



ESTADO PLURINACIONAL DE
BOLIVIA

MINISTERIO DE
DESARROLLO RURAL Y TIERRAS



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
CULTIVO DE CACAO"

**EFFECTO DE TRES TÉCNICAS DE INJERTO SOBRE CUATRO
PATRONES DE CACAO (*Theobroma cacao* L.) EN VIVERO EN
EL MUNICIPIO DE PALOS BLANCOS.**

**LA PAZ – BOLIVIA
2024**

Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal – INIAF
Dirección: Calle Cañada Strongest, Esquina Otero de la Vega, N° 1573/ Zona San Pedro Centro
Teléfonos: (591-2) 22148913 - 22124404 - 2113629 - 2 2124341 - 2 2124411
La Paz – Bolivia



ESTADO PLURINACIONAL DE
BOLIVIA

MINISTERIO DE
DESARROLLO RURAL Y TIERRAS



TABLA GENERAL

1. INTRODUCCIÓN	8
2. JUSTIFICACIÓN	9
3. OBJETIVOS	10
3.1. Objetivo general	10
3.2. Objetivos específicos	10
4. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	11
4.1. Origen del cacao	11
4.2. Importancia del cacao	11
4.3. Producción	11
4.3.1. Producción mundial	11
4.3.2. 12	11
4.4. Clasificación taxonómica del cacao	12
4.5. Descripción botánica	13
4.5.1. Cacao (<i>Theobroma cacao</i> L.)	13
4.5.2. Raíz	13
4.5.3. Tallo	13
4.5.4. Hoja	14
4.5.5. 14	14
4.5.6. Fruto	14
4.5.7. Semilla	14
4.6. Requerimiento edafoclimático del cultivo de cacao	15
4.6.1. 15	15
4.6.2. 15	15
4.6.3. Altitud	15
4.6.4. Luminosidad	16
4.6.5. Suelo	16
4.6.6. Humedad relativa	17
4.7. Formas de propagación	17
4.7.1. Sexual	17
4.7.2. Asexual	17
4.7.3. El injerto en cacao	18
4.7.4. Ventajas y desventajas	18
4.8. Tipos de técnicas de injerto	19
4.8.1. Injerto de yema o parche	19
4.8.2. Injerto de púa lateral	20
4.8.3. Injerto en momia	21
4.9. Factores que influyen en el prendimiento de los injertos	21
4.9.1. Temperatura	21
4.9.2. Humedad	21
4.9.3. Oxígeno	21
4.10. Selección de material vegetativo para la injertación	22
4.10.1. El patrón	22





ESTADO PLURINACIONAL DE
BOLIVIA

MINISTERIO DE
DESARROLLO RURAL Y TIERRAS



4.10.2.	Cacao criollo	22
4.10.3.	Clon ICS – 6	23
4.10.4.	Clon CCN 51	23
4.10.5.	Clon pound- 7	23
4.11.	Varas yemeras	24
4.11.1.	Obtención y selección de varas yemeras	24
4.11.2.	Clon iv- 41 (vara yemera)	24
4.12.	Vivero en cacao	24
4.13.	Plagas y enfermedades	25
4.13.1.	Plagas	25
4.13.2.	Enfermedades	25
5.	METODOLOGÍA DE TRABAJO	26
5.1	Localización de la investigación	26
5.2.	Recursos	27
5.2.1.	Recursos naturales	27
5.3.	Materiales	28
5.3.1.	Material de campo	28
5.3.2.	Material de gabinete	29
5.3.3.	Material genético	29
5.3.4.	Insumos	29
5.4.	Metodología	30
5.4.1.	Tipo de estudio	30
5.4.2.	Universo	30
5.4.3.	Unidad de análisis	30
5.4.4.	Procedimiento	30
5.4.5.	41	30
5.4.6.	Metodología experimental	43
6.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	51
6.1.	Porcentaje de germinación	51
6.2.	Diámetro del tallo patrón (mm)	51
6.3.	Altura planta del patrón (cm)	53
6.4.	Tiempo para llegar al diámetro adecuado para injerto (días)	54
6.4.1.	Porcentaje de prendimiento injertos (%)	57
6.4.2.	Diámetro del brote del injerto (mm)	59
6.5.	Largo del brote del injerto (cm)	60
6.6.	Numero de brotes del injerto	63
6.7.	Numero de hojas por brote	66
6.8.	Beneficio costo	69
7.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	70
7.1.	Conclusiones	70
7.2.	Conclusión General	71
7.3.	Recomendaciones	72
8.	BIBLIOGRAFÍA	73





ESTADO PLURINACIONAL DE
BOLIVIA

MINISTERIO DE
DESARROLLO RURAL Y TIERRAS



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. ANVA de días para llegar al diámetro adecuado para el injerto	55
Tabla 2. ANVA para porcentaje de prendimiento	57
Tabla 3. ANVA para diámetro del brote del injerto	59
Tabla 4. ANVA para largo del brote del injerto	61
Tabla 5. ANVA para número de brotes del injerto	64
Tabla 6. ANVA para número de hojas por brote	67

TABLA DE FIGURAS

Figura 1. Descripción botánica del cacao	13
Figura 2. Procedimiento injerto en parche	20
Figura 3. Procedimiento injerto púa lateral	20
Figura 4. Limpieza y nivelación del terreno	31
Figura 5. Regulación de sombra	31
Figura 6. Preparación del sustrato	32
Figura 7. Preparación y llenado de bolsas	33
Figura 8. Enfilado de bolsas	33
Figura 9. Obtención de la semilla	34
Figura 10. Selección y pre germinado de las semillas del patrón	35
Figura 11. Repique de patrones	35
Figura 12. Destestado de plantines	36
Figura 13. Obtención y selección de las varetas	37
Figura 14. Injerto parche	38
Figura 15. Injerto púa lateral	39
Figura 16. Injerto momia	40
Figura 17. Regado de plantines	41
Figura 18. Desmalezado	41
Figura 19. Control fitosanitario	42
Figura 20. Toma de datos	43
Figura 21. Medición de diámetro de tallo	44
Figura 22. Medición de altura planta	45
Figura 23. Medición de diámetro de brote	46
Figura 24. Medición larga de brote	46
Figura 25. Conteo de número de hojas por brote	47
Figura 26. Conteo de número de brotes por injerto	47
Figura 27. Distribución espacial de las unidades experimentales	48
Figura 28. Unidad experimental	48
Figura 29. Porcentaje de germinación patrones	51
Figura 30. ANVA para diámetro del tallo	51





ESTADO PLURINACIONAL DE
BOLIVIA

MINISTERIO DE
DESARROLLO RURAL Y TIERRAS



Figura 31. Duncan para diámetro del tallo con tipos de injerto	52
Figura 32. Duncan para diámetro del tallo con tipos de injerto	52
Figura 33. ANVA para altura planta del patrón	53
Figura 34. Duncan para altura planta con patrones	54
Figura 35. Duncan para factor A tiempo	55
Figura 36. Duncan para factor B tiempo	56
Figura 37. Duncan para interacción de factores (AxB)	57
Figura 38. Duncan para porcentaje de prendimiento de injerto con técnicas de injerto	58
Figura 39. Duncan para diámetro del brote con técnicas de injerto	60
Figura 40. Duncan para largo del brote con técnicas de injerto	61
Figura 41. Duncan largo del brote para patrones	62
Figura 42. Duncan de interacción de factores (AxB)	63
Figura 43. Duncan para número de brotes con técnicas de injerto	64
Figura 44. Duncan para número de brotes con patrones	65
Figura 45. Duncan para interacción de factores (AxB)	66
Figura 46. Duncan para número de hojas por brote con técnicas de injerto	67
Figura 47. Duncan para número de hojas con patrones	68
Figura 48. Beneficio costo	69





ESTADO PLURINACIONAL DE
BOLIVIA

MINISTERIO DE
DESARROLLO RURAL Y TIERRAS



RESUMEN

El presente trabajo de investigación se desarrolló en el municipio de Palos Blancos, con el objetivo de evaluar el efecto de tres técnicas de injerto, sobre cuatro patrones de cacao (*Theobroma cacao* L.), en el desarrollo vegetativo y prendimiento de plantines en etapa de vivero, las mismas fueron distribuidas en doce tratamientos con tres repeticiones bajo el diseño completamente al azar con arreglo bifactorial, las variables evaluadas fueron porcentaje de germinación, altura planta, diámetro del tallo, porcentaje de prendimiento de injertos, largo del brote, diámetro del brote, número de brotes, número de hojas y la relación beneficio/costo.

Los resultados de la investigación fueron: en el porcentaje de germinación el tercer día el patrón CCN-51 y el patrón POUND-7 con un 72% de germinación, seguida del patrón ICS-6 con 56% por último el patrón Criollo con 24%, para el diámetro del tallo los patrones ICS-6, CCN-51 y POUND-7 no existieron diferencias significativas los cuales fueron 5,77, 5,73 y 5,68 mm y para el criollo presento 5,23 mm, en la altura planta el patrón POUND-7 con 45,76 cm y el patrón criollo tuvo una altura de 29,98 cm, en el porcentaje de prendimiento en el desate el injerto púa lateral tuvo un 93% y la momia con un 63% teniendo una diferencia significativa, diámetro del brote, en los injertos púa lateral y momia existieron diferencias significativas en sus promedios los cuales fueron 3,58 y 3,05 mm para largo del brote, el injerto parche con el patrón ICS-6 muestra un promedio de 13,52 cm mostrando diferencia ante el injerto púa lateral con patrón criollo con 4,27 cm de largo, en el número de brotes, el injerto púa lateral con el patrón ICS-6 muestra mayor número de brotes con 2,54 habiendo diferencia ante el injerto parche con 1,00 brote el injerto y con mayor número de hojas fue el injerto púa lateral con 4,15 y el más bajo el injerto de momia con un valor de 2,74 número de hojas por brote.





ESTADO PLURINACIONAL DE
BOLIVIA

MINISTERIO DE
DESARROLLO RURAL Y TIERRAS



En el análisis económico beneficio costo se tiene como mejor tratamiento el injerto parche con patrones de criollo, ICS-6, Pound-7 con Bs 4,05 con una ganancia de Bs 3,05 por cada boliviano invertido.

En las técnicas de injerto (parche, púa lateral y momia) con cuatro patrones (Criollo, ICS-6, CCN-51, POUND-7) influyeron de manera significativa en en las variables de respuesta por tanto existen diferencias estadísticas de los distintos injertos sobre los cuatro patrones de cacao (*Theobroma cacao* L).





ESTADO PLURINACIONAL DE
BOLIVIA

MINISTERIO DEL
DESARROLLO RURAL Y TIERRAS



EFFECTO DE TRES TÉCNICAS DE INJERTO SOBRE CUATRO PATRONES DE CACAO (*Theobroma cacao* L.) EN VIVERO EN EL MUNICIPIO DE PALOS BLANCOS

1. INTRODUCCIÓN

Según la Organización Internacional del Cacao (ICCO, 2021), estima una producción récord mundial de 5 024 miles de toneladas, considerando un incremento de 6,3% durante la campaña 2020/2021 2%, esto es, se elevaría a 278 miles de toneladas. En términos de cuota de la producción mundial total, África es la mayor región productora, con un 77% de la producción total.

CIPCA (2021), refiere que Bolivia está entre los mejores países productores y exportadores exclusivos del cacao fino y de aroma, ya que en la gestión 2020 registró un ascenso de 2,5% en ventas respecto a 2019. FAO Bolivia (2021), manifestó que la Confederación COPRACAO cuenta con más de ocho mil productores de cacao de distintas partes de Bolivia, además resaltó que el departamento de La Paz es el puntal más importante de la producción del grano, le sigue Santa Cruz y Cochabamba.

Bolivia es uno de los pocos países en el mundo que posee importantes superficies de cacao silvestre (13.500 hectáreas de rodales) y cacao híbrido (14.884 hectáreas), que está presente en los bosques del pie de monte y la llanura amazónica. (Heveltas, 2020).

APROCACAHO (2005), enfatiza que el injerto es el método más generalizado de reproducción vegetativa del cacao; se recurre a esta práctica cuando se desea reproducir fielmente las características de los árboles que se han seleccionado, evitando así la variación sobre todo en el comportamiento productivo, que normalmente ocurre con la propagación por semillas.

El patrón debe presentar tolerancia a *Ceratocystis* o mal de machete, que provengan de árboles sanos, vigorosos y que muestren buena adaptación, buenas condiciones





ESTADO PLURINACIONAL DE
BOLIVIA

MINISTERIO DE
DESARROLLO RURAL Y TIERRAS



de sanidad y vigor, una edad alrededor de los 2 a 4 meses y diámetro no mayor de un centímetro en la base del tallo. (Infocacao, 2017).

2. JUSTIFICACIÓN

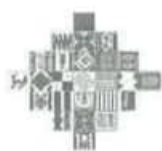
En la actualidad en el municipio de Palos Blancos el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) es uno de los cultivos con más extensión en superficie y brinda el sustento económico a muchas familias que se dedican a este rubro. En tal sentido, los productores de cacao son los más interesados en implementar, ampliar y renovar plantaciones, lo más importante aún, que las plantaciones inicien su producción en el menor tiempo posible. por esta razón el presente trabajo de investigación se realizó con el propósito de establecer un patrón con mayor compatibilidad usando semilla garantizada que proporciona alto vigor para el desarrollo adecuado de los plantines y saber cuál de los injertos acorta el tiempo en etapa de vivero con buen desarrollo para ser llevados a suelo definitivo que lleve a producción en menor tiempo y posterior incremento en los rendimientos de producción de cacao.

El municipio de Palos Blancos cuenta con la mayor producción de cacao (*Theobroma cacao* L.) en el departamento de La Paz, sin embargo, existen problemas con los rendimientos por superficie consecuencia de diferentes factores:

a) Definir o estandarizar el patrón que se utiliza para la clonación del cacao y la compatibilidad injerto /patrón, el manejo y uso deficiente recursos genéticos en vivero (semilla para el patrón y varas yemeras), ocasionando deficiencia en la uniformidad para el desarrollo de los plantines siendo éstas susceptibles a enfermedades, causando variación en la producción cuando se establece a plantación definitiva con presencia de plagas y enfermedades.

b) Saber cuál es el injerto que reduce el tiempo para que la planta llegue a la etapa de producción, el injerto más utilizado es el parche, sin embargo, no se toman aspectos técnicos que lograría el máximo rendimiento. Entre los factores está el ecotipo, clon o accesión de cacao que se usa como patrón (receptor de la yema), en vista que puede existir influencia del patrón sobre la calidad y rendimiento de cacao. Otro factor





ESTADO PLURINACIONAL DE
BOLIVIA

MINISTERIO DE
DESARROLLO RURAL Y TIERRAS



importante a tomar en cuenta es la compatibilidad entre la yema y patrón cuando se realiza el injerto. La tolerancia a enfermedades de suelo por parte del patrón es otro factor importante a tomar en cuenta al momento de multiplicar plantas de cacao.

Los factores descritos anteriormente ocasionan el bajo rendimiento y poca aceptación en el mercado de cacao. Superar estas deficiencias causará que los productores tengan mayor interés en implementar, renovar y ampliar sus parcelas productivas con plantines de buen rendimiento productivo que tengan aceptación en el mercado.

De esta manera se plantea la siguiente pregunta de investigación

¿Cuál será el efecto de las tres técnicas de injerto en cuatro patrones de cacao (*Theobroma cacao* L.) en etapa de vivero en el municipio de Palos Blancos?

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo general

Evaluar el efecto de tres técnicas de injerto en cuatro patrones de cacao (*Theobroma cacao* L.), en vivero en el municipio de Palos Blancos.

3.2. Objetivos específicos

- Evaluar el desarrollo vegetativo de los patrones (diámetro del tallo para el injerto, altura de la planta), en vivero.
- Establecer la mejor técnica de injerto en los diferentes patrones de los plantines de (porcentaje de prendimiento, largo de brote, diámetro del brote, número de brotes y número de hojas)
- Determinar la relación costo/beneficio por tratamiento.





ESTADO PLURINACIONAL DE
BOLIVIA

MINISTERIO DE
DESARROLLO RURAL Y TIERRAS



4. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

4.1. Origen del cacao

CATIE (2005), indica que esta especie se encuentra actualmente distribuida a lo largo de las regiones lluviosas de los trópicos, desde los 20° de latitud norte hasta los 20° de latitud sur.

Según ANECACAO (2020), el cultivo del cacao (*Theobroma cacao* L.) tuvo su origen en centro América y América del sur. Este cultivo probablemente proviene de la región amazónica de sub América (Cuenca alta del río Amazonas) y comprende países como Bolivia, Brasil, Perú, Ecuador y Colombia. En esta franja regional es donde se presenta la mayor variedad de las especies. Se extendió de Sudamérica hasta México, pero no se sabe si su dispersión ocurrió naturalmente o con la ayuda del hombre. Sigue siendo un misterio el cómo llegó a Centro América, donde se ha cultivado por lo menos durante 3,000 años.

4.2. Importancia del cacao

El cacao ocupa el cuarto lugar en la economía mundial, después del petróleo, el azúcar y el café.

El cultivo del cacao es una actividad de gran importancia social y económica que ha registrado en los últimos años una dinámica comercial y productiva creciente.

Este cultivo involucra una intensa mano de obra, generación de empleo e ingresos familiares a los pequeños productores (CLAC 2013).

4.3. Producción

4.3.1. Producción mundial

Más de la mitad de la producción mundial de cacao procede de Costa de Marfil y Ghana. Alrededor de tres cuartas partes de la cosecha mundial de cacao proceden de países africanos, principalmente de la región de África Occidental. Sin embargo, la cosecha mundial de la temporada 2023/24 será significativamente inferior a la de años





ESTADO PLURINACIONAL DE
BOLIVIA

MINISTERIO DE
DESARROLLO RURAL Y TIERRAS



anteriores, situándose en torno a los 4,500 millones de toneladas. Esto se debe en gran medida a la importante caída del volumen de cosecha procedente de África, que descenderá hasta los 3,200 millones de toneladas que, en los últimos meses, el escaso rendimiento de las cosechas ha provocado un aumento significativo del precio del cacao. Entre otros problemas, el fenómeno climático de "El Niño" está provocando un exceso de lluvia que perjudica las plantaciones (Statista 2024).

4.3.2. Producción en Bolivia

Bolivia produce cacao en las áreas tropicales de los departamentos de La Paz, Beni, Pando, Santa Cruz y Cochabamba; también, se encuentra en forma silvestre. La zona de mayor producción de Bolivia se encuentra en Alto Beni, departamento de La Paz (IICA 2017).

ABI (2024), destaca que los departamentos exportadores de este alimento en 2023 fueron La Paz, que concentró el 71% del total valor, y Santa Cruz, con una participación del 29%, los principales productos comercializados al mercado externo son manteca, cacao en grano y chocolates.

En 2023, se marcó un récord importante al exportar cerca de tres millones de dólares por más de 621 toneladas. En enero del presente año las ventas externas de este producto registraron más de 1 millón de dólares, una cifra 43 veces mayor a lo obtenido en el mismo mes de la gestión pasada y el 50% de todo el volumen exportado en 2023 solo en un mes. El cacao boliviano, por su calidad y cualidades organolépticas únicas, es demandado por las mejores industrias de chocolatería del mundo, como la multinacional Nestlé, de Suiza.

4.4. Clasificación taxonómica del cacao

CABUYA (2019) , indica que se clasifica en:

Reino: Plantae
Subreino: Tracheobionta
División: Magnoliophyta





ESTADO PLURINACIONAL DE
BOLIVIA

MINISTERIO DE
DESARROLLO RURAL Y TIERRAS



Clase: Magnoliopsida
Subclase: Dilleniidae
Orden: Malvales
Familia: Malvaceae
Subfamilia: Byttnerioideae
Tribu: Theobromeae
Género: Theobroma
Especie: *T. cacao* L.

4.5. Descripción botánica

4.5.1. Cacao (*Theobroma cacao* L.)

Figura 1. Descripción botánica del cacao



Fuente: <https://www.revistaambigu.com/>

4.5.2. Raíz

La raíz principal es pivotante y puede alcanzar entre 1,20 a 1,50 m, en suelos sueltos puede llegar hasta 2 m. Las raíces secundarias o raicillas en su mayoría se encuentran en los primeros 0,25 a 0,30 m del suelo alrededor del árbol, pudiendo alcanzar los 5 – 6 m de longitud horizontal (Copa 2017).





ESTADO PLURINACIONAL DE
BOLIVIA

MINISTERIO DE
DESARROLLO RURAL Y TIERRAS



4.5.3. Tallo

El tallo, en la primera fase de crecimiento, es vertical que perdura por 12-15 meses. Luego, este crecimiento se interrumpe para dar lugar a la formación de 4 - 5 ramas secundarias (horqueta), que son de crecimiento horizontal. Debajo de la horqueta aparece con frecuencia brotes o "chupones" que darán lugar a una nueva horqueta y este evento, puede repetirse por 3 a 4 veces consecutivas (Copa 2017).

4.5.4. Hoja

Las hojas del cacao son simples (con limbo duro y espeso), enteras, angostamente, ovadas, ligeramente asimétricas, alternas y glabras o laxamente pubescentes en ambas caras y de aproximadamente 17 a 48 cm de largo, con 7 a 10 cm de ancho. La base de las hojas es redondeada a ligeramente cordada y con un ápice largamente apiculado (IICA 2017).

4.5.5. Flores

Las flores son pentámeras, hermafroditas, los sépalos son blancos o rosa claros, de 5 a 8 mm de largo y de 1.5 a 2 mm de ancho, los pétalos son más largos de 6 a 9 mm de largo, libres, amarillentos, con dos o tres nervios violetas adentro. Los estambres son 10, los cuales están fusionados en la base formando un tubo: Los fértiles son de 2,5 a 3 mm de largo y están dispuestos frente a los pétalos; los estaminodios son violeta y 6.5 a 7.5 mm de largo. El ovario es de 2 a 3 mm de largo, anguloso ovado, ligeramente pentagonal y pentámero. Los óvulos se disponen en dos filas con 6, 12 o 16 óvulos por fila (IICA 2017).

4.5.6. Fruto

Son de tamaño, color y formas variables, tiene forma de drupa, de 30 cm de largo y 10 cm de diámetro, 200 - 1000 gr de peso siendo liso o acostillado, de forma elíptica y variación del color en estado inmaduro van de tonos verdes, rojizos y cafés; con surcos y lomos pigmentados, mientras que en estado maduro varían de amarillo a rojizos





ESTADO PLURINACIONAL DE
BOLIVIA

MINISTERIO DE
DESARROLLO RURAL Y TIERRAS



anaranjados. La pared es gruesa, los frutos se dividen interiormente en cinco celdas (Copa 2017).

4.5.7. Semilla

Las semillas presentan una forma oblonga y varían mucho de tamaño según el tipo de cacao podría variar por drupa entre 20 a 55 longitud promedio de 15-30 mm, el ancho de 8-29 mm, el grosor de 5-15mm. Tienen un recubrimiento o cutícula que protege los cotiledones, en la parte exterior se encuentra el mucílago que es la pulpa dulce de la semilla, de sabor dulce o amargo permitiendo diferenciar algunos genotipos de cacao. El color de la semilla también varía de acuerdo al genotipo desde blanco ceniciento, blanco puro, hasta un morado oscuro y todas las tonalidades intermedias (Corrales 2019).

4.6. Requerimiento edafoclimático del cultivo de cacao

4.6.1. Precipitación

Paredes (2003), indica que el cacao necesita un adecuado suministro de agua para efectuar sus procesos metabólicos. La precipitación óptima para el cacao es de 1,600 a 2,500 mm. distribuidos durante todo el año. Precipitaciones que excedan los 2,600 mm. pueden afectar la producción del cultivo de cacao.

4.6.2. Temperatura

El cultivo requiere una temperatura moderada entre los 23 y 26 grados centígrados. Menos de 14 grados centígrados durante la noche y más de 35 grados centígrados durante el día no son convenientes para este cultivo, especialmente durante el proceso de formación de frutos pudiendo ocasionar "pasmazón" de estos (Quiroz y Mestanza 2012).

Estrada *et al.* (2011), mencionan que la temperatura influye en el desarrollo, floración y fructificación, así como también en el tiempo de maduración de los frutos, en los meses más calurosos, los frutos maduran entre 140 y 175 días, mientras que los más frescos tardan entre 165 a 205 días.





ESTADO PLURINACIONAL DE
BOLIVIA

MINISTERIO DE
DESARROLLO RURAL Y TIERRAS



4.6.3. Altitud

El cacao crece mejor en las zonas tropicales cultivándose desde el nivel del mar hasta los 800 metros de altitud. Sin embargo, en latitudes cercanas al ecuador las plantaciones se desarrollan normalmente en mayores altitudes que van del orden de los 1,000 a 1,400 msnm. Hasta alturas como 2500 m.s.n.m. puesto que pasando estos límites el cultivo sufre alteraciones fisiológicas. La altitud no es un factor determinante como lo son los factores climáticos y edafológicos en una plantación de cacao. Observándose valores normales de fertilidad, temperatura, humedad, precipitación, viento y energía solar, la altitud constituye un factor secundario (Corrales 2019).

4.6.4. Luminosidad

La luz es otro factor de importancia para el desarrollo del cacao especialmente para la fotosíntesis, ocurre a baja intensidad aun cuando la planta este a plena exposición solar. En la etapa de establecimiento del cultivo de cacao es recomendable la siembra de otras plantas para hacer sombra, debido a que las plantaciones jóvenes de cacao son afectadas por la acción directa de los rayos solares. Para plantaciones ya establecidas, se considera que una intensidad lumínica menor del 50% del total de luz limita los rendimientos, mientras que una intensidad superior al 50% del total de luz los aumenta (Paredes 2003).

4.6.5. Suelo

Según Quiroz y Mestanza (2012), los suelos recomendados para cultivar cacao deben ser planos o ligeramente inclinados, también suavemente ondulados.

El cacao se cultiva hasta los 1200 msnm. Los suelos deben tener las características siguientes:

- De buena fertilidad, francos y profundos para facilitar el desarrollo de las raíces, así la raíz principal puede penetrar de 80 a 150 centímetros.
- Contenidos altos de materia orgánica.





ESTADO PLURINACIONAL DE
BOLIVIA

MINISTERIO DE
DESARROLLO RURAL Y TIERRAS



- 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 mantenerse a más de un metro de profundidad de la superficie del suelo.
- Se recomienda suelos con pH entre 6.0 y 7.0, estos valores son los mejores para el cultivo. Se recomienda realizar análisis químicos del suelo para conocer su fertilidad.

4.6.6. Humedad relativa

Para su mejor desarrollo del cultivo de cacao el ambiente debe ser húmedo, un promedio de 70 a 80 % de humedad relativa es el más aconsejable (Quiroz y Mestanza 2012).

4.7. Formas de propagación

4.7.1. Sexual

Según Garate *et al.* (2020), la propagación sexual proviene del desarrollo de embriones producto del proceso de fecundación, procedentes del interior de las semillas del fruto; una de las ventajas dentro de este tipo es que son fáciles de producir, también de que el árbol presenta una arquitectura fácil de manejar; sin embargo, la mayor desventaja es que tardan más en producir que los clones y que cada planta es diferente, sumándole que estas pueden o no presentar características de los padres.

Es considerada una de las prácticas más comunes y antiguas que se utilizan para establecer plantaciones, aunque su desventaja es que se obtienen mayor variabilidad de árboles; por ello no se recomienda en la actualidad ya que se manejan plantaciones clonadas, además de que este tipo de propagación se utiliza para la elaboración de patrones o porta injertos (Valenzuela 2021).



Handwritten signature



ESTADO PLURINACIONAL DE
BOLIVIA

MINISTERIO DE
DESARROLLO RURAL Y TIERRAS



4.7.2. Asexual

En la propagación asexual o vegetativa, no se genera la fusión de gametos, es decir, no existe cruzamiento sexual entre un árbol madre y un padre, utiliza partes vegetativas de la planta, pudiendo ser estas, yemas, estacas, rama, flores u otra estructura capaz de generar una nueva planta, ya que existe la seguridad de tener al progenitor fielmente repetido, este tipo de reproducción se denomina clonación y el producto clon, estas no implican cambios en su constitución genética (Garate *et al*, 2020).

La propagación asexual de cacao, se realiza por medio de técnicas de injerto es una práctica importante, para esta actividad no es necesario instalaciones que impliquen alta inversión y permite multiplicar la planta madre con alto rendimiento. Sin embargo, los factores ambientales como el tipo de suelo, drenaje, contenido de materia orgánica, humedad, temperatura, intensidad de luz, densidad de siembra y otros, pueden modificar la apariencia y la sobrevivencia de la planta (Garate *et al*, 2020).

4.7.3. El injerto en cacao

Se define injerto a la unión de dos plantas de una misma especie para así poder formar un nuevo vegetal, concretamente es la multiplicación de tejidos para permitir dar origen a otra planta con características iguales que la planta madre. Para este proceso se requieren dos partes un patrón (porta injerto) y una yema (parte productiva) (PIAF EL CEIBO 2017).

4.7.4. Ventajas y desventajas

4.7.4.1. Ventajas

Gruposacsa (2016) menciona las siguientes ventajas de realizar injertos:

- **Resistencia a plagas y enfermedades del suelo:** Brinda resistencia frente a bacterias, virus y nematodos del suelo, siendo una alternativa para su control.





ESTADO PLURINACIONAL DE
BOLIVIA

MINISTERIO DE
DESARROLLO RURAL Y TIERRAS



- **Mejoramiento genético:** El injerto crea una nueva planta siendo una tecnología de mejoramiento más rápida que los métodos convencionales.
- **Mejoramiento fisiológico:** Vigor radicular otorgado por la porta injerto.
- **Incremento de productividad:** Mejora la tolerancia a factores adversos (salinidad, falta o exceso de humedad), propiciando el uso eficiente del agua y nutrientes, así como retraso del envejecimiento celular por el vigor radicular, aceleración de la madurez reproductiva de plántulas, y resistencia a la sequía.

4.7.4.2. Desventajas

Morán (2018), indica que las desventajas de realizar un injerto son:

- **La incompatibilidad:** Se presenta a nivel del punto unión del injerto-patrón siendo la principal manifestación un estrangulamiento conocido como cuello de botella, el cual es ocasionado por la obstrucción del xilema y floema reduciendo la circulación de los nutrientes del suelo, es uno de los principales problemas de los injertos. La incompatibilidad se da en los siguientes casos:
- Cuando no se tiene éxito en la unión de la yema y el patrón.
- Cuando se presentan muertes prematuras.
- Cuando hay desarrollo deficiente del injerto.
- Cuando la diferencia entre el crecimiento del patrón y el injerto o del injerto con respecto al patrón es desproporcionada.
- Cuando se manifiesta el cuello de botella.
- Cuando existe una separación de diámetro entre el patrón y la yema.





ESTADO PLURINACIONAL DE
BOLIVIA

MINISTERIO DE
DESARROLLO RURAL Y TIERRAS



4.8. Tipos de técnicas de injerto

4.8.1. Injerto de yema o parche

Se inicia realizando cuatro cortes en la corteza al patrón, dos de forma horizontal (primer corte) luego dos cortes de forma vertical; dejar levantada la corteza, para facilitar el ingreso de la yema. Posteriormente se saca la yema, para ello hacer 4 cortes a la vara, formando un rectángulo, los cortes pueden ser primero horizontales y luego verticales o viceversa, dependiendo del injertador; los cortes siempre tienen que pasar un poco en las intersecciones o esquinas, formando una cruz lo que ayuda al desprendimiento de la yema, seguidamente se debe despegar la yema, para ser colocada en forma inclinada dentro del corte realizado en el patrón, finalizando este procedimiento se debe hacer el amarre con la cinta plástica. (Isla y Andrade, 2009).

Figura 2. Procedimiento injerto en parche



Fuente: Camacho 2010

4.8.2. Injerto de púa lateral

Básicamente consiste en unir la parte lateral de un patrón con el extremo terminal de una vareta, el cual debe tener 4 yemas; se empieza realizando una abertura en el costado del patrón de aproximadamente de 2 cm de longitud y en la vareta porta yema se hacen dos cortes a ambos lados en forma de cuña, de tal manera que coincida con





ESTADO PLURINACIONAL DE
BOLIVIA

MINISTERIO DEL
DESARROLLO RURAL Y TIERRAS



la hendidura del patrón, luego se amarra con la cinta de injertar, posteriormente se lo cubre con plástico transparente durante 21 días (Quiroz y Mestanza 2012).

Figura 3. Procedimiento injerto púa lateral



Fuente: MCCH 2009

4.8.3. Injerto en momia

El injerto momia es físicamente de púa lateral, con la diferencia de que toda la longitud de la vara se cubre con una cinta plástica con la finalidad de mantener por más tiempo atada al patrón, una parte que no está directamente en contacto con el tallo del patrón se envuelve con otra cinta dando la apariencia de una momia. (APPCACAO, 2013).

4.9. Factores que influyen en el prendimiento de los injertos

4.9.1. Temperatura

Rojas *et al.* (2004), menciona que la temperatura afectará el proceso curativo de la herida; indicando que las mejores temperaturas están entre 15 y 30°C, pero para algunas plantas tropicales podría ser más alto, por debajo de eso, la actividad metabólica es demasiado baja para garantizar el crecimiento celular suficiente; por encima puede haber muerte celular lo que conlleva al fracaso.

4.9.2. Humedad

Las células de parénquima que forman el tejido del callo son de paredes delgadas y muy sensibles a la deshidratación, si se exponen al aire. Los contenidos de humedad





ESTADO PLURINACIONAL DE
BOLIVIA

MINISTERIO DE
DESARROLLO RURAL Y TIERRAS



del aire menores al punto de saturación, inhiben la formación de callo y aumentan la tasa de desecación de las células cuando disminuye la humedad (Hartmann y Kester, 1997 citados por Ramos *et al.* 2015).

4.9.3. Oxígeno

Para la producción de tejido de callo es necesaria la presencia de oxígeno en la unión del injerto. La división y crecimiento de las células van acompañados de una respiración elevada. Para algunas plantas puede bastar una tasa de oxígeno menor que la presente en el aire, pero para otras es conveniente que la ligadura del injerto permita el acceso del oxígeno a la zona de la unión (Hartmann y Kester 1997 citados por Gomes *et al.* 2015).

4.10. Selección de material vegetativo para la injertación

4.10.1. El patrón

4.10.1.1. Selección de patrones

Llamado pie, porta injerto o patrón, es la planta donde se inserta las yemas a propagar. Se debe seleccionar por su adaptación a desiguales situaciones de suelo y la temperatura, vigor y tolerante a diferentes plagas y enfermedades que perturban el linaje. (Angulo 2020)

Infocacao (2017), indica que lo recomendable es hacer uso de semilla de clones seleccionados y propagados en forma vegetativa por injertos como: IMC-67, PA-121 PA-46, PA-150, Pound 7, Pound 12, EET 399, EET400 y, SPA-9, otros. Para garantizar la transmisión a las nuevas plantas de las mismas características genéticas deseables del árbol madre, para lograr plantas injertadas de alta calidad.

4.10.1.2. Condiciones que debe reunir un patrón

El patrón debe presentar tolerancia a *Ceratocystis* o mal de machete, que provengan de árboles sanos, vigorosos y que muestren buena adaptación, buenas condiciones





ESTADO PLURINACIONAL DE
BOLIVIA

MINISTERIO DE
DESARROLLO RURAL Y TIERRAS



de sanidad y vigor, una edad alrededor de los 2 a 4 meses y diámetro no mayor de un centímetro en la base del tallo. (Infocacao 2017).

4.10.2. **Cacao criollo**

Esta semilla se utiliza como pie para injerto, por su adaptabilidad y tolerancia al mal de machete (los meses que se pueden aprovechar a la cosecha de mazorca son de enero a febrero), tolera suelos secos e inundados (Quispe s.f.).

Es el árbol que da el fruto con mejor calidad, se identifica por tener semillas redondas y ligeramente planas. Éstas, sin fermentar, poseen un color ligeramente violeta y blanco, de frutos secos y ligeramente amargo, apreciado para los chocolates de mayor calidad.

Es cultivado principalmente en México, Guatemala y Nicaragua en pequeñas cantidades. Además, Venezuela, Colombia, islas del Caribe, Trinidad, Jamaica e isla de Granada. (Le vice 2019)

4.10.3. **Clon ICS – 6**

Según Martínez (2010), la mazorca madura es amarilla, es auto compatible, florece poco, es muy bueno en la producción, pero tarda en iniciar su producción, las mazorca y granos son de buen tamaño, el número de semillas por fruto es de 26 -45. El peso de semilla seca 1.61gr, y su rendimiento es 813.75 kg/ha. Perteneció al grupo genético trinitario, la forma del fruto es Elíptico.

Se utiliza por su precocidad en su desarrollo (3 a 4 meses), tolerante a mal de machete, roselinea y a la moniliasis, resistente a la escoba de bruja, la calidad organoléptica es intermedia (midagri 2019).

4.10.4. **Clon CCN 51**

El CCN-51 es un cacao clonado de origen ecuatoriano considerado cacao ordinario o común, con alta productividad (2 – 2,5 toneladas/ha), con un aproximado de 57 óvulos/ovario, de coloración rojizo/naranja cuando está estado maduros, levemente





ESTADO PLURINACIONAL DE
BOLIVIA

MINISTERIO DE
DESARROLLO RURAL Y TIERRAS



oblongo en su forma, semillas grandes (1,4 -1,5), árbol pequeño, fácil manejo, mazorca grande (8 mazorcas =1lb de cacao seco), precoz, inicia producción a los 2 años, alto contenido de manteca (54%) ,poco susceptible a pudrición parda (*Phytophthora palmivora*), resistente a la escoba de bruja (*Crinipellis perniciosa*) y a la moniliasis (*Moniliophthora roreri*) (García 2010).

4.10.5. Clon pound- 7

El clon Pound-7 es más resistente a las enfermedades, como escoba de bruja y a la *Phytophthora*, es de crecimiento rápido y necesita 167 días para alcanzar la madurez y presenta buena vigorosidad. También se le conoce con el nombre de "P-7". Es originario de Nanay, Iquitos, Perú. Fue seleccionado por J. F. Pound en el año 1943.

Posee flor pequeña de color blanquecino pigmentado, fruto de forma amelonada, de 16 a 19 cm de largo y 8 cm de diámetro, con promedio de 60 semillas por fruto de tamaño mediano de forma plana a cilíndrica de color púrpura oscuro (Chaycoj 2005).

4.11. Varas yemeras

4.11.1. Obtención y selección de varas yemeras

Para obtención de las "varas yemeras" se seleccionan las ramas que se caracterizan por la conformación de hojas alternas y las más adecuadas son las terminales, de brotes recientes, se recolectan de preferencia de ramas con brotes activos, con ligero hinchamiento y próximas a eclosionar para facilitar el prendimiento, deben tener 30 cm de largo y un diámetro aproximado al de un lápiz o más, eliminando las hojas para evitar la deshidratación y que provenga de árboles seleccionados que se desean multiplicar, de una sola vara yemera pueden extraerse hasta diez o más yemas para injertar (IICA 2021).

4.11.2. Clon iv- 41 (vara yemera)

Selección local (Híbrido promisorio) IV-41, este material genético es obtenido de la selección de poblaciones híbridas del Área IV de la región del Alto Beni.





ESTADO PLURINACIONAL DE
BOLIVIA

MINISTERIO DE
DESARROLLO RURAL Y TIERRAS



Según el CEIBO (2021), se categoriza como tolerante a moniliasis, adaptación y aceptación en diferentes condiciones de suelo y clima de la región del Alto Beni, su productividad en parcelas de productores llega hasta 30 qq. el índice de pepa de 1,4 gr.

4.12. Vivero en cacao

El vivero es una superficie de terreno en donde se encuentra una infraestructura apropiada para la multiplicación y cuidado de las plantas de cacao, hasta que las mismas reúnan las condiciones adecuadas para trasladarlas a campo definitivo. Su principal objetivo es brindar las condiciones propicias para el desarrollo inicial de las plantas de cacao para sobrevivir en el terreno definitivo: buenas raíces, tallo recto, ramas y hojas bien desarrolladas, teniendo en la fase final una planta sana (Quispe s.f.).

Uno de los aspectos más importantes para el éxito de la producción de plantines en el vivero es el sustrato, considerándose este un depósito de nutrientes ya que cumple distintas funciones: proporciona a la planta anclaje y soporte, retiene la humedad y brinda porosidad para facilitar el intercambio de gases y líquidos entre las raíces y la atmósfera. Es recomendable que contenga 2 partes de tierra del lugar, 1 parte de arena y 1 parte de materia orgánica (Quispe s.f.).

4.13. Plagas y enfermedades

4.13.1. Plagas

4.13.1.1. Áfidos o pulgones (*Toxoptera auranti*)

Son considerados artrópodos chupadores que pueden llegar a afectar hasta el 50 % de los brotes y las hojas tiernas, su alimentación se da por el envés de las hojas, aunque su daño puede pasar desapercibido son vectores de virus (Martínez 2017).

4.13.1.2. Hormigas o tujos cortadores (*Hymenoptera: Formicidae*)





ESTADO PLURINACIONAL DE
BOLIVIA

MINISTERIO DE
DESARROLLO RURAL Y TIERRAS



Pueden ocasionar un daño desde el 1 al 10 % en el área foliar, los cuales se caracterizan por la presencia de cortes semicirculares a partir del borde hacia la nervadura central de la hoja, un punto importante es que estas actúan en simbiosis con las chinches (Martínez 2017).

4.13.2. Enfermedades

4.13.2.1. Necrosis foliares (*Phytophthora palmivora*)

Es el principal patógeno que se presenta en los viveros, ocasionada por hongos, la infección puede llegar hasta el 80 % si no se realizan controles adecuados, en épocas con una alta precipitación en un solo día se puede llegar al 5 % de incidencia. Su principal consecuencia es el sustrato infectado, cacaotales cercanos con la presencia del hongo y condiciones ambientales favorables por la alta humedad y frío (Quispe s.f).

4.13.2.2. Antracnosis (*Colletotrichum gloeosporioides*)

Es la principal enfermedad que ataca a los tejidos tiernos y puede causar una defoliación a los plantines cuando la infección es severa, causa daños en los brotes tiernos, las hojas y los tallos más expuestos al sol, su presencia es visible cuando se muestran lesiones color café en los órganos (Quispe s.f).

4.13.2.3. Escoba de bruja (*Moniliophthora perniciosa*)

Enfermedad causada por un hongo que afecta a los brotes de los plantines, su principal causa es por la presencia de plantas adultas enfermas y el uso de sustratos contaminados o sacados de cacaotales con presencia de dicha enfermedad (Quispe s.f).

5. METODOLOGÍA DE TRABAJO

5.1. Localización de la investigación

El presente trabajo de investigación se realizó en el municipio de Palos Blancos, tiene una extensión superficial de 3,764 km², se encuentra ubicado el Este del Departamento de La Paz, entre las coordenadas UTM X 670.000 y Y 8.350.000 al





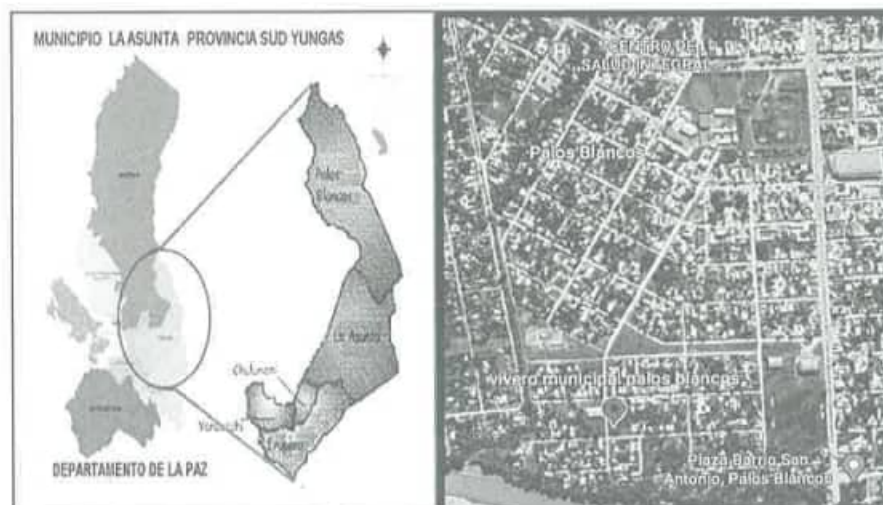
ESTADO PLURINACIONAL DE
BOLIVIA

MINISTERIO DE
DESARROLLO RURAL Y TIERRAS



norte; X 737.125 y Y 8.253.578 al este; X 715.880 y Y 8.237.053 al sur; X 643.622 y Y 8.327.529; con una Altura de 450 msnm, Precipitación promedio 1500 mm y una Temperatura de media de 26°C a una distancia de 316 km al noroeste de la ciudad de La Paz (PTDI 2020).

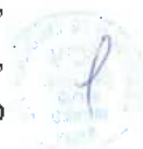
Localización de la investigación



Fuente: <https://es.wikipedia.org>

5.2. Recursos

La característica principal del municipio de Palos Blancos es su agricultura, y a través de datos del INFO SPIE, la superficie cultivada es de 16.304,57 ha. nos muestra la diversidad de productos que se cultivan en el territorio, pero que se hacen en terrenos muy pequeños que no llegan ni al 1%. Dentro de los principales productos, el cultivo de naranjas, ocupa un 28,71%, le sigue el cacao con un 25,99%, el plátano (postre) con 13,06 y el plátano (banana) con 8.53% , también se cultiva arroz, maíz, frijol, yuca, hualuza, tomate, zapallo, hortalizas, piña, plátano, cacao, cítricos, café, papaya, sandía, en menor escala donde la producción tiene diferentes destinos dependiendo del cultivo: autoconsumo, transformación, comercialización y la reserva para semilla. Otra actividad importante es la pecuaria, predominando la avícola, le siguen en importancia la bovina, porcina y ovina, este último solo en suelos altos.





ESTADO PLURINACIONAL DE
BOLIVIA

MINISTERIO DE
DESARROLLO RURAL Y TIERRAS



El municipio cuenta con una planta peladora de arroz, una pre beneficiadora de café, una procesadora de singani y varios centros de acopio de cacao que funcionan gracias al apoyo del gobierno municipal y de organizaciones privadas (PTDI 2020).

5.2.1. Recursos naturales

Un 68,23 % del municipio de Palos Blancos está conformado por bosques naturales, incluyendo las 130,020 ha de reserva de la biosfera y territorio indígena Pilón Lajas (en el municipio), las especies existentes en esta zona son : verdolago, paquí, nogal, quina quina, cedro, roble, toco, tarara, isigo, gabun, mara, otros; por lo que la actividad forestal involucra un uso restringido de estas tierras por las especies maderables, no maderables, medicinales y otras que existen en el lugar y en todo el municipio. Por lo tanto, el uso forestal es del 25,73% y se estima que este porcentaje sea manejado por sistemas agroforestales, actividades de reforestación y ornamentación adecuados (PTDI 2020).

5.2.1.1. Fisiografía

Según PTDI (2020), A base de las características geomorfológicas y geológicas del Municipio de Palos Blancos, toda la extensión de su territorio es parte de la provincia fisiográfica del Sub Andino. La provincia fisiográfica conocida como "Serranías del Subandino" que se distribuye entre la cordillera oriental y el piedemonte de la llanura aluvial amazónica. Se caracteriza por plegamientos que forman serranías paralelas con pendientes empinadas a muy empinadas. Presenta un drenaje regional tipo parrilla, pudiendo existir otros tipos de drenaje locales. Está situada entre 13°30' y 17°30' de latitud sud; y 63°30' y 69° de longitud oeste.

5.2.1.2. Vegetación

Para la caracterización de la vegetación en el municipio de Palos Blancos, se ha considerado el mapa de Vegetación de Navarro 2007* Los bosques húmedos tropicales, pertenecen a los ecosistemas terrestres más diversos. Los Yungas de Bolivia se definen como la región de bosques mayormente húmedos de la cordillera





ESTADO PLURINACIONAL DE
BOLIVIA

MINISTERIO DE
DESARROLLO RURAL Y TIERRAS



oriental y el Sub Andino. En el transcurso de los últimos años la presión humana se ha incrementado, afectando gradualmente las características de la cobertura vegetal.

La información nos permite conocer que el 41,75 % del Municipio de Palos Blancos está cubierto por bosque amazónico pluviestacional del subandino norte, al contrario, solamente el 0,16 % del territorio está cubierto por Palmar yungueño pluvial, vegetación ribereña y sucesional yungueña. En tanto que se identifica series de vegetación relacionadas con Varzeas y abanicos aluviales del piedemonte con 6,11 % (PTDI 2020).

5.3. Materiales

Los materiales que se utilizaron para la ejecución del trabajo de investigación fueron los siguientes:

5.3.1. Material de campo

- | | |
|-------------------------|----------------------------------|
| • Pala | • Cinta métrica |
| • Machete | • Navaja |
| • Tijeras de podar | • Manguera |
| • Regla | • Azadón |
| • Bolsas de polietileno | • Nylon 40 micras (para injerto) |
| • Pala de carpir | • Letreros para tratamientos |
| • Mochila fumigadora | • Vernier |

5.3.2. Material de gabinete

- | | |
|----------------------|-------------------------|
| • Cámara fotográfica | • Planillas de registro |
| • Hojas bond | • Impresora |





ESTADO PLURINACIONAL DE
BOLIVIA

MINISTERIO DE
DESARROLLO RURAL Y TIERRAS



- Computador (laptop)
- Boligrafo

5.3.3. Material genético

Para este trabajo de investigación se emplearon cuatro patrones (pies de injerto) y uno para la vara yemera que fueron adquiridas del banco de germoplasma de la estación experimental de sapecho perteneciente a la facultad de agronomía de la UMSA.

- Cacao criollo (patrón)
- Clon ICS-6 (patrón)
- Clon CCN-51 (patrón)
- Clon POUND- 7 (patrón)
- Clon local IV-41 (vara yemera)

5.3.4. insumos

Para la preparación del sustrato se utilizaron:

- Suelo del lugar
- Lama (arena)
- Aserrín

5.4. Metodología

5.4.1. Tipo de estudio

El presente trabajo de investigación es de tipo experimental, puesto que se evaluó el efecto de las tres técnicas de injerto en cuatro patrones de cacao (*Theobroma cacao* L.) en el desarrollo vegetativo y prendimiento de los plantines en etapa de vivero.

5.4.2. Universo

El universo es de 42,9 m² (3,30m x 13m) que fue dividido en 12 unidades experimentales con 3 repeticiones, cada unidad experimental (0,20m x 1m) que consta de 24 plantines, con un total de 864 plantines en toda el área experimental.





ESTADO PLURINACIONAL DE
BOLIVIA

MINISTERIO DE
DESARROLLO RURAL Y TIERRAS



5.4.3. Unidad de análisis

Cada unidad experimental estuvo compuesta por 24 plantines, que para la evaluación y toma de datos se tomó en cuenta 10 plantines completamente al azar.

5.4.4. Procedimiento

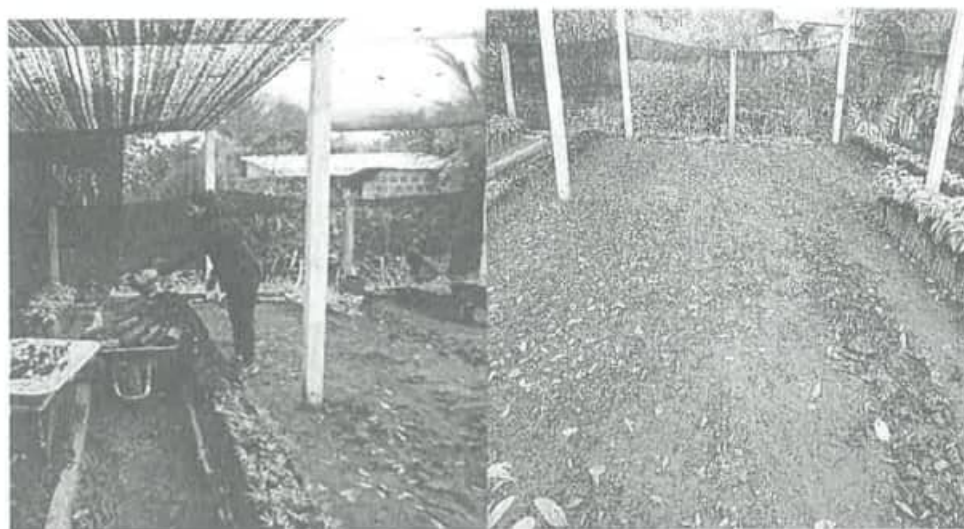
5.4.4.1. Ubicación del área experimental

El trabajo de investigación se realizó en el municipio de Palos Blancos, Barrio Curichal en el vivero municipal con un área de 42,9 m² para el trabajo de investigación.

5.4.4.2. Limpieza y nivelación del terreno

Una vez definido y hecha la medición del área de investigación según el croquis del experimento, con la ayuda de una pala de carpir se eliminó la presencia de malezas y se niveló el terreno para evitar estancamiento de agua.

Figura 4. Limpieza y nivelación del terreno



Fuente: Quispe, (2023)



5.4.4.3. Regulación de sombra

La regulación de sombra se hizo a un 70% con malla saram para un buen crecimiento y desarrollo de las plantines e injertos y prevenir que los rayos solares ingresen



ESTADO PLURINACIONAL DE
BOLIVIA

MINISTERIO DE
DESARROLLO RURAL Y TIERRAS



directamente y produzcan quemaduras en el brote y hojas jóvenes, porque permanecerán en vivero hasta antes de su traslado a suelo definitivo.

Figura 5. Regulación de sombra



Fuente: Quispe, (2023)

5.4.4.4. Preparación del sustrato

El sustrato debe tener una textura liviana, que retenga humedad y permita el desarrollo de la raíz y la planta, fue preparado a una relación de 3 partes de suelo del lugar, 1 parte de lama, 1 parte de aserrín, (9 carretillas de suelo, 3 carretillas de lama, 3 carretillas de aserrín para 1000 bolsas), una vez acopiado lo suficiente se procedió a homogeneizar la mezcla para cernir posteriormente y eliminar terrones, piedras, palos, listo para el embolsado.

Figura 6. Preparación del sustrato



Fuente: Quispe, (2023)





ESTADO PLURINACIONAL DE
BOLIVIA

MINISTERIO DE
DESARROLLO RURAL Y TIERRAS



5.4.4.5. Preparación y llenado de bolsas

Se procedió al llenado de las bolsas utilizando bolsas negras de polietileno de 16 x 24 cm, con 16 perforaciones regularmente espaciados que sirven para el drenaje, a medida que se llenan las bolsas se compacta el sustrato golpeando con suavidad la base de la bolsa contra el suelo, con presiones leves con los dedos de la mano para evitar espacios vacíos (que podrían afectar en el desarrollo normal de las raíces) hasta llenarlo completamente.

Figura 7. Preparación y llenado de bolsas



Fuente: Quispe, (2023)

5.4.4.6. Enfilado de bolsas

Sobre el terreno nivelado y de acuerdo al croquis establecido, para tener mejor alineación de las bolsas, se midió una línea recta clavando dos estacas en ambos extremos unidos por una pita se empezó a alinear en dos filas, bien acomodados para evitar caídas, con una separación de 5 cm, entre tratamientos (espacio para letreros) y 60 cm, de pasillo que facilitó el proceso de injertación.



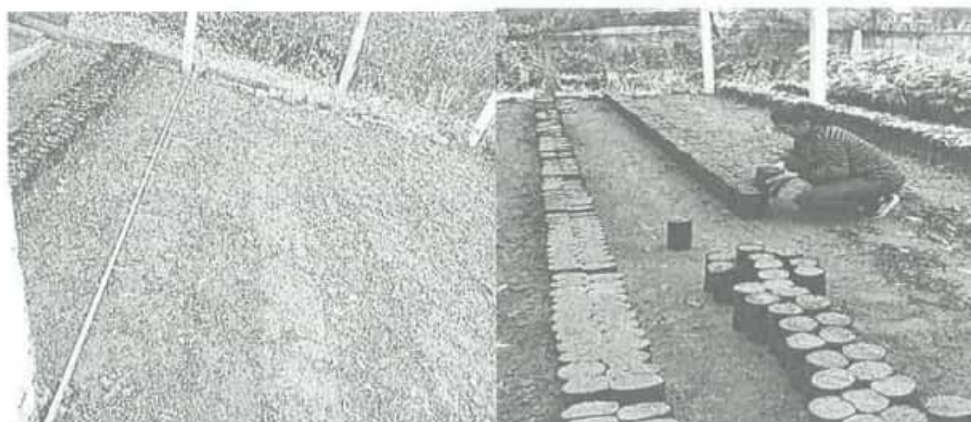


ESTADO PLURINACIONAL DE
BOLIVIA

MINISTERIO DE
DESARROLLO RURAL Y TIERRAS



Figura 8. Enfilado de bolsas



Fuente: Quispe, (2023)

5.4.4.7. Obtención de la semilla

Se eligieron mazorcas de buen porte y maduras de los 4 ecotipos para el patrón que fueron adquiridas del banco de germoplasma de la Estación Experimental Sapecho, perteneciente a la facultad de Agronomía de la UMSA ubicada en la población de Sapecho, del municipio de Palos Blancos.

Figura 9. Obtención de la semilla



Fuente: Quispe, (2023)





ESTADO PLURINACIONAL DE
BOLIVIA

MINISTERIO DE
DESARROLLO RURAL Y TIERRAS



5.4.4.8. Selección y germinado de las semillas del patrón

Para la selección de las semillas se descartaron de 3-4 las semillas de los dos extremos de la mazorcas, utilizando solo las semillas centrales, se prosiguió con la eliminación del mucílago a través de la frotación en una malla con abundante agua, las semillas limpias se sumergieron en agua para descartar las semillas vacías (vanas), finalmente se ponen sobre un yute cubriendo las semillas con aserrín descompuesto para mantener la humedad en un lugar sombreado y aireado para ser repicadas a partir del tercer día.

Figura 10. Selección y pre germinado de las semillas del patrón



Fuente: Quispe, (2023)

5.4.4.9. Repique (siembra) de patrones

Un día antes de realizar el repique se regaron las bolsas para tener humedad y evitar la muerte de semillas germinadas. A partir del tercer día del pre germinado se seleccionaron las semillas que tienen visible el brote de la radícula, para realizar el repique nos ayudamos con un punzón de madera (para evitar maltratar la radícula de la semilla) haciendo un hoyo de 1cm de profundidad en el centro de la bolsa y teniendo en cuenta la posición de la semilla, (con la radícula hacia abajo) se introdujeron las semillas, finalmente se cubrieron con aserrín para la retención de humedad y no se repicarán las semillas que no tengan el brote visible de la radícula.



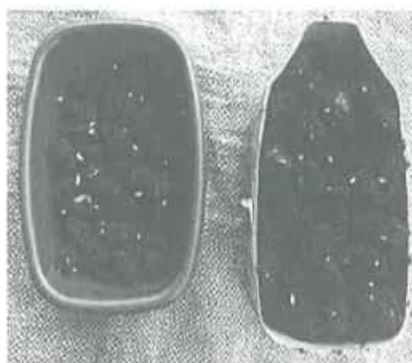


ESTADO PLURINACIONAL DE
BOLIVIA

MINISTERIO DE
DESARROLLO RURAL Y TIERRAS



Figura 11. Repique de patrones

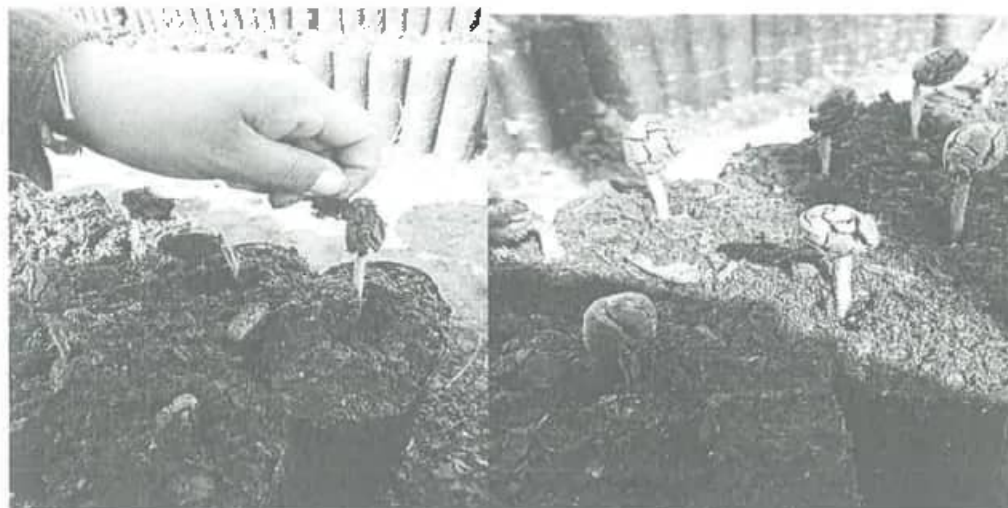


Fuente: Quispe, (2023)

5.4.4.10. Destestado de los patrones (pie de injerto)

El destestado se realizó a los 10 días después del repique, para ello se regaron muy bien las plántulas donde ya se encontraban en la etapa de fosforito, que consistió en quitar la testa (cascarilla) con cuidado de los cotiledones con la finalidad de mejorar y uniformizar el desarrollo de las primeras hojas.

Figura 12. Destestado de plantines



Fuente: Quispe, (2023)





ESTADO PLURINACIONAL DE
BOLIVIA

MINISTERIO DE
DESARROLLO RURAL Y TIERRAS



5.4.4.11. Obtención y selección de las varetas (varas yemeras)

Las varetas (varas yemeras) se colectaron del banco de germoplasma de la Estación Experimental Sapecho, en las primeras horas de la mañana de plantas sanas con ramas y brotes jóvenes cada vareta contiene de 10-15 yemas, con una longitud de 30-40 cm, con un diámetro de 6-8-10 mm, eliminando las puntas y hojas de la vareta dejando el peciolo, una vez colectadas se empacó en pseudo tallos de banano para garantizar la humedad y evitar daños en el transporte, se mantuvo bajo sombra para su debida injertación.

Figura 13. Obtención y selección de las varetas



Fuente: Quispe, (2023)

5.4.4.12. Proceso de injertación

Para las tres técnicas de injertación se comenzó alistando los materiales y haciendo una desinfección con alcohol al 70% como ser la navaja, cinta nylon, tijera, bolsitas plásticas transparentes y tener lista las varetas.

5.4.4.13. Injerto parche

El procedimiento del injerto parche empezó con la desinfección de la zona de injertación del patrón con alcohol, con la navaja se realizó un corte horizontal y uno vertical en forma de una "T" en la corteza del patrón bajo la cicatriz de los cotiledones y se desprende la corteza, seguidamente se hizo dos cortes verticales y dos cortes horizontales (corte rectangular) en la corteza de la vareta alrededor de la yema del





ESTADO PLURINACIONAL DE
BOLIVIA

MINISTERIO DE
DESARROLLO RURAL Y TIERRAS



mismo ancho y largo que se realizó en el patrón, se removió una esquina de la inserción para desprender la yema, se colocó en el corte del patrón y presionando levemente la yema se envolvió con la cinta de nylon de 30 micras de abajo hacia arriba.

El desate del nylon se realizó a los 18 días después de la injertación, para notar si el injerto está vivo o con prendimiento se raspo levemente la corteza del parche con la navaja, si la coloración es verde el injerto está vivo, pero si el color es café oscuro (tejido muerto), es señal que la injertación no tuvo éxito.

Una vez que el injerto desarrolla y las primeras hojas estén con coloración verde oscuro, se procedió a la decapitación del patrón a una distancia de 10 a 12 centímetros sobre el injerto.

Figura 14. *Injerto parche*



Fuente: Quispe, (2024)

5.4.4.14. Injerto en púa lateral

Para este proceso de injertación se realizó un corte vertical (hendidura) en la parte lateral del patrón aproximadamente de 2cm de largo a una altura de 10 cm, seguidamente se cortó la vareta de 5-8 cm de largo con 3 yemas, a un extremo de la vareta se realizó una corte en bisel (sesgo) de manera que no presente irregularidades en el encaje, se introdujo al corte realizado en el patrón, luego se cubre el injerto con una cinta nylon transparente de 30 micras que se envuelve de abajo hacia arriba tratando de ajustar fuerte en la parte de unión de la vareta y el patrón, se decapito al patrón a la misma altura de la vareta y se cubre al injerto con una bolsa transparente de 15x5 cm. El retiro de la bolsa transparente se hizo a los 25 días después de la injertación comprobando su prendimiento y el desate de la cinta nylon del punto de la inserción se realizó a los 60 días después que haya pegado bien el injerto.

Figura 15. Injerto púa lateral



Fuente: Quispe, (2024)





ESTADO PLURINACIONAL DE
BOLIVIA

MINISTERIO DE
DESARROLLO RURAL Y TIERRAS

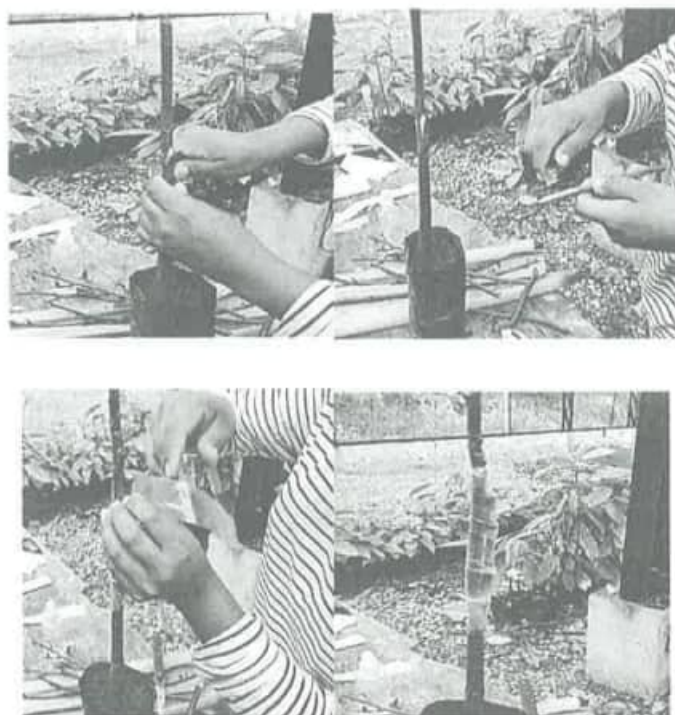


5.4.4.15. Injerto en momia

Para este tipo de injerto consistió en hacer un corte vertical (hendidura) en la parte lateral del patrón aproximadamente de 2cm de largo a una altura de 15 cm, seguidamente se cortó la vareta de 5-8 cm de largo con 3 yemas, a un extremo de la vareta se realizó una corte en bisel (sesgo) de manera que no presente irregularidades en el encaje, se introdujo al corte realizado en el patrón, luego se cubre el injerto con una cinta nylon transparente de 30 micras que se envuelve de abajo hacia arriba tratando de ajustar fuerte en la parte de unión de la vareta y el patrón, posteriormente se procedió a envolver (hacer vendaje) la vareta y el patrón, de abajo hacia arriba, con una cinta nylon de 30 micras, hasta cubrirlo completamente (con apariencia de momia), sin hacer el decapite al patrón,

El vendaje se desato a los 25 días después del injerto comprobando el prendimiento de la vareta y el desate de la cinta nylon del punto de la inserción se realizó a los 60 días después que haya pegado bien el injerto.

Figura 16. *Injerto momia*



Fuente: Quispe, (2023)





ESTADO PLURINACIONAL DE
BOLIVIA

MINISTERIO DE
DESARROLLO RURAL Y TIERRAS



5.4.5. Labores culturales

Las labores culturales se realizaron desde la etapa de pre germinado, durante todo el desarrollo de los plantines y durante todo el proceso de injertación con riego, desmalezado para tener un óptimo crecimiento y desarrollo de los plantines e injertos.

5.4.5.1. Riego

La frecuencia de riego en vivero se realizó cada dos días (en las primeras horas de la mañana y últimas horas de la tarde), en la etapa de repique para evitar pudrición de las raíces, a medida del desarrollo de las plantas y en los días calurosos el riego se aplicó día por medio, en cambio en los días con bastante lluvia no hubo la necesidad de regar ya que las plantas se encontraban con la suficiente humedad, el regado de las plantas se realizó hasta después del proceso de injertación.

Figura 17. Regado de plantines



Fuente: Quispe, (2023)

5.4.5.2. Desmalezado

La eliminación de la maleza o deshierbe se realizó manualmente de las bolsas y con la ayuda de un azadón se desmalezaron los pasillos, esto para evitar competencia por nutrientes, agua y luz con la planta y la humedad de los pasillos, esta actividad se realizó cada dos meses.





ESTADO PLURINACIONAL DE
BOLIVIA

MINISTERIO DE
DESARROLLO RURAL Y TIERRAS



Figura 18. Desmalezado



Fuente: Quispe, (2023)

5.4.5.3. Control fitosanitario

Se aplicó fungicida (Ram-Caf 88w con una dosis de 100gr para 20 lts de agua), a los 15 días después del repique como preventivo para enfermedades y posteriormente se aplicó una vez por semana, se usó un insecticida (SUPERFORTE con una dosis de 50ml para 20 lts de agua) cuando las plantas eran muy afectadas por los insectos.

También se realizó el control mecánico, de las hojas dañadas con coloración café, hojas atacadas por plagas como el gusano medidor que se come las hojas tiernas dejando solo nervaduras.

Figura 19. Control fitosanitario



Fuente: Quispe, (2023)





ESTADO PLURINACIONAL DE
BOLIVIA

MINISTERIO DE
DESARROLLO RURAL Y TIERRAS



5.4.5.4. Registro y toma de datos

El registro y toma de datos se realizó a partir de la selección de semillas con el porcentaje de germinación, el diámetro y altura planta con un intervalo de 30 días, posteriormente el porcentaje de prendimiento de injertos a los 5 días y el diámetro, largo del brote, número de hojas, número de brotes con intervalos de 20 días (tres mediciones).

Figura 20. Toma de datos



Fuente: Quispe, (2023)

5.4.6. Metodología experimental

5.4.6.1. Factores de Estudio

Los factores de estudio en este trabajo de investigación fueron los siguientes:

Factor A: Técnicas de injerto

A1= Injerto parche

A2= Injerto de púa lateral

A3= Injerto de momia

Factor B: Patrones de cacao

B1= Cacao criollo





ESTADO PLURINACIONAL DE
BOLIVIA

MINISTERIO DE
DESARROLLO RURAL Y TIERRAS



B2=ICS-6

B3= CCN-51

B4= POUND-7

5.4.6.2. Variables de Respuesta

Las variables de respuesta para esta investigación fueron:

5.4.6.2.1. Porcentaje de germinación (patrones) %

Se contabilizó el total de las semillas ingresadas al germinadero por patrón y se realizó un conteo simple el día 3, 4 después de estar en la germinadora a las semillas que mostraron la radícula brotada, estas fueron las semillas germinadas.

Para obtener el porcentaje de germinación se usó la siguiente formula:

$$\% \text{ germinación} = \frac{\text{semillas germinadas}}{\text{semillas sembradas}} \times 100$$

5.4.6.2.2. Tiempo para llegar al diámetro adecuado para el injerto (días)

Para esta variable se utilizó un calendario, las planillas de registro, los días se tomaron en cuenta a partir del momento que los 4 patrones las semillas fueron colocadas al germinadero, hasta que el diámetro sea adecuado para cada injerto; a) para el injerto en parche a 7 mm (con un rango de 5 a 8 mm), b) para púa lateral y momia el diámetro de 8 (con un rango de 6 a 10 mm).

5.4.6.2.3. Diámetro del patrón (mm)

Se evaluó utilizando un vernier, cada 30 días después de hacer el repique, hasta antes de la injertación, tomando en cuenta 10 plantas de cada unidad experimental.

Para el injerto en parche se midió a una altura de 5 cm de la base de la planta (bajo de la cicatriz del cotiledón), para el injerto en púa lateral y momia se midió a una altura de 10 cm desde la base de la planta.





ESTADO PLURINACIONAL DE
BOLIVIA

MINISTERIO DE
DESARROLLO RURAL Y TIERRAS



Figura 21. Medición de diámetro de tallo



5.4.6.2.4. Altura planta del patrón (cm)

Con la ayuda de la regla, posteriormente con un flexómetro se comenzó a medir a los 30 días después del repique hasta antes de la injertación a las 10 plantas evaluadas de cada unidad experimental, las medidas se realizaron desde la base de la planta hasta la parte apical de la planta.

Figura 22. Medición de altura planta



Fuente: Quispe, (2023)





ESTADO PLURINACIONAL DE
BOLIVIA

MINISTERIO DE
DESARROLLO RURAL Y TIERRAS



5.4.6.2.5. Porcentaje de prendimiento de injerto (%)

Esta variable se evaluó realizando un conteo simple (yema prendida/yema no prendida) en el momento del desate después de la injertación (a los 18 días en injerto parche y 25 días en púa lateral y momia), para la verificación se raspo levemente la corteza del injerto.

Para tener el porcentaje de prendimiento se utilizó la siguiente formula:

$$\text{Porcentaje prendimiento} = \frac{\text{Yemas prendidas}}{\text{Total injertadas}} \times 100$$

5.4.6.2.6. Diámetro del brote (mm)

Para medir el diámetro del brote se utilizó un vernier, midiendo cuidadosamente por encima del punto de inserción a los 20,40 y 60 días después del desate del injerto, en las 10 plantas evaluadas de cada tratamiento. En los injertos de púa terminal y momia se tomaron en cuenta hasta tres brotes para la medicion, descartando el cuarto en algunos casos.

Figura 23. Medición de diámetro de brote



Fuente: Quispe, (2024)

5.4.6.2.7. Largo del brote (mm)

Para registrar el largo del brote se utilizó una regla métrica, midiendo a los 20,40 y 60 días después del desate del injerto, la medida se hizo desde la base del injerto (punto





ESTADO PLURINACIONAL DE
BOLIVIA

MINISTERIO DE
DESARROLLO RURAL Y TIERRAS



de inserción) hasta el ápice de la misma, en las 10 plantas evaluadas. En las técnicas de injertación de púa lateral y momia se tomó en cuenta hasta tres brotes, descartando en algunos casos el cuarto brote.

Figura 24. Medición larga de brote



5.4.6.2.8. Número de hojas por brote

Esta variable se evaluó realizando un conteo simple a partir de la aparición de hojas verdaderas a los 20,40 y 60 días después del desate del injerto en las 10 plantas evaluadas, en los injertos de púa lateral y momia se tomó en cuenta tres brotes, descartando el cuarto brote en algunos casos.

Figura 25. Conteo de número de hojas por brote



Fuente: Quispe, (2024)





ESTADO PLURINACIONAL DE
BOLIVIA

MINISTERIO DE
DESARROLLO RURAL Y TIERRAS



5.4.6.2.9. Número de brotes

El número de brotes se evaluó mediante un conteo simple de los brotes por injertos a los 20, 40 y 60 días después del desate, en las 10 plantas evaluadas, registrando todos los brotes incluyendo brotes prendidos sin hojas en las tres técnicas de injerto.

Figura 26. *Conteo de número de brotes por injerto*

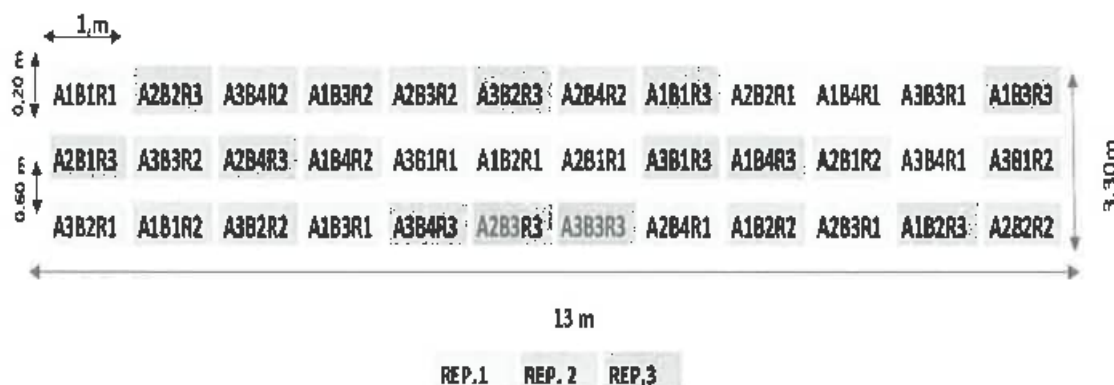


Fuente: Quispe, (2024)

5.4.6.3. Diseño Experimental

5.4.6.3.1. Distribución Espacial

Figura 27. *Distribución espacial de las unidades experimentales*



Fuente: Elaboración propia





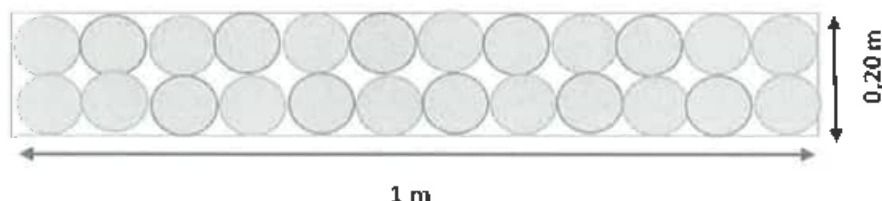
ESTADO PLURINACIONAL DE
BOLIVIA

MINISTERIO DE
DESARROLLO RURAL Y TIERRAS



La distribución se realizó completamente al azar, tomando en cuenta que cada tratamiento logre incluirse en una fila, el área total de la investigación es de 42,9 m², distribuidas en 1m x 0,20 m por unidad experimental como se observa en la figura 6.

Figura 28. Unidad experimental



Fuente: Elaboración propia

Las bolsas se enfilaron de a dos, para favorecer la injertación, haciendo un total de 12 plantas por fila y 24 plantas en total, se evaluaron 10 plantas al azar.

5.4.6.3.2. Diseño estadístico

El diseño experimental que se utilizó en la investigación fue completamente al azar con arreglo bifactorial.

5.4.6.3.3. Modelo estadístico lineal

Según Beltrán (2015) indica que el modelo estadístico lineal para un Diseño completamente al azar con arreglo bifactorial es el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \epsilon_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} = Variable de respuesta.

μ = Media general

α_i = Efecto fijo del i-ésima técnicas de injerto (factor A)

β_j = Efecto fijo del j-ésimo patrón (factor B)

$(\alpha\beta)_{ij}$ = Efecto de la interacción del i-ésimo técnicas de injerto con el j-ésimo patrón (Interacción AxB)

ϵ_{ijk} = Error experimental.





ESTADO PLURINACIONAL DE
BOLIVIA

MINISTERIO DE
DESARROLLO RURAL Y TIERRAS



5.4.6.4. Análisis Estadístico

5.4.6.4.1. Análisis de varianza

El análisis estadístico que se empleó fue el análisis de varianza (ANVA) para un Diseño de Completamente al Azar con arreglo bifactorial.

5.4.6.4.2. Prueba de medias

Al encontrarse diferencias estadísticas en el ANVA se empleó la prueba de comparación de medias Duncan a un nivel de probabilidad de 0,05%.

5.4.6.4.3. Análisis económico

Para el análisis económico se empleó el propuesto por (Perrin 1988, citado por Choque, 2015) el cual indica que:

$$\text{Beneficio/Costo} = \frac{\text{Beneficio Neto}}{\text{Costos Totales}}$$

Dónde:

B/C<1 Es no rentable

B/C=1 Es recuperación del capital sin utilidad

B/C> 1 Es rentable y hay utilidad





ESTADO PLURINACIONAL DE
BOLIVIA

MINISTERIO DE
DESARROLLO RURAL Y TIERRAS



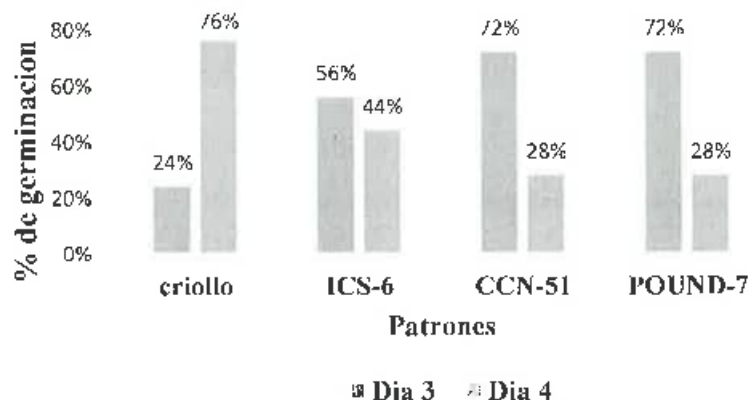
6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1. Porcentaje de

germinación

Se aprecia en la figura 7, para el porcentaje de germinación donde el tercer día se ve al patrón CCN-51 y al patrón POUND-7 con un 72% de germinación, seguida del patrón ICS-6 con 56% por último el patrón Criollo con 24% de germinación.

Figura 29. Porcentaje de germinación patrones



6.2. Diámetro del tallo patrón (mm)

La toma de datos para esta variable fue de suma importancia ya que nos permitió ver la diferencia de desarrollo de cada patrón para cada uno de los tipos de injerto, (270 días de evaluación) se observó que esta variable tuvo un coeficiente de variación de 7,67%, parámetro dentro del rango adecuado de variación. El resultado del análisis de varianza se presenta en el siguiente cuadro.

Figura 30. ANVA para diámetro del tallo

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F cal.	Pr > F
Injerto (A)	2	10,22	5,11	27,7**	<0,0001
Patrón (B)	3	1,71	0,57	3,08*	0,0466
Injerto * Patrón (A*B)	6	1,65	0,27	1,49 ns	0,2248
Error	24	4,43	0,18		
Total	35	18,01			

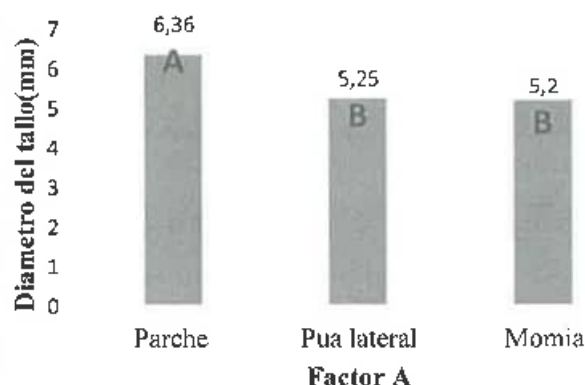


CV = 7,67 %

**= altamente significativo. *= significativo. ns = no significativo

El análisis de varianza (Cuadro 1) indica que hubo diferencias altamente significativas en el factor (A) tipos de injerto, así mismo el factor (B) patrones muestra una diferencia significativa, esto indica que el diámetro de los plantines se considera de acuerdo al tipo de injerto que se practica a los patrones (porque las medidas son de diferente altura), y la interacción de los factores (AxB) no registro diferencias significativas esto indica que influyen de manera independiente.

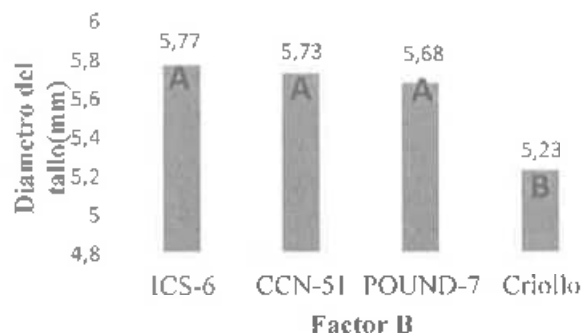
Figura 31. Duncan para diámetro del tallo con tipos de injerto



La prueba de Duncan estableció que el injerto en parche muestra una diferencia altamente significativa el cual fue 6,36 (mm) de diámetro de tallo, los injertos púa lateral y momia no existieron diferencias significativas en sus promedios de diámetro del tallo, los cuales fueron 5,25 y 5,2 mm respectivamente. (con distintas distancias de medida)

Figura 32. Duncan para diámetro del tallo con tipos de injerto





La prueba de Duncan estableció que entre los patrones ICS-6, CCN-51 y POUND-7 no existieron diferencias significativas en sus promedios de diámetro de tallo, los cuales fueron 5,77, 5,73 y 5,68 mm respectivamente, el patrón criollo, presentó 5,23 mm de diámetro, siendo menor que las anteriores.

Angulo, (2020) en su estudio realizado al comportamiento de cuatro clones de cacao (*Theobroma cacao* L.) sobre diferentes patrones, en fase de vivero encontró un mayor crecimiento en diámetro al patrón CMP-06 con 5.05 mm, mientras que el menor crecimiento en diámetro fue del patrón CMP-91 con 3.79 mm, resaltando que el patrón CMP-06 tiene resultados muy buenos y favorables con respecto a los otros patrones evaluados.

6.3. Altura planta del patrón (cm)

La variable altura planta es un parámetro importante por tratarse de cuatro patrones diferentes, el cual determina el crecimiento y desarrollo óptimo, para ello se procedió a medir cada 30 días (270 días de evaluación). Con un coeficiente de variación de 11,91 % aceptado dentro de los parámetros aceptables para la investigación, los resultados se muestran en el cuadro 2.

Figura 33. ANVA para altura planta del patrón

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F cal.	Pr > F
Injerto (A)	2	3,52	1,76	0,08ns	0,9238
Patrón (B)	3	1237,17	412,54	18,66**	<0,0001
Injerto * Patron (A*B)	6	170,91	28,49	1,29ns	0,2998



ESTADO PLURINACIONAL DE
BOLIVIA

MINISTERIO DE
DESARROLLO RURAL Y TIERRAS

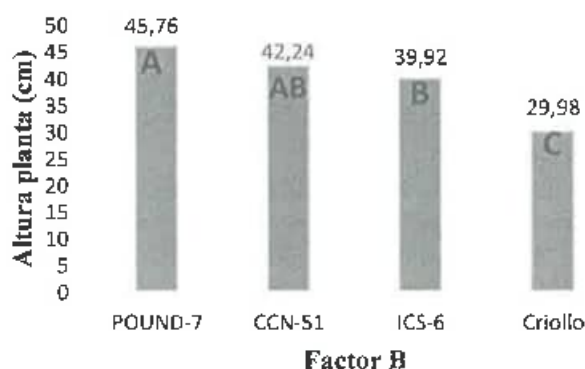


Error	24	530,55	22,11		
Total	35	1942,59			
CV = 11,91					

**= altamente significativo. *= significativo. ns = no significativo

De acuerdo al análisis de varianza para esta variable altura planta el factor (B) patrones muestra diferencias altamente significativas, mientras en el factor (A) tipos de injerto no hubo significancia, de igual manera la interacción de los factores no muestra diferencia significativa, los resultados obtenidos indican que el factor (B) influye en el desarrollo de la planta y no así el factor (A) ni la interacción.

Figura 34. Duncan para altura planta con patrones



Según la prueba Duncan, en la variable altura planta se observa que existe una diferencia altamente significativa en el patrón POUND-7 con 45,76 cm de altura mientras que el patrón criollo tuvo una altura de 29,98 cm de altura, con una diferencia significativa con el patrón ICS-6 con 39,92 cm de altura y el patrón CCN-51 con una altura de 42,24 cm (sin diferencia con el patrón ICS-6). La diferencia entre patrones se debe al carácter genético, que tiene influencia sobre la altura planta.

Según Angulo, (2020), en su estudio realizado al comportamiento de cuatro clones de cacao (*Theobroma cacao* L.) sobre diferentes patrones, el patrón CMP-06 presentó mayor altura de 27.98 cm seguido por CMP-15 con 25.41 cm, CMP-99 con 23.1 cm, y menor altura lo presentó el patrón CMP-91 con 18.85 cm.



Moran y Vera, (2012) no encontraron diferencias estadísticas entre los patrones estudiados, no obstante, a lo ocurrido, el patrón que obtuvo la mejor altura fue el EET-576 con 32,72 cm y el menor promedio lo obtuvo el patrón EET-103 con 30,64 cm de altura.

6.4. Tiempo para llegar al diámetro adecuado para injerto (días)

Esta variable fue de suma importancia ya que nos permitió ver la diferencia de

desarrollo de cada patrón en los 270 días de evaluación, con coeficientes de variación de 5,9%, 5,00%, 4,19% y 5,64%, parámetros dentro del rango aceptado. El resultado del análisis de varianza se presenta en el siguiente cuadro.

Tabla 1. ANVA de días para llegar al diámetro adecuado para el injerto

Fuentes de variación		30 días	60 días	90 días	120 días	150 días	180 días	210 días	240 días	270 días
Injerto (A)	F cal.	42,64**	63,78**	243,08**	238,85**	259,11**	115,56**	94,18**	27,7**	0,25 ns
	Pr>F	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,6236
Patrón (B)	F cal.	5,9*	2,88 ns	10,63**	13,18**	14,37**	5,07*	1,8ns	3,08 ns	8,24**
	Pr>F	0,0036	0,0572	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,0073	0,1748	0,0466	0,0015
Injerto*Patrón	F cal.	3,3*	1,46 ns	0,42 ns	1,18 ns	1,21 ns	0,82ns	0,78ns	1,49 ns	2,18 ns
	Pr>F	0,0164	0,235	0,8606	0,3502	0,3338	0,5643	0,5934	0,2248	0,1297
CV=		5,9	7,41	5,00	4,62	4,19	5,25	5,64	7,67	8,62

**=altamente significativo. *= significativo. ns = no significativo

De acuerdo al análisis de varianza para esta variable se observa que a los 30,60,90,120,150,180, 210y 240 días se presentaron diferencias altamente significativas en el factor (A) técnicas de injerto y no significativo a los 270 días. La diferencia en el factor (B) patrones, altamente significativo a los 90, 120,150 y 270 días, con diferencia significativa a los 30,180 días y no significativa a los 60, 210 y 240 días. También se observa una diferencia significativa en la interacción en los factores (AxB), a los 30 días.

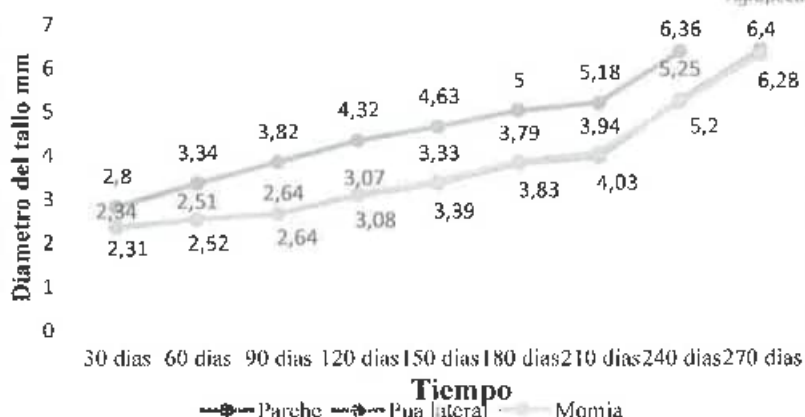
Figura 35. Duncan para factor A tiempo





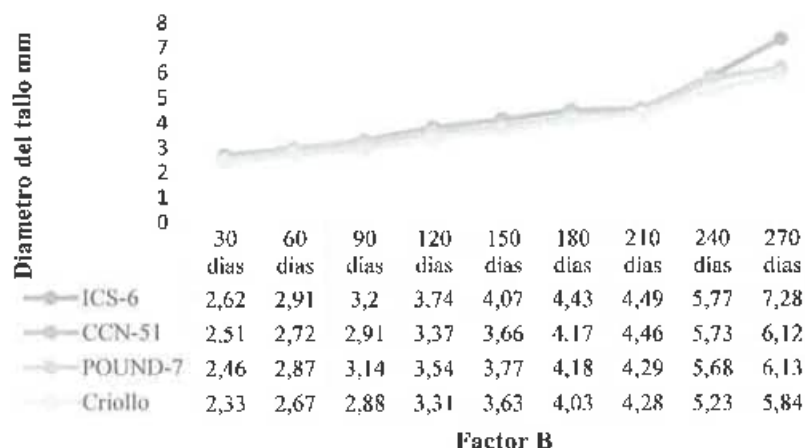
ESTADO PLURINACIONAL DE
BOLIVIA

MINISTERIO DE
DESARROLLO RURAL Y TIERRAS



En la figura 11 se muestra, que para el injerto en parche el diámetro del tallo es mayor desde los 30 hasta los 240 días con 2,8, y 6,36 mm alcanzando el rango para el injerto, mientras que para el injerto en púa lateral y momia el desarrollo fue menos llegando con diámetros de 6,4 mm para púa lateral y 6,28 mm para momia a los 270 días.

Figura 36. Duncan para factor B tiempo



En la figura 12 nos muestra que en los patrones existe diferencia en el desarrollo, teniendo el mejor desarrollo el ICS-6 con 7,28 mm de diámetro a los 270 días, seguidas de los patrones Pound-7 y CCN-51 con diámetros de 6,13 y 6,12 mm y por último el patrón criollo con 5,84 mm de diámetro, esta diferencia se debe a que cada uno de los patrones tiene un desarrollo y características diferentes.



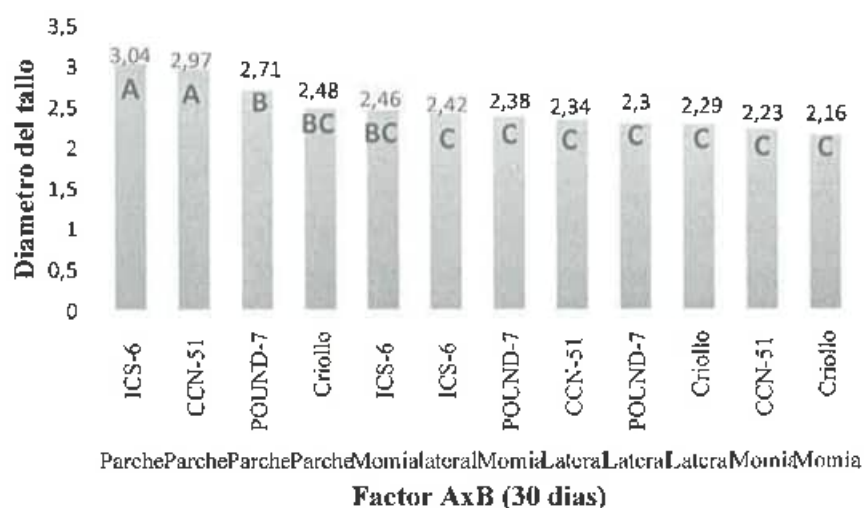
ESTADO PLURINACIONAL DE
BOLIVIA

MINISTERIO DE
DESARROLLO RURAL Y TIERRAS



Moran y Vera, (2012) al realizar un estudio en la influencia de la edad del patrón de cacao (*Theobroma cacao* L.) sobre el prendimiento de los injertos, el mejor diámetro fue el patrón EET-575 con 8,10 mm y el menor promedio lo obtuvieron los patrones EET-576 y EET-103 con 7,90 mm de diámetro.

Figura 37. Duncan para interacción de factores (AxB)



De acuerdo a la interacción de los dos factores se observa que el factor técnicas de injerto y patrones influyeron, en el desarrollo del diámetro el día 30 de evaluación donde para el injerto parche los patrones ICS-6, CCN-51 y Pound-7 tuvieron diámetros de 3,04, 2,97, 2,71 mm teniendo una diferencia el patrón ICS-6 con el patrón criollo para el injerto momia con 2,16 mm de diámetro a los 30 días.



6.4.1. Porcentaje de prendimiento injertos (%)

Esta variable se evaluó al momento del desate y 5 días después obteniendo un coeficiente de variación de 10,60% y 14,41% estando dentro del parámetro de aceptación para la investigación. Los resultados se muestran en el cuadro 4.

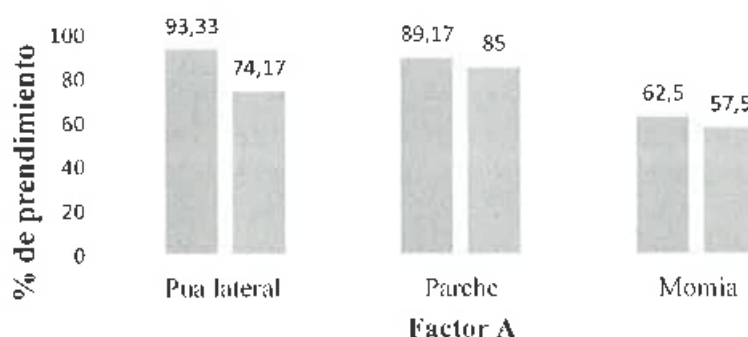
Tabla 2. ANVA para porcentaje de prendimiento

Fuentes de variación	En el desate		A los 5 días	
	F cal.	Pr > F	F cal.	Pr > F
Injerto (A)	44,78 **	<0,0001	4,55**	<0,0001
patrón (B)	2,52 ns	0,0821	21,26 ns	0,4953
Injerto * Patrón (A*B)	1,37 ns	0,2665	0,82 ns	0,5473
Error			0,85	
Total				
CV=	10.60%		14,41%	

**= altamente significativo. *= significativo. ns = no significativo

Según el cuadro ANVA para el porcentaje de prendimiento de injertos, en el factor (A) técnicas de injerto se observa una diferencia altamente significativa en el momento del desate y 5 días después, mientras en el factor (B) patrones y la interacción de factores (A x B), no presenta diferencias estadísticas al momento del desate y 5 días después, lo cual indica que el porcentaje de prendimiento de los injertos depende de las técnicas de injerto que se realiza a las plantas.

Figura 38. Duncan para porcentaje de prendimiento de injerto con técnicas de injerto



■ Día 1(desate) ■ Día 5



La prueba de Duncan estableció que para el porcentaje de prendimiento existe una diferencia altamente significativa en el día uno entre el injerto púa lateral y momia con un 93% y 63% y una diferencia significativa en el injerto parche con 89% de prendimiento. Para el día 5 se observa que existe una diferencia significativa entre el injerto parche y el injerto en púa lateral con 85% y 74,17% y altamente significativa con el injerto en momia con 57,5% de prendimiento de los injertos.

Mientras tanto Gomez, (2015) en su estudio a la compatibilidad del patrón y métodos de micro injertación en la propagación del clon de cacao, en lo que respecta al factor A, el injerto en pua terminal tuvo un 95.00% de prendimiento seguida de púa lateral con 92.50% y el injerto en yema (parche) con 71.25%.

Vasquez *et al*, (2018) en su evaluación a cuatro tipos de injertos en cacao, en cuanto a su variable éxito del prendimiento, el injerto enchapado lateral (púa lateral) fue el que mostró el mayor porcentaje de prendimiento con el 92%, seguido del injerto malayo (momia) con 80% y con resultados aceptables el injerto de cuña terminal con el 56%, mientras que en el injerto de parche solo hubo un 32% de prendimiento.

6.4.2. Diámetro del brote del injerto (mm)

Al final de la evaluación (60 días), se observa que esta variable tuvo un coeficiente de variación del 15,42 %, lo cual indica que hubo un buen manejo de la investigación, los resultados del análisis de varianza se presentan en el Cuadro 5.

Tabla 3. ANVA para diámetro del brote del injerto

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F cal.	Pr > F
Injerto (A)	2	1,84	0,92	3,61*	0,0425
Patrón (B)	3	1,53	0,51	2,00ns	0,1409
Injerto * Patrón (A*B)	6	0,41	0,07	0,27ns	0,9453
Error	24	6,12	0,26		
Total	35	9,91			

CV = 15,42 %

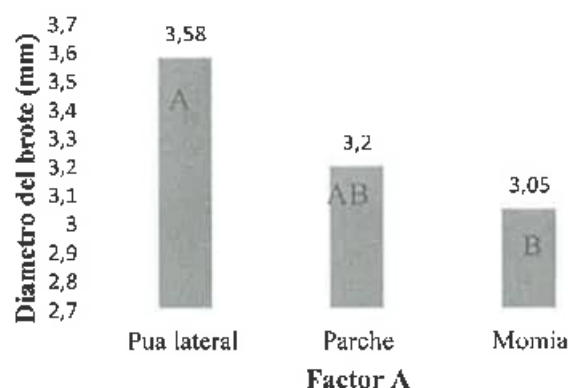
**= altamente significativo. *= significativo. ns = no significativo



El cuadro de análisis de varianza, muestra que en el factor(A) técnicas de injerto existe una diferencia significativa, también se observa que no existe diferencias entre el factor (B) patrones y la interacción de los factores (A x B), estableciendo que el desarrollo del diámetro de brotes de las varetas injertadas, es influenciada por los tipos de injerto.

Para determinar con cual técnica de injerto se produjeron los altos desarrollos del diámetro del brote, se procedió al análisis de comparaciones de medidas de Duncan.

Figura 39. Duncan para diámetro del brote con técnicas de injerto



La prueba de Duncan estableció que entre los injertos púa lateral y momia existieron diferencias significativas en sus promedios de diámetro de brote, los cuales fueron 3,58 y 3,05 mm, mientras que el injerto en parche presento 3,2 mm de diámetro. Siendo el diámetro de mayor grosor los brotes del injerto en púa lateral.

Gomez, (2015) en el diámetro de los micro injertos el injerto de yema (parche), reporto el mayor promedio con 3,80 mm, el injerto en púa lateral con 3,00 mm y por último el injerto en púa terminal 2,50 mm que fue el promedio más bajo.



Zambrano y Vera, (2012) en sus resultados de diámetro el injerto Pua lateral tuvo un resultado de 7,20mm.

6.5. Largo del brote del injerto (cm)

La variable largo del brote a los 60 días después del injertado nos muestra un coeficiente de variación de 15,81% lo cual indica que está dentro de los parámetros establecidos para la investigación. Los resultados del análisis de varianza se muestran en el cuadro

Tabla 4. ANVA para largo del brote del injerto

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F cal.	Pr > F
Injerto (A)	2	119,68	59,84	33,16**	<0,0001
Patron (B)	3	77,95	25,98	14,40**	<0,0001
Injerto * Patron (A*B)	6	34,1	5,68	3,15*	0,0202
Error	24	43,31	1,8		
Total	35	275,04			
CV = 15,81 %					

**= altamente significativo. *= significativo. ns = no significativo

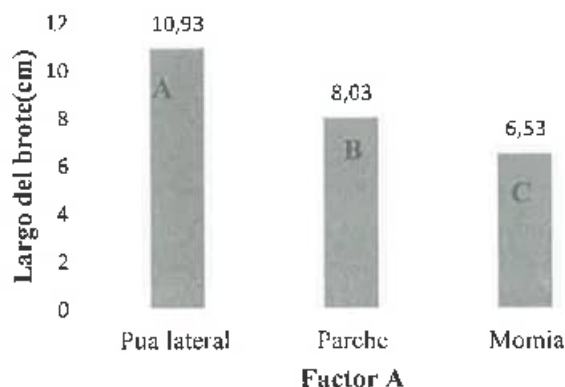
El análisis de varianza (Cuadro 6) indica que hubo diferencias altamente significativas en el factor (A) técnicas de injerto, así mismo en el factor (B) patrones, y la interacción de factores (A x B), también muestra una diferencia significativa esto indica que el largo del brote para su desarrollo es influenciado directamente por el tipo de injerto y los patrones, también depende de la interacción del tipo de injerto realizado en el patrón.

Figura 40. Duncan para largo del brote con técnicas de injerto



ESTADO PLURINACIONAL DE
BOLIVIA

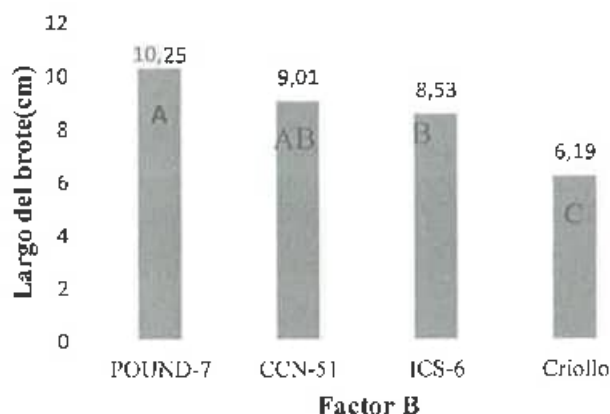
MINISTERIO DE
DESARROLLO RURAL Y TIERRAS



La prueba Duncan estableció que el mayor promedio para largo del brote fue el injerto púa lateral cuyo promedio es de 10,93cm, mientras que el injerto parche tuvo un promedio de 8,03 cm, y finalmente el injerto momia alcanzo un promedio de 6,53 cm de largo del brote. Entre el injerto púa lateral y momia se observa que estadísticamente hubo diferencia altamente significativa, mientras que con el injerto parche hubo diferencia estadísticamente con los dos tipos de injerto.

Según Gomez, (2015) indica que el injerto de yema (parche) presentó el mayor crecimiento longitudinal con 8.57 cm, el injerto en púa lateral con 5.85 cm respectivamente, mientras el injerto de púa terminal, obtuvo el promedio más bajo con 4.65 cm. A si mismo Zambrano y Vera (2012) encontraron el mejor resultado el injerto en púa lateral con 12,46 cm.

Figura 41. Duncan largo del brote para patrones





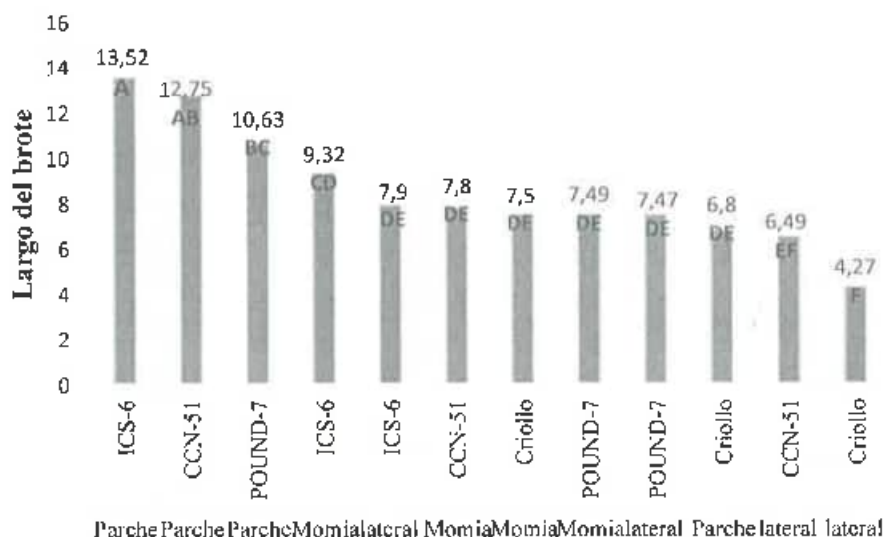
Realizando la prueba Duncan de largo del brote con el factor B se observa que con el patrón POUND-7, se tiene un largo del brote de 10,25cm, seguida del patrón CCN-51 con 9,01cm, el patrón ICS-6 tuvo una altura de 8,53cm, por último, el patrón criollo obtuvo un largo de brote de 6,19 cm de largo.

Gomez, (2015) en el Factor B, en los patrones utilizados el patrón EET-399 se desarrolló de mejor manera, con una longitud de 6.98 cm. IMC-67 con 6,81cm seguida del EET-400 con 6.30 cm y finalmente el patrón CCN-51 con 5.33cm de largo.

Angulo, (2020) muestra que los mejores resultados estuvieron por medio de los procedimientos con la mayor amplitud del brote al CMP-15 con 20.96 cm, seguido del CMP-06 con 20.91 cm y como menor número la CMP-91 con 13.63cm.

GAMBOA (2015) menciona los resultados obtenidos dentro de esta investigación fueron con las variedades UF221 con 21.11 cm, TSH-565 con 21.16cm y VRAE 99 con 21.16 cm de largo.

Figura 42. Duncan de interacción de factores (AxB)



De acuerdo a la interacción de los dos factores se observa que el factor técnicas de injerto y patrones influyeron, en el largo del brote del injerto donde el injerto parche con el patrón ICS-6 muestra un buen desarrollo con un largo de 13,52 cm (60 días)



mostrando diferencia ante el injerto púa lateral con patrón criollo con 4,27 cm de largo del brote al finalizar las evaluaciones.

Gomez, (2015) en la interacción del método de injertación por patrón A x B, el injerto de yema (parche) en el patrón EET-399, presentó la mayor longitud con 10.64 cm, el injerto en púa lateral con el mismo patrón tuvo un largo de 6,59 cm, sin embargo, el promedio más bajo de 3.73 cm, se encontró en el injerto de púa terminal con este mismo patrón. Sarango, (2008), encontró que el injerto de púa lateral, presentó buenos resultados al injertar clones de cacao nacional en patrones de CCN-51 con 12.60 cm de longitud.

6.6. Numero de brotes del injerto

Esta variable al final de la evaluación (60 días), presento un coeficiente de variación de 14,45%, estando en el parámetro establecido para la investigación. Los resultados se muestran en el cuadro 7.

Tabla 5. ANVA para número de brotes del injerto

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F cal.	Pr > F
Injerto (A)	2	6,58	3,29	62,6**	< 0,0001
Patron (B)	3	0,73	0,24	4,63*	0,0108
Injerto * Patron (A*B)	6	1,38	0,23	4,39*	0,004
Error	24	1,26	0,05		
Total	35	9,96			
CV = 14,45 %					

**= altamente significativo. *= significativo. ns = no significativo

En el cuadro de análisis de varianza se observa que en el factor (A) existe una diferencia altamente significativa entre técnicas de injerto, mientras que el factor (B) patrones muestra una diferencia significativa al igual que la interacción de los factores (A x B), con lo cual se establece que el número de brotes de los injertos depende directamente de las técnicas de injerto que se realicen en los patrones.





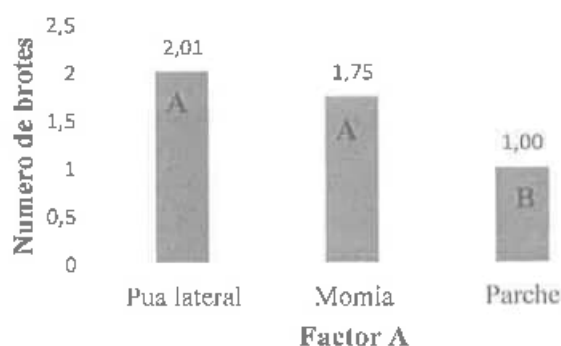
ESTADO PLURINACIONAL DE
BOLIVIA

MINISTERIO DE
DESARROLLO RURAL Y TIERRAS



Para establecer cuál de las técnicas de injertos produjo el mayor número de brotes se desarrolló la prueba de comparaciones de medias Duncan donde los resultados fueron los siguientes.

Figura 43. Duncan para número de brotes con técnicas de injerto



Observando la figura en la prueba de medias de Duncan, del factor A, se observa que no existe diferencia significativa entre el injerto púa lateral y el injerto momia con el número de brotes de 2,01 y 1,75, mientras que el injerto parche con un numero de brotes de 1,00, siendo menor que las dos técnicas de injerto.

Gomez, (2015) Respecto al Factor A. Método de injertación, el injerto de yema (parche) y púa terminal (PT) a los 60 días fueron estadísticamente iguales con 6.40 y 6.10 hojas totales, en comparación al de púa lateral que presentó 5.35 hojas.





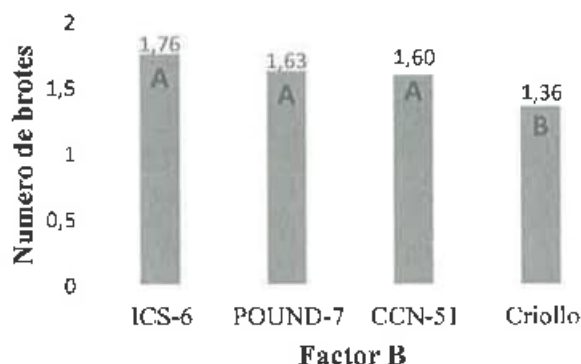
ESTADO PLURINACIONAL DE
BOLIVIA

MINISTERIO DE
DESARROLLO RURAL Y TIERRAS



Zambrano, (2013) Factor A, compuesto por los tipos de injerto, siendo superiores: Púa lateral con 1,3, y Púa terminal con 0,9 al tipo de injerto de Yema el cual alcanzó un promedio de 0,4 brotes durante la evaluación.

Figura 44. Duncan para número de brotes con patrones



De los resultados en la figura 20 de la comparación de medias Duncan del factor B, observamos que no existe diferencia significativa entre los patrones ICS-6, POUND-7 y CCN-51 con 1,76, 1,63 y 1,60, habiendo una diferencia con el patrón criollo con 1,36 de numero de brotes por injerto.

Angulo, (2020) muestra que el mejor resultado de los tratamientos evaluados con el máximo número de brote pertenece a las plantas injertadas CMP-06 con 5.50, CCN-51 con 5.26, ICS-39 con 5.33, y los menores está el CMP-15 con 3.92 y CMP-91 con 3.43.

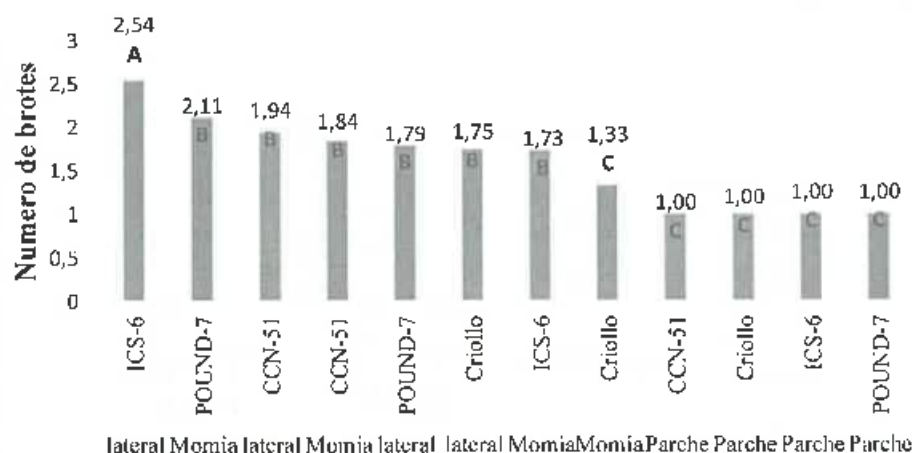
Figura 45. Duncan para interacción de factores (AxB)





ESTADO PLURINACIONAL DE
BOLIVIA

MINISTERIO DE
DESARROLLO RURAL Y TIERRAS



De acuerdo a la interacción de los dos factores se observa que el factor técnicas de injerto y patrones influyeron, en el número de brote del injerto donde el injerto púa lateral con el patrón ICS-6 muestra mayor número de brotes con 2,54 (60 días), habiendo diferencia ante el injerto parche con los patrones CCN-51, criollo, ICS-6, Pound.7 con 1,00 brote por injerto al finalizar la evaluación.

Zambrano, (2013) En los tratamientos evaluados para esta variable si se encontraron diferencias estadísticas, para lo cual los tratamientos que se mostraron superiores fueron Púa lateral+plástico+nacional, con 1,6 brote Púa lateral+plástico+CCN-51) con un promedio de 13 brotes cada uno.

6.7. Número de hojas por brote

La variable número de hojas por brote al final de la evaluación (60 días), presento un coeficiente de variación de 18,44% y 7, estando en el parámetro establecido para la investigación. Los resultados se muestran en el cuadro 8.

Tabla 6. ANVA para número de hojas por brote

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F cal.	Pr > F
Injerto (A)	2	15.42	7,71	16,93**	<0,0001
Patron (B)	3	5.67	1,89	4,15*	0,0167
Injerto * Patron (A*B)	6	1,71	0,28	0,62 ns	0,7088
Error	24	10.93	0,46		



ESTADO PLURINACIONAL DE
BOLIVIA

MINISTERIO DE
DESARROLLO RURAL Y TIERRAS

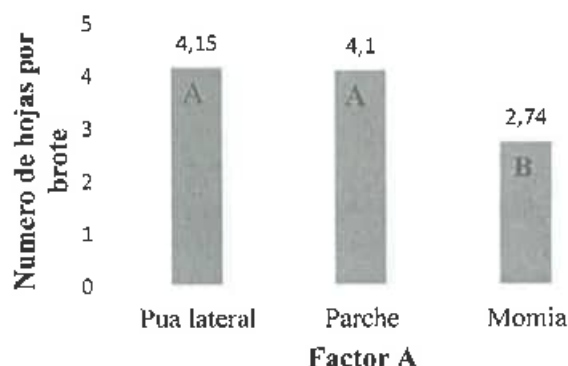


Total	35	33,74		
CV = 18,44 %				

**= altamente significativo. *= significativo. ns = no significativo

De acuerdo al análisis de varianza para esta variable se observa que el factor (A) técnicas de injerto muestra una diferencia altamente significativa entre técnica de injerto. En cambio, en el factor (B) patrones muestra una diferencia significativa con lo cual se estableció que el número de hojas por brotes depende directamente del factor (A) técnicas de injerto.

Figura 46. Duncan para número de hojas por brote con técnicas de injerto



La prueba de Duncan estableció que con el injerto púa lateral y parche se produjeron el mayor promedio de hojas por brote, el cual fue de 4,15 y 4,1 respectivamente, en cambio el que tuvo un promedio bajo fue con el injerto de momia con un valor de 2,74 número de hojas por brote.

Gomez, (2015) respecto al Factor A. Método de injertación, el injerto de yema (parche) con 6.40 hojas y púa terminal con 6.10 hojas en comparación al de púa lateral que presentó 5.35 hojas.

Moreira y Pinargote, (2009) determinaron de igual manera que el método de púa terminal supera al de yema con 12.00 hojas y 3.25 hojas, consecutivamente el injerto de Púa lateral con 5.00 hojas. A si mismo Zambrano, (2013) tuvo resultados en púa



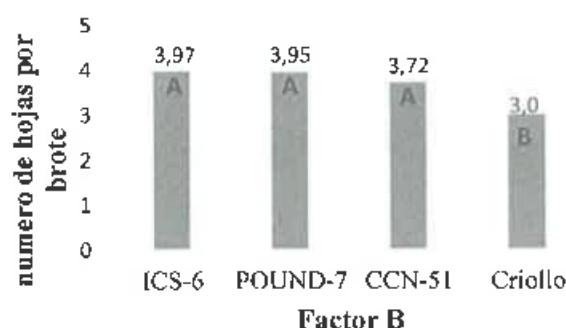
ESTADO PLURINACIONAL DE
BOLIVIA

MINISTERIO DE
DESARROLLO RURAL Y TIERRAS



lateral y terminal con 2,2 y 1,9 hojas respectivamente superaron al tipo de injerto de Yema (parche) cuyo promedio fue de 0,5.

Figura 47. Duncan para número de hojas con patrones



La prueba de Duncan estableció que entre los patrones ICS-6, POUND-7 y CCN-51 no existieron diferencias significativas en sus promedios de numero de hojas por brote, los cuales fueron 3,97, 3,95 y 3,72 respectivamente. Los tres promedios fueron estadísticamente superiores al patrón criollo el cual presento 3,0 número de hojas por brote.

Gomez, (2015) En el Factor B. Patrones, los micro injertos con el patrón IMC-67 presentaron mayor formación de hojas totales con 6.60 en promedio, la menor formación de hojas se dio con el patrón CCN-51 con 5.60 hojas respectivamente.

Zambrano, (2013) Por su parte encontró que el patrón CCN-51 con un promedio de 1,9 hojas superó estadísticamente al patrón Nacional, la cual obtuvo un promedio de 1,1 hojas.

Zambrano y vera (2012) Para el factor patrones el mejor promedio lo obtuvo el patrón EET-103 con 3,38 seguida del EET-576 con 3,30 y con el menor promedio EET-575 con 3,31 hojas

6.8. Beneficio costo

Figura 48. Beneficio costo



ESTADO PLURINACIONAL DE
BOLIVIA

MINISTERIO DE
DESARROLLO RURAL Y TIERRAS



Técnica de injerto	Patrones	Injertados	Costo total	% de predominio	Nº de plantas	Precio x planta	Ingreso total	Beneficio neto	B/C
Parche	criollo	24	24,80	87	21	6	125,28	100,48	4,05
Parche	ICS-6	24	24,80	87	21	6	125,28	100,48	4,05
Parche	CCN-51	24	24,80	80	19	6	115,2	90,40	3,64
Parche	POUND-7	24	24,80	87	21	6	125,28	100,48	4,05
Pua Lateral	criollo	24	43,52	63	15	8	120,96	77,44	1,78
Pua Lateral	ICS-6	24	43,52	73	18	8	140,16	96,64	2,22
Pua Lateral	CCN-51	24	43,52	80	19	8	153,6	110,08	2,53
Pua Lateral	POUND-7	24	43,52	80	19	8	153,6	110,08	2,53
Momia	criollo	24	44,00	53	13	8	101,96	57,76	1,31
Momia	ICS-6	24	44,00	63	15	8	120,96	76,96	1,75
Momia	CCN-51	24	44,00	57	14	8	109,44	65,44	1,49
Momia	POUND-7	24	44,00	57	14	8	109,44	65,44	1,49

Según el análisis económico con un mayor beneficio costo presento el injerto parche con patrones de criollo, ICS-6, Pound-7 con una ganancia de Bs 3,05 por cada boliviano invertido, seguido del injerto parche con CCN-51 obteniendo una ganancia de Bs 2,64 por cada boliviano invertido, con el injerto de Pua lateral con patrones CCN-51, Pound-7 se obtuvo una ganancia de Bs 1,53 por cada boliviano invertido, seguida con el patrón ICS-6 con ganancia de Bs1,22 y con el patrón criollo con ganancia de Bs 0,78 por cada boliviano invertido. Para el injerto momia con el patrón ICS-6 se obtuvo una ganancia de Bs 0,75 por cada boliviano invertido, con los patrones de CCN.51 , Pound-7 se tuvo una ganancia de Bs 0,49 por cada boliviano invertido, finalmente con el patrón criollo se obtuvo una ganancia de Bs 0,31 por cada boliviano invertido, este resultado fue el más bajo dentro de los tratamientos .





ESTADO PLURINACIONAL DE
BOLIVIA

MINISTERIO DE
DESARROLLO RURAL Y TIERRAS



7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1. Conclusiones

De acuerdo a los objetivos planteados en la investigación se llegó a las siguientes conclusiones específicas:

- ✓ Para determinar el desarrollo vegetativo de los cuatro patrones evaluados en el porcentaje de germinación el patrón CCN-51 y POUND-7 tuvieron un 72% y el criollo con 24% de germinación. En el diámetro del tallo el patrón ICS-6 tuvo un promedio de 6,36 mm, para el injerto parche y el patrón criollo, presento 5,23 mm de diámetro. A si también se observó que en la altura planta el patrón POUND-7 tuvo 45,76 cm y el criollo una altura de 29,98 cm.
- ✓ Para determinar el tiempo del diámetro adecuado para el injerto en parche obtuvo un promedio de 6,36 mm de diámetro a los 240 días mientras que para el injerto en púa lateral 6,4 mm y 6,28 mm para momia a los 270 días, teniendo el mejor desarrollo el patrón ICS-6 seguida de POUND-7, CCN-51 y finalmente el criollo.
- ✓ En la variable porcentaje de prendimiento el injerto púa lateral tuvo un 93% y el injerto parche con 89% de prendimiento en el momento de desate, a los 5 días el injerto parche presento un 85% y injerto en momia con 57,5%. En el diámetro del brote el injerto de púa lateral presento un promedio de 3,58 mm, mientras que el injerto en parche presento 3,2 mm de diámetro. Para el largo del brote el injerto parche con patrón ICS-6 muestro un buen desarrollo con un largo de 13,52 cm con diferencia ante el injerto púa lateral con patrón criollo con 4,27 cm de largo. Mientras que en el número de brote el injerto púa lateral con el patrón ICS-6 muestra mayor número de brotes con 2,54, habiendo diferencia ante el injerto parche con 1,00 brote por injerto en los cuatro patrones. En el número de hojas por brote el injerto púa lateral, con patrón ICS-6 con promedio de 4,15 hojas, y el injerto de momia con patrón criollo con un valor de 2,74 número de hojas por brote.



- ✓ En el análisis económico beneficio costo se tiene como mejor tratamiento el injerto parche con patrones de criollo, ICS-6, Pound-7 con Bs 4,05 con una ganancia de Bs 3,05 por cada boliviano invertido.

7.2. Conclusión General

Con el presente trabajo de investigación se llegó a determinar que en municipio de Palos Blancos se pueden realizar las tres técnicas de injerto como parche, púa lateral, momia, ya que el injerto reduce el tiempo para que la planta llegue a la etapa de producción en menos tiempo, con los diferentes patrones de cacao ICS-6, CCN-51, POUND-7, Criollo los cuales tienen características de resistencia a ciertas enfermedades, que los productores usan para renovar, implementar, el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.).

Con los resultados obtenidos en la presente investigación se rechaza la hipótesis nula planteada, por lo tanto, se afirma que con el factor Técnicas de injerto(A) (parche, púa lateral, momia), existe diferencias significativas a si mismo con el factor Patrones (B) (ICS-6, CCN-51, POUND-7 y Criollo), que son necesarios para el desarrollo del injerto.





ESTADO PLURINACIONAL DE
BOLIVIA

MINISTERIO DE
DESARROLLO RURAL Y TIERRAS



7.3. Recomendaciones

De acuerdo con los resultados y conclusiones obtenidas en esta investigación se recomienda lo siguiente:

- ✓ Se recomienda realizar injertos en épocas donde no haya mucha precipitación, regar a capacidad de campo antes de realizar los injertos, regar después del tercer día del injerto para evitar salpicaduras y pudrición de las yemas.
- ✓ Se recomienda utilizar el patrón ICS-6 ya que presentó un buen desarrollo en el diámetro (grosor) del tallo en menos tiempo parámetro importante para realizar el injerto.
- ✓ Realizar la técnica de injerto púa lateral, parche con el patrón ICS-6, los cuales mostraron un buen porcentaje de prendimiento, buen desarrollo del diámetro del brote, del largo del brote, número de brotes, número de hojas.
- ✓ Por otro lado, se sugiere continuar con la evaluación en campo de los plantines injertados ya que los cuatro patrones brindan diferentes resistencias a ciertas enfermedades, ver el tiempo de producción de los injertos.
- ✓ Se recomienda realizar injertos con frecuencia de tiempo para ver el porcentaje de prendimiento y desarrollo del brote.
- ✓ Se recomienda realizar injertos en épocas donde no haya mucha precipitación, regar a capacidad de campo antes de realizar los injertos, regar después del tercer día del injerto para evitar salpicaduras y pudrición de las yemas.
- ✓ No realizar deshoje de los plantines antes del injertado.





ESTADO PLURINACIONAL DE
BOLIVIA

MINISTERIO DE
DESARROLLO RURAL Y TIERRAS



8. BIBLIOGRAFÍA

ANECACAO (Asociación Nacional de Exportadores de Cacao). 2020. (en línea, sitio web). Consultado 24 may. 2022. Disponible en <http://www.anecacao.com> >

APROCACAO (Asociación de Productores de Cacao Honduras). 2005. Producción de plantas de cacao por injerto. (en línea). Lima, Honduras. 12p. Consultado el 11 may. 2022. Disponible en www.fhia.org.hn

APPCACAO (Asociación Peruana de Productores de Cacao). 2013. Injertaciones en el cultivo de cacao. Desarrollo competitivo del cultivo de cacao con pequeños agricultores de la convención. (en línea). Cuzco Perú. 1p. consultado el 5 jun. 2022. Disponible en <http://appcacao.org/>

Angulo, PA. 2020. Comportamiento de cuatro clones de cacao (*Theobroma cacao* L.) sobre diferentes patrones, en fase de vivero Tingo María – Castillo grande. Tesis de grado Ing. En Conservación de Suelos y Agua. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María. Perú. 132p.

Cabuya, C. 2019. Clasificación Taxonómica Del Cacao (en línea, sitio web). Consultado 23 may. 2022. Disponible en <https://es.scribd.com> >

Copa, BA. 2017. Caracterización morfológica de árboles de cacao (*Theobroma cacao* L.) con potencial productivo y tolerancia a monilia (*Moniliophthora roreri* Cif & Par. evans et al.) en el área IIB y VI, de la región Alto Beni-Bolivia. (en línea). Tesis de grado Ing. Agr. Universidad mayor de San Andrés. Alto Beni- Bolivia. 132p. consultado 22 may. 2022. Disponible en <https://repositorio.umsa.bo/handle/123456789/13311>

CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza). 2005. Manejo Agronómico del cacao. Lima – Perú. 20p.

Clac. 2013. Cacao. (en línea, sitio web). consultado 23may. 2022. Disponible en <https://clac-comerciojusto.org> > portfolio-item > cacao





ESTADO PLURINACIONAL DE
BOLIVIA

MINISTERIO DE
DESARROLLO RURAL Y TIERRAS



CIPCA (Centro de Investigación y Promoción del Campesinado). 2021. Medalla de Oro para Bolivia: AJORA en el podio más alto del COCOA AWARD PARIS FRANCIA (en línea, sitio web). Consultado 24 may. 2022. Disponible en <https://www.cipca.org.bo>

Chaycoj, JL. 2005. Evaluación del prendimiento de injerto de cacao (*Theobroma cacao* L) UF-667, en cinco etapas de crecimiento del patrón Pound-7. Tesis de grado Ing. Agr. Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala. 59p.

Corrales, DO. 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. Tesis de grado Ing. Agro. Universidad mayor de San Andrés. La paz. Bolivia. 88p.

CORPOICA. (Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria), Programa Nacional de Transferencia de Tecnología Agropecuaria, Pronatta. Propagación Asexual de Plantas. Conceptos Básicos y Experiencias con Especies Amazónicas. Ed. Produmedios. Colombia. 56 p.

El Ceibo. 2021. Manual de manejo de cacao. Experiencias de la región del Alto Beni. La Paz. Bolivia. 100 p. Disponible en <https://elceibo.com/piaf.php>

Estrada, WJM; Romero, XG; Moreno, JA. 2011. Guía técnica del cultivo de cacao manejado con técnicas agroecológicas. Segunda edición. San Salvador. El Salvador. 18p. Disponible en <http://infocafes.com>

FAO. 2021. Arranca el torneo para encontrar a los mejores cacaos y chocolates de Bolivia (en línea, sitio web). Consultado 24 may. 2022. Disponible en <https://www.fao.org>

Gomes, ME. 2015. Compatibilidad del patrón y métodos de micro injertación en la propagación del cacao (*Theobroma cacao* L) CCN-51. Tesis de grado Ing. Agrop. Quevedo. Ecuador. UTEQ. 73p.





ESTADO PLURINACIONAL DE
BOLIVIA

MINISTERIO DE
DESARROLLO RURAL Y TIERRAS



Gruposacsa. 2016. Ventajas y desventajas de los injertos (en línea, sitio web). Consultado 26 may. 2020. Disponible en

<http://www.gruposacsa.com.mx/ventajas-ydesventaja-de-los-injertos/>

Gómez, C. 2005. Cacao Aspectos Agronómicos para su cultivo. San Cristóbal, Venezuela. p 44 – 46

Gomez, ME.2015. Compatibilidad del patrón y métodos de micro injertación en la propagación del clon de cacao (*Theobroma cacao* L.) CCN-51 en Quevedo, Ecuador. Tesis de grado Ing. Agrop. Universidad Técnica Estatal de Quevedo Facultad de Ciencias Pecuarias. Quevedo. Ecuador. 37-45 p.

Garate, MA; Paz, JL; Delgado, H. 2020. Técnicas de propagación de cacao (*Theobroma cacao*) (en línea). Primera edición. Peru. Consultado el 15 de may. 2022. 18 p. Disponible en www.drasam.gob.pe

GAMBOA, R. 2015. Comportamiento en vivero de cuatro clones de Cacao (*Theobroma cacao* L) sobre diferentes patrones en Satipo. Lima. Perú 68p.

Helvetas. 2020. La historia detrás del chocolate boliviano (en línea, sitio web). Consultado 24 may. 2022. Disponible en <https://www.helvetas.org>

Infocacao. 2017. Producción de patrones de cacao de alta calidad. Honduras. Boletín Infocacao. Nº 16.

Isla, E; Andrade, B. 2009. Propuesta para el manejo de cacao orgánico. Primera edición. Lima. Peru. Lettera gráfica. p 92. Disponible en <http://infocafes.com>

IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura). 2021. Práctica del injerto y tipos de injertos en cacao (Cuidados y pasos a seguir). Segunda edición San Salvador. El Salvador 19p. disponible en <https://repositorio.iica.int/>

Le vice. 2019. Cacao criollo, trinitario y forastero ¿conoces la diferencia? (en línea, sitio web). Consultado 21 de may. 2022. Disponible en <https://levicechocolat.com>



ESTADO PLURINACIONAL DE
BOLIVIA

MINISTERIO DE
DESARROLLO RURAL Y TIERRAS



Martínez, SP; Noceda, C; Zambrano, O; Parra, D; Córdoba, L; Daynet, S. 2017. Descripción de plagas en viveros de cacao en el cantón milagro a partir de diferentes fuentes de información (en línea). Revista Ciencia UNEMI. 10 (24):19-38. Consultado 11 may. 2022. Disponible en <http://www.bibliotecasdelecuador.com/cobuec/>

Moran, A. 2018. ¿Qué es un injerto? ventajas y desventajas (en línea, sitio web). Consultado 25 ago. 2022. Disponible en <https://agriculturers.com/que-es-un-injertoventajas-y-desventajas/>

Midagri. 2019. Cultivares de cacao en plantaciones del Perú (en línea, sitio web). Consultado el 20 de may. 2022. Disponible en <https://www.midagri.gob.pe>

Martínez, A. 2010. Manual para la producción orgánica de cacao en Bolivia Fundación PIAF(Programa de Implementaciones Agro-ecológicas y Forestales) - EL CEIBO. Primera edición la paz. Bolivia.72p. disponible en <https://piafelceibo.org/>

Moran, E; Vera, J.2009. 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 en Manabí, Ecuador. Tesis de grado Ing. Agr. Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí "Manuel Félix López". Calceta. Ecuador. 53-59p.

Moreira, J; Pinargote, D.2009. Influencia de ambientes semi-controlados y técnicas de injertación sobre el prendimiento del injerto de cacao Nacional ESPAM-MFL en Calceta, Ecuador. Tesis Ing. Agr. Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí "Manuel Félix López". Calceta, Ecuador. 50p.

Paredes, M. 2003. Manual del cultivo de cacao. Primera edición. Perú. 100p. disponible en <https://vdocuments.net/manual-cultivo-cacao.html>

Paredes, O. 2010. Propagación vegetativa por injerto de bolaina blanca (guásima crinita mart.) bajo condiciones controladas en Pucallpa, Perú. Tesis de grado Ing. Agr. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María. Perú.

PIAF EL CEIBO. 2017. Manual de manejo de cacao - Experiencias de la región del Alto Beni Bolivia- 100 p.



ESTADO PLURINACIONAL DE
BOLIVIA

MINISTERIO DE
DESARROLLO RURAL Y TIERRAS



PTDI (Plan Territorial de Desarrollo Integral). 2020. Plan Territorial de Desarrollo Integral 2016-2020 – Municipio de Palos Blancos. La paz . Bolivia. 319p. Disponible en <https://es.scribd.com>

Quispe, J. s.f. INIAF. (Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal). Instalación y manejo de vivero de cacao). Palos Blancos. Bolivia. 55p.

Quiroz, J; Mestanza, V. 2012. Injertación de cacao. Ecuador. Boletín Técnico N° 148. INIAP.

Rojas, S; Garcia, J; Alarcon, M; Escobar, CJ; Cipagauta, M; Solarte, H; Osorio VE; et al. 2004.

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 de grado Ing. Agr. Ciudad Universitaria. El Salvador. Universidad de El Salvador. 65p.

Sarango, E. 2008. Evaluación del prendimiento de dos tipos de injerto con tres clones de cacao (*Theobroma cacao* L.) y dos cultivares de la zona en Guaranda, Ecuador. Tesis de grado Ing. Agr. Universidad Estatal de Bolívar. Guaranda. Ecuador. 45p.

Valenzuela, JF. 2021. Modelo Productivo para el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L): Material vegetal y propagación. Medellín. Colombia 33p.

Vásquez, OE; Parada, BF; Rodríguez, UE; Lovo, LL. 2018. Evaluación de cuatro tipos de injertos de cacao (*Theobroma cacao* L.) utilizando como injerto el clon ICS-95 en porta injertos de dos años de edad establecidos en campo en la Cooperativa Santa Clara, San Luis Talpa, La Paz, El Salvador a partir de diferentes fuentes de información (en línea). Revista científica de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador AGROCIENCIA. III (14):27-29. Consultado 3 jun. 2024 Disponible en <https://revistaagrociencia.wordpress.com/>





ESTADO PLURINACIONAL DE
BOLIVIA

MINISTERIO DE
DESARROLLO RURAL Y TIERRAS



Zambrano, CM. 2013. Evaluación de tres métodos de propagación clonal, bajo dos tipos de cubierta, utilizando dos variedades de cacao (*Theobroma cacao* L.) genéticamente diferentes, en su fase de prendimiento definitivo a nivel comercial en santo domingo de los Tsáchilas. Tesis de grado Ing. Agr. Universidad Nacional de Loja. Loja, Ecuador. 30-53p.





ESTADO PLURINACIONAL DE
BOLIVIA

MINISTERIO DE
DESARROLLO RURAL Y TIERRAS



ANEXO 1 COSTOS DE PRODUCCION

DETALLE	Unidad	Cantidad	Costo unitario	Costo total
COSTOS FIJOS				
1. LABORES				
1.1. Mano de obra				
Limpieza del terreno	Jornal	1	100	100
Preparación de sustrato	Jornal	1	100	100
Embolsado	Jornal	2	100	200
Enfilado	Jornal	2	100	200
Pregeminado de semillas	Jornal	1	100	100
Répique de semillas	Jornal	1	100	100
Destestado	Jornal	1	100	100
Control fitosanitario	Jornal	1	100	100
Riego	Jornal	2	100	200
Desmalezado	Jornal	2	100	200
Iniertado	unidad	150	3	450
COSTOS FIJOS TOTALES (Bs)				1850
COSTOS VARIABLES				
1.5. Herramientas				
bolsas de polietileno(16x24)	unidad	864	0,18	155,52
Pala	unidad	1	50	50
Picota	unidad	1	70	70
Cerretilla	unidad	1	250	250
Manguera	m	20	2	40
Flexómetro(cm)	unidad	1	10	10
calibrador Vernier(mm)	unidad	1	100	100
Sub total (Bs)				675,52
1. MATERIALES				
1.1. Insumos				
Suelo del lugar	m ²	1	150	150
Lama (arena)	m ³	1	150	150
Aserrín	m ³	1	200	200
Sub total (Bs)				500
SUB COSTO TOTAL				3025,52
SUB COSTO TOTAL POR TRATAMIENTO				84,04
1.2. Injerto porthe				
mazorca	unidad	15	4	60
varetas(yemas)	unidad	57,6	2,5	144
nylon 30micras	m	1,92	5	9,6
Sub total (Bs)				213,6
Costo sub total por tecnica de injerto				24,80
Costo sub total cada plantula				1,63
1.3. Injerto pua lateral				
mazorca	unidad	15	4	60
varetas(yemas)	unidad	144	2,5	360
nylon 30micras	m	1,92	5	9,6
bolsas (5x25)	unidad	288	0,03	8,64
Sub total (Bs)				438,24
Costo sub total cor tecnica de injerto				43,52
Costo sub total cada plantula				1,81
1.4. Injerto momia				
mazorca	unidad	15	4	60
varetas(yemas)	unidad	144	2,5	360
nylon 30micras	m	1,92	5	9,6
nylon 30micras para embolber	m	2,88	5	14,4
Sub total (Bs)				444
Costo sub total cor tecnica de injerto				44,00
Costo sub total cada plantula				1,83
COSTO TOTAL				5971,36





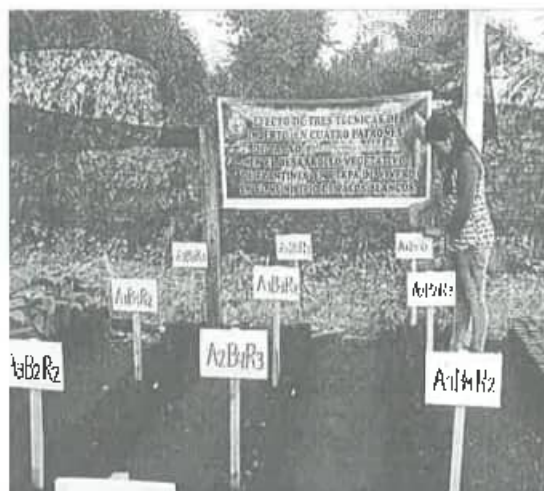
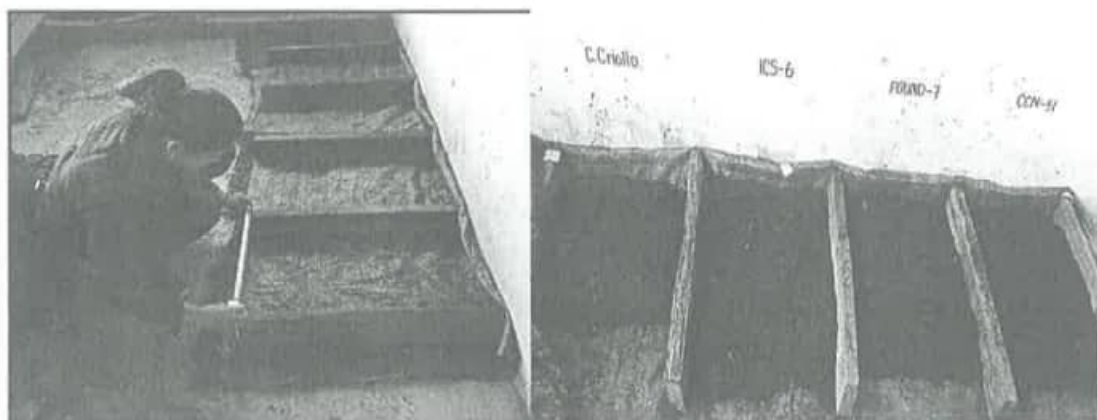
ESTADO PLURINACIONAL DE
BOLIVIA

MINISTERIO DE
DESARROLLO RURAL Y TIERRAS



ANEXO 2; OTRAS FOTOS OBTENIDAS EN EL EXPERIMENTO

Enfilado, selección de semilla, preparado del germinadero y obtención de semillas.



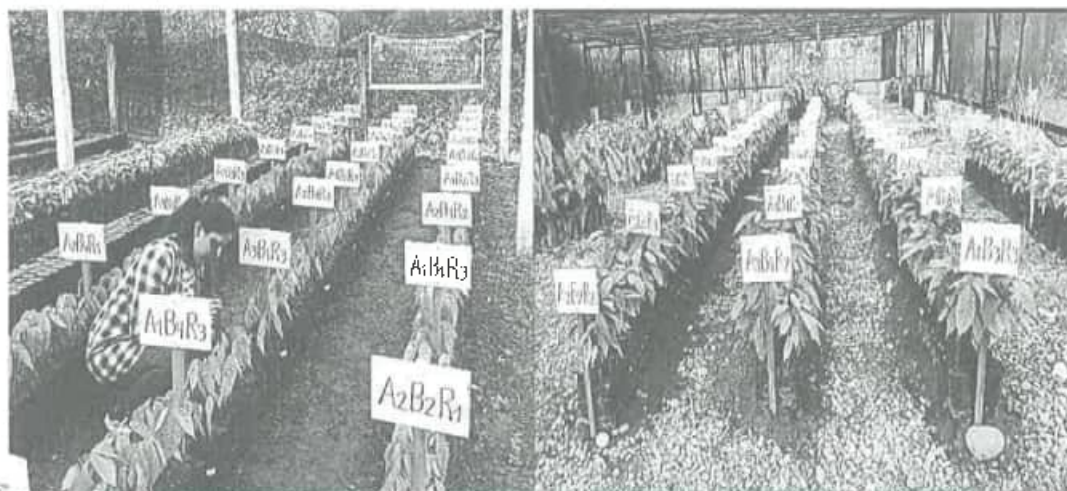


ESTADO PLURINACIONAL DE
BOLIVIA

MINISTERIO DE
DESARROLLO RURAL Y TIERRAS

INIAF
Instituto Nacional de Innovación
Agropecuaria y Forestal

Mazorcas de los 4 patrones, desarrollo de plantines.



Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal – INIAF.
Dirección: Calle Cañada Strongest, Esquina Otero de la Vega, N° 1573, Zona San Pedro Centro.
Teléfonos: (591-2) 22148913 – 22124404 – 2113629 – 2 2124341 – 2 2124411.
La Paz – Bolivia.



ESTADO PLURINACIONAL DE
BOLIVIA

MINISTERIO DE
DESARROLLO RURAL Y TIERRAS



Injerto de las técnicas, desate,

prendimiento de injertos





ESTADO PLURINACIONAL DE
BOLIVIA

MINISTERIO DE
DESARROLLO RURAL Y TIERRAS



Desarrollo de los injertos parche, púa lateral y momia





ESTADO PLURINACIONAL DE
BOLIVIA

MINISTERIO DE
DESARROLLO RURAL Y TIERRAS

iniat
Instituto Nacional de Innovación
Agropecuaria y Forestal

