como un crecimiento inicial más rápido y vigoroso de la planta injertada.

Para la ejecución del injerto, es fundamentalmente que el patrón y la vareta porta-yemas presenten diámetros similares, a fin de garantizar un adecuado contacto entre los tejidos. El procedimiento incluye y corte del tallo principal del patrón a una altura aproximada de 525 a 30 cm, seguido de una incisión o hendidura

vertical de alrededor de 4 cm de longitud en la parte central del corte, donde se inserta la púa cuidadosamente preparada (Fundación Hondureña de Investigación Agrícola [FHIA], 2016).

En condiciones óptimas, el injerto por pua puede alcanzar porcentajes de prendimiento que oscilan entre el 80% y el 90%. Este resultado depende de diversos factores, entre ellos las condiciones ambientales, la correcta aplicación de la técnica, la destreza del injertador y el manejo posterior al injerto. La combinación de temperaturas adecuadas, alta humedad relativa, selección apropiada del material vegetativo y protección del punto de injerto favorece el establecimiento exitoso de las plantas, contribuyendo a mejorar la productividad y sostenibilidad de las plantaciones de cacao (FHIA, 2016).

2.2.4.2. Injerto por parche

El injerto por parche es una técnica que emplea una sola yema adherida a una porción de corteza, lo que le confiere ventajas importantes frente a otros métodos de injertación. Para su correcta aplicación, se recomienda que el patrón y la vareta presenten diámetros similares, generalmente entre 0.6 y 1.0 cm, con el fin de asegurar un adecuado contacto entre los tejidos. La selección del material vegetal resulta determinante, debiendo obtenerse las varetas a partir de ramas sanas y joven, evitando tantos tejidos excesivamente tiernos como envejecidos, así como aquellos expuestos directamente a la radiación solar (López, 2019).

Las varetas portan yemas deben recolectarse preferentemente durante las primeras horas de la mañana del mismo día en que se realizará el injerto, priorizando aquellas provenientes de la parte media de las ramas que se desarrollan bajo sombra. Las yemas más adecuadas son las ubicadas en las axilas de las hojas que aún no han brotado, ya que las yemas emergidas presentan mayor susceptibilidad a la deshidratación y muerte. Para conservar la frescura y humedad del material vegetal, las varetas pueden envolverse en papel humedecidos; en caso de transporte a largas distancias, se recomienda sellar los extremos con parafina o cera y aplicar posteriormente un tratamiento fungicida a base de cobre (López, 2019).

Entre sus principales ventajas destaca su rapidez de ejecución, permitiendo optimizar el tiempo de trabajo y disminuir los costos de mano de obra por cada planta producida. Además, cada yema tiene la capacidad de desarrollarse de forma independiente hasta convertirse en una nueva planta, lo cual resulta especialmente

valioso en situaciones donde el material vegetal es limitado o cuando la vareta porta-yema tiene un costo elevado. Esto hace que sea una técnica muy conveniente tanto desde el punto de vista económico como productivo (INFOCACAO, 2016).

El porcentaje de prendimiento del injerto de cacao CCN-51 utilizando la técnica por parche puede variar entre el 75% y el 85% en condiciones óptimas. Este éxito depende de la correcta ejecución de la técnica, la selección de material vegetal sano, condiciones ambientales favorables (temperaturas moderadas y alta humedad), y un manejo post-injerto cuidadoso, incluyendo protección adecuada contra deshidratación y plagas, para asegurar que la mayoría de los injertos se establezcan y crezcan exitosamente (López, 2019).

2.3 Marco legal

2.3.1 Ley Orgánica del Régimen de la Soberanía Alimentaria

TÍTULO II

Acceso a los factores de producción alimentaria

CAPÍTULO I

Acceso al agua y a la tierra

Art. 6. Acceso a la tierra. - El uso y acceso a la tierra deberá cumplir con la función social y ambiental. La función social de la tierra implica la generación de empleo, la redistribución equitativa de ingresos, la utilización productiva y sustentable de la tierra. La función ambiental de la tierra implica que ésta procure la conservación de la biodiversidad y el mantenimiento de las funciones ecológicas; que permita la conservación y manejo integral de cuencas hidrográficas, áreas forestales, bosques, ecosistemas frágiles como humedales, páramos y manglares, que respete los derechos de la naturaleza y del buen vivir; y que contribuya al mantenimiento del entorno y del paisaje. (p. 4).

Capítulo II

Protección de la agrobiodiversidad

Art. 8. - Semillas. - El Estado, así como las personas y las colectividades promoverán y protegerán el uso, conservación, calificación e intercambio libre de toda semilla nativa. Las actividades de producción, certificación, procesamiento y comercialización de semillas para el fomento de la agrobiodiversidad se regularán en la ley correspondiente. El germoplasma, las semillas, plantas nativas y los conocimientos ancestrales asociados a éstas constituyen patrimonio del pueblo ecuatoriano, consecuentemente no serán objeto de apropiación bajo la forma de patentes u otras modalidades de propiedad intelectual, de conformidad con el Art. 402 de la Constitución de la República. (p. 4).

Capítulo IV

Sanidad e inocuidad alimentaria

Artículo 24. Finalidad de la sanidad. - La sanidad e inocuidad alimentarias tienen por objeto promover una adecuada nutrición y protección de la salud de las personas; y prevenir, eliminar o reducir la incidencia de enfermedades

que se puedan causar o agravar por el consumo de alimentos contaminados.

Artículo 25. Sanidad animal y vegetal. - El Estado prevendrá y controlará la introducción y ocurrencia de enfermedades de animales y vegetales; asimismo promoverá prácticas y tecnologías de producción, industrialización, conservación y comercialización que permitan alcanzar y afianzar la inocuidad de los productos. Para lo cual, el Estado mantendrá campañas de erradicación de plagas y enfermedades en animales y cultivos, fomentando el uso de productos veterinarios y fitosanitarios amigables con el medio ambiente. Los animales que se destinen a la alimentación humana serán reproducidos, alimentados, criados, transportados y faenados en condiciones que preserven su bienestar y la sanidad del alimento.

Artículo 26. Regulación de la biotecnología y sus productos. - Se declara al Ecuador libre de cultivos y semillas transgénicas. Excepcionalmente y solo en caso de interés nacional debidamente fundamentado por la Presidencia de la República y aprobado por la Asamblea Nacional, se podrá introducir semillas y cultivos genéticamente modificados. El Estado regulará bajo estrictas normas de bioseguridad, el uso y el desarrollo de la biotecnología moderna y sus productos, así como su experimentación, uso y comercialización. Se prohíbe la aplicación de biotecnologías riesgosas o experimentales. Las materias primas que contengan insumos de origen transgénico únicamente podrán ser importadas y procesadas, siempre y cuando cumplan con los requisitos de sanidad e inocuidad, y que su capacidad de reproducción sea inhabilitada, respetando el principio de precaución, de modo que no atenten contra la salud humana, la soberanía alimentaria y los ecosistemas. Los productos elaborados en base a transgénicos serán etiquetados de acuerdo a la ley que regula la defensa del consumidor. Las leyes que regulen la agrobiodiversidad, la biotecnología y el uso y comercialización de sus productos, así como las de sanidad animal y vegetal establecerán los mecanismos de sanidad alimentaria y los instrumentos que garanticen el respeto a los derechos de la naturaleza y la producción de alimentos inocuos, estableciendo un tratamiento diferenciado a favor de los microempresarios, microempresa o micro, pequeños y medianos productores. (Asamblea Nacional de Ecuador, 2010, [Art. 6, Art. 8, Art. 24, 25 y 26] p. 8 y 9)

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Enfoque de la investigación

3.1.1 Tipo y alcance de la investigación

La presente investigación tuvo un enfoque experimental, ya que se evaluó la eficacia de dos métodos de encartación aplicadas a variedades de cacao (*Theobroma cacao L.*), hoy con el fin de analizar su desempeño y viabilidad técnica. Asimismo, el estudio incorporó un enfoque documental, debido a que se realizó la recopilación, análisis y descripción de la información obtenida a partir de las muestras evaluadas durante el desarrollo del proyecto.

3.1.1.1. Investigación experimental

La investigación desarrollada fue de carácter experimental, ya que permitió la manipulación controlada de las variables independientes del estudio, con el propósito de observar, medir y analizar los cambios generados en las variables dependientes. Este enfoque facilitó la evaluación de las diferencias obtenidas entre los tratamientos aplicados, así como la identificación de sus efectos bajo las condiciones establecidas durante el desarrollo del experimento.

3.1.1.2. Investigación documental

La investigación tuvo además un enfoque documental, ya que se realizó la recopilación y revisión de información proveniente de revistas científicas, artículos especializados y tesis de grado. Este análisis permitió sustentar teóricamente el estudio y comprender de manera adecuada la aplicación y manejo correcto de las técnicas de injerto acción de cacao evaluadas, hoy fortaleciendo así el desarrollo metodológico de la investigación.

3.1.1.3. Investigación explicativa

Esta investigación fue de tipo explicativa donde se logró evaluar la eficacia de las diferentes técnicas de injertación de variedades de cacao para aumentar el desarrollo y productividad con menos recursos.

3.1.1.4. Investigación de campo

La investigación se desarrolló bajo un enfoque de campo, ya que la ejecución del experimento se llevó a cabo en condiciones controladas propias del entorno productivo. Este procedimiento permitió evaluar el comportamiento agronómico de los injertos de cacao durante su fase de desarrollo en vivero, garantizando una observación directa y precisa de las variables estudiadas.

3.1.2 Diseño de investigación

El trabajo de tesis se desarrolló bajo un diseño experimental, se empleó un diseño completamente al azar con arreglo factorial (DCA factorial). El experimento estuvo conformado por cuatro tratamientos, cada uno con tres repeticiones, evaluándose diez plantas injertadas de cacao por repetición, lo que permitió trabajar con un total de 120 unidades experimentales

3.2 Metodología

3.2.1 Variables

Según el tipo de investigación, se incluyen las variables.

3.2.1.1. Variable independiente

Técnicas de injerto: púa y parche.

Variedades de cacao: CCN 51 y Clon 801

3.2.1.2. Variable dependiente

3.2.1.2.1. Porcentaje de prendimiento.

Se evaluó el porcentaje de prendimiento 45 días después de haber realizado el injerto, este cálculo logro determinar si la variedad de cacao y la técnica de injerto obtuvo un prendimiento correcto; consiguiendo determinar cuál de los dos métodos de injerto con variedades de cacao fue el más eficiente, se realizó mediante la fórmula.

$$\% \text{de prendimiento} = \frac{\text{Numero total de injerto realizados}}{\text{Numero de injertos que prendieron}} \times 100$$

3.2.1.2.2. Porcentaje de supervivencia.

Para poder medir la supervivencia de injertos de cacao, primero se contó el número total de injertos por tratamientos realizados. Se evaluó a los 60 días de haber realizado el injerto. Se registró el número de injertos vivos y se realizó el cálculo correspondiente del porcentaje de supervivencia dividiendo este número por el número de injertos que prendieron y se multiplicó por 100. Este porcentaje reflejó la efectividad de supervivencia del injerto (Zamora, 2023).

$$\% \text{ supervivencia} = \frac{\text{numero de injertos vivos post-evaluación}}{\text{numero de injertos que prendieron}} \times 100$$

Tabla 1.
Clasificación para la adaptación evolutiva de las plantas para la supervivencia

Categoría	Porcentaje de supervivencia
Muy bueno	80 – 100 %
Bueno	60 – 70 %
Regular	40 – 59 %
Malo	<40 %

Fuente: Zamora, 2023.

3.2.1.2.3. Diámetro del tallo (cm).

Para la evaluación del diámetro del tallo se seleccionaron únicamente los injertos exitosos. Las mediciones se realizaron a los 15, 30 y 60 días después de efectuado el injerto, utilizando un calibrador vernier para garantizar la precisión de los datos. El diámetro fue determinado en el nuevo brote desarrollado a partir de la púa injertada, tomando la lectura en la porción basal del brote emitido después del prendimiento del injerto, evitando considerar el diámetro original de la púa y del portainjerto. Los resultados fueron registrados en centímetros (cm).

3.2.1.2.4. Altura del injerto (cm).

Se midió el desarrollo del material injertado de manera longitudinal desde el nuevo brote desarrollado a partir de la púa injertada. La medición se realizó desde el punto de emisión del brote sobre la unión del injerto hasta el ápice de crecimiento, no se consideró la longitud original de la púa ni del patrón con una cinta métrica, se registró los datos 15 días después de haber realizado el injerto, posteriormente a los 30 y 60 días finales.

3.2.2 Tratamientos

El proyecto de tesis incluyó dos factores de estudio clasificándose Factor A (técnicas de injerto) y factor B (variedades de cacao injertadas) con esto se evaluaron cuatro tratamientos, se empleó un DCA factorial se logró así cuatro combinaciones tal como se muestra en la tabla 3.

Tabla 2.
Factores de estudio

	Factor A	Factor B
	Técnicas de injerto	Variedades de cacao
A1:	Púa terminal	CCN 51

A2:	Parche	CLON 801
Elaborado por: El Autor, 2026		

Tabla 3.
Descripción de los tratamientos a utilizarse

N° Tratamientos	Combinaciones	Técnicas de injerto	Variedades de cacao a injertar
		Factor A	Factor B
1	A1B1	Púa terminal	CCN51
2	A1B2	Púa terminal	CLON 801
3	A2B1	Parche	CCN51
4	A2B2	Parche	CLON 801

Elaborado por: El Autor, 2026

3.2.3 Diseño experimental

Se aplicó un diseño completo al azar (DCA) con arreglo factorial para evaluar cuatro combinaciones (tratamientos) presentadas en la tabla 3. Cada tratamiento se evaluó con tres repeticiones por combinación, de tal manera que por cada repetición se evaluaron diez plantas con su combinación correspondiente el experimento contó con un total de 120 unidades experimentales.

Tabla 4.
Características de los tratamientos experimentales

Descripción	Unidades
Tipo de diseño	DCA factorial
Número de tratamientos	4
Número de repeticiones	3
Número de plantas por repetición (parcela)	10
Distancia entre plantas	1 m
Distancia entre hileras	1 m
Largo de parcela	1 m
Ancho de parcela	1 m
Área neta de ensayo	120 m ²
Número total de plantas	120

3.2.4 Recolección de datos

3.2.4.1. Recursos

3.2.4.1.1. Recursos académicos

revistas científicas, artículos científicos, biblioteca virtual de la Universidad Agraria del Ecuador, sitios web.

3.2.4.1.2. Material experimental

En vivero: plantas de cacao nacional, plantas de cacao CCN51, fundas de tamaño (15 x 25cm), tierra negra 50%, humus 25%, arena 25% y agua. **Para injerto:** Varetas de variedades CCN 51, clon 801, tijera de podar, cinta plástica, alcohol, algodón, fundas.

3.2.4.1.3. Recursos humanos

Tutor y tesista.

3.2.4.1.4. Recursos económicos

El financiamiento del presente trabajo experimental será costeadada por el tesista.

3.2.5 Métodos y técnicas

3.2.5.1. Métodos de investigación

3.2.5.1.1. Método inductivo.

El método inductivo se basó en la observación y análisis de datos específicos para formular conclusiones generales. En el contexto de la propagación de cacao, esto implicó recopilar y analizar datos sobre el prendimiento y las características vegetativas de las variedades CCN51 y Clon 801 utilizando dos técnicas de injerto. A partir de estas observaciones, se identificó patrones de cuál técnica de injerto y variedad de cacao fue más eficaz.

3.2.5.1.2. Método deductivo.

El método deductivo partió de la hipótesis general para llegar a conclusiones específicas. En este caso, se empezó con la hipótesis de que una técnica de injerto es más eficaz que otra basándose en teorías previas sobre la fisiología del cacao. Luego, se realizaron experimentos para confirmar o refutar la hipótesis, se observó si los resultados predichos ocurren en los injertos de las variedades CCN51 y Clon 801.

3.2.5.1.3. Método experimental.

El método implicó diseñar y llevar a cabo experimentos controlados lo cual estableció relaciones causales. En el estudio de los injertos de cacao, se aplicaron dos métodos de injerto con las variedades CCN 51 y clon 801 inicialmente en condiciones controladas de vivero. Se midieron variables como el porcentaje de prendimiento y las características vegetativas, permitió una comparación directa concluyendo, que combinación tuvo mejor resultado de acuerdo con la variedad que se utilizó

3.2.5.2. Técnicas de investigación

3.2.5.2.1. Obtención de planta patrón.

Se usó dos variedades de plántulas de cacao: nacional y CCN-51 con aproximadamente cuatro meses de desarrollo el cual es el tiempo estimado y las condiciones adecuadas. En particular se adquirieron las plantas en viveros ubicados en Km 26 vía naranjal, estas variedades sirvieron como patrón, de esta manera se aseguró que tanto el patrón como el injerto estuvieron sanos y libres de plagas y enfermedades.

3.2.5.2.2. Preparación del área de trabajo.

Se seleccionó un espacio con condiciones adecuadas y una iluminación óptima, con luz indirecta, para llevar a cabo el proceso de injertación. Esta elección se basó en la necesidad de proporcionar un entorno favorable para el desarrollo y crecimiento de los injertos, ya que la exposición directa a la luz solar puede ser perjudicial para ellos en las primeras etapas de desarrollo.

3.2.5.2.3. Condiciones del espacio.

Iluminación: Luz indirecta, se evitó la exposición directa a la luz solar para prevenir daños en los injertos.

Temperatura: Temperatura constante y moderada (entre 20-25°C) para favorecer el crecimiento y desarrollo de los injertos.

Humedad: Humedad relativa alta (entre 60-80%) para mantener la turgencia de los tejidos y favorecer la unión entre el injerto y el patrón.

3.2.5.2.4. Técnica de injertación.

La técnica de injertación se aplicó con el uso de las técnicas establecidas de púa y parche. Se unieron el patrón de cacao nacional con las varetas de CCN 51 y el patrón de cacao CCN-51 con varetas de cacao nacional clon 801 de manera correcta. Una vez realizado esto, se procedió a envolver con cinta los injertos para que quedaran totalmente fijados. Previamente, los materiales y herramientas habían sido desinfectados para evitar contaminaciones.

3.2.5.2.5. Riego.

El riego se realizó de manera tecnificada tres veces por semanas adaptándose a las condiciones adecuadas en vivero.

3.2.5.2.6. Fertilización

Se fertilizó de acuerdo al requerimiento nutricional de los injertos. Una vez establecido el injerto y con un desarrollo óptimo y estable, se procederá a realizar la fertilización con NPK.

3.2.5.2.7. Mantenimiento y monitoreo.

Se llevó a cabo un monitoreo diario de los injertos. Se implementó prácticas de vigilancia rigurosas para identificar y eliminar cualquier brote adventicio que emerja del patrón, con el fin de optimizar la integración y éxito del injerto.

3.2.5.2.8. Control fitosanitario.

El control fitosanitario se llevó a cabo de manera sistemática. Se realizó una revisión diaria de la unión del injerto, en caso de detectar indicios de plagas o enfermedades, se procederá a aplicar tratamientos preventivos adecuados.

3.2.5 Análisis estadístico

El análisis de datos se realizó con el programa estadístico Infostat, donde se aplicó la prueba de Tukey al 5% se lo uso con el objetivo de poder comparar los tratamientos y combinaciones lo que llevo a conclusiones adecuadas. Las decisiones se considerarán de manera significativa en un valor de $p \leq 0.05$.

3.2.6.1. Esquema del ANDEVA

Tabla 5.
Análisis de varianza

Fuente de variación	Fórmula	GL
Tratamientos	$a*b-1$	3
Factor A (técnica de injerto)	$a-1$	1
Factor B (Variedad de cacao)	$b-1$	1
Interaccion AxB	$(a-1)(b-1)$	1
Error experimental	$AB (r-1)$	36
TOTAL	$a*b*R-1$	39

Elaborado por: El Autor, 2026

3.2.6.2. Hipótesis

H_0 Factor A: El método de injerto (Púa - Parche) no influye de manera significativa en el prendimiento de las varetas de cacao.

H_A Factor A: El método de injerto (Púa - Parche) influye de manera significativa en el prendimiento de las varetas de cacao.

H₀ Factor B: El clon (CCN-51 – Nacional) utilizado no influye de manera significativa en el prendimiento de las varetas de cacao.

H_A Factor B: El clon (CCN-51 – Nacional) utilizado influye de manera significativa en el prendimiento de las varetas de cacao.

H₀ Factor A*B: La interacción método de injerto y variedades de cacao no difieren a nivel estadístico.

H_A Factor A*B: La interacción método de injerto y variedades de cacao difieren a nivel estadístico.

4. RESULTADOS

4.1 Descripción de características vegetativas de las variedades de cacao injertadas con los métodos de injerto de púa y parche para determinar el mejor desarrollo.

4.1.1 Altura del injerto a los 15 días (cm)

En la tabla 6 se presenta las medias obtenidas de la variable de altura del injerto a los 15 días después de haber realizado la labor, el análisis de varianza realizado en la aplicación infostat mostró un coeficiente de variación de 17.15% lo que refleja una variabilidad moderada aceptable para las variables fisiológicas calculadas de manera temprana, los resultados indican que Tanto el factor A que comprende el tipo de injerto influyó significativamente con un ($p < 0.0001$) mientras que el factor B la variedad injertada no mostro diferencias estadísticas al 5% esto muestra como evidencia que la interacción entre ambos factores influyo de manera significativa lo cual evidencia que la respuesta del injerto depende de la combinación específica de ambos factores.

Tabla 6.
Altura del injerto 15 días (cm)

Tratamientos	Factor A	Factor B	Medias ¹
T4	Parche	Clon 801	0.33 a
T3	Parche	CCN51	0.37 a
T1	Pua	CCN51	5.73 b
T2	Pua	Clon 801	6.29 c
Significancia ANOVA factor A			*
Significancia ANOVA factor B			Ns
Significancia ANOVA interaccion AB			*
Coef. Variacion (%):			17.15

ns Diferencias no significativas ($p > 0.05$); *Diferencias significativas ($p < 0,05$). ¹Medias con letras iguales no difieren significativamente de acuerdo a Tukey ($p > 0,05$).

Elaborado por: El autor, 2026.

La aplicación de la prueba de TUKEY reveló T2 que combinó el método de injerto de púa con la variedad nacional exhibió el mayor desarrollo longitudinal alcanzando una altura media de 6.29 cm (grupo C). En orden de rendimiento le siguió el T1 que empleo el método de púa en conjunto con la variedad CCN51, indicando una altura media alcanzada de 5.73 cm (grupo B). El T3 que se usó el método de parche en combinación con el clon CCN51 alcanzó una media de 0.37 cm y el T4 parche con variedad nacional registró una media de 0.33 cm mostraron el menor desarrollo (grupo A). La técnica de púa favorece el desarrollo inicial en comparación con la técnica parche.

4.1.2 Diámetro del material injerto 15 días (cm)

De acuerdo a los datos expuestos del análisis de varianza que se observa en la tabla 7 muestra las medias del diámetro del tallo del injerto a los 15 días para las distintas combinaciones de tratamientos. El análisis de varianza reveló un coeficiente de variación (CV 14.39 %) tanto el Factor A que comprende el tipo de injerto influyó significativamente ($p < 0.0001$) mientras que el Factor B la variedad injertada no mostro diferencias estadísticas significativas ($p=0.2344$) por otro lado la interacción AxB de ambos factores fue significativa ($p < 0.0001$) sugiere que la respuesta del injerto depende de la combinación específica.

Tabla 7.
Diámetro del injerto 15 días (cm)

Tratamientos	Factor A	Factor B	Medias ¹
T4	Parche	Clon 801	0.12 a
T3	Parche	CCN51	0.18 b
T1	Pua	CCN51	0.31 c
T2	Pua	Clon 801	0.34 c
Significancia ANOVA factor A			*
Significancia ANOVA factor B			Ns
Significancia ANOVA interacción AB			*
Coef. Variacion (%):			14.39

ns Diferencias no significativas ($p > 0,05$; *Diferencias significativas ($p < 0.05$).

¹Medias con letras iguales no difieren significativamente de acuerdo a Tukey ($p > 0.05$).

Elaborado por: El autor, 2026.

La prueba de Tukey identificó que la combinación T2 alcanzó un diámetro de 0.34 cm (grupo C), seguido por el T1 con 0.31 cm (grupo C), el T4 con un diámetro alcanzado de 0.12 cm (grupo A) y el T3 con 0.18 cm (grupo B). La técnica de púa favoreció a un mayor diámetro del tallo en comparación con la técnica de parche.

4.1.3 Desarrollo del injerto a los 30 días (cm)

Los valores promedios medidos a los 30 días se muestran en la tabla 8. De acuerdo al análisis de varianza que se realizó con el software InfosStat se determinó un coeficiente de variación del 11.08% lo que refleja que la experimentación tuvo precisión. Se comprobó que tanto el factor A (tipo de injerto) como el factor B (patrón empleado) ejercieron una influencia significativa en el desarrollo del injerto ($p < 0.0001$), las interacciones entre ambos factores también presenta diferencias con relevancia estadística, lo que indica que la manera en que responde el injerto está condicionado por la combinación particular de la técnica de injertación y el patrón utilizado.

Tabla 8.
Altura del injerto 30 días (cm)

Tratamientos	Factor A	Factor B	Medias ¹
T4	Parche	Clon 801	1.02 a
T3	Parche	CCN51	1.20 a
T1	Pua	CCN51	7.50 b
T2	Pua	Clon 801	8.97 c
Significancia ANOVA factor A			*
Significancia ANOVA factor B			*
Significancia ANOVA interaccion AB			*
Coef. Variacion (%):			11.08

ns Diferencias no significativas ($p > 0.05$; *Diferencias significativas ($p < 0.05$).

¹Medias con letras iguales no difieren significativamente de acuerdo a Tukey ($p > 0.05$).

Elaborado por: El autor, 2026.

Mediante la prueba de comparación de medias de TUKEY se estableció que el tratamiento del injerto de púa sobre patrón nacional T2 alcanzó el mayor valor promedio de desarrollo (8.97) seguido por el T1 (7.50). los resultados se diferenciaron significativamente de los obtenidos con la técnica de parche que presentaron los niveles más bajos.

4.1.4 Desarrollo del material injerto a los 60 días (cm).

De acuerdo con los datos resultantes del análisis de varianza que se muestra en la tabla 9 se observó un nivel de precisión experimental adecuado, con un coeficiente de variación de 6.09% lo que significa que el factor A (tipo de injerto) influyo significativamente en el desarrollo del injerto con un p valor menor a 0.0001 al igual que el factor B (variedad utilizada). Se detectó una interacción significativa entre ambos factores (AxB) ($p < 0.0001$), lo que indico que el desarrollo del injerto dependió de la combinación específica entre el tipo de injerto y la variedad utilizada.

Tabla 9.
Desarrollo del material injertado a los 60 días (cm)

Tratamientos	Factor A	Factor B	Medias ¹
T4	Parche	Clon 801	5.47 a
T3	Parche	CCN51	6.99 b
T1	Pua	CCN51	11.77 c
T2	Pua	Clon 801	15.69 d
Significancia ANOVA factor A			*
Significancia ANOVA factor B			*
Significancia ANOVA interaccion AB			*
Coef. Variacion (%):			6.09

ns Diferencias no significativas ($p > 0.05$; *Diferencias significativas ($p < 0.05$).

¹Medias con letras iguales no difieren significativamente de acuerdo a Tukey ($p > 0.05$).

Elaborado por: El autor, 2026.

La comparación de medias por la prueba de tukey al 5% mostró que la combinación púa x variedad nacional (T2) registro la mayor altura, diferenciándose estadísticamente del resto de tratamientos. En contraste la combinación parche x variedad nacional presentó el menor promedio en un grupo estadístico inferior.

4.1.5 Diámetro del injerto a los 60 días (cm)

Los datos obtenidos de la tabla 10 se evidenció un adecuado nivel de precisión experimental reflejado por un coeficiente de variación de 9.39%. El análisis reveló que tanto el factor A como el factor B influyeron significativamente en el diámetro del tallo del injerto a los 60 días ($p < 0.0001$) lo que demuestra que la respuesta de la variable dependió de la combinación específica de ambas variables.

Tabla 10.
Diámetro del material injertado a los 60 días

Tratamientos	Factor A	Factor B	Medias ¹
T4	Parche	Clon 801	0.51 a
T3	Parche	CCN51	0.56 ab
T1	Pua	CCN51	0.58 b
T2	Pua	Clon 801	0.84 c
Significancia ANOVA factor A			*
Significancia ANOVA factor B			*
Significancia ANOVA interaccion AB			*
Coef. Variacion (%):			9.39

ns Diferencias no significativas ($p > 0.05$; *Diferencias significativas ($p < 0.05$).

¹Medias con letras iguales no difieren significativamente de acuerdo a Tukey ($p > 0.05$).

Elaborado por: El autor, 2026.

Mediante la comparación de medias mediante la prueba de tukey se identificó que la combinación púa x variedad nacional registro el mayor diámetro promedio (0.84 cm) diferenciándose significativamente del resto de tratamientos al

contrario la combinación parche x variedad nacional presento el valor más bajo (0.51 cm), mientras que las combinaciones parche x CCN51 (0.56 cm) y púa x CCN51 (0.58 cm) reflejaron valores intermedios, los resultados indican que la técnica de injertación mediante púa favorece un mayor desarrollo y engrosamiento del tallo del injerto especialmente cuando se emplea la variedad nacional.

4.2 Comparación de porcentaje de prendimiento de las variedades de cacao CCN 51 y Clon 801 de las técnicas de púa y parche.

Los datos obtenidos de la tabla 11 datan de los promedios adquiridos del porcentaje de prendimiento de los injertos a los 45 días, el coeficiente de variación obtenido del análisis de varianza realizado en infostat fue de 26.72%, en el análisis estadístico no se detectaron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos ($p > 0.05$) por lo que se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alterna.

Tabla 11.

Porcentaje de prendimiento del material injertado con 2 técnicas a los 45 días.

Tratamientos	Factor A	Factor B	# Injertos totales	# Injertos prendidos	Medias ¹
T4	Parche	Clon 801	30	16	53.33 a
T3	Parche	CCN51	30	14	46.67 a
T1	Púa	CCN51	30	20	66.67 a
T2	Púa	Clon 801	30	21	70 a
Significancia ANOVA factor A					ns
Significancia ANOVA factor B					ns
Significancia ANOVA interacción AB					ns
Coef. Variacion (%):					26.72

ns Diferencias no significativas ($p > 0.05$; *Diferencias significativas ($p < 0.05$).

¹Medias con letras iguales no difieren significativamente de acuerdo a Tukey ($p > 0.05$).

Elaborado por: El autor, 2026.

Aunque no presentó significancia estadística los injertos de la combinación púa con nacional (T2) presentó el porcentaje de prendimiento más elevado de 70% seguido a este la combinación de púa con CCN-51 con un porcentaje de 66.67%, los tratamientos tres y cuatro que son las combinaciones de la técnica de parche exhibió los porcentajes de prendimiento más bajo T3 (46.67%) T4 (53.33), la prueba de tukey al 5% corroboró que todos los tratamientos tuvieron un comportamiento comparable.

4.3 Evaluación del porcentaje de supervivencia en función del prendimiento obtenido.

Los datos que se llegan a observar en la tabla 12 sobre el porcentaje de supervivencia de las plántulas post injertadas a los 60 días, el análisis se centró exclusivamente en los injertos que lograron establecerse, mantenerse y adaptarse. Se observa que la técnica de injerto realizado con la técnica de púa obtuvo los índices de supervivencia más elevados: T1 (Púa x CCN-51) con un porcentaje de supervivencia del 80% mientras que el T2 (Púa x Clon 801) llegó a 71.42%. Esto apunta a una mejor compatibilidad y adaptación entre el injerto y la variedad injertada.

Por el contrario, los tratamientos con la técnica de injerto de parche presentaron un porcentaje de supervivencia más bajo. T3(Parche x CCN-51) con 64.28% y el T4 (Parche x Clon 801) con un resultado más bajo 56.25%, esta disminución podría deberse a una menor eficacia en la conexión vascular.

Tabla 12.
Porcentaje de supervivencia post-injerto

Tratamiento	Tipo de injerto (Factor A)	Variedad (Factor B)	# Injertos prendidos	# Injertos Vivos	Supervivencia (%)
T1	Púa	CCN-51	20	16	80.00
T2	Púa	Clon 801	21	15	71.42
T3	Parche	CCN-51	14	9	64.28
T4	Parche	Clon 801	16	9	56.25

Elaborado por: El Autor, 2026

5. DISCUSIÓN

El objetivo del presente trabajo de titulación se basa en comparar la efectividad de las técnicas de injerto de Púa y parche mediante las características vegetativas, el porcentaje de prendimiento y la supervivencia. El estudio se realizó en la estación experimental el misionero de la universidad agraria del Ecuador ubicada en el cantón milagro, luego de haber llevado a cabo el análisis y comparación de datos se evidenciaron que tanto el tipo de injerto realizado como la variedad utilizada influyo significativamente en el desarrollo vegetativo en el material injertado y así mismo la interacción entre ambos factores con un p valor menor a 0.0001.

Con respecto a la variable de altura el T2 usa la técnica de púa con el injerto nacional presento el mayor promedio 15.69 cm diferenciándose de los demás tratamientos mediante la prueba de tukey esto coincide con la investigación de Velásquez (2022) que concluyo que el injerto realizado mediante la técnica de púa favorece significativamente en el desarrollo vegetativo con un mayor vigor y crecimiento en comparación con la técnica de parche. En cuanto al diámetro del injerto de igual manera la técnica de púa muestra el mayor promedio 0.84 cm estos resultados refuerzan la evidencia que la técnica de púa no favorece solo al desarrollo longitudinal sino también al engrosamiento del tallo también coincidiendo con Velásquez (2022) sobre el diámetro y la técnica de púa utilizada.

Siguiendo con el segundo objetivo en comparar el porcentaje de prendimiento de los injertos realizados la combinación del tipo de injerto de púa con la vareta de variedad nacional fue la que muestra un alto índice de prendimiento del 70% seguidamente de púa con la variedad de CCN-51 con 66.67%, la técnica de parche los porcentajes fueron menores 53.33% y 46.67% respectivamente este comportamiento se alinea con lo descrito en la investigación de Cartagena (2019), que concluye que la técnica de púa es la que logra mayor éxito en el porcentaje de prendimiento a comparación de otras técnicas de injertación como la de parche.

En base al tercer objetivo sobre la supervivencia de las plantas en función a los injertos que prendieron los tratamientos que emplean la técnica de Púa muestran valores más altos que los realizados con parche la combinación de T1 alcanzo un índice de supervivencia más elevado con un 80% mientras que púa con Clon 801 (nacional) siguió de cerca con un 71.42% por el contrario los tratamientos

basados en la técnica de parche registraron menores cifras, de 64.28% y 56.25% respectivamente, estos hallazgos señalan una tendencia que favorece a la técnica de púa resultados que coinciden con lo publicado por Vera (2020). Este autor estableció que la técnica de cuña terminal equivalente a la de púa terminal genero mayores porcentajes de injertos que sobrevivieron a lo largo de su etapa fenológica de adaptación y desarrollo post-injertación.

Con respecto a las variables de crecimiento evaluadas, los resultados obtenidos muestran que el tratamiento T2 presenta los mayores valores tanto en altura como en diámetro del injerto en todas las evaluaciones (15, 30 y 60 días), diferenciándose significativamente del resto de tratamientos. Además, el tratamiento con técnica de parche muestra los valores más bajos de crecimiento, especialmente en etapas iniciales. Estos resultados coinciden con lo reportado por Polanco & Cruz (2025), quienes concluyen que, aunque no existen diferencias significativas en el prendimiento entre púa y parche, la técnica de púa favorece un mayor desarrollo vegetativo, evidenciado en una mayor producción de brotes, hojas y vigor de las plantas.

En cuanto al porcentaje de prendimiento, en esta investigación no se encuentran diferencias estadísticas significativas entre tratamiento, aunque numéricamente los tratamientos con púa (T2 y T1) presentan mayores porcentajes (70% y 66.67%) en comparación con los tratamientos con parche. Es decir, existe mayor ventaja en el tratamiento con púa. Estos resultados tienen relación con lo reportado por Daouda et al. (2015), quienes determinan que el injerto de púa presenta mayores porcentajes de efectividad (77%) frente a otras técnicas, además de un mejor desempeño en brotación y desarrollo, lo que respalda la superioridad observada en esta investigación.

Respecto al desarrollo inicial del injerto, los resultados muestran que la técnica de púa favoreció significativamente tanto el crecimiento longitudinal como el engrosamiento del tallo, alcanzando los mayores promedios en diámetro (hasta 0.84 cm) en comparación con la técnica de parche. Estos hallazgos coinciden con lo señalado por Gómez & Mariuxi (2015), quienes reportan que el injerto de púa terminal alcanzó altos porcentajes de efectividad (95.50%) y presenta un mejor comportamiento en el crecimiento inicial, destacan su eficiencia en vivero.

En relación con el porcentaje de supervivencia, los tratamientos con técnica de púa presentaron los valores más altos (80% y 71.42%), superan a los

tratamientos con parche, los cuales muestran menor capacidad de adaptación y permanencia. Estos resultados son consistentes con lo reportado por Vásquez et al. (2019), quienes señalan que el injerto de parche presenta los menores porcentajes de prendimiento, mientras que la técnica de púa destaca por un mejor desarrollo vegetativo y mayor vigor de las plantas.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

De acuerdo a los datos recopilados y analizados se puede llegar a la respectiva conclusión:

En base al análisis del primero objetivo las características vegetativas medidas los cuales fueron las variables de altura y diámetro de los injertos se obtuvo que T2 el cual es la combinación factor A x Factor B púa x injerto nacional fue sobresaliente con un valor de 15.69 cm; a continuación de este le siguió el T1 (púa x CCN-51) con valor de 11.77 cm, los tratamientos con menor promedio fueron T3 (parche x CCN-51) con 6.99 cm, en último lugar considera el promedio más bajo T4 (Parche x Nacional) con 5.47 cm de desarrollo a los 60 días. En cuestión con la variable diámetro del injerto el T2 destacó con respecto a los otros tratamientos con valor de 0.84 cm, a este le siguió el T1 con valor de 0.58 cm. Los tratamientos con menor desarrollo de diámetro fueron T3 con 0.56 cm de desarrollo y T4 0.51 cm.

La variable de porcentaje de prendimiento evaluado de acuerdo al segundo objetivo se obtuvo que el tratamiento sobresaliente fue T2 (púa x nacional) con valor porcentual de 70% destacando evidentemente frente a los demás tratamientos; el T1 (púa x CCN-51) con valor de 66.67 %; el T4 con valor de 53.33%. El tratamiento con el menor porcentaje de prendimiento fue el T3 (Parche x CCN-51) con un promedio de 46.67%.

Por último de acuerdo al tercer objetivo se efectúa el análisis de los injertos que sobrevivieron luego del prendimiento en el que de acuerdo a los datos se observó que el T1 (púa x CCN-51) con 20 injertos prendidos de manera correcta lograron sobrevivir 16 plantas injertadas obteniendo un 80% de supervivencia; siguiéndole el T2 (púa x Clon 801) con 21 injertos prendidos y de estos 15 injertos que sobrevivieron dando un 71.42 de porcentaje de supervivencia; el T3 (parche x CCN-51) con 14 injertos prendidos de estos 9 injertos sobrevivieron obteniendo un 64.28% de supervivencia; el tratamiento con menor porcentaje de supervivencia fue el T4 (parche x clon 801) con 56.25%.

Una vez recopilados estos datos se puede llegar a la conclusión que la hipótesis planteada, se acepta la idea a defender, debido a que los resultados obtenidos se evidenció que el uso de las diferentes técnicas de injertación influyó en el desarrollo vegetativo, porcentaje de prendimiento y supervivencia de los

injertos de cacao durante el periodo de propagación en condiciones de vivero. La técnica de injerto de púa presentó los mejores resultados en comparación con la técnica de parche, destacándose especialmente el tratamiento T2 (púa x nacional), el cual obtuvo mayores valores en altura, diámetro y porcentaje de prendimiento.

6.2 Recomendaciones

Con relación a la presente investigación se recomienda desarrollar futuras investigaciones complementarias que se pueda evaluar el comportamiento de las técnicas de injertación en cacao bajo diferentes condiciones ambientales, épocas de establecimiento y combinaciones varietales, con el fin de validar la estabilidad de los resultados obtenidos en cuanto a desarrollo vegetativo, prendimiento y supervivencia. La incorporación de variables fisiológicas adicionales permitiría ampliar la comprensión del desempeño del injerto una vez llevado a campo.

De igual manera se sugiere incrementar el número de unidades experimentales por tratamientos en futuros estudios, con el fin de mejorar la precisión estadística, un mayor tamaño de la muestra contribuiría a fortalecer la confiabilidad de los análisis de datos especialmente en carácter porcentual que presentan mayor sensibilidad biológica.

Como último punto se recomienda estandarizar los protocolos técnicos de injertación, asegurando una adecuada selección del material vegetal, correcta alineación del cámbium, condiciones óptimas de humedad y temperatura, así como un manejo fitosanitario riguroso posterior al prendimiento. La aplicación de buenas prácticas agronómicas permitirá los porcentajes de éxito y supervivencia, contribuyendo a la producción eficiente de plantas injertadas de alta calidad.

BIBLIOGRAFÍA

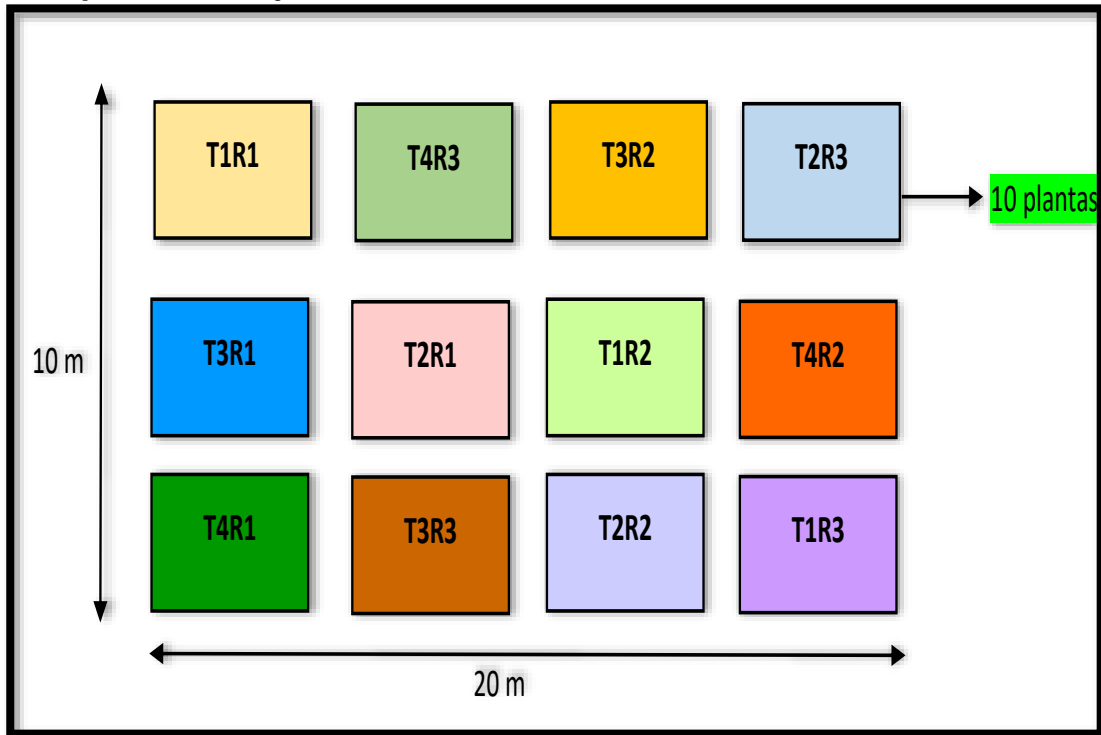
- Agropecuarias, Instituto Nacional de Investigaciones [INIAP]. (2012). Programa Nacional de Cacao. *Injertación de Cacao*. Obtenido de <https://cadenacacaoca.info/>
- Anchundia, D. M. (2018). Sistemas agroforestales con cultivo de cacao fino de aroma: entorno socioeconómico y productivo. *Revista Cubana de Ciencias Forestales*. 6(1), 8-16.
- Asamblea Nacional de Ecuador. (2010). Art.6, 8, 24, 25, 26 . [Título I, Título II, Título IV]. Ley Orgánica del Régimen de la Soberanía Alimentaria. Registro Oficial 349, 27-XII-2010. <https://www.gob.ec/sites/default/files/regulations>
- Benavides, A. C. (2022). Beneficio del cacao clones CCN-51, ICS-39 y cacao Nativo (*Theobroma cacao* L.). 2(1). *Revista Agrotecnológica Amazónica*. doi: <https://doi.org/10.51252/raa.v2i1.255>
- Briones, A. G. (2021). La cadena de producción del Cacao en Ecuador: Resiliencia en los diferentes actores de la producción. *Novasínergia*. 4(2), 1-8.
- Brito, J. R. (2020). Contribución del encadenamiento productivo del cacao fino aroma en la provincia de Manabí. *Revista científica Dominio de la Ciencia* 6(4).doi:<http://dx.doi.org/10.23857/dc.v6i4.145>
- Cartagena, L. B. (2019). Producción de plantas de cacao criollo (*Theobroma cacao* L.), utilizando dos técnicas de injerto con modificaciones y su efecto en el éxito del prendimiento en fase de vivero. *Minerva*. 2(1), 51-62.
- Cortez, J. F. (2023). Aprovechamiento de hojas de variedades de cacao (*Theobroma cacao* L.) Nacional, Forastero y Trinitario, con dos estadios fisiológicos foliares para la obtención de una infusión. *Revista Agrotecnológica Amazónica*. 4(1). doi:<https://doi.org/10.51252/raa.v4i1.573>
- Daouda, K. K., Jean-Claude, N. Z., Jane, K., Lucien, D., Jean-Luc, K., Kouadio, B., & Christophe, K. (2015). Comparison of Grafting Techniques and their Effects on some Growth Parameters of Ten Elite Cocoa Clones (*Theobroma cacao* L.). *Academic Journals*, 13(41), 2249-2255. doi:10.5897/AJAR2015.9847
- Enriquez, A. E. (2010). Potencial de enraizamiento de estacas ortotrópicas provenientes de plantas somáticas de cuatro genotipos de cacao (*Theobroma cacao* L.) tipo nacional. Quevedo, Los Ríos. [Tesis de pregrado,

- Universidad Central del Ecuador]. Repositorio institucional:
<https://www.dspace.uce.edu.ec/>
- Fundación Hondureña de Investigación Agrícola [FHIA]. (2016). Propagación del cacao por injerto. (6). Obtenido de <http://www.fhia.org.hn/>
- Gómez, M. E. (2015). Compatibilidad del patrón y métodos de microinjertación en la propagación del clon de cacao (*Theobroma cacao* L.) Ccn-51. <https://repositorio.uteq.edu.ec>.
- Herrera, L. E. (2021). Evaluación de dos tipos de injertos utilizando varetas de cacao (*Theobroma cacao* L.) CCN51 y CLON 801. [Tesis de pregrado, Universidad Agraria del Ecuador]. Repositorio institucional: <https://cia.uagraria.edu.ec>.
- INFOCACAO. (2016). Propagación del cacao por injerto. Procacaho. https://fhia.org.hn/wp-content/uploads/InfoCacao_No8_Jun_2016.pdf
- Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura [IICA]. (2017). Manual técnico del cultivo de cacao: prácticas Latinoamericanas. <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/igo>
- Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias [INIAP]. (2022). Manual del cultivo de cacao sostenible para la Amazonía Ecuatoriana. <https://repositorio.iniap.gob.ec>.
- Leverone, V. Q. (2019, marzo). Factores productivos de la producción de cacao nacional de la Provincia del Guayas. Espirales Revista Multidisciplinaria de Investigación Científica, 3(31), 52-59.
- López, J. L. (2019). Propagación de plantas de cacao mediante injertos. Dialnet. 25(51).<https://dialnet.unirioja.es>.
- Osorio, M. A. (2017). Crecimiento de plántulas de cacao (*Theobroma cacao* L.) en diferentes tamaños de contenedor. Ciencias Agrícolas. 34(2). doi:<https://doi.org/10>.
- Polanco, E., & Cruz, D. (2025). Evaluación de métodos de injertación en cacao *Theobroma cacao* L bajo condiciones del patrón en etapa de vivero. Temas Agrarios, 1(30), 24-34. doi:<https://doi.org/10.21897/ka049363>
- Ramírez, M. A. (2018). Variación morfológica de frutos y semillas de cacao (*Theobroma cacao* L.) de plantaciones en Tabasco, México. Revista Fitotecnia Mexicana. 41(2), 117-132.

- Romero, J. N. (2023). Análisis de producción de cacao ccn51 convencional vs cacao ccn51 con certificación orgánica. *Polo del conocimiento*. 8(9), 1752-1758.
- Rosero, J. C. (2023). Propagación vegetativa de cacao (*Theobroma cacao L.*) mediante estacas con la implementación de tres sustancias enraizantes en la parroquia la unión del cantón Valencia. [Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Cotopaxi]. Repositorio institucional <https://repositorio.utc.edu.ec>
- Sacoto, C. A. (2022). Caracterización morfológica del cacao nacional “*Theobroma cacao L.*” del cantón Naranjal, Ecuador. *Revista Tecnología ESPOL* 34(4). doi:<https://doi.org/10.37815/rte.v34n4.978>
- Salazar, A. C. (2023, julio). Condiciones de fermentación y secado en las características físico químicas del cacao (*Theobroma cacao L.*) Cultivar CCN 51. *Revista Agrotecnológica Amazónica*. 3(2). doi:<https://doi.org/10.51252/>
- Solorzano, C. E. (2023). Caracterización fenotípica en flores de Cacao (*Theobroma cacao L.*) en 40 híbridos experimentales en la finca experimental La Represa. *Bionatura*. 8(3), 11. doi: <http://dx.doi.org/10.21931/RB/2023.08.03.11>
- Urrelo, Mar Asunción Gárate Navarro y Jorge Luis Paz. (2020). Técnicas de propagación de cacao (*Theobroma cacao L.*). <https://repositorio.inia.gob.pe/>
- Vásquez Osegueda, E., Parada-Berrios, F., Rodríguez-Urrutia, E., & Lovo Lara, L. (2019). Evaluación de cuatro tipos de injertos de cacao (*Theobroma cacao L.*) utilizando como injerto el clon ICS-95 en portainjertos de dos años de edad establecidos en campo en la Cooperativa Santa Clara, San Luis Talpa, La Paz, El Salvador. *Agrociencia*, 14(3), 24-30. Retrieved from <https://www.agronomia.ues.edu.sv/agrociencia/index.php/agrociencia/articulo/view/158>
- Velázquez, R. V. (2022). Evaluación de tres métodos de injertación en cacao en el Cantón Jipijapa Provincia de Manabí. *Revista Científico-Educacional de la provincia Granma*. 18(3), 1-5.
- Vera, G. M. (2020). Propagación asexual del cacao Porcelana (*Theobroma cacao L.*) mediante la técnica de injertación. *Facultad de Agronomía*. 37(1), 5-11.

ANEXOS

Figura 1.
Croquis del ensayo



Elaborado por: El Autor, 2026

Figura 2.
Georreferenciación del área de trabajo



Fuente: Google maps, 2026.

Elaborado por: El Autor, 2026

Figura 3.
Técnica de injerto púa terminal



Fuente: Agrolex

Elaborado por: El Autor, 2026

Figura 4.
Técnica de injerto (parche)



Fuente: Agrolex

Elaborado por: El Autor, 2026

Figura 5.

Resultados Infostat variable altura del injerto 15 días (cm)

Análisis de la varianza					
Variable	N	R ²	R ² Aj	CV	
Desarrollo del injerto 15 ..	71	0,96	0,95	17,15	

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	559,78	3	186,59	483,34	<0,0001
Factor A	553,41	1	553,41	1433,50	<0,0001
Factor B	1,19	1	1,19	3,08	0,0837
Factor A*Factor B	1,54	1	1,54	3,99	0,0499
Error	25,87	67	0,39		
Total	585,65	70			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,55700
 Error: 0,3861 gl: 67

Factor A	Factor B	Medias	n	E.E.	
Parche	Nacional	0,33	16	0,16	A
Parche	CCn51	0,37	14	0,17	A
Pua	CCn51	5,73	20	0,14	B
Pua	Nacional	6,29	21	0,14	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Elaborado por: El Autor, 2026

Figura 6.

Resultados Infostat variable diametro del tallo del injerto 15 días (cm)

Análisis de la varianza					
Variable	N	R ²	R ² Aj	CV	
Diametro del tallo 15 dias..	79	0,86	0,85	14,39	

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,64	3	0,21	152,84	<0,0001
Factor A	0,60	1	0,60	426,78	<0,0001
Factor B	2,0E-03	1	2,0E-03	1,44	0,2344
Factor A*Factor B	0,03	1	0,03	23,63	<0,0001
Error	0,10	75	1,4E-03		
Total	0,75	78			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,03225
 Error: 0,0014 gl: 75

Factor A	Factor B	Medias	n	E.E.	
Parche	Nacional	0,12	16	0,01	A
Parche	CCn51	0,18	14	0,01	B
Pua	CCn51	0,31	25	0,01	C
Pua	Nacional	0,34	24	0,01	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Elaborado por: El Autor, 2026

Figura 7

Resultados Infostat variable altura del material injertado a los 30 días.

Análisis de la varianza					
Variable	N	R ²	R ² Aj	CV	
Desarrollo del injerto 30 ..	71	0,98	0,97	11,08	

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	907,16	3	302,39	900,79	<0,0001
Factor A	876,50	1	876,50	2611,04	<0,0001
Factor B	7,24	1	7,24	21,57	<0,0001
Factor A*Factor B	11,65	1	11,65	34,71	<0,0001
Error	22,49	67	0,34		
Total	929,65	70			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,51940
 Error: 0,3357 gl: 67

Factor A	Factor B	Medias	n	E.E.	
Parche	Nacional	1,02	16	0,14	A
Parche	CCn51	1,20	14	0,15	A
Pua	CCn51	7,50	20	0,13	B
Pua	Nacional	8,97	21	0,13	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Elaborado por: El Autor, 2026

Figura 8

Resultados Infostat variable altura del material injerto a los 60 días.

Análisis de la varianza					
Variable	N	R ²	R ² Aj	CV	
Desarrollo del injerto 60 ..	71	0,98	0,98	6,09	

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1173,25	3	391,08	945,82	<0,0001
Factor A	970,17	1	970,17	2346,32	<0,0001
Factor B	24,93	1	24,93	60,29	<0,0001
Factor A*Factor B	127,71	1	127,71	308,85	<0,0001
Error	27,70	67	0,41		
Total	1200,96	70			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,57646
 Error: 0,4135 gl: 67

Factor A	Factor B	Medias	n	E.E.	
Parche	Nacional	5,47	16	0,16	A
Parche	CCn51	6,99	14	0,17	B
Pua	CCn51	11,77	20	0,14	C
Pua	Nacional	15,69	21	0,14	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Elaborado por: El Autor, 2026

Figura 9

Resultados Infostat variable diámetro del material injertado a los 60 días

Análisis de la varianza					
Variable	N	R ²	R ² Aj	CV	
Diametro del tallo 60 dias..	71	0,84	0,84	9,39	
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1,29	3	0,43	119,92	<0,0001
Factor A	0,53	1	0,53	149,57	<0,0001
Factor B	0,19	1	0,19	52,18	<0,0001
Factor A*Factor B	0,43	1	0,43	119,32	<0,0001
Error	0,24	67	3,6E-03		
Total	1,52	70			
Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,05359					
Error: 0,0036 gl: 67					
Factor A	Factor B	Medias	n	E.E.	
Parche	Nacional	0,51	16	0,01	A
Parche	CCn51	0,56	14	0,02	A B
Pua	CCn51	0,58	20	0,01	B
Pua	Nacional	0,84	21	0,01	C
Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)					

Elaborado por: El Autor, 2026

Figura 10

Resultado Infostat variable porcentaje de prendimiento del material injertado a los 45 días.

Análisis de la varianza					
Variable	N	R ²	R ² Aj	CV	
Porcentaje de prendimiento..	12	0,35	0,11	26,72	
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1091,67	3	363,89	1,46	0,2977
Factor A	1008,33	1	1008,33	4,03	0,0795
Factor B	75,00	1	75,00	0,30	0,5988
Factor A*Factor B	8,33	1	8,33	0,03	0,8597
Error	2000,00	8	250,00		
Total	3091,67	11			
Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=41,34219					
Error: 250,0000 gl: 8					
Factor A	Factor B	Medias	n	E.E.	
Parche	CCN-51	46,67	3	9,13	A
Parche	Nacional	53,33	3	9,13	A
Puá	CCN-51	66,67	3	9,13	A
Puá	Nacional	70,00	3	9,13	A
Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)					

Elaborado por: El Autor, 2026

Figura 11.
Preparación de materiales para injertar.



Elaborado por: El Autor, 2026

Figura 12.
Realización de injerto técnica púa.



Elaborado por: El Autor, 2026

Figura 13
Realización técnica de parche.



Elaborado por: El Autor, 2026

Figura 14.
Plantas patrones seleccionados para injertación.



Elaborado por: El Autor, 2026

Figura 15.
Injerto prendido exitosamente.



Elaborado por: El Autor, 2026

Figura 16.
Evaluación del diámetro del injerto a los 30 días.



Elaborado por: El Autor, 2026

Figura 17
Evaluación de la altura del injerto.



Elaborado por: El Autor, 2026

Figura 18
Evaluación del diámetro del injerto a los 60 días.



Elaborado por: El Autor, 2026

Figura 19

Evaluación de la altura del material injertado a los 60 días.



Elaborado por: El Autor, 2026

Figura 20

Recolección de datos para posterior análisis estadístico.



Elaborado por: El Autor, 2026

Figura 21
Injertos a los 60 días.



Elaborado por: El Autor, 2026

Figura 22
Revisión y finalización del proyecto de tesis.



Elaborado por: El Autor, 2026