

**MINISTERIO DE DESARROLLO RURAL Y TIERRAS
INSTITUTO NACIONAL DE INNOVACIÓN AGROPECUARIA
Y FORESTAL**

DIRECCIÓN NACIONAL DE INNOVACIÓN

PROYECTO:

**“DESARROLLO DE TECNOLOGÍAS PARA MEJORAR LA
PRODUCTIVIDAD DEL CACAO”**

**EVALUACIÓN DE TRES TIPOS DE HERRAMIENTAS EN
EL PRENDIMIENTO DE INJERTO EN CACAO
(*Theobroma cacao* L.), EN VIVERO MUNICIPIO DE
PALOS BLANCOS**

2024



INDICE GENERAL

1	Introducción.....	9
1.1	Justificación.....	10
2	Objetivos.....	11
2.1	Objetivo General	11
2.2	Objetivo Específicos	11
2.3	Hipótesis.....	11
2.3.1	Hipótesis Nula.....	11
3	Revisión Bibliográfica.....	11
3.1	Origen del Cacao	11
3.2	Distribución del Cacao	11
3.3	El cacao en Bolivia.....	12
3.3.1	El Cacao en Alto Beni.....	12
3.4	Producción Nacional del Cacao	12
3.5	Cultivo de Cacao	13
3.5.1	Importancia del Cultivo de Cacao.....	13
3.6	Taxonomía del Cacao.....	14
3.6.1	La clasificación taxonómica del cacao es la siguiente:.....	14
3.7	Descripción Botánica del Cultivo	14
3.7.1	Sistema Radicular.....	14
3.7.2	Tallo y Ramas.....	15
3.7.3	Las Hojas.....	15
3.7.4	La Flor.....	15
3.7.5	El Fruto.....	15
3.7.6	La Semilla	16
3.8	Requerimientos Climáticos del Cacao	16
3.8.1	Precipitación.....	16
3.8.2	Temperatura	16
3.8.3	Altitud.....	16
3.8.4	Viento.....	17
3.8.5	Agua.....	17
3.8.6	Luminosidad.....	17
3.8.7	El suelo.....	17
3.8.8	Ph del Suelo.....	18
3.9	Propagación del Cacao	19
3.9.1	Formas de Propagación del Cacao	19
3.9.2	Propagación Sexual.....	19





3.9.3	Ventajas y Desventajas del Uso de Semilla	19
3.9.4	Propagación Asexual.....	20
3.9.5	Ventajas y Desventajas.....	20
3.10	Técnicas de Propagación Asexual de Cacao	21
3.10.1	Propagación por Injertos	21
3.10.2	Injertos.....	21
3.10.3	Tipos de Injerto	21
3.11	Patrón o Pie de Injerto.....	22
3.12	Herramientas de Injertación con Molde de Corte	22
3.12.1	Tijera Grafting tool "Omega scissor" o Tijera Básica con Tres Formas de Corte 23	
3.12.2	Características	23
3.12.3	Como usar	24
3.12.4	Tijera Premium, Corte en Forma de V	24
4	Materiales y Métodos	26
4.1	Localización	26
4.1.1	Ubicación Geográfica.....	26
4.1.2	Localización y Coordenadas	26
4.2	Materiales y/o Población de Estudio.....	27
4.2.1	Material de Campo	27
4.2.2	Material de Gabinete	28
4.2.3	Material Biológico.....	28
4.3	Metodología	28
4.3.1	Diseño Metodológico	28
4.3.2	Cuantitativo	29
4.4	Diseño Experimental	29
4.4.1	Modelo Estadístico	29
4.4.2	Tratamientos, Unidad Experimental	30
4.4.3	Unidad Experimental.....	30
4.4.4	Croquis Experimental.....	30
4.4.5	Dimensiones del Área Experimental.....	31
4.5	Procedimiento Experimental	31
4.5.1	Establecimiento del Sitio.....	31
4.5.2	Trazado del Área de Ensayo.....	32
4.5.3	Selección de Plantines de Cacao	32
4.5.4	Enfilado de Macetas de Cacao	32



J



4.5.5	Riego y Control Fitosanitario	33
4.6	Proceso de Injertación del Ensayo	33
4.6.1	Preparación de Material Vegetativo Para Injertar	33
4.6.2	Material Vegetal (vareta)	34
4.6.3	Extracción de Varetas	34
4.6.4	Preparación de los Plantines de Cacao	35
4.7	Técnica de Injerto Para los Tres Tratamientos del Ensayo	35
4.7.1	Proceso de Injertación para el T ₁ (Tijera de podar más navaja)	36
4.7.2	Proceso de Injertación Para el T ₂ (Tijera Básica corte en U)	39
4.7.3	Proceso de Injertación Para el T ₃ (Tijera Premium corte en V)	41
4.8	Toma de Datos de las Variables de Respuesta	43
4.8.1	Porcentaje de Prendimiento del Injerto	43
4.8.2	Largo de Brote del Injerto	43
4.8.3	Diámetro de Brote	44
4.8.4	Número de Hojas por Brote	45
4.9	Costo de la Investigación	45
4.9.1	Costos	45
4.9.2	Ingreso bruto	45
4.9.3	Utilidad Neta	46
4.9.4	Relación Beneficio/Costo	46
5	Resultados y Discusión	46
5.1	Porcentaje de Prendimiento	46
5.2	Largo de Brote del Injerto	49
5.3	Diámetro de Brote de los Injertos	52
5.4	Número de Hojas del Brote	53
5.5	Análisis Económico	54
5.5.1	Costos Totales	54
5.5.2	Ingresos	54
5.5.3	Utilidad Neta	54
5.5.4	Relación Costo/Beneficio	54
6	Conclusiones	55
7	Recomendaciones	57
8	Bibliografía	59
9	Anexo 65	





INDICE DE TABLA

Tabla 1	Datos de la localización del estudio.....	27
Tabla 2	<i>Descripción de tratamientos</i>	30
Tabla 3	<i>Características del ecotipo IV-41</i>	34
Tabla 4	<i>Análisis de la varianza del porcentaje de prendimiento</i>	46
Tabla 5	<i>Comparación de promedios Test: Tukey Alfa=0,05 variable % de prendimiento</i>	47
Tabla 6	<i>Análisis de la varianza de largo de brote (cm) a los 60 días</i>	50
Tabla 7	<i>Comparación de promedios Test: Tukey Alfa=0,05 variable largo de brote.</i>	50
Tabla 8	<i>Análisis de la varianza de diámetro de brote en (mm) a los 60 días</i>	52
Tabla 9	<i>Comparación de promedios Test: Tukey Alfa=0,05 variable diámetro de brote</i>	52
Tabla 10	<i>Análisis de comparación del número de hojas de las varetas injertadas</i>	53
Tabla 11	<i>Comparación de promedios Test: Tukey Alfa=0,05 variable número de hojas brote</i>	54
Tabla 12	<i>Análisis económico en la evaluación de prendimiento de injerto</i>	55





INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Tijera Grafting tool o Tijera Básica	24
Figura 2. Tijera Premium corte en forma de V	25
Figura 3. Ubicación geográfica del Centro de Innovación Tecnológica en Cacao comunidad San Miguel de Huachi	27
Figura 4. Croquis del experimento	30
Figura 5. Nivelado del área de ensayo	31
Figura 6. Selección de plantines de cacao para el ensayo A) diámetro del patrón de injerto, B) altura de la medida del diámetro 20cm y C) medida del diámetro con el calibrador	32
Figura 7. A) Enfilando macetas de cacao por tratamiento B) maceta enfilada por hileara	33
Figura 8. A) Riego de plantines de cacao y B) colocado de letreros del ensayo	33
Figura 9. A) Planta madre Ecotipo IV-41 y B) Extracción de varetas de Planta madre	35
Figura 10. A) Desinfección de tijera de podar de mano, B) desinfección tijera Premium y C) desinfección de las manos con alcohol	36
Figura 11. A) Corte horizontal del patrón de injerto y C) medición de la altura de corte 25 cm	36
Figura 12. A) medición del área de contacto, B) Corte vertical en el patrón de injerto con navaja	37
Figura 13. A) Midiendo el área de contacto, B) Corte bisel de 3cm de la vareta	37
Figura 14. A) Introducción de la vareta en la hendidura del patrón y B) empalme del patrón y vareta	38
Figura 15. A) Vendaje en la unión patrón y vareta, B) colocado de la bolsita de nylon y C) amarre de la bolsita con cinta plástica	38
Figura 16. A) Planta de injerto prendido T ₁ , B) Cicatrización de la herida del injerto T ₁	39
Figura 17. A) Corte del patrón con tijera básica, B) Unión de la vareta y patrón de injerto	40
Figura 18. Cicatrización de la herida del injerto T ₂	40
Figura 19. A) Corte del patrón con tijera Premium, B) unión del patrón y la vareta	41
Figura 20. A) Vendaje con cinta plástica de la unión patrón y vareta, B) Colocado de bolsita nylon	42
Figura 21. Cicatrización de la herida del injerto T ₃	42
Figura 22. Sacado de bolsas nylon de los injertos	43
Figura 23. A) Toma de datos en el libro de campo, B) medida del largo de brote del injerto	44





Figura 24. A) Toma de datos de la variable diámetro de brote del injerto, B) midiendo el diámetro de brote con el calibrador 44

Figura 25. A) Toma de datos del número de hojas en el libro de campo, B) conteo del número de hojas por brote del injerto 45

Figura 26. A) Corte de la vareta con tijera Premium, B) corte del patrón con Tijera Premium 48

Figura 27. A) corte del patrón con tijera básica, B) corte de la vareta con tijera básica y C) área de contacto de la unión vareta y patrón 49





RESUMEN

El presente trabajo de investigación se implementó en las instalaciones del vivero en el Centro de Innovación Tecnológica en Cacao - INIAF en el distrito de San Miguel de Huachi, municipio de Palos Blancos, departamento La Paz. Con el objetivo de identificar alternativas tecnológicas en el uso de herramientas para injerto en cacao, se evaluaron tres tipos de herramientas en el prendimiento de injerto en cacao (*Thebroma cacao* L.) en pie patrón del clon ICS-06 y copa de injerto selección local IV-41. El ensayo se condujo bajo un diseño completo al azar (DCA) con 3 tratamientos las cuales fueron: tijera de podar más navaja (T_1), tijera básica corte en U (T_2) y tijera premium con corte en V (T_3) con seis repeticiones. Se evaluaron las siguientes variables de respuesta: porcentaje de prendimiento, largo de brote del injerto, diámetro de brote y número de hojas, con una duración de 85 días de trabajo de campo. Los resultados obtenidos muestran que el tipo de herramienta de injertar tienen influencia en el porcentaje de prendimiento, con niveles de significancia del ($p > 0,05$), la prueba Tukey estableció que el mayor porcentaje de prendimiento de injerto fue con la tijera de podar más navaja (T_1) con un porcentaje de 74,45%, seguidamente la tijera premium con corte en V (T_3) con un porcentaje de 65,57% y en menor porcentaje de prendimiento la tijera básica corte en U (T_2) con un 32,78% a los 60 días después del desate del injerto. Realizando el análisis de ANOVA, se determinó que las variables: largo de brotes, número de hojas y diámetro de los brotes no fueron influenciados por el tipo de herramienta usado en el injerto.

Palabras clave: Injerto Tijera de podar y navaja, Tijera Básica corte en U, Tijera Premium corte en V, ecotipo IV – 41





1 Introducción

El cacao se cultiva en regiones cálidas y húmedas en más de 50 países ubicados en 4 continentes (África, América, Asia y Oceanía); 23 de esos países son de América y en ellos se produce cacao con fines comerciales, lo que convierte el cacao en un cultivo de gran importancia económica, social, ambiental y, particularmente, cultural para los territorios en donde se produce. La actividad cacaotera tiene un impacto importante en los principales países productores, ya que representa el modo de vida de más de 150.000 agricultores y genera alrededor de 1 500 000 empleos directos en las etapas de producción, procesamiento y comercialización. La producción de cacao en América abarca una superficie superior a 1 700 000 hectáreas y genera flujos comerciales superiores a los 900 millones de dólares de exportaciones anuales. Con base en estos elementos, se identifica la producción del cacao como una cadena prioritaria dentro del quehacer de la cooperación técnica del Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA, 2017).

En Bolivia, principalmente en las regiones de la amazonia y región sub tropical como la región del Alto Beni; se sitúa una de las zonas de mayor producción de cacao nacional, con un rendimiento anual de 350 – 450 Kg/ha, mismo que estas regiones producen anualmente 4.560 toneladas, del cual un 90% proviene de la región del Alto Beni en el departamento de La Paz, siendo el valor económico de esta producción de 2.8 millones de dólares en ingresos económicos productivos de la región y el PIB nacional (July, 2010).

En la actualidad, en Alto Beni en la Estación Experimental de Sapecho, de la Universidad Mayor de San Andrés, conjuntamente con la cooperativa EL CEIBO Ltda., multiplican semillas híbridas polinizadas y producen plantines injertados y garantizados para la venta. Siendo en ese sentido uno de los únicos cultivos importantes de cacao híbrido en la región (July, 2010).





Existen muchas técnicas de propagar las plantas por injertos, en este caso de la investigación se realizará evaluación de nuevas herramientas de injerto con la técnica de injerto de púa terminal en fase de vivero.

1.1 Justificación

La región del Alto Beni se constituye en la región con mayor superficie de cacao cultivado y por ende con la mayor producción del País, anualmente la producción promedio es de 2100 t, (PIAF-EL CEIBO, 2015).

Sin embargo, en los últimos años los rendimientos fueron bajando por diversos factores como: fenómenos naturales negativos, pérdida de fertilidad de los suelos, edad avanzada de las plantas de cacao, material genético inadecuado, falta de innovación en multiplicación de plantas y la presencia de plagas.

Un inconveniente que tienen los productores a la hora de poder renovar su cacaotal con nuevo material genético de alto rendimiento ya sea por injerto en chupones basales o en vivero, es la técnica para poder realizar los cortes en bisel de las varetas y el patrón que la mayoría de las técnicas de injertos requiere este corte bisel fino para tener éxito en el prendimiento del injerto. Con las tijeras injertadoras se facilita la operación del proceso de injerto, facilitando su manipulación, corte fino del área entre el patrón y la vareta permite una perfecta sincronización de ambos cambium (patrón – injerto).

A su vez no existe documento científico del uso de estas herramientas en injerto de especies frutales, Por esta razón se implementará el trabajo de investigación para corroborar esta tecnología en la evaluación de tres tipos de herramientas en el prendimiento de injerto en cacao fase de vivero.





2 Objetivos

2.1 Objetivo General

- Evaluar tres tipos de herramientas en el prendimiento de injerto en cacao (*Theobroma cacao* L.) en vivero en el Municipio de Palos Blancos

2.2 Objetivo Específicos

- Identificar la herramienta adecuada para injerto en vivero
- Evaluar el desarrollo de los injertos con las diferentes tijeras de injerto
- Realizar costos de producción

2.3 Hipótesis

2.3.1 Hipótesis Nula

H_0 = Las tres herramientas de injertar no influye significativamente en el prendimiento de los injertos.

3 Revisión Bibliográfica

3.1 Origen del Cacao

El cacao es originario de bosques húmedos tropicales en América del Sur, de acuerdo a su distribución geográfico las mayores concentraciones de áreas de cacao están entre los 10° de Latitud Norte y 10° de Latitud Sur de la línea ecuatorial, que esta distribuidos en el oeste africano, América latina y sudeste de África (Mascol *et al.*, 2012).

3.2 Distribución del Cacao

La distribución natural del cacao en Sudamérica alcanza hasta los 15° de latitud Sur, en los ríos de Alto Beni y Mamoré del territorio boliviano y por el norte está cerca a los 10° de latitud en límites de los llanos venezolanos por las vertientes baja de la sierra de Parima, que dividen a Venezuela y Brasil (July, 2007).





3.3 El cacao en Bolivia

En Bolivia la colecta y cultivo de cacao forma parte importante del ingreso de muchas unidades familiares, manteniéndose a la fecha las tradiciones y las prácticas locales. Es importante destacar la gran oportunidad que tiene Bolivia al poder tener producción de cacao disponible para ofertar en los mercados internacionales. Sin embargo, durante los últimos años la producción de cacao disminuye (Huito, 2018).

3.3.1 El Cacao en Alto Beni

La región de Alto Beni y Palos Blancos son zonas de mayor producción de cacao en Bolivia, el año 2015 se produjo alrededor de 1.090 toneladas/año de cacao las cuales el 67% (730 toneladas/año) son de cacao certificado orgánico que se procesa en la industria de la Central de Cooperativas EL CEIBO RL. y el restante 33% (360 toneladas/año) son producidos por productores del lugar que los procesan en otras instituciones como El Cóndor (Fonadal, 2015).

3.4 Producción Nacional del Cacao

La producción y recolección del cacao boliviano se encuentra en manos de más de 9.000 familias de pequeños productores distribuidos en cinco departamentos (La Paz, Cochabamba, Beni, Santa cruz y Pando), concentradas principalmente en el norte paceño de donde se obtiene el 81% de la producción nacional. Bolivia cuenta con dos tipos de cacao: el foráneo y el cacao silvestre que crece naturalmente (Helvetas, 2019).

Helvetas (2019) manifiesta que en Bolivia se estima una superficie de producción de 14,884 hectáreas de cacao cultivado híbrido/foráneo y 12,115 hectáreas de cacao cultivado de origen silvestre. En el mercado internacional Bolivia se encuentra ubicada en el puesto 31avo, de los países productores de cacao y participa con un 0,05% en el comercio mundial (ICCO, 2015).





3.5 Cultivo de Cacao

El cacao es un cultivo tropical que se desarrolla en latitudes comprendidas entre los 10°N y 10°S del ecuador. Está ampliamente extendido en África, Asia, Oceanía y América en plantaciones destinadas a producir esencialmente sus granos o almendras y que son utilizadas principalmente para la producción de chocolates y grasas por industrias alimentarias o cosmetológicas.

El cacao (*Theobroma cacao* L.), es una especie del género *Theobroma*, de la familia *Malvaceae*, la cual cuenta con más de 22 especies (Dostert, *et al.*, 2011). Es originaria de Sudamérica y domesticada en Mesoamérica. El sistema tradicional de clasificación que aún se emplea indica que existen básicamente tres tipologías de cultivares a partir de los cuales se desprenden las variedades, híbridos y clones que hoy se siembran a nivel mundial: los denominados criollos, forasteros y trinitarios (Dostert *et al.*, 2011).

Hoy su cultivo está ampliamente extendido en América y en algunos países de África (Trinidad y Tobago, Venezuela, Ecuador, México, Centroamérica, Camerún, Samoa, Sri Lanka, Java y Papúa Nueva Guinea) y representa alrededor del 15% de la producción mundial (IICA, 2017).

3.5.1 Importancia del Cultivo de Cacao

En varios países de América Latina y el Caribe (ALC), el cacao es un cultivo tradicional de importancia, pues, desde la época de la colonia, ya se lo producía con fines de exportación, por lo que se ha constituido en un dinamizador de sus economías. A más de los beneficios económicos, el cacao también es considerado como una alternativa para enfrentar los efectos del cambio climático y para sustituir cultivos ilícitos. La importancia de este cultivo se ve reflejada en los 1,8 millones de hectáreas que actualmente están destinadas para su producción; superficie que ha





crecido de manera sostenida desde el 2006 y que ha significado un incremento en la producción, por tanto, oferta de sus productos, en especial del grano de cacao (FAO, 2018).

3.6 Taxonomía del Cacao

Según (Vásquez *et al.*, 2023) el nombre *Theobroma* procede del griego “*Theos*” que significa Dios y “*broma*” alimento. Este nombre fue asignado por el botánico Linneo en referencia a la importancia de esta planta para los nativos americanos.

3.6.1 La clasificación taxonómica del cacao es la siguiente:

Reino: *Plantae*

División: *Magnoliophyta*

Clase: *Magnoliopsida*

Orden: *Malvales*

Familia: *Esterculiácea*

Género: *Theobroma*

Especie: *cacao*

Nombre científico: *Theobroma cacao*

3.7 Descripción Botánica del Cultivo

3.7.1 Sistema Radicular

La planta de cacao originada de una semilla posee un sistema radicular compuesto por una raíz principal pivotante de la cual nacen numerosas raíces secundarias, esta busca las capas inferiores del suelo hacia los mantos freáticos. Estas son más numerosas en los 30 primeros centímetros donde forman una densa red de raicillas en la superficie del suelo, la cual se ve favorecida por una capa de materia orgánica en descomposición que la protege de la radiación directa, y de la erosión superficial (PIAF-EL CEIBO, 2015).



3.7.2 Tallo y Ramas

Las plantas de cacao, reproducidas por semillas, desarrollan un tallo principal de crecimiento vertical que puede alcanzar de 1 a 2 metros de altura a la edad de 12 a 18 meses. A partir de ese momento la yema apical detiene su crecimiento y del mismo nivel emergen de 3 a 5 ramas laterales. A este conjunto de ramas se le llama comúnmente verticilo u horqueta (PIAF – EL CEIBO, 2015).

3.7.3 Las Hojas

Las hojas jóvenes son pigmentadas y de color que puede variar según los cultivares o clones del verde pálido al rosado o violeta. Son péndulas de consistencia blanda, acompañadas en su base por estipulas que se desprenden y caen rápidamente (Bela, 2013).

3.7.4 La Flor

La flor del cacao es hermafrodita es decir cuenta con ambos sexos, su polinización es estrictamente entomófila, para lo cual la flor inicia su proceso de apertura con el agrietamiento del botón floral en horas de la tarde. Al día siguiente en horas de la mañana la flor ya está abierta en su totalidad (IICA, 2017).

3.7.5 El Fruto

El fruto es una mazorca que tiene módulos visibles por los surcos en su interior presenta cinco hileras de semillas o almendras cubiertas de pulpa o mucilago, de sabor dulce y aroma agradable, se sostiene por un pedúnculo, el mismo de la flor original, la mazorca madura a los 5 o 7 meses desde la fecundación (IICA, 2017).





3.7.6 *La Semilla*

La semilla o pepas de Cacao Nacional Boliviano llegan a medir una longitud promedio de 15 – 30 mm, el ancho de 8 – 29 mm, el grosor de 5- 15 mm, con cotiledones blancos o pigmentados y que tiene formas muy variadas (Hernández, 2010).

3.8 Requerimientos Climáticos del Cacao

Para su desarrollo y crecimiento necesita, condiciones medioambientales en la zona donde se cultiva. Factores como precipitación, temperatura, vientos, luminosidad y suelo que intervienen en la producción de la plantación (Jimenez, 2008).

3.8.1 *Precipitación*

Los requerimientos de agua se hallan entre 1500 a 2500 mm/año en las zonas bajas cálidas, y entre 1200 a 1500 mm/año en zonas más frescas o los valles altos (PIAF, INIAF, & E.E.S., 2016).

Es vital para el desarrollo y producción de una plantación de cacao, ya que incide sobre la actividad fisiológica de la planta en la apertura de brotes y estimula la floración. Es un factor que se debe de considerar para establecer un huerto de cacao (Garcia & Moreno, 2015).

3.8.2 *Temperatura*

La temperatura tiene relación con el desarrollo de la floración y fructificación, cuando esta menor de 21°C la floración es menor que a los 25°C, donde la floración es normal y abundante, en los meses más calurosos, los frutos maduran entre 140 y 175 días mientras que los más frescos tardan entre 165 y 205 días (Estrada *et al.*, 2011).

3.8.3 *Altitud*

El cacao es una planta que en las diferentes zonas cacaoteras del mundo se cultiva desde el nivel del mar hasta alturas de 1400 m.s.n.m., siendo el rango óptimo de 250 a 900 m.s.n.m.; fuera





de este límite las plantas sufren alteraciones fisiológicas que afectan el potencial productivo (Corrales, 2019).

3.8.4 Viento

No soporta vientos continuos, debido a que estos pueden provocar un desecamiento, caída de las hojas y muerte. En regiones donde la velocidad del viento es de 4m/s, con muy poca sombra, es frecuente observar defoliaciones fuertes. Comparativamente en regiones con velocidades de viento del 1 a 2m/s no se observa este problema (PIAF, INIAF, & E.E.S).

3.8.5 Agua

FEDECACAO (2018) el cacao es sensible el estrés hídrico, ya sea por deficiencia como por exceso y encharcamiento, razón por la cual, es necesario suelos con buenos niveles de drenaje.

3.8.6 Luminosidad

Según la Compañía Nacional de Chocolate (2021) menciona que la luz es el principal factor ambiental que afecta los fenómenos fisiológicos de la planta como la transpiración o pérdida de agua. La luz es el factor importante para el desarrollo del cacao, especialmente para la función fotosintética, aunque en el cacao este proceso ocurre con baja intensidad lumínica menor del 50% limita los rendimientos, mientras que una intensidad lumínica ligeramente superior al 50% lo incrementa.

El cacao en su estado juvenil crece con vigor, cuando está expuesto a una intensidad de 25% a 50% de luz, ya que es importante para la fotosíntesis. La sombra contribuye a su protección y a la de los suelos (Arana, 2016).

3.8.7 El suelo

El cacao requiere suelos muy ricos en materia orgánica, profundos, franco arcilloso, con buen drenaje y topografía regular. El factor limitante en el desarrollo, es la delgada capa húmica,





esta capa se degrada muy rápido cuando la superficie del suelo se queda expuesta al sol, la lluvia y el viento directo. Por ello es común el empleo de plantas leguminosas auxiliares que proporcionen sombra necesaria (ANACAFE, 2004).

Los suelos recomendados para el cultivo de cacao deben ser planos o ligeramente inclinados, fértiles y con muy poca erosión (Quiroz y Mestanza, 2012).

Los suelos deben presentar las siguientes características:

- De buena fertilidad, francos y profundos para facilitar el desarrollo de las raíces, así la raíz principal puede penetrar de 80 a 150 cm.
- Contenidos altos de materia orgánica.
- Los suelos deben presentar un drenaje natural, caso contrario se debe facilitar la salida del agua a través de canales de desagüe.
- El nivel freático debe de mantenerse a más de un metro de profundidad de la superficie del suelo.
- Se recomienda suelos con pH de 6.0 a 7.0

3.8.8 Ph del Suelo

Una de las características más importantes de los suelos porque contribuye a regular la velocidad de descomposición de la materia orgánica, así como disponibilidad de los elementos nutritivos. El cacao se desarrolla eficientemente cuando el pH se encuentra en el rango de 6.0 a 6.5; permitiendo obtener buenos rendimientos. Sin embargo, también se adaptan a rangos extremos desde los muy ácidos hasta los muy alcalinos cuyos valores oscilan entre pH 4.5 a 8.5, donde la producción es decadente o muy deficiente (Gonzales, 2019).





3.9 Propagación del Cacao

La propagación en el cacao normalmente se realiza por la vía sexual o semillas. Por lo que el 70% de árboles de cacao cultivados en el mundo son por semilla y sin selección previa. Aunque también se propaga por métodos de reproducción asexual o vegetativa por enraizamientos, injertos y estacas (Jimenez, 2019).

3.9.1 Formas de Propagación del Cacao

La planta de cacao puede propagarse por vía sexual mediante semillas y de forma asexual, de la cual los métodos más utilizados son las estacas, ramillas, injertos, acodos aéreos y utilizando las técnicas de cultivo in vitro por medio de la embriogénesis somática o del micro injerto (Tenazoa, 2016).

3.9.2 Propagación Sexual

Es el método por el cual se obtienen nuevas plantas, que producen el desarrollo de embriones, producto del proceso de fecundación. Los embriones están contenidos en el interior de las semillas, y todas las plantas que crecen de un solo fruto, pudieron haber sido polinizados por un mismo o por distintos árboles, es por ello que existe una gran heterogeneidad entre ellos (Garate *et al.*, 2020).

3.9.3 Ventajas y Desventajas del Uso de Semilla

Ventajas y desventajas en la reproducción sexual (Garate, *et al* 2020).

Ventajas:

- El uso de semilla facilita el establecimiento de las plantaciones
- En cuanto a recursos y materiales es más económico
- Tecnológicamente es más accesible a los agricultores

Desventajas:





Las semillas tardan más en producir que los clones. Cada planta es diferente y puede o no presentar las características deseadas de los padres. Pueden mostrar gran variación en el tamaño y forma de los frutos.

- La producción no presenta características de la planta madre
- No conserva la variabilidad genética
- Aparecen nuevas características no deseables

3.9.4 *Propagación Asexual*

La propagación asexual se realiza cuando se desea mantener las características de la planta madre, es decir que no hay variabilidad genética. Los métodos de realización son: estacas, injertos, cultivo de tejidos. El injerto es el más utilizado, se utiliza en vivero o en árboles adultos (Vasquez *et al.*, 2019),

3.9.5 *Ventajas y Desventajas*

Gomez (2019) menciona las siguientes ventajas en la propagación asexual.

Ventajas:

- La nueva planta conserva todas las características genealógicas y fenológicas que se encuentran en la planta madre.
- La producción es precoz o temprana, comparada con la planta obtenida de semilla común.
- Después de haberse injertado las primeras flores aparecen a los 12 meses en los chupones basales y a los 18 meses en los plantines.
- El desarrollo de la planta es relativamente menor comparado con el árbol de semilla, lo cual facilita su mantenimiento.





MINISTERIO DE
DESARROLLO RURAL Y TIERRAS



- Permite mantener con seguridad las cualidades que se desea transmitir como tolerancia a plagas y enfermedades y la alta producción.

Desventajas:

- Requieren de conocimientos y practica en técnicas de propagación asexual exige mayor cuidado.

3.10 Técnicas de Propagación Asexual de Cacao

3.10.1 Propagación por Injertos

En cacao, la propagación por injerto es la más común, segura y económica e nuestro medio. El injerto es la unión orgánica de los tejidos jóvenes de dos plantas, de tal forma, que continúe su desarrollo como una sola; una de ellas, es la yema que origina ramas, hojas y frutos (copa) y la otra es el patrón que constituye el pie de la planta (soporte) y conforma el sistema radicular (Reyes, *et al.*, 2014).

3.10.2 Injertos

Es un método que se utiliza para la reproducción vegetativa del cacao, esto permite que se mantengan y se transfieran las mejores características de los árboles que se han seleccionado evitando así la variación en el comportamiento productivo que normalmente ocurre con la propagación de semillas citado por (Zambrano & Cedeño, 2012).

3.10.3 Tipos de Injerto

Antes de injertar primero regar los patrones durante 3 a 4 días para que la corteza se desprenda fácilmente. La vareta debe tener el mismo grosor y edad del patrón y se deben escoger las yemas que no estén brotadas. (PIAF EL CEIBO, 2015)

- **Parche o "U" invertida:** Este método consiste en injertar una sola yema pegada a una sección de corteza del patrón, después de 3 a 4 meses de haber sembrado la





semilla en bolsas, es decir cuando las plantas hayan alcanzado una altura de 30 a 40 cm y sus tallos tengan el grosor de un lápiz.

- **Corona lateral:** Esta técnica nos permite injertar chupones básales y platines con tallos lignificados, donde ya no se puede realizar el injerto de parche. Cuando se tiene éxito con este tipo de injerto los brotes son mucho más vigorosos y nos permite tener plantas productivas en menor tiempo.
- **Púa terminal o cuña:** Esta técnica nos permite injertar chupones y plantines. Tanto la vareta y el patrón deben de ser del mismo grosor.
- **Aproximación:** Este tipo de injerto se puede usar tanto en el vivero, como en el campo. Consiste no en unir una yema, sino un pedazo de rama (vareta) con varias yemas, al tallo del patrón.

3.11 Patrón o Pie de Injerto

Es la base de planta formado por un tallo y un sistema radicular que es indispensable para el estado nutricional de la planta. Proveniente de una semilla común extraída de unos frutos, cuyo árbol tenga condiciones de buen vigor, precocidad, y tolerancia a enfermedades radiculares (Ramos *et al.*, 2015).

Es utilizada como pie de injerto por su precocidad, vigor, adaptabilidad a diferentes tipos de suelos, excepto suelos inundadisos y tolerancia a enfermedades como mal de machete, mazorca negra y escoba de bruja (PIAF, INIAF, & E.E.S., 2016).

3.12 Herramientas de Injertación con Molde de Corte

El mercado mundial ofrece diferente tipos de herramientas, que reemplazan y mejoran las alternativas en uso, manteniendo el principio básico de contar con un implemento afilado, para hacer calzar el injerto en el porta injerto (Salvo *et al.*, 2013).





3.12.1 Tijera Grafting tool "Omega scissor" o Tijera Básica con Tres Formas de Corte

La herramienta Grafting Tool "Omega scissor" de China realiza cortes con calce perfecto entre la púa y el porta injerto de un diámetro similar. La tijera Grafting Shears de Nueva Zelanda, facilita los cortes en bisel requeridos en la injertación de púas.

La hoja de injerto puede cortar material de 5 mm hasta 12 mm de diámetro, ideal para quitar hojas, ramitas y tallos sin cambiar las herramientas.

Es importante la mantención de las tijeras. Para lograr esto es requisito guardarlas limpias. Se deben lavar con agua añadiendo un detergente suave (procurando remover los restos de savia que quedan adheridos), utilizando una esponja o un cepillo, teniendo el cuidado de enjuagar con suficiente agua y secando bien antes de guardarlas para evitar oxidaciones. Para una mayor protección, se puede aplicar en las hojas aceite anticorrosivo de baja viscosidad, aumentando su vida útil (Salvo *et al.*, 2013).

Es recomendable desinfectar las tijeras, cada vez que se usan, para evitar la propagación de enfermedades entre un árbol y otro. Al término de la faena se debe sumergir por 2 a 3 minutos en hipoclorito de sodio al 5%. Cabe destacar que periodos más prolongados pueden provocar un deterioro de éstas por el alto poder de oxidación del cloro. (Salvo *et al.*, 2013).

3.12.2 Características

- El portainjerto y el vástago son fáciles de combinar con corte en U o corte Ω para una curación rápida
- Fácil de usar. Los métodos de injerto son más económicos que los tradicionales
- Las cuchillas de tiempo y energía se pueden reemplazar
- Utilice una máquina de podar para cortar las ramas inútiles de las plantas
- Resorte de alta calidad, hoja de alta calidad, mango de nylon de alta calidad





- Juego de herramientas de corte de injerto de tijeras para podar árboles frutales de jardín, la velocidad de corte es rápida, puede mejorar la velocidad de trabajo.
- injertado en ramas de 3-12mm, árboles de canal, ramas secas, las ramas duras no son adecuadas para su uso.

3.12.3 Como usar

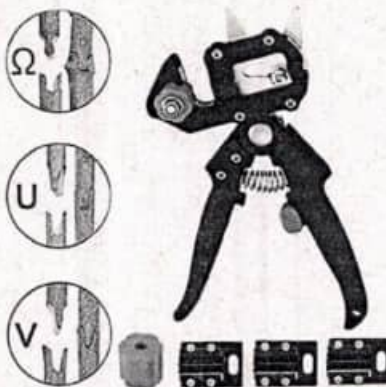
Paso 1: Coloque el material de injerto en la herramienta de injerto, apriete el mango para cortar y Repita este paso para cortar el tallo de la planta donante. Se tiene cuidado para garantizar que las ranuras se cortan en la planta de preparación de materiales.

Paso 2: deslice el tallo donante en la ranura de la planta de reserva, coincidiendo con la superficie de corte lo más cerca posible. Si la planta de reserva y la planta donante son diferentes en tamaño, combine solo en el lateral.

Paso 3: Coloque el material esterilizante alrededor de la articulación y envuélvalo con cinta adhesiva. El material esterilizador protegerá contra las bacterias y las condiciones climáticas.

Paso 4: Use una podadora para cortar las ramas no deseadas de las plantas.

Figura 1. Tijera Grafting tool o Tijera Básica



3.12.4 Tijera Premium, Corte en Forma de V

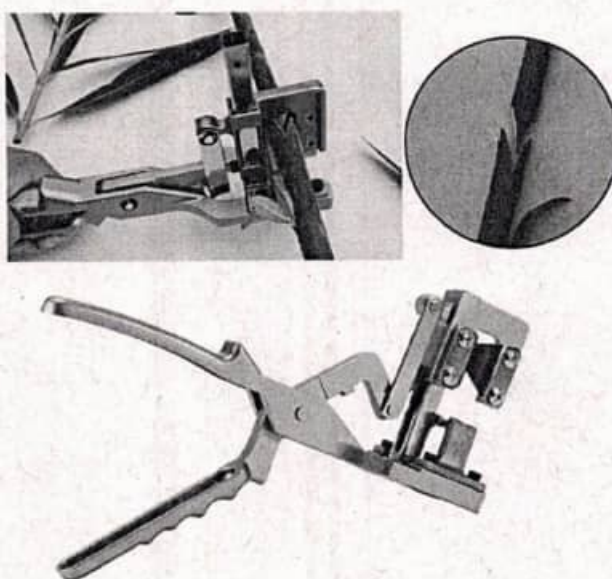
Características:





- La podadora de injertos con corte en forma de V, que permite que cualquier injerto de plantas se pueda completar en minutos, sin guía profesional.
- Escenario aplicable: podadora de injertos es adecuada para escenarios donde se requiere trabajo de injertos, como granjas, jardines, etc.
- De aleación de aluminio: esta podadora de injertos cuenta con un material de aleación de aluminio que es antideslizante y tiene una hoja fuerte y duradera, lo que le permite mejorar su experiencia.
- Fácil de transportar: la podadora de injertos es liviana y muy portátil, siempre puede llevarla con usted para acceder rápidamente a su trabajo.

Figura 2. Tijera Premium corte en forma de V





4 Materiales y Métodos

4.1 Localización

4.1.1 Ubicación Geográfica

El municipio de Palos Blancos cuarta sección de la provincia Sud Yungas del departamento de La Paz, se encuentra localizado a 239 Km. de distancia respecto de la ciudad de La Paz, para su acceso desde la sede de gobierno se recorre un primer tramo hasta llegar a Sapecho (Ruta 3 de la Red Fundamental: La Paz – Trinidad), para continuar hacia el desvío que se dirige a la localidad de Covendo y que pasa por la capital del municipio la ciudad de Palos Blancos ubicado a 10 Km. de Sapecho.

El municipio a partir de la línea del Ecuador y el meridiano de Greenwich, se ubica entre los paralelos 67°00'81'' y 71°60'81'' LS, entre 83°33'109'' y 82°48'90'' LO, a una altitud de 390 msnm (PDM-PB, 2012).

4.1.2 Localización y Coordenadas

El trabajo de investigación se realizó en el Centro de Innovación Tecnológica en Cacao (CITCAO), comunidad San Miguel de Huachi, municipio de Palos Blancos, provincia Sud Yungas del departamento de La Paz, El (CITCAO) se encuentra en las latitudes de: X: 700974 Y:82760202

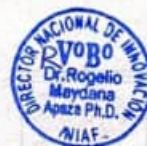




Figura 3. Ubicación geográfica del Centro de Innovación Tecnológica en Cacao comunidad

San Miguel de Huachi



Tabla 1 Datos de la localización del estudio

Cultivo	Ensayo	Departamento	Provincia	Municipio	Sitio de ensayo	de Asociación
Cacao	Evaluar tres tipos de herramientas en el prendimiento de injerto en cacao (<i>Theobroma cacao</i> L.) en vivero en el Municipio de Palos Blancos	La Paz	Sub Yungas	Palos Blancos	Comunidad San Miguel de Huachi	Centro de Innovación Tecnológica en Cacao (CITCAO) – INIAF Proyecto Cacao

4.2 Materiales y/o Población de Estudio

4.2.1 Material de Campo

- Tijera injertadora Básica (corte V, U y Ū)
- Tijera injertadora Premium (corte en V)
- Tijera Felco 4
- Navaja
- Nylon de 40 micras
- Cinta de plástico para injerto





- Bolsas de polietileno 8*25
- Vernier digital
- Planilla de Campo
- Flexo
- Lapiz
- Regla
- Alcohol
- Pasta cicatrizante
- Lija de agua N° 200, 400 y 600

4.2.2 *Material de Gabinete*

- Laptop
- Cámara fotográfica
- Impresora
- Planillas de registro
- Bolígrafos
- Hojas bond

4.2.3 *Material Biológico*

- Plantines de Cacao (patrón clon ICS-6)
- Varetas (selección local IV-41)

4.3 Metodología

4.3.1 *Diseño Metodológico*

El trabajo de investigación se realizó bajo el enfoque metodológico cuantitativo, es decir la recolección, el resumen la ordenación, el análisis de los datos con los resultados obtenidos y la





conclusión sobre la base de estos análisis, se hará con la estadística descriptiva y la decisión a tomar sobre la base de las conclusiones que se hará con la estadística inferencial; aplicando un análisis descriptivo, cuantitativo (análisis de varianza), porque se evaluará cuál de los tres tipos de herramientas de injerto obtuvo mayor prendimiento del injerto de cacao desde la obtención de varetas hasta una altura determinada del injerto.

4.3.2 Cuantitativo

Se realizó la recolección y el análisis de datos para contestar los objetivos específicos de la investigación, previamente y en confianza con la medición numérica, el conteo y el uso de la estadística para establecer con exactitud los patrones del comportamiento del cultivo de las plantas a partir del injerto.

4.4 Diseño Experimental

Para poder evaluar el efecto de tres tipos de herramienta en el prendimiento de injerto en cacao, se empleara el diseño completamente al azar (DCA) con tres tratamientos y seis repeticiones teniendo un total de 18 unidades experimentales

4.4.1 Modelo Estadístico

En la presente investigación el análisis e interpretación de datos se llevará bajo un Diseño de Completamente al Azar (DCA) con tres tratamientos el modelo estadístico es el siguiente (Ochoa, 2009).

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \varepsilon_{ij}$$

Dónde:

Y_{ij} = Una observación cualquiera

μ = Media común

T_i = Efecto del tipo de herramienta

ε_{ij} = Error experimental





4.4.2 Tratamientos, Unidad Experimental

En los plantines de cacao en vivero (patrón clon ICS-6) se establecerán los tratamientos, como se muestra en el Tabla 1:

Tabla 2 Descripción de tratamientos

TRATAMIENTO	DESCRIPCION
T ₁	Será nuestro tratamiento testigo, tijera y navaja.
T ₂	Tijera básica con corte en U
T ₃	Tijera Premium con corte en V

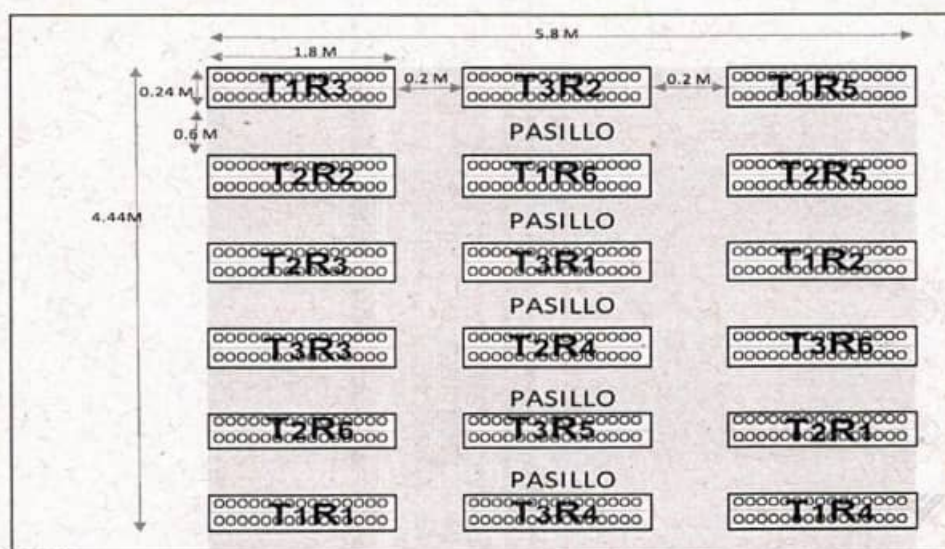
4.4.3 Unidad Experimental

El tamaño de la muestra estará representado por 540 plantines de cacao por 18 unidades experimentales cada unidad experimental estará representado por 30 plantines de cacao.

4.4.4 Croquis Experimental

La distribución de las unidades experimentales se detalla a continuación:

Figura 4. Croquis del experimento





4.4.5 Dimensiones del Área Experimental

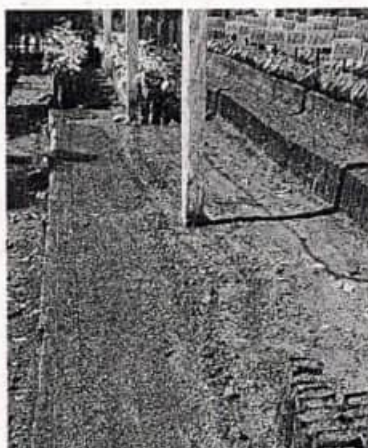
Superficie total	25,5 m ²
Ancho	4,44 m
Largo	5,8 m
Distancia entre tratamientos	0,2 m
Distancia entre pasillos	0,6 m
Numero de repeticiones	6
Numero de tratamientos	3

4.5 Procedimiento Experimental

4.5.1 Establecimiento del Sitio

El establecimiento del sitio de estudio en el cual se procedió a delimitar el área de estudio con la wincha métrica se midieron el largo 5.8 m y ancho de 4.4 m. seguidamente se niveló el área de ensayo en el vivero del Centro de Innovación Tecnológica en Cacao (CITCAO) comunidad San Miguel de Huachi municipio de Palos Blancos.

Figura 5. Nivelado del área de ensayo





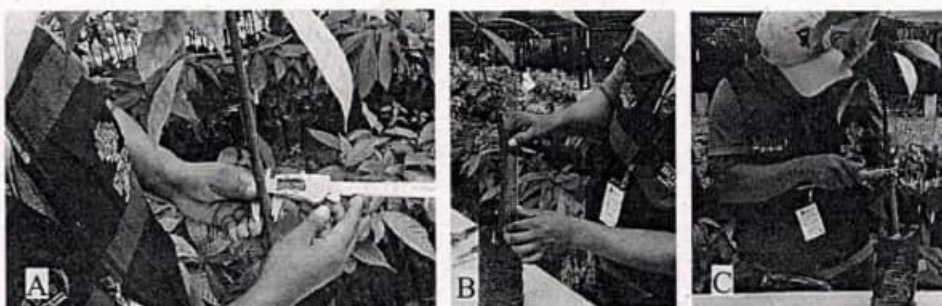
4.5.2 Trazado del Área de Ensayo

Se realizó el trazado de los 3 tratamientos con 6 repeticiones llegando a trazar 18 tratamientos, cada repetición cuenta con 3 tratamiento con una medida de 0.24 m de ancho*1.8 m de largo con una separación entre tratamientos de 0.2 m y 0.6 m. de pasillo

4.5.3 Selección de Plantines de Cacao

Seguidamente se procedió a seleccionar los plantines de cacao de 10 mm a 15 mm de diámetro del tallo (patrón de injerto clon ICS-6) producidos la gestión pasada por el Proyecto Cacao.

Figura 6. Selección de plantines de cacao para el ensayo A) diámetro del patrón de injerto, B) altura de la medida del diámetro 20cm y C) medida del diámetro con el calibrador



Nota. Selección de plantines de cacao de diámetro del tallo de 10 mm a 15 mm a una altura de 20 cm del tallo, diámetro requerido para las tijeras injertadoras.

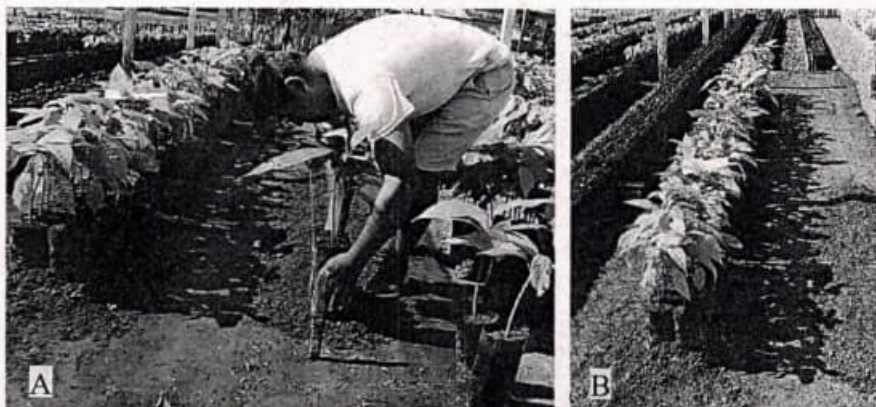
4.5.4 Enfilado de Macetas de Cacao

Enfilado de los plantines de cacao, donde cada tratamiento está conformada por dos filas de 15 plantines cada fila con un total de 30 plantines por tratamiento y 540 plantines por todo el estudio.





Figura 7. A) Enfilando macetas de cacao por tratamiento B) maceta enfilada por hileara



4.5.5 Riego y Control Fitosanitario

Se realizaron aplicaciones con producto fungicida Ran Caff con mochila aspersor manual para prevención de enfermedades *fúngicas*. Antes de realizar el injerto 48 horas antes se realizó el riego a capacidad de campo de los plantines de cacao y también se fueron regando periódicamente durante el ensayo.

Figura 8. A) Riego de plantines de cacao y B) colocado de letreros del ensayo



4.6 Proceso de Injertación del Ensayo

4.6.1 Preparación de Material Vegetativo Para Injertar

Para realizar la propagación por injertos hay que tener en cuenta el material vegetativo que se va a utilizar, para no tener problemas posteriores (IICA y MAG, 2008).

A continuación, se describen algunos aspectos importantes a tener en cuenta:





4.6.2 Material Vegetal (vareta)

Las varetas se colectaron de la planta madre de la selección local IV-41, libre de plagas y buen rendimiento en producción.

Tabla 3 Características del ecotipo IV-41

SELECCIÓN LOCAL EL CEIBO IV 41	LOCALIZACIÓN San Antonio – área IV
Color de la mazorca inmaduro	Roja
Tamaño de la mazorca	Intermedio
Forma de mazorca	Elíptica
Longitud y Diámetro	17.36 y 6.72 Cm.
Grosor de la cáscara	Delgada (0.78 Cm.)
Grado de rugosidad	Rugoso
Profundidad de los surcos	Intermedios
Índice de mazorca	19 mazorcas/Kg.
Índice de semilla	1.33 gr.
Promedio de número de semillas	42 semillas/mazorca
Rendimiento (Kg/ha/año)	3,20
Compatibilidad genética	Auto Compatible
Longitud y Diámetro de la semilla	1.90 x 0.70 cm
Reacción a enfermedades	Moderadamente Susceptible Moniliasis
Distancia de siembra recomendada	4 x 4 Mts.
Comportamiento en las áreas de Alto Beni	I, IIa, IIb, III, IV, V, VI y VII
Producción	Tempranera marzo a mayo
Altitud	450 a 600 msnm.

Nota. Fuente (CONDORI, 2022)

4.6.3 Extracción de Varetas

Para la extracción de las varetas se realizó en horas de la mañana, se deben utilizar de preferencia, varetas que se encuentran en la parte terminal de la planta, y que están expuestas al sol.

Con la ayuda de una podadora de altura se extrae varetas porta yemas con una longitud de 30 a 45 cm, aproximadamente y está dividido en tres segmentos, los cuales serán utilizados eficientemente para la técnica de injerto de tipo cuña o púa terminal.





Figura 9. A) Planta madre Ecotipo IV-41 y B) Extracción de varetas de Planta madre



4.6.4 Preparación de los Plantines de Cacao

Con dos días de anticipación se realizó el riego a capacidad de campo y limpieza con un pedazo de tela de los tallos de plantines de cacao que contienen restos de tierra y arena ocasionados por salpicadura de la lluvia o riego.

4.7 Técnica de Injerto Para los Tres Tratamientos del Ensayo

Para todos los tratamientos el tipo de injerto que se realizó es de púa terminal o cuña, por el tipo de corte que realizan las tijeras del tratamiento 2 y 3, solo es aplicable para la técnica de injerto del tipo cuña o púa terminal.

Antes de realizar el proceso de injertación para cada tratamiento se prosiguió a la desinfección de las herramientas y de las manos del injertador con alcohol al 70%





Figura 10. A) *Desinfección de tijera de podar de mano, B) desinfección tijera Premium y C) desinfección de las manos con alcohol*



4.7.1 Proceso de Injertación para el T₁ (Tijera de podar más navaja)

- Para el tratamiento 1 el proceso consistió en practicar un corte a una altura de 25 a 30 cm de forma horizontal en el patrón de injerto (ICS-6), con tijera de podar (Felco 4)

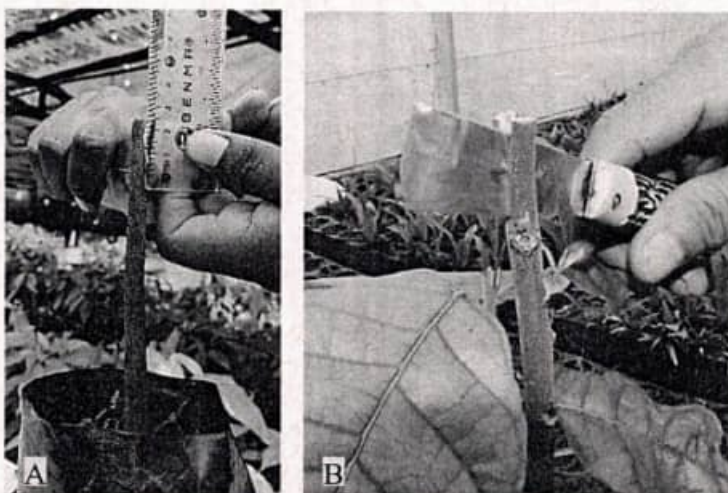
Figura 11. A) *Corte horizontal del patrón de injerto y B) medición de la altura de corte 25 cm*





- Posteriormente con la navaja bien afilada se realizó el corte en el patrón de injerto por el centro en forma vertical, con una profundidad de 3 a 5 cm. Aproximadamente

Figura 12. A) medición del área de contacto, B) Corte vertical en el patrón de injerto con navaja



- Posteriormente con la navaja se cortó un segmento de varetta que contiene de 3 a 4 yemas, cortando las hojas de la varetta dejando medio centímetro de pedúnculo, seguidamente se realizó dos cortes a los costados en el extremo inferior para formar la púa o cuña.

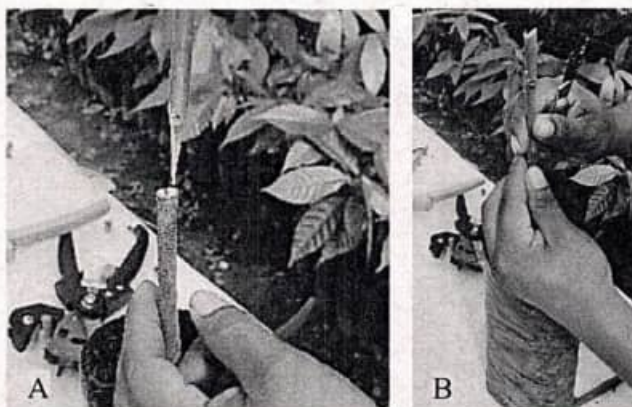
Figura 13. A) Midiendo el área de contacto, B) Corte bisel de 3cm de la varetta





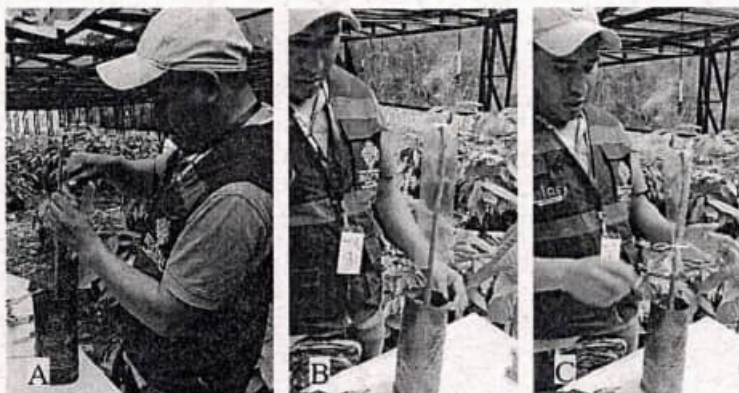
- Inmediatamente se introdujo la vareta en la hendidura del patrón de injerto, haciéndolo coincidir con el patrón para que se acoplen juntos, de tal manera que exista contacto del tejido patrón y la vareta.

Figura 14. A) Introducción de la vareta en la hendidura del patrón y B) empalme del patrón y vareta



- Una vez que coincidió patrón e injerto se vendó firmemente el injerto con la cinta plástica, cubriendo toda la herida, y la vareta se cubrió con una bolsa de nylon transparente de 8*25 cm de manera que no permita el ingreso de insectos y también pueda crear un micro ambiente.

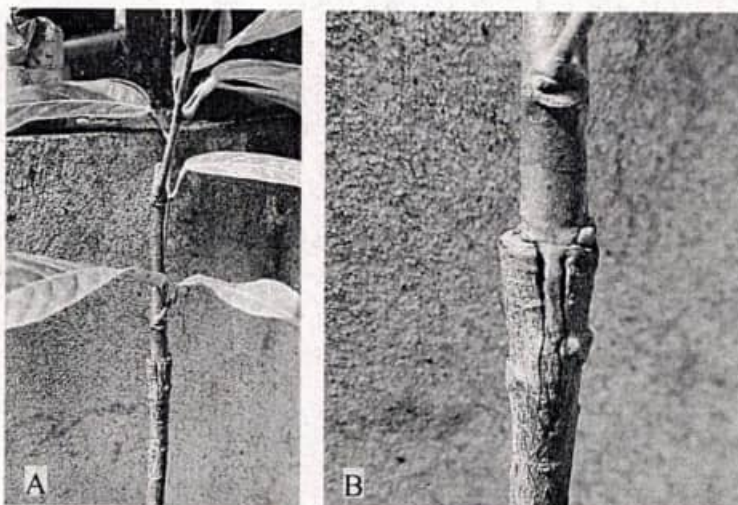
Figura 15. A) Vendaje en la unión patrón y vareta, B) colocado de la bolsita de nylon y C) amarre de la bolsita con cinta plástica





- El destape de la bolsa nylon se realizó a los 25 días de haberse injertado, y a los 60 días se desató la cinta plástica después de haber verificado que el injerto cicatrizo bien.

Figura 16. A) Planta de injerto prendido T_1 , B) Cicatrización de la herida del injerto T_1



4.7.2 Proceso de Injertación Para el T_2 (Tijera Básica corte en U)

- Para este tipo de injerto el proceso consistió en practicar un corte con la tijera básica a una altura de 25 a 30 cm con corte en tipo U en el patrón de injerto (ICS-6), dejando ya preparado el corte del patrón con molde de corte en U. Seguidamente con la misma tijera se corta la vareta de 3 a 4 yemas, pero esta vez con la tijera básica cortar en sentido contrario del corte del patrón, de tal manera que la unión sea como unir una pieza de rompecabezas.





Figura 17. A) Corte del patrón con tijera básica, B) Unión de la vareta y patrón de injerto



- una vez que coincidió patrón e injerto se vendó firmemente el injerto con la cinta plástica, cubriendo toda la herida, y la vareta se cubrió con una bolsa de nylon transparente de 8*25 cm de manera que no permita el ingreso de insectos y también pueda crear un micro ambiente.
- El destape de la bolsa nylon se realizó a los 25 días de haberse injertado, y a los 60 días se desató la cinta plástica después de haber verificado que el injerto cicatrizo bien.

Figura 18. Cicatrización de la herida del injerto T₂





4.7.3 Proceso de Injertación Para el T3 (Tijera Premium corte en V)

- Para este tipo de injerto el proceso consistió en practicar un corte con la tijera premium a una altura de 25 a 30 cm con corte en tipo V en el patrón de injerto (ICS-6), dejando ya preparado el corte del patrón con molde de corte en V. Seguidamente con la misma tijera se corta la vareta de 3 a 4 yemas, pero esta vez con la tijera cortar en sentido contrario del corte del patrón, de tal manera que la unión quede bien sincronizado patrón y vareta, se debe considerar que el patrón como la vareta deben tener el mismo diámetro.

Figura 19. A) Corte del patrón con tijera Premium, B) unión del patrón y la vareta



- una vez que coincidió patrón e injerto se vendó firmemente el injerto con la cinta plástica, cubriendo toda la herida, y la vareta se cubrió con una bolsa de nylon transparente de 8*25 cm de manera que no permita el ingreso de insectos y también pueda crear un micro ambiente.



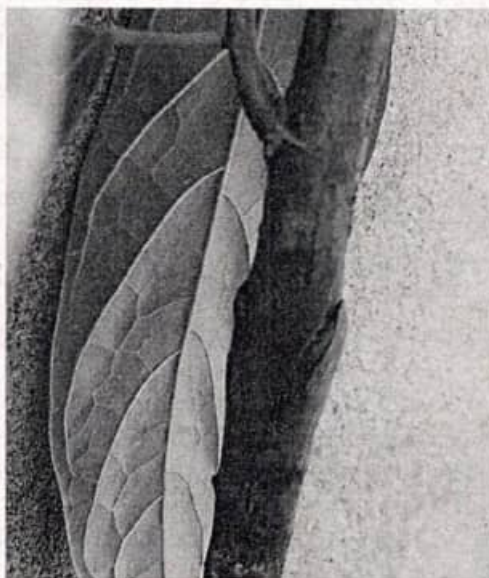


Figura 20. A) Vendaje con cinta plástica de la unión patrón y vareta, B) Colocado de bolsita nylon



- El destape de la bolsa nylon se realizó a los 25 días de haberse injertado, y a los 60 días se desató la cinta plástica después de haber verificado que el injerto tenga buena cicatrización.

Figura 21. Cicatrización de la herida del injerto T_3





4.8 Toma de Datos de las Variables de Respuesta

4.8.1 Porcentaje de Prendimiento del Injerto

Para la evaluación de esta variable se realizó el desate del injerto a los 25 días, pero la toma de datos de prendimiento se tomó a los 5 días después del desate del injerto, donde se contabilizó las 30 plantas por tratamientos de los cuales se procedió a realizar un conteo total de injertos prendidos y se dividió con el total de injerto realizado por tratamiento y se multiplica por 100, los resultados se expresaron en porcentaje, utilizando la siguiente fórmula.

$$\% \text{ Prendimiento} = \frac{\text{Numero de injertos vivos}}{\text{Numeros de injertos totales}} * 100$$

Figura 22. Sacado de bolsas nylon de los injertos



4.8.2 Largo de Brote del Injerto

Para registrar largo del brote se utilizó regla de 30 cm, después se procedió a la medición de las plantas a los 20 días después del desate de injerto, se tomó tres fechas de medición (20, 40 y 60 días), la medida del largo de brote se realizó desde el punto de inserción del injerto hasta la parte apical del brote, se tomaron datos hasta tres brotes, desechando en algunos casos el cuarto brote, para el análisis de resultados solo se tomó los promedios de la última evaluación.





Figura 23. A) Toma de datos en el libro de campo, B) medida del largo de brote del injerto



4.8.3 Diámetro de Brote

El diámetro se midió con el instrumento vernier digital en milímetros, se midieron 3 brotes por planta, 5 plantas por unidad experimental, la medición se realizó por encima del punto de inserción del brote, para el análisis de resultados solo se tomó en cuenta los promedios de la última evaluación.

Figura 24. A) Toma de datos de la variable diámetro de brote del injerto, B) midiendo el diámetro de brote con el calibrador

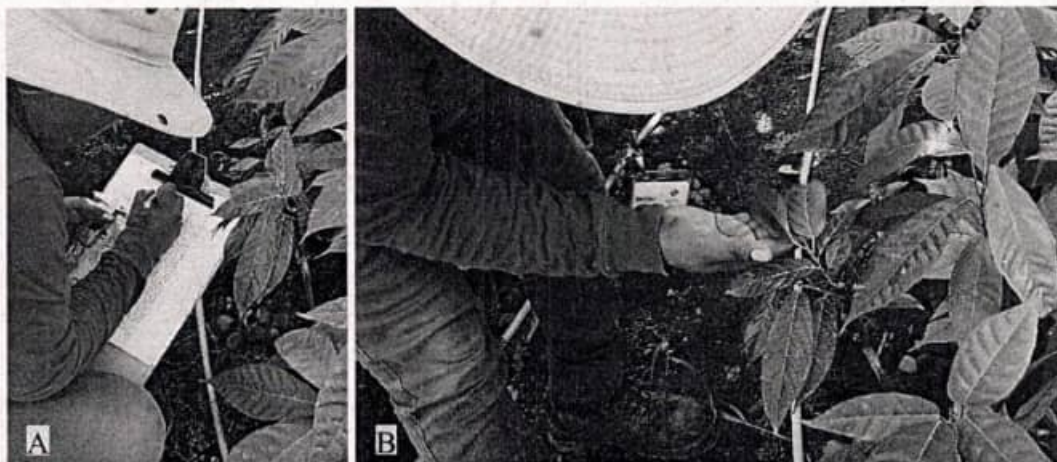




4.8.4 Número de Hojas por Brote

Para la variable número de hojas se realizó conteo simple de las hojas completas de cada brote, tres brotes por planta, 5 plantas por tratamiento, de igual manera para el análisis solo se tomó en cuenta los promedios de la última evaluación.

Figura 25. A) Toma de datos del número de hojas en el libro de campo, B) conteo del número de hojas por brote del injerto



4.9 Costo de la Investigación

4.9.1 Costos

Para efectuar el análisis económico de los tratamientos, se utilizó los costos totales de cada tratamiento, es la suma de los costos empleados en la investigación. Con la siguiente fórmula:

$$CT = X + PX$$

CT=costos totales

X= costos fijos

PX= costos variables

4.9.2 Ingreso bruto

Se lo determinó considerando el ingreso por concepto de número de injerto prendido de cada tratamiento por el precio, se lo calculó mediante la siguiente formula:



$$IB = Y \cdot PY$$

IB= ingreso bruto

Y= producto

PY= precio del producto

4.9.3 Utilidad Neta

Es la diferencia de los ingresos y los costos totales.

$$BN = IB - CT$$

BN= Beneficio neto

IB= Ingreso bruto

CT= Costo total

4.9.4 Relación Beneficio/Costo

Se la obtuvo dividiendo el beneficio neto de cada tratamiento con los costos totales de dicho tratamiento.

Se efectuó mediante la relación beneficios/costos.

$$\text{Relación B/C} = BN/CT$$

- Para el análisis de los datos se realizará con el programa InfoStat.

5 Resultados y Discusión

En base a los datos obtenidos durante la investigación se da a conocer los siguientes resultados:

5.1 Porcentaje de Prendimiento

El análisis estadístico de esta variable mostró un coeficiente de variación de 10,53 para la variable de porcentaje de prendimiento. Los resultados del análisis de varianza fueron los siguientes.

Tabla 4 *Análisis de la varianza del porcentaje de prendimiento*

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
----------	---	----------------	-------------------	----



%PRENDIMIENTO 18 0,91 0,90 10,53

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	5779,54	2	2889,77	78,60	<0,0001
TRATAMIENTO	5779,54	2	2889,77	78,60	<0,0001
Error	551,46	15	36,76		
Total	6331,00	17			

Coefficiente de Variación CV = 10.53, El análisis de varianza para la variable de porcentaje de prendimiento, mostró un coeficiente de variación de 10,53 %, que indica que los datos son confiables ya que se encuentran por debajo del 30% Calzada 1970, citado por (Alaro, 2013)

El valor de probabilidad p-valor = <0,0001, nos indica que este valor es significativo.

Al realizar el análisis de varianza, las fuentes de variación al utilizar tres tipos de herramienta de injerto, con la técnica de injerto de tipo cuña o púa terminal, resultaron altamente significativos, demostrando que al usar diferente herramienta de injerto influyen directamente en el porcentaje de prendimiento en plantines de cacao.

Para una mejor interpretación de los resultados se procedió a realizar la comparación de medias mediante la prueba Tukey describe la diferencia entre los tratamientos:

Tabla 5 Comparación de promedios Test: Tukey Alfa=0,05 variable % de prendimiento

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=9,09285

Error: 36,7638 gl: 15

TRATAMIENTO Medias n E.E.

T1	74,45	6	2,48	A
T3	65,57	6	2,48	A
T2	32,78	6	2,48	B

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

Según la tabla 5 en la prueba de medias para las herramientas de injerto, Tijera de podar más navaja (T1) y Tijera Premium corte en V(T3) muestran un mayor número de injertos prendidos



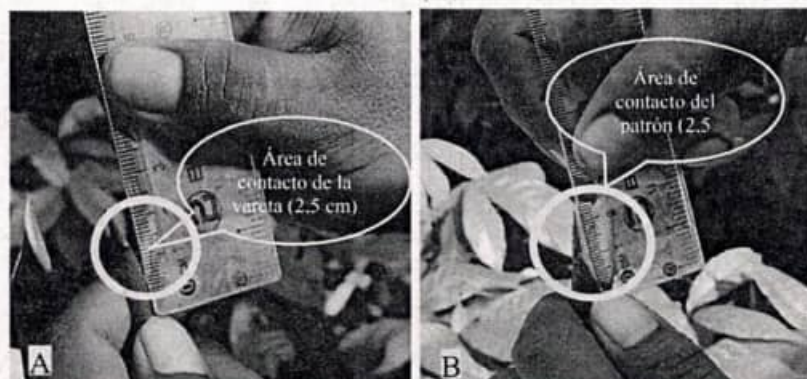


74,45% y 65,57% respectivamente, frente a la Tijera Básica corte en U (T2) con un 32,78% de prendimiento.

Ramos *et al.* (2015) evaluaron dos tipos de injertos, obteniendo resultados con enchape lateral del 70% y púa terminal con 65% de éxito del injerto en fase de vivero utilizando la herramienta tijera de podar de mano y navaja.

Para el T3, el porcentaje de prendimiento se encuentra dentro del rango aceptable. Es importante destacar que el área de contacto entre el patrón y la vareta es de 2,5 cm, lo cual es crucial para el éxito del prendimiento. Por otro lado, la Tijera Premium es una herramienta de injerto cuyas cuchillas realizan cortes finos en el patrón y la vareta. Aunque los resultados prácticos no fueron óptimos, es posible mejorar para lograr un buen porcentaje de prendimiento.

Figura 26. A) Corte de la vareta con tijera Premium, B) corte del patrón con Tijera Premium



Para el T2, que obtuvo un bajo porcentaje de prendimiento según las observaciones durante la realización del injerto con la Tijera Básica (T2), se identificó que el área de contacto entre el portainjerto y la vareta es muy corta, llegando a tener un área de contacto de 0,9 cm. Esta situación dificulta el proceso, ya que al realizar el amarre, la vareta tiende a moverse al ejercer presión en el amarre.





El tamaño del área de contacto del injerto de cacao varía según el tipo de injerto que se realice.

Por ejemplo, en el injerto de parche, el área de contacto es relativamente pequeña, mientras que en el injerto de hendidura, el área de contacto es mayor (FHIA, & APROCACAO, 2004)

Figura 27. A) corte del patrón con tijera básica, B) corte de la vareta con tijera básica y C) área de contacto de la unión vareta y patrón



Por otro lado la tijera Básica, esta herramienta de injerto el cual las cuchillas de corte no son las adecuadas para el injerto que al momento de la injertación ocasiona daño mecánico tanto en la vareta y portainjerto.

La tijera básica (T2) presenta limitaciones de diseño que pueden afectar negativamente la calidad y el éxito del injerto, en comparación con las demás herramientas.

Finalmente para realizar injerto con esta herramienta tijera básica, es primordial que el patrón y vareta sean del mismo diámetro.

5.2 Largo de Brote del Injerto

Las observaciones de esta variable a los 60 días después del desate del injertado mostraron un coeficiente de variación de 12,41% que indica que los datos son confiables ya que se encuentran por debajo del 30% Calzada 1970, citado por (Alaro, 2013).

Los resultados del análisis de varianza fueron los siguientes:





Tabla 6 *Análisis de la varianza de largo de brote (cm) a los 60 días*

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
LONGITUD DE BROTE (CM)	18	0,14	0,02	12,41

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2,62	2	1,31	1,21	0,3254
TRATAMIENTO	2,62	2	1,31	1,21	0,3254
Error	16,21	15	1,08		
Total	18,83	17			

Según la tabla 6 de Análisis de Varianza obtenido para el largo del brote de las varetas injertadas, muestra que no ha existido diferencia significativa entre los tratamientos. Realizando el análisis de varianza, se determinó que los promedios del largo de brotes no fueron influenciados por las herramientas de injerto.

Para una mejor interpretación de los resultados se procedió a realizar la comparación de medias mediante la prueba Tukey describe la diferencia entre los tratamientos:

Tabla 7 *Comparación de promedios Test: Tukey Alfa=0,05 variable largo de brote*

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,55912

Error: 1,0809 gl: 15

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
T3	8,83	6	0,42 A
T1	8,40	6	0,42 A
T2	7,90	6	0,42 A

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

En la prueba de Medias Tukey muestran que el tratamiento T3 (Tijera Premium corte en V), y T1 (Tijera de Podar más navaja) presentando un largo de brote de 8,83 centímetros, 8,4 centímetros respectivamente, mostrando una mínima diferencia de longitud de brote de 0,43 centímetros, en cuanto al tratamiento T2 (Tijera Básica corte en U) presentó una longitud de brote con un promedio de crecimiento de 7,90 centímetros, hay una ligera diferencia de largo de brote respecto al tratamiento T3 y T2 presentando una diferencia de largo de brotes de 0,93 centímetros.





Realizando el análisis de pruebas de medias Tukey, se determinó que los promedios del largo de brotes no fueron influenciados por las herramientas de injerto.

Gómez *et al.*, (2019) encontraron que el corte en V de las tijeras Premium ayuda a favorecer la cicatrización y el crecimiento de los brotes, en comparación con otros tipos de corte.

Los mismos autores reportaron que el uso de herramientas de poda más básicas generaba un menor crecimiento y desarrollo de las plantas en comparación con herramientas de mayor calidad. Esto respalda lo observado en el estudio analizado, donde el tratamiento con tijeras básicas T₂ de corte en U presentó un menor largo de brote. En resumen, los resultados obtenidos en este estudio son coherentes con la literatura existente, donde el uso de herramientas de poda de mayor calidad y con un corte específico (como el corte en V) tiende a generar un mejor crecimiento y desarrollo de las plantas en comparación con herramientas más básicas.

Si bien Gómez *et al.*, (2019) menciona que obtuvieron mejor resultado, en el caso de la investigación no se evidencio este resultado, esto podría atribuirse a la época en la que se llevó a cabo el estudio (época de bastante humedad).

La cicatrización del injerto puede verse afectada por la lluvia, especialmente si es excesiva o constante. El exceso de humedad puede dificultar la unión de los tejidos del injerto y aumentar el riesgo de infecciones. La temperatura también juega un papel importante en la cicatrización del injerto. Las temperaturas demasiado bajas o demasiado altas pueden ralentizar el proceso de cicatrización.

Realizando el análisis de pruebas de medias Tukey, se determinó que los promedios del largo de brotes no fueron influenciados por las herramientas de injerto.





5.3 Diámetro de Brote de los Injertos

Las observaciones de esta variable a los 60 días después del desate del injertado mostraron un coeficiente de variación de 6,57% lo que indica que la dispersión de datos es homogénea, datos menores a 30% indicando la confiabilidad de los datos colectados en campo, permitiendo realizar los análisis posteriores respectivos con certeza.

Los resultados del análisis de varianza fueron los siguientes:

Tabla 8 *Análisis de la varianza de diámetro de brote en (mm) a los 60 días*

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Diámetro brote (mm)	18	0,29	0,19	6,57

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,15	2	0,08	3,03	0,0782
TRATAMIENTO	0,15	2	0,08	3,03	0,0782
Error	0,38	15	0,03		
Total	0,54	17			

Según la tabla 8 de Análisis de Varianza obtenido para el diámetro de brote de las varetas injertadas, muestra que no existe diferencia significativa ($p > 0,05$) entre los tratamientos.

Realizando el análisis de varianza, se determinó que los promedios de diámetro de brotes no fueron influenciados por las herramientas de injerto.

Para una mejor interpretación de los resultados se procedió a realizar la comparación de medias mediante la prueba Tukey describe la diferencia entre los tratamientos:

Tabla 9 *Comparación de promedios Test: Tukey Alfa=0,05 variable diámetro de brote*

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,23921

Error: 0,0254 gl: 15

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
T1	2,52	6	0,07 A
T3	2,47	6	0,07 A
T2	2,30	6	0,07 A

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





En la prueba de Medias y Tukey para el diámetro del brote de las varetas injertadas muestran que el tratamiento T1 (Tijera de podar más navaja) y T3 (Tijera Premium corte en V), presentaron un diámetro de 2,52 cm y 2,47cm respectivamente. Con respecto al T2 (Tijera Básica corte en U), hay una ligera diferencia de diámetro de brote de injerto de 2 milímetros como se observa en la tabla 9.

5.4 Número de Hojas del Brote

Las observaciones de esta variable a los 60 días después del desate del injertado mostraron un coeficiente de variación de 6,57% lo que indica que la dispersión de datos es homogénea, datos menores a 30% indicando la confiabilidad de los datos colectados en campo, permitiendo realizar los análisis posteriores respectivos con certeza. Los resultados del análisis de varianza fueron los siguientes:

Tabla 10 *Análisis de comparación del número de hojas de las varetas injertadas*

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Nº de hojas	18	9,2E-04	0,00	12,83

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,01	2	3,9E-03	0,01	0,9931 NS
TRATAMIENTO	0,01	2	3,9E-03	0,01	0,9931 NS
Error	8,42	15	0,56		
Total	8,42	17			

El análisis de varianza a un nivel de significancia del 0.05 de los tratamientos con respecto a la variable "Número de hojas del brote" nos indica que no existe diferencia significativa entre los tratamientos.

Para una mejor interpretación de los resultados se procedió a realizar la comparación de medias mediante la prueba Tukey describe la diferencia entre los tratamientos:





Tabla 11 Comparación de promedios Test: Tukey Alfa=0,05 variable número de hojas

brote

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,12324

Error: 0,5610 gl: 15

TRATAMIENTO Medias n E.E.

T1 5,87 6 0,31 A

T2 5,83 6 0,31 A

T3 5,82 6 0,31 A

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

El promedio del número de hojas de los brotes del injerto, registrado para todos los tratamientos presenta un promedio de 5,8 hojas, para esta variable de respuesta durante el proceso de evaluación del trabajo de investigación.

5.5 Análisis Económico

5.5.1 Costos Totales

En la tabla 12 se detallan los costos totales en el que se incluye el valor de las plantas, materiales de campo con un total para los tratamientos T₁, T₂ y T₃ de 582 Bs.

5.5.2 Ingresos

Para la determinación de los ingresos se observó que el mayor ingreso se reportó en el tratamiento 1 con 1072,08 Bs

5.5.3 Utilidad Neta

El mayor volumen de utilidad fue ubicado en el tratamiento 1 que presentó 490,08 Bs.

5.5.4 Relación Costo/Beneficio

La mejor relación costo/beneficio se registró en el tratamiento, T1 con 0,84 seguido del tratamiento T3 con 0,62





Tabla 12 *Análisis económico en la evaluación de prendimiento de injerto*

Detalle	Tijera + navaja (T1)	Tijera Básica (T2)	Tijera Premium (T3)
	injerto tipo cuña	injerto tipo cuña	injerto tipo cuña
Cantidad de plantines	180	180	180
% prendimiento	74,5	32,78	65,57
Plantas injertadas (vivas)	134,1	59,00	118,03
Precio planta injertado	8	8	8
BENEFICIO BRUTO (Bs. /180			
plantas)	1072,8	472,03	944,21
Costo de plantines	360	360	360
Costo de Vareta	100	100	100
Costo de mano de obra			
injertador	108	108	108
Costo bolsita de nylon 8*24			
cm	6	6	6
Costo de nylon de 60 micras	8	8	8
TOTAL COSTOS VARIABLES	582	582	582
BENEFICIO NETO	490,8	-110,0	362,21
RB/C	0,84	-0,19	0,62

6 Conclusiones

De acuerdo a los resultados obtenidos en la presente investigación se concluye lo siguiente:

Los mejores resultados en el éxito del prendimiento de injertos en patrones de cacao clon

ICS-6 en fase de vivero, se dieron en dos tipos de herramienta de injerto siendo T₁ (Tijera de





podar más navaja) técnica de injerto tipo cuña o púa terminal en primer lugar con el 74,45% y el T₃ (Tijera Premium con corte en V) con 65,57% en segundo lugar, mientras que el T₂ (Tijera Básica con corte en U) tuvo un 32,78% de prendimiento.

En el contexto del estudio sobre el prendimiento de injertos, se observó que la Tijera de podar más navaja (T₁) logró el mayor porcentaje de prendimiento, Este éxito se atribuye a la técnica adoptada por el injertador, donde los cortes realizados son muy finos para no dañar la corteza de la vareta. Además, se destaca que el área de contacto de la unión entre el patrón y la vareta no depende de la herramienta utilizada en este tratamiento, sino que es la técnica del injertador, quien determina un parámetro de 3 a 5 cm de área de contacto.

En relación al T₃ y su porcentaje de prendimiento, aunque los resultados iniciales no fueron óptimos, se destaca que la práctica adicional puede mejorarlos y aumentar el porcentaje de prendimiento. Por lo tanto, la práctica adicional con esta herramienta específica puede ser clave para mejorar los resultados.

La Tijera Básica con corte en U (T₂) mostró un menor porcentaje de prendimiento, obteniendo un 32,78% en comparación con las otras herramientas utilizadas en el estudio. Estos resultados sugieren que la Tijera Básica presenta limitaciones de diseño que impactan negativamente en la calidad y éxito del injerto, en contraste con la eficacia demostrada por las otras herramientas. La Tijera Básica puede no ofrecer las características necesarias para garantizar un prendimiento exitoso en plantines de cacao en fase de vivero.

Con respecto al largo de brote de los injertos en plantines de cacao en fase de vivero, no fueron significativos, presentando para los tratamientos (1,2 y 3) presentando un largo de brote de 8,83 cm, 8,4 cm. Y 7,90 cm. Respectivamente, en el cual no es determinante al usar diferente herramienta de injerto sobre el desarrollo agronómico de los injertos.





Para la variable diámetro de brote de los injertos, no hubo diferencia significativa entre los tratamientos.

El promedio del número de hojas de los brotes del injerto, registrado para todos los tratamientos presenta un promedio de 5,8 hojas, no hubo diferencia significativa entre tratamientos.

Finalmente, en el análisis económico se determinó que el costo total para cada uno de los tratamientos T_1 , T_2 y T_3 es de 582 Bs. Los mayores ingresos los reportó el tratamiento T_1 con 1072,08 Bs. La mayor utilidad neta y relación beneficio/costo se ubicó en el tratamiento, T_1 con 0,84, seguido del tratamiento T_3 con 0,62

7 Recomendaciones

Según los resultados obtenidos en este trabajo de investigación, se recomienda seguir aplicando esta técnica de injertado con la herramienta de injerto, Tijera de podar más navaja.

La Tijera Premium con corte en V ofrece varias ventajas en comparación con la injertación utilizando tijeras de mano o navajas. Proporciona un porcentaje de prendimiento aceptable, lo que significa que tiene la capacidad de asegurar un buen resultado en el proceso de injertación además, su facilidad de manipulación la hace muy práctica de utilizar reduciendo el riesgo de sufrir accidentes por cortaduras.

Es cierto que los resultados obtenidos hasta ahora pueden no haber sido los óptimos, pero es importante recordar que la práctica, es posible perfeccionar las técnicas de injertación y obtener mejores resultados. Realizar prácticas de injertación en chupones basales con la Tijera Premium, en el cual se adaptaría mejor que en plantas de vivero, porque requiere un diámetro de tallo de 1,5 a 2,5 cm. A tallos inferiores a 1,5 cm.



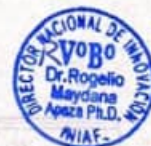


La tijera Básica si bien no fue la más efectiva para el cultivo de cacao en esta fase específica (fase de vivero), quizás para otros cultivos frutales resulte mejor como ser: Rambután (*Nephelium lappaceum* L.), Palta (*Persea americana*), Mango (*Mangifera indica*) y Naranja (*Citrus sinensis*).

Al utilizar tijeras injertadoras de calidad ayuda a realizar cortes adecuados y con menor esfuerzo, disminuyendo el riesgo de sufrir accidente por cortadura de la herramienta.

Continuar con las evaluaciones del porcentaje de prendimiento usando las tijeras injertadoras, tiempo de injertación, diámetro y largo de la vareta, uso de pinzas a presión para la sujeción en la unión del injerto, uso de cintas biodegradables para el amarre, de esta forma mejorar la técnica de injertación con las tijeras injertadoras.

Se recomienda para la validación de la tecnología, realizar en chupones basales de cacao improductivos, por la disponibilidad de chupones del diámetro que requiere (1,5 a 2,5 cm) de la Tijera Premium. Con respecto a la Tijera Básica, seguir realizando pruebas en fase de vivero, ya que requiero diámetro de tallo del patrón menor a 1,5 cm, o en su caso probar con plantines en fase de vivero de otras especies frutales, ornamentales y forestales.





8 Bibliografía

Anacafe. (2004). *Cultivo de cacao*. <http://infocafes.com/portal/wpcontent/uploads/2016/05/Cultivo-de-Cacao.pdf>

Arana, S. M. (2016). *Evaluación de tres técnicas de injerto, en tres genotipos de cacao (theobroma cacao L.) en el proceso de renovación de árboles improductivos en la parcela de El Ceibo Ltda-Sapecho. Alto Beni, Bolivia.*

Bela, L. F. (2013). *EVALUACIÓN DE TRES TIPOS DE SECADO EN LA CALIDAD DEL GRANO DE CACAO (Theobroma cacao L.) EN LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL DE SAPECHO – LA PAZ.*

CLAUDIA CONDORI LOREÑO. (2022). *EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA APLICACIÓN DE BOCASHI EN PLANTAS DE CACAO (Theobroma cacao L.) INJERTADAS CON DIFERENTES TÉCNICAS, EN CAMPO DEFINITIVO EN EL CEIBO RL. SAPECHO, BOLIVIA.*

Compañía Nacional de Chocolate. (2021). *FOLLETO-ORIGEN-BOTANICA-Y-GENERALIDADES-1.pdf*. <https://chocolates.com.co/wp-content/uploads/2021/12/AF-FOLLETO-ORIGEN-BOTANICA-Y-GENERALIDADES-1.pdf>

Corrales, D. O. (2019). *Efecto de la aplicación de dos biofertilizantes en diferentes concentraciones en plantines de cacao (theobroma cacao L.) al año de establecimiento en la estación experimental de sapecho. Alto Beni, Bolivia. (Tesis de licenciatura).* <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/22181/T-2674.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Dostert, N., Roque, J., Cano, A., La Torre, M., Weigend, M. (2011). *Hoja botánica: Cacao. Peru, 1-20.*





Estrada, W. J., Romero, X. C., & Moreno, J. A. (2011). *Guía técnica del cultivo de cacao*

Manejado con Técnicas Agroecológicas. San Salvador, El Salvador.

<http://infocafes.com/portal/wpcontent/>

[uploads/2015/12/Estrada_et_al_Guia_Tecnica_Cacao.pdf](http://infocafes.com/portal/wpcontent/uploads/2015/12/Estrada_et_al_Guia_Tecnica_Cacao.pdf)

FAO. (2018). *Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.*

Fedecacao. (2018). *El agua, clave para el desarrollo del cacao. Fedecacao, 1.*

[http://www.fedecacao.com.co/portal/index.php/es/2015-04-23-20-00-33/585-elagua-](http://www.fedecacao.com.co/portal/index.php/es/2015-04-23-20-00-33/585-elagua-clave-para-el-desarrollo-del-cacao)

[clave-para-el-desarrollo-del-cacao](http://www.fedecacao.com.co/portal/index.php/es/2015-04-23-20-00-33/585-elagua-clave-para-el-desarrollo-del-cacao)

FHIA, & APROCACAO, PROMOSTA, 2004. (2004). *Proyecto Control de la Moniliasis Guía práctica: Producción de plantas de Cacao por injerto / Proyecto Control de la Moniliasis.—La Lima, Cortés.*

Fonadal. (2015). *Informe de consultoría Ejecución del Programa Regional de Intervención del rubro cacao en el marco del programa de apoyo presupuesto sectorial II La Paz-Bolivia.*

García, J. L., & Moreno, L. F. (2015). *Respuestas fisiológicas de Theobroma cacao L. en etapa de vivero a la disponibilidad de agua en el suelo. Ecofisiología, Metabolismo de Cultivos, Tecnología, Producción y Fisiología de Semillas, 2. doi:*
<http://dx.doi.org/10.15446/acag.v65n1.48161>

Gómez, J., Pérez, M., & Rodríguez, L. (2019). *Efecto del tipo de herramienta de poda en el crecimiento y desarrollo de plantas ornamentales. Revista de Horticultura, 25(3), 45-54.*

Gómez, S. G. (2019). *Fenología de floración, producción y comportamiento de injertos de genotipos de Theobroma cacao L. en proceso de selección (Tesis de Maestría en ciencias en producción agropecuaria tropical Universidad Autónoma de Chiapas). Villaflores, Chiapas, Mexico. Recuperado abril 2024.*





Gonzales, A. (2019). <http://ri.uaemex.mx/>. (U. A. Facultad de Ciencias Agrícolas, Ed.)

Recuperado el 2024,. http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/108871/secme-2539_1.pdf?sequence=1

Helvetas. (2019). «*Bolivia tiene el cacao silvestre de excelencia*» afirma Jaime Freire experto internacional de nacionalidad ecuatoriana, conocido como 101 Papá Cacao. Helvetas Bolivia,. doi:https://www.helvetas.org/es/bolivia/quienessomos/siguenos/noticias/El-cacao-silvestre-boliviano-es-de-altacalidad_pressrelease_5045#:~:text=En%20Bolivia%20se%20estima%20una,cacao%20cultivado%20de%20origen%20silvestre.

Hernández, H. (2010). *Programa de Ingeniería de Alimentos. Módulo Tecnológico de Cacao*, 1-170.

Huitò S. M. N. (2018). *La Produccion y exportacion de cacao en el desarrollo productivo de Bolivia: 1998—2017. [Tesis de Grado, Universidad Mayor de San Andres]*, 143. La Paz, Bolivia. <https://repositorio.umsa.bo/xmlui/handle/123456789/19040>

Icco. (2015). *El Perú centro de origen y la biodiversidad del cacao*. MINAGRIPERU. <https://www.icco.org/wpcontent/uploads/2019/07/Ficha-Cacao.pdf>



IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura). (2017). *Manual técnico del cultivo de cacao practicas latinoamericanas*. San José – Costa Rica. 5-14.



IICA y MAG. (2008). *Practicas del injerto y tipos de injertos en cacao. Cuidados y pasos a seguir*. La Libertad – El Salvador, C.A, pp. 5 – 6. Disponible en www.mag.gob.sv



Jimenez, E. L. (2019). *Influencia del patron en el prendimiento de injertos de yema en cacao (Theobroma cacao L.)*. Huamanguillo Tabasco, Tabasco, Mexico. Recuperado el abril de 2024.

J



Jimenez, J. R. (2008). *Evaluación de tres tipos de injertos en chupones basales para rehabilitación*

de parcelas improductivas de cacao (Theobroma cacao L.) en Sapecho Alto Beni. La Paz,

Bolivia.

[https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/4395/T-](https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/4395/T-1225.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

[1225.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/4395/T-1225.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

July, W. (2010). *Manual para la Producción Orgánica de Cacao en Bolivia. 99 – 110p.*

Mascol, Mora, W., Gómez, A. (2012). *Manual de Manejo Técnico del Cacao Blanco de Piura.*

Ministerio de Agricultura- Peru, 1-72.

Ochoa, R., (2009). *Diseños experimentales. La Paz, Bolivia: Vázquez. Pp. 155-176.*

PDM-PB. (2012). *Plan de desarrollo municipal Palos Blancos 1-426.*

PIAF, E. C., INIAF, & E.E.S. (2016). *Manual del manejo del cacao, experiencias en la región del*

Alto Beni. Alto Beni, Bolivia.

PIAF-EL CEIBO. (2015). *Manual del manejo de cacao orgánico. Experiencias de la región del*

Alto Beni, Bolivia, pp. 3 – 87.

Quiroz, J., & Mestanza, S. (2012). *Establecimiento y manejo de una plantación de cacao (Boletín*

Técnico).

Perú.

[http://infocafes.com/portal/wpcontent/](http://infocafes.com/portal/wpcontent/uploads/2016/12/boletin_146_establecimiento_y_manejo_de_una_plantacion%20de_cacao.pdf)

[uploads/2016/12/boletin_146_establecimiento_y_manejo_de_una_plant](http://infocafes.com/portal/wpcontent/uploads/2016/12/boletin_146_establecimiento_y_manejo_de_una_plantacion%20de_cacao.pdf)

[acion%20de_cacao.pdf](http://infocafes.com/portal/wpcontent/uploads/2016/12/boletin_146_establecimiento_y_manejo_de_una_plantacion%20de_cacao.pdf)

Ramos, YM; Rivas, AT; Villalta, LB. (2015). *Evaluación de diferentes técnicas de injerto en*

cacao (Theobroma cacao L.) y su incidencia en el prendimiento en fase de vivero. Tesis.

Para optar al título de Ingeniero Agrónomo. Universidad de El Salvador. San Salvador,

El Salvador. 79 p.

Reyes, M, Marín, L y Montalván, O. (2014). *Prendimiento de dos tipos de injertos en cacao en*

distintas fases lunares, Siuna. [Tesis de pre grado], Universidad Nacional Agraria de la





selva.

[https://revistas.uraccan.edu.ni/index.php/Interculturalidad/article/view/343/657#:~:text=](https://revistas.uraccan.edu.ni/index.php/Interculturalidad/article/view/343/657#:~:text=Algunos%20estudios%20recomiendan%20que%20las,favorece%20la%20uni%C3%B3n%20del%20injerto)

Algunos%20estudios%20recomiendan%20que%20las,favorece%20la%20uni%C3%B3n%20del%20injerto

Salvo del P., J., Guzmán L., A. y Núñez F., M. (2013). *Guía de campo injertación del palto. Perseo americana Mili. 84 p. Boletín INIA N° 273, Instituto de Inmigraciones Agropecuarias, INIA La Cruz. Chile.*

Tenazoa, A. J. (2016). "Influencia de las edades del patrón de *Theobroma cacao* L. (Cacao) y la desinfección de varas yemeras ics—95 y ccn—51, en el prendimiento del injerto, bajo condiciones de san alejandro". *Yarinacocha, Perú. Recuperado abril de 2024.*

Vasquez, E., Parada, F., Rodriguez, E., & Lovo, 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, 26-28.*

doi:[https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/63208866/revistaagrociencia-120200505-48634-11f81v3-with-cover-pagev2.](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/63208866/revistaagrociencia-120200505-48634-11f81v3-with-cover-pagev2.pdf?Expires=1652227584&Signature=U00WYgy8ivYWA7IKLI5BwOtXg9a7QWv3POsoZNcFJjftxq8mTDsAxCzaq8oZA2Sy9y~WCV1fjK2~6AusRvsaGs6-RSZKjtSESG) oct-dic-2019-

pdf?Expires=1652227584&Signature=U00WYgy8ivYWA7IKLI5BwOtXg9a7QWv3POsoZNcFJjftxq8mTDsAxCzaq8oZA2Sy9y~WCV1fjK2~6AusRvsaGs6-RSZKjtSESG

Vásquez-García, J., Malqui, R., & Vilca, N. (2023). *Manual de Manejo Agronómico de Cacao. (I. N. INIA, Ed.) Lima, Perú.* <https://hdl.handle.net/20.500.12955/2105>

Zambrano, E., & Cedeño, J. (2012). *Influencia de la edad del patrón de cacao (Theobroma cacao L.) sobre el prendimiento de los injertos eet-575, eet- 576 y eet-103 espam-mfl (Tesis de*





ESTADO PLURINACIONAL DE
BOLIVIA

MINISTERIO DE
DESARROLLO RURAL Y TIERRAS

INIAF
Instituto Nacional de Innovación
Agropecuaria y Forestal

licenciatura) Escuela Superior Politecnica Agropecuaria Manabi. Calceta, Ecuador.

Recuperado el 5 de Octubre de 2023.

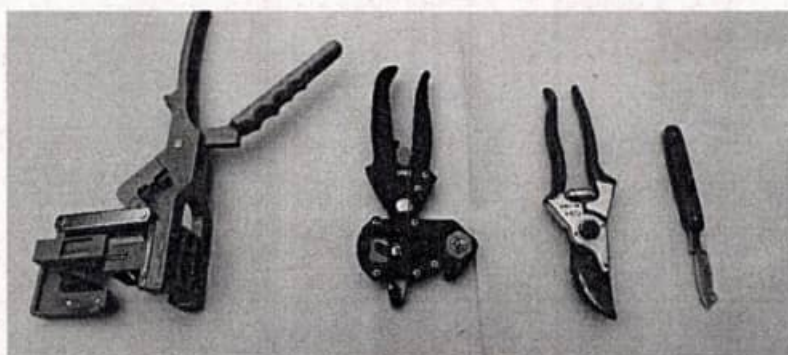
<https://repositorio.espam.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/42000/18/Moran%20Za>

[mbrano%20Eduardo%20Luis.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.espam.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/42000/18/Moran%20Zambrano%20Eduardo%20Luis.pdf?sequence=1&isAllowed=y)





Colecta de varetas de la planta madre



Herramientas de injertacion



Material de amarre del injerto





Sellado de las varetas con pasta cicatrizante

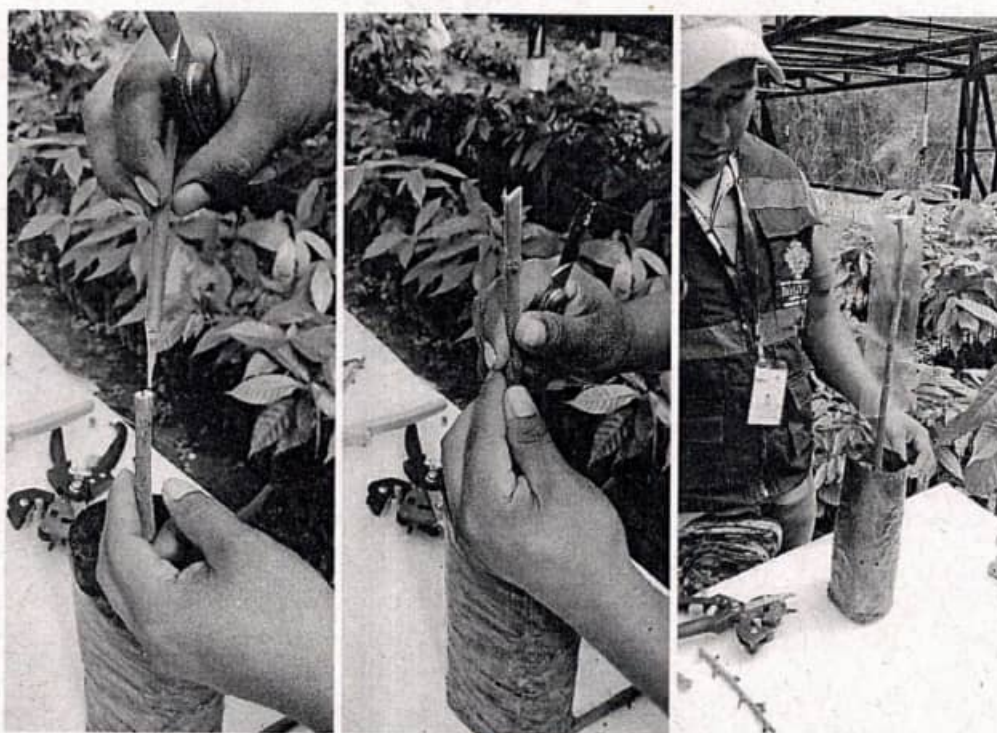


Corte bisel de la vareta





Desinfección de herramientas de injerto

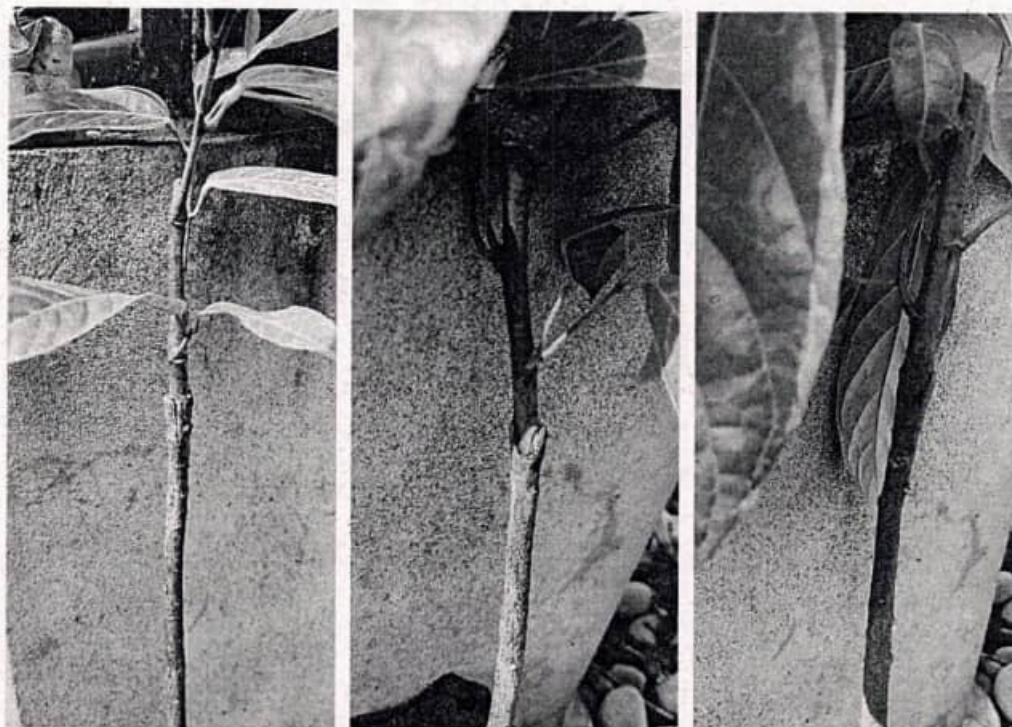


Proceso de injertación





Toma de datos del desarrollo del injerto



Cicatrización de la herida de injerto

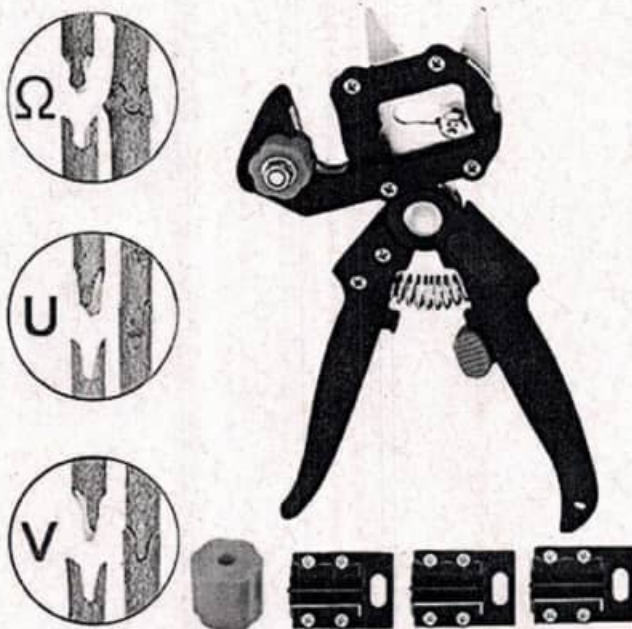




ESTADO PLURINACIONAL DE
BOLIVIA

MINISTERIO DE
DESARROLLO RURAL Y TIERRAS

INIAF
Instituto Nacional de Innovación
Agropecuaria y Forestal



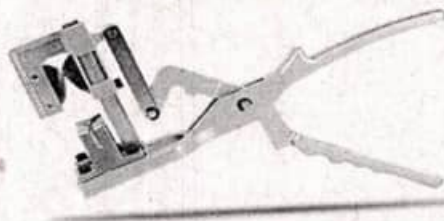
Tijera básica

VK TECH®



V plastic groove design

The cutting surface is flat, and the cutting depth can reach 25cm
Grafting is easier to survive



Tijera Premium

