UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMIA

INFLUENCIA DE LAS FASES LUNARES EN EL PRENDIMIENTO Y CRECIMIENTO DE DOS TIPOS DE INJERTOS CON EL CLON CCN–51 EN EL CULTIVO DE CACAO (*Theobroma cacao* L) EN HUIPOCA – PADRE ABAD

Tesis para optar el título profesional de

INGENIERO AGRONOMO

KEILA CESIA, CAPCHA CISNEROS

Pucallpa, Perú

2024

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA

ANEXO 4

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN O TESIS

Los Miembros del Jurado que suscriben, reunidos para estudiar y escuchar la sustentación de la tesis, presentado por **KEILA CESIA CAPCHA CISNEROS,** denominada: **"INFLUENCIA DE LAS FASES LUNARES EN EL PRENDIMIENTO Y CRECIMIENTO DE DOS TIPOS DE INJERTOS CON EL CLON CCN-51 EN EL CULTIVO DE CACAO (*Theobroma cacao L*) EN HUIPOCA - PADRE ABAD",** para cumplir con el requisito de **TÍTULO PROFESIONAL**.

Teniendo en consideración los méritos del referido trabajo, así como los conocimientos demostrados por el sustentante lo declaramos: Aprobado por Unanimidad con el calificativo (*) 18

En consecuencia, queda en condición de ser considerado Apto por el Consejo Universitario y recibir el: Título de **INGENIERO AGRÓNOMO**, de conformidad con lo estipulado en Art. 10 del reglamento general de grados académicos, título profesional y título de segunda especialidad profesional de la Universidad Nacional de Ucayali.

Pucallpa, 19 de Junio de 2025.

Dr. Mack Henry Pinchi Ramírez
Presidente

M. Sc. Pablo Pedro Villegas Panduro
Primer Miembro

M. Sc. Roger Vásquez Gómez
Segundo Miembro

Dr. Héctor Arbildo Paredes
Asesor

(*) De acuerdo con el Art. 21 del Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional de Ucayali, éstas deberán ser calificadas con términos de Sobresaliente, Aprobado por Unanimidad, Aprobado por Mayoría y Desaprobado.

ACTA DE APROBACIÓN

Esta tesis fue aprobada por el Jurado Evaluador de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional de Ucayali, como requisito para optar el Título de Ingeniero Agrónomo.

Dr. Mack Henry Pinchi Ramírez ……
PRESIDENTE

M. Sc. Pablo Pedro Villegas Panduro ……
PRIMER MIEMBRO

M. Sc. Roger Vásquez Gómez ……
SEGUNDO MIEMBRO

Dr. Héctor Arbildo Paredes ……
ASESOR

Bach. Keila Cesia Capcha Cisneros ……
TESISTA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

DIRECCIÓN DE PRODUCCIÓN INTELECTUAL

CONSTANCIA

ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Nº **V/263-2025.**

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

"INFLUENCIA DE LAS FASES LUNARES EN EL PRENDIMIENTO Y CRECIMIENTO DE DOS TIPOS DE INJERTOS CON EL CLON CCN-51 EN EL CULTIVO DE CACAO (*Theobroma cacao L*) EN HUIPOCA – PADRE ABAD"

Autor(es)	:	**CAPCHA CISNEROS, KEILA CESIA**
Facultad	:	**CIENCIAS AGROPECUARIAS**
Escuela	:	**AGRONOMÍA**
Asesor(a)	:	**Dr. ARBILDO PAREDES, HÉCTOR**

Presenta un **porcentaje de similitud de 4%,** verificado en el Sistema Antiplagio COMPILATIO,

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

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

Fecha: 23/05/2025

Mg. JOSÉ MANUEL CÁRDENAS BERNAOLA
Director de Producción Intelectual

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

DIRECCIÓN DE PRODUCCIÓN INTELECTUAL

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

Repositorio de la Universidad Nacional de Ucayali

Yo, Keila Cesia Capcha Cisneros.

Autor de la tesis titulada : "Influencia de las fases Lunares en el prendimiento y Crecimiento de dos tipos de injertos con el clon CCN-51 en el cultivo de cacao (Theobroma cacao L.) en Huipoca - Padre Abad".

Sustentada el año 2025

Asesor(a): Dr. Hector Arbildo Paredes.

Facultad: Ciencias Agropecuarias.

Escuela Profesional: Agronomía.

Autorizo la publicación:

PARCIAL [ ] TOTAL [X]

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

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

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

En señal de conformidad firmo la presente autorización.

Fecha: 19 / 06 / 2025

Email: Kcapchacisneros@gmail.com Firma:

Teléfono: 917563541 DNI: 73515786

www.repositorio.unu.edu.pe
repositorio@unu.edu.pe

DEDICATORIA

Agradezco a Dios por ser mi luz y mi fuerza para perseverar, ayudándome a enfrentar las dificultades con dignidad y sin rendirme ante los desafíos, por ser mi guía constante y por colocar en mi camino a las personas correctas.

A mis queridos padres, Elisabeth Cisneros Valderrama y Valeriano Capcha Rojas, quienes me inculcaron valores, buenos hábitos y nobles sentimientos, convirtiéndose en mi principal apoyo y en una fuente constante de amor y fortaleza, mi éxito académico es un reflejo de entrega y dedicación.

A mis hermanos, por su constante apoyo, por ser mis mejores consejeros, por brindarme su amor incondicional y por impulsarme siempre a luchar por mis sueños.

AGRADECIMIENTO

Expreso mi más profundo agradecimiento a la Universidad Nacional de Ucayali, por proporcionarme una educación de excelencia y por abrirme las puertas a oportunidades que han forjado mi camino. Cada jornada en este campus ha sido una vivencia enriquecedora, y todo el tiempo compartido aquí representa un valioso proceso de crecimiento y aprendizaje en mi vida.

A los docentes de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Escuela de Agronomía, expreso mi más profundo reconocimiento y agradecimiento. Su compromiso y exigencia en la enseñanza han sido pilares esenciales en mi formación académica y profesional. Los conocimientos y la inspiración que me brindaron permanecerán conmigo en el camino que emprendo.

A mi asesor Dr. Hector Arbildo Paredes, por su paciencia y su sabiduría. Su apoyo permanente y su dedicación a mi investigación fueron fundamentales para la realización de esta tesis.

Al Dr. Edgardo Leoncio Braul Gomero, por su constante apoyo moral que ha representado una fuente inagotable de inspiración y estímulo. Su aporte a mi formación académica y profesional ha sido incalculable, su orientación y consejos en los momentos difíciles fue clave para mantenerme firme en el camino.

Finalmente, Agradezco profundamente a los ingenieros Luis Fernando Oliva Rojas y Jackelin Natali Tineo Silva por su valiosa participación en este proyecto de investigación y por las contribuciones que enriquecieron su desarrollo y culminación.

INDICE GENERAL

RESUMEN…..xi

ABSTRACT.....xii

INTRODUCCIÓN.....2

CAPITULO I PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....4

1.1. Descripción y fundamentación del problema.....4

1.2. Formulación del problema general y específicos.....5

1.2.1. Problema general.....5

1.2.2. Problemas específicos.....5

1.3. Objetivo general y objetivos específicos.....6

1.3.1. Objetivo general.....6

1.3.2. Objetivos específicos.....6

1.4. Hipótesis y/o sistema de hipótesis.....6

1.4.1. Hipótesis general.....6

1.4.2. Hipótesis específicas.....6

1.5. Operacionalización de las variables.....7

1.5.1. Variable independiente:.....7

1.5.2. Variable dependiente:.....7

1.6. Justificación e importancia.....8

1.7. Viabilidad.....10

1.8. Limitaciones.....12

CAPITULO II MARCO TEÓRICO.....13

2.1. Antecedentes.....13

2.1.1. Antecedentes internacionales.....13

2.1.2. Antecedentes nacionales.....15

2.1.3. Antecedentes locales 18
2.2. Bases teóricas 18
2.2.1. Origen y distribución 18
2.2.2. Generalidades del cultivo 19
2.2.3. Clasificación taxonómica 20
2.2.4. Descripción botánica 21
2.2.5. Fenología del cultivo de cacao 25
2.2.6. Variedades 26
2.2.7. Requerimientos edafoclimáticos 29
2.2.8. Requerimiento del suelo para el cultivo de cacao 32
2.2.9. Métodos de propagación del Cacao 34
2.2.10. Injerto en el cultivo de cacao 39
2.2.11. Tipos de injerto 40
2.2.12. Fases lunares 44
2.2.13. Influencia de las fases lunares en los injertos de cacao 47
2.2.14. Beneficio de la luz lunar en el éxito del injerto 48
2.3. Definiciones conceptuales 48
CAPÍTULO III METODOLOGIA 52
3.1. Método de investigación 52
3.2. Tipo y nivel de investigación 52
3.3. Población y muestra 52
3.3.1. Población 52
3.3.2. Muestra 53
3.4. Componentes en estudio 53
3.5. Tratamientos en estudio 53

3.6. Diseño experimental 54
3.7. Análisis de la varianza 55
3.8. Ejecución del experimento 57
3.8.1. Ubicación y duración del estudio. 57
3.8.2. Condiciones ambiéntelas. 58
CAPÍTULO IV RESULTADOS.....60
4.1. Prendimiento.....60
4.1.1. Porcentaje de prendimiento (%) 60
4.2. Crecimiento.....64
4.2.1. Altura del injerto (cm) 64
4.2.2. Diámetro del tallo de injerto (cm) 69
4.2.3. Número de hojas.....73
CAPÍTULO V DISCUSIÓN DE RESULTADOS 78
5.1. Prendimiento.....78
5.1.1. Porcentaje de prendimiento (%) 78
5.2. Crecimiento.....80
5.2.1. Altura del injerto (cm) 80
5.2.2. Diámetro del tallo del injerto 82
5.2.3. Número de hojas.....83
CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES.....85
CAPÍTULO VII: RECOMENDACIONES 86
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....87
ANEXOS…. 94

RESUMEN

El presente estudio tuvo como objetivo evaluar la influencia de las fases lunares en el prendimiento y crecimiento de injertos de cacao (*Theobroma cacao* L.) en el distrito de Huipoca, Padre Abad. Se utilizó un diseño experimental completamente al azar con un arreglo factorial de 4A × 2B, considerando las fases lunares (cuarto creciente, cuarto menguante, luna llena y luna nueva) y los tipos de injerto (púa central y púa lateral). Los injertos, que consisten en insertar una especie (en este caso, una púa de cacao) sobre otra (el patrón) para propiciar su crecimiento y desarrollo, mostraron diferencias significativas en su rendimiento. El tratamiento T1 (cuarto creciente con injerto tipo púa central) registró el mejor porcentaje de prendimiento, alcanzando un 100%, lo que sugiere que el cuarto creciente favorece la unión entre el injerto y el patrón. En términos de crecimiento, el tratamiento T4 (cuarto menguante con injerto tipo púa lateral) destacó por su mayor crecimiento en altura (12.03 cm) y número de hojas (6.00), mientras que el tratamiento T1 (cuarto creciente con injerto tipo púa central) sobresalió en el diámetro del tallo (4.13 cm). Estos resultados indican que el cuarto menguante favorece el desarrollo vegetativo general, mientras que el cuarto creciente optimiza el crecimiento en diámetro del injerto. Este estudio concluye que las fases lunares, especialmente el cuarto creciente y el cuarto menguante, tienen un impacto significativo en el éxito del injerto y el crecimiento inicial de las plantas de cacao, lo que abre nuevas posibilidades para su aplicación en prácticas agrícolas específicas.

Palabras claves: Crecimiento, Cuarto creciente, Cuarto menguante, Fases lunares, Injerto, Prendimiento

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the influence of lunar phases on the graft take and growth of cacao (*Theobroma cacao* L.) grafts in the district of Huipoca, Padre Abad. A completely randomized design was employed with a 4A × 2B factorial arrangement, considering lunar phases (waxing crescent, waning crescent, full moon, and new moon) and grafting types (central scion and lateral scion). Grafting, which involves inserting one plant part (in this case, a cacao scion) onto another (the rootstock) to promote growth and development, showed significant performance differences. Treatment T1 (waxing crescent with central scion graft) recorded the highest graft take rate at 100%, suggesting that the waxing crescent phase enhances the union between the scion and the rootstock. In terms of vegetative growth, treatment T4 (waning crescent with lateral scion graft) achieved the greatest height (12.03 cm) and number of leaves (6.00), while treatment T1 (waxing crescent with central scion graft) stood out in stem diameter (4.13 cm). These findings indicate that the waning crescent phase promotes overall vegetative development, whereas the waxing crescent phase optimizes stem thickening of the scion. This study concludes that lunar phases—particularly the waxing and waning crescents—significantly impact grafting success and early growth of cacao plants, opening new possibilities for their application in specific agricultural practices.

Keywords: Growth, Waxing crescent, Waning crescent, Lunar phases, Grafting, Graft take.

INDICE DE TABLAS

En el texto:

Tabla 1 Clasificación taxonómica del cacao 20

Tabla 2 Fases lunares 47

Tabla 3 Tratamientos según fase lunar y tipo de injerto en plantones de cacao clon CCN-51…… 54

Tabla 4 Descripción del análisis de la variancia de la investigación 55

Tabla 5 Características y dimensiones del área de la investigación 56

Tabla 6 Datos climatológicos durante los meses de estudio.....59

Tabla 7 Prueba de Tukey (α=0.05) para porcentaje de prendimiento en las fases lunares…….. 61

Tabla 8 Prueba de significancia de Tukey (α=0.05) para porcentaje de prendimiento 63

Tabla 9 Prueba de Tukey (α=0.05) para altura de injerto en las fases lunares 65

Tabla 10 Prueba de significancia de Tukey (α=0.05) para altura del injerto.....67

Tabla 11 Prueba de Tukey (α=0.05) para el diámetro del injerto en las fases lunares ...69

Tabla 12 Prueba de significancia de Tukey (α=0.05) para diámetro del tallo injertado.71

Tabla 13 Prueba de Tukey (α=0.05) para número de hojas en las fases lunares 73

Tabla 14 Prueba de significancia de Tukey (α=0.05) para número de hojas del injerto 75

Tabla 16A Análisis de la variancia para porcentaje de prendimiento 95

Tabla 17A Análisis de la variancia para altura del injerto.....95

Tabla 18A Análisis de la variancia para diámetro del tallo del injerto 96

Tabla 19A Análisis de la variancia para número de hojas del injerto 96

Tabla 20A Porcentaje de prendimiento a los 90 días según fases lunares.....97

Tabla 21A Altura del Injerto a los 90 días según fases lunares 97

Tabla 22A Diámetro del tallo del injerto según fases lunares 98

Tabla 23A Número de hojas del injerto según fases lunares 98

Tabla 24A Porcentaje de prendimiento según tratamientos (f1-i1).....99

Tabla 25A Altura del injerto según tratamientos (f1-i1) 99

Tabla 26A Diámetro del injerto según tratamientos (f1-i1) 99

Tabla 27A Número de hojas del injerto según tratamientos (f1-i1) 100

ÍNDICE DE FIGURAS

En el texto:

Figura 1 Esquema de disposición de los tratamientos 56

Figura 2 Localización del lugar de la investigación 58

Figura 3 Porcentaje de prendimiento según las fases lunares 62

Figura 4 Promedio del porcentaje de prendimiento del injerto 64

Figura 5 Altura del injerto según las fases lunares 66

Figura 6 Promedio de la altura del injerto según tratamientos 68

Figura 7 Diámetro del tallo de injerto según las fases lunares 70

Figura 8 Promedio del diámetro de injerto según tratamientos 72

Figura 9 Número de hojas del injerto según las fases lunares 74

Figura 10 Promedio del número de hojas según los tratamientos 76

En el anexo:

Figura 1A Obtención de patrones en vivero 101

Figura 2A Obtención de las varas yemeras 101

Figura 3A Preparación de las yemas para el injerto 102

Figura 4A Realización del injerto 102

Figura 5A Diagnóstico de las varas injertadas 103

Figura 6A Evaluación del porcentaje de prendimiento 103

Figura 7A Evaluación de la altura del injerto 104

Figura 8A Evaluación del diámetro de tallo del injerto 104

Figura 9A Evaluación de número de hojas 105

Figura 10A Control de malezas 105

Figura 11A Abonamiento de los plantones cacao 106

Figura 12A Supervisión de jurados 106

INTRODUCCIÓN

El cultivo de cacao es de gran relevancia a nivel global, con una producción mundial que alcanza los 4,9 millones de toneladas, lo que representa un aumento del 3,4% respecto a la campaña 2021/22, impulsado por condiciones climáticas más favorables en las principales zonas productoras (MINAGRI, 2023). En este contexto, África incrementaría su producción en un 3,8%, alcanzando los 3,727 millones de toneladas, mientras que América experimentaría un crecimiento del 2,6%, con una producción de 988 mil toneladas. Por otro lado, se espera una ligera disminución de la producción en Asia y Oceanía, con una reducción del 0,4%, alcanzando las 265 mil toneladas (MIDAGRI, 2020).

En el contexto nacional, algunas regiones han logrado consolidarse como referentes en la producción de cacao. San Martín lidera este sector con una producción de 48,4 mil toneladas, seguido por Ucayali, que aporta 17 mil toneladas, lo que representa el 12,5% del total. Cabe destacar el notable dinamismo de Ucayali, cuya producción ha experimentado un crecimiento sostenido, alcanzando una tasa promedio anual de 36,6% durante la última década (MIDAGRI, 2016).

El Perú se destaca como uno de los principales exportadores de cacao a nivel mundial y ocupa el segundo lugar en la producción de cacao orgánico. Las principales regiones productoras, que concentran el 94% de la producción, son San Martín, Junín, Ucayali, Amazonas y Ayacucho (Gonzales, 2020). Dada la importancia del sector, actualmente se están implementando nuevos campos, aunque la expansión de la frontera agrícola ha generado ciertos desafíos, como la falta de tecnología adecuada, la escasez de material genético y el limitado conocimiento sobre métodos de propagación (Ramos, 2019).

Uno de los métodos utilizados para la propagación del cacao es el injerto, cuyo éxito depende de factores como las condiciones de las varas yemeras, el patrón y el contenido de savia en los tejidos (Lastra, 2021; Huarancca, 2019). Los ciclos lunares afectan la concentración de savia en las plantas, siendo mayor en la parte aérea durante el cuarto creciente y la luna llena, y más concentrada en las raíces durante la luna nueva y menguante. Además, la intensidad lumínica de la luna penetra en el suelo y tiene un impacto en la germinación y el crecimiento de la vegetación (Echeverría, 2013; Claros, 2023).

En el proceso de injertación de las yemas de cacao, intervienen tanto factores físicos como químicos del entorno (León, 2020). Aunque la humedad y la temperatura son variables controlables en un ambiente cerrado, las fases lunares no pueden ser manipuladas, pero se pueden aprovechar los periodos específicos de cambio entre ellas para realizar los injertos, con el fin de identificar la fase lunar más adecuada para la injertación en un determinado lugar (Carranza, 2013; Unchupaico,2020).

Por lo tanto, conocer la fase lunar que favorece el mayor éxito en los injertos es crucial. En este sentido, el presente estudio, realizado en el distrito de Huipoca, provincia de Padre Abad, nos propusimos a investigar la influencia de las fases lunares en el prendimiento y crecimiento de dos tipos de injertos con el clon CCN – 51 en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L). Los objetivos fueron: Determinar la fase lunar que tendrá mejor efecto en el prendimiento en dos tipos de injertos púa central y púa lateral con el clon CCN – 51 en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L) y Evaluar el efecto de la fase lunar en el crecimiento en dos tipos de injertos púa central y púa lateral con el clon CCN – 51 en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L) en Huipoca – Padre Abad.

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción y fundamentación del problema

El cultivo de cacao ha crecido de manera constante en los últimos años a nivel mundial, debido a la mayor demanda de granos para la industria del chocolate y terapéutica. Este aumento ha tenido un gran impacto económico y social, ya que beneficia a entre 40 y 50 millones de personas en los países productores de África, Asia Central y Sudamérica (MIDAGRI, 2023).

En Perú, el cacao se cultiva en 16 regiones, siendo las más importantes San Martín, Junín, Ucayali, Amazonas y Ayacucho, que juntas representan el 94% de la producción nacional (Ríos, 2018). San Martín lidera como principal productor con 48,4 mil toneladas, seguido de Ucayali con 17 mil toneladas (12,5%). En Ucayali, la provincia de Padre Abad es una de las principales zonas productoras, con más de 20,000 hectáreas dedicadas al cultivo y un rendimiento promedio de 700 kg por hectárea, lo que es clave para la economía local y el desarrollo de la región (Gonzales, 2020).

Sin embargo, la expansión de la frontera agrícola ha traído consigo varios desafíos, entre los que se destacan la falta de tecnología adecuada, la escasez de material genético de alta calidad y el limitado conocimiento sobre técnicas de propagación eficientes (Ramos, 2019).

Un factor poco explorado en la producción de cacao es la influencia de las fases lunares en los procesos biológicos vinculados con el cultivo, particularmente en el prendimiento y crecimiento de los injertos. Diversos estudios en otras especies vegetales han observado que las fases lunares podrían afectar procesos fisiológicos como la absorción de

agua, la formación de raíces y la actividad metabólica de las plantas. No obstante, en el cacao, los efectos de las fases lunares sobre el injerto y su desarrollo aún no han sido investigados a fondo, lo que limita la aplicación de este conocimiento en las prácticas agrícolas locales.

La falta de estudios sobre la influencia de las fases lunares en el prendimiento y crecimiento de injertos del cacao (*Theobroma cacao* L.), especialmente en el clon CCN-51, plantea una oportunidad de investigación crucial para la agricultura de la región. A pesar de su alta rentabilidad y relevancia económica en las regiones amazónicas de Perú, los agricultores enfrentan serias dificultades con la propagación eficiente de plantas debido a tasas de prendimiento bajas y un crecimiento inconsistente de los injertos (Rosas, 2019).

En el distrito de Huipoca – Padre Abad, los productores se enfrentan a problemas como el bajo prendimiento y el crecimiento irregular de los injertos, lo que afecta directamente la productividad y rentabilidad del cultivo. A pesar de la importancia de estos aspectos para la mejora de la producción, no existen investigaciones específicas que aborden la relación entre las fases lunares y el éxito del injerto en cacao. Esto crea una brecha de conocimiento que, de ser cubierta, podría optimizar las técnicas de propagación y mejorar los rendimientos del cultivo. La sincronización de la siembra y los injertos con las fases lunares podría ser una estrategia eficaz para mejorar tanto el prendimiento como el crecimiento vegetativo del cacao, lo que podría incrementar la productividad y rentabilidad de los agricultores locales.

La importancia de investigar este fenómeno radica en que los resultados podrían proporcionar recomendaciones prácticas para los productores, permitiéndoles ajustar sus calendarios de injertos según las fases lunares, con el fin de obtener mejores resultados en términos de tasas de prendimiento y crecimiento. Además, este conocimiento podría

contribuir a la sostenibilidad del cultivo, mejorando la tasa de supervivencia de los injertos y reduciendo el tiempo necesario para obtener plantas productivas.

Por lo tanto, resulta fundamental realizar estudios que determinen cómo las fases lunares influyen en el prendimiento y crecimiento de injertos del clon CCN-51 en el cacao, con el objetivo de proporcionar a los agricultores herramientas prácticas para optimizar sus técnicas y mejorar la productividad en Huipoca – Padre Abad. Esta investigación es esencial para resolver los problemas de eficiencia en la propagación y contribuir al desarrollo sostenible de la actividad agrícola en la región. Las siguientes interrogantes surgen a partir de esta necesidad:

1.2. Formulación del problema general y específicos

1.2.1. Problema general

¿Cuál es la influencia de las fases lunares en el prendimiento y crecimiento de dos tipos de injertos con el clon CCN – 51 en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L) en Huipoca – Padre Abad?

1.2.2. Problemas específicos

- ¿Cuál será la fase lunar que tendrá mejor efecto en el prendimiento en dos tipos de injertos púa central y púa lateral con el clon CCN – 51 en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L) en Huipoca – Padre Abad?
- ¿Cuál será el efecto de la fase lunar en el crecimiento en dos tipos de injertos púa central y púa lateral con el clon CCN – 51 en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L) en Huipoca – Padre Abad?

1.3. Objetivo general y objetivos específicos

1.3.1. Objetivo general

Determinar la influencia de las fases lunares en el prendimiento y crecimiento de dos tipos de injertos con el clon CCN – 51 en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L) en distrito de Huipoca – Padre Abad.

1.3.2. Objetivos específicos

- Determinar la fase lunar que tendrá mejor efecto en el prendimiento en dos tipos de injertos púa central y púa lateral con el clon CCN – 51 en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L) en Huipoca – Padre Abad.
- Evaluar el efecto de la fase lunar en el crecimiento en dos tipos de injertos púa central y púa lateral con el clon CCN – 51 en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L) en Huipoca – Padre Abad.

1.4. Hipótesis y/o sistema de hipótesis

1.4.1. Hipótesis general

Las fases lunares influyen positivamente en el prendimiento y crecimiento de dos tipos de injertos con el clon CCN – 51 en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L) en Huipoca – Padre Abad.

1.4.2. Hipótesis específicas

- Las fases lunares influyen positivamente en el prendimiento en dos tipos de injertos púa central y púa lateral con el clon CCN – 51 en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L) en Huipoca – Padre Abad.

- Las fases lunares influyen positivamente en el crecimiento en dos tipos de injertos púa central y púa lateral con el clon CCN – 51 en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L) en Huipoca – Padre Abad.

1.5. Operacionalización de las variables

1.5.1. Variable independiente:

a. Fases lunares

- Luna nueva
- Cuarto creciente
- Luna llena
- Cuarto menguante

b. Tipo de injerto

- Púa central
- Púa lateral

1.5.2. Variable dependiente:

a. Prendimiento

- Porcentaje de prendimiento

b. Crecimiento

- Altura del injerto (cm)
- Diámetro del tallo del injerto (cm)
- Numero de hojas

1.6. Justificación e importancia

El cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) es una actividad agrícola fundamental en diversas regiones tropicales, y constituye una de las principales fuentes de ingresos y sustento para miles de familias agricultoras. En el Perú, el cacao es reconocido por su valor comercial, especialmente el cacao fino de aroma, que es altamente demandado en mercados internacionales (Ramos,2019).

a. Justificación teórica

Los resultados de esta investigación científica proporcionaron información actualizada y relevante, que contribuyó al desarrollo de una teoría fundamentada sobre los factores que afectan el prendimiento y crecimiento de injertos en el cacao, particularmente en relación con las fases lunares. El estudio de este fenómeno permitió generar datos científicos sobre la interacción entre las influencias astronómicas y el desarrollo vegetal, lo cual es aún poco explorado en el cultivo del cacao. Los resultados obtenidos respaldarán el diseño de prácticas agrícolas más eficientes y sostenibles, orientadas a mejorar la productividad y la calidad de las plantas de cacao, lo cual es esencial para el fortalecimiento del sector cacaotero.

b. Justificación ambiental

El cultivo de cacao en Perú se enfrenta a retos ambientales, como la degradación del suelo y el cambio climático, que afectan la productividad. Según el Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI, 2020), "*más de 150,000 hectáreas de cacao a nivel nacional presentan vulnerabilidad frente a la degradación del suelo, la deforestación y los efectos del cambio climático*". El aprovechamiento de técnicas como el injerto puede contribuir a una mejor adaptación de las plantas a las condiciones climáticas cambiantes. Si las fases lunares

influyen en el éxito de los injertos, optimizar el uso de este recurso natural podría reducir la necesidad de prácticas invasivas o de insumos químicos, favoreciendo un enfoque más respetuoso con el medio ambiente y promoviendo la sostenibilidad del cultivo. Además, el estudio de la relación entre las fases lunares y el desarrollo de los injertos puede ayudar a reducir la presión sobre los ecosistemas locales, al mejorar la tasa de éxito de los injertos sin necesidad de ampliar la frontera agrícola.

c. Justificación económica

El sector cacaotero enfrenta importantes desafíos económicos, especialmente relacionados con la productividad y la calidad de las cosechas. El injerto con el clon CCN – 51 ha demostrado ser una estrategia eficaz para mejorar la producción, pero el éxito de esta técnica depende en gran medida de factores como el momento de la siembra y el prendimiento de los injertos. Si las fases lunares tienen una influencia positiva en el prendimiento y crecimiento de los injertos, los agricultores podrían optimizar la utilización de recursos, reducir los costos de producción y mejorar los rendimientos, lo que resultaría en mayores ingresos y mayor estabilidad económica para los productores de cacao. Además, la mejora en la calidad de las plantas podría aumentar la competitividad del cacao peruano en los mercados internacionales, generando un impacto económico favorable para los agricultores de la región.

d. Justificación social

El cacao es un cultivo que sustenta la economía de muchas comunidades rurales en el Perú, por lo que el aumento en la productividad y la calidad de las plantas tiene un impacto directo en el bienestar de las familias agricultoras. Este estudio tiene la potencialidad de ofrecer nuevas alternativas para optimizar el éxito de los injertos, lo que a su vez podría

reducir el tiempo de espera para obtener plantas de cacao viables y saludables. Esta mejora en los rendimientos y la calidad de la cosecha no solo aumentaría los ingresos de los agricultores, sino que también contribuiría a su bienestar social, promoviendo una mayor seguridad alimentaria, mejor calidad de vida y mayores oportunidades de desarrollo para las comunidades cacaoteras. Así, el estudio tiene el potencial de generar un impacto positivo a nivel local, mejorando la situación económica y social de las familias dedicadas a la producción de cacao.

1.7. Viabilidad

El proyecto se considera viable porque se logró abordar de manera positiva el problema de investigación. Se logro identificar con éxito la influencia de las fases lunares en el prendimiento y crecimiento de injertos del clon CCN – 51. El cacao es un cultivo clave en la en el distrito de Huipoca – Padre Abad. La factibilidad del proyecto se vio impulsada por los siguientes aspectos:

Importancia de la investigación: Estudiar la influencia de las fases lunares en el prendimiento y crecimiento de injertos de cacao es una línea de investigación novedosa y valiosa para la ciencia agrícola. Si bien las fases lunares han sido analizadas en otros cultivos, su impacto específico en el cacao no ha sido suficientemente explorado. Este estudio proporcionará una comprensión más profunda de los factores naturales que afectan el desarrollo del cacao, lo que podría mejorar las prácticas de injerto y propagar el clon CCN – 51 de manera más eficiente. Los resultados de la investigación podrían tener aplicaciones prácticas inmediatas para los agricultores locales, optimizando las técnicas de injerto y mejorando la tasa de éxito en el cultivo de cacao. Así mismo los conocimientos generados

pueden aplicarse a otros cultivos que requieran un buen enraizamiento, lo que amplía el impacto de la investigación.

Optimización de recursos agrícolas: La identificación de las fases lunares que favorecen el prendimiento y crecimiento de injertos permite planificar mejor las actividades agrícolas, aprovechando de manera más eficiente los recursos disponibles. Un injerto exitoso y un crecimiento más rápido reducen el tiempo necesario para la producción de cacao y, por lo tanto, los costos asociados. Además, al identificar las fases lunares óptimas para el injerto, se puede reducir los recursos requeridos para el establecimiento de las plántulas, como riego y fertilización, optimizando su uso y contribuyendo a prácticas agrícolas más sostenibles. Esto también tiene un impacto positivo en la rentabilidad de los productores locales, quienes podrían obtener un mayor rendimiento con un menor uso de insumos.

Innovación y desarrollo tecnológico agrícola: Este estudio tiene el potencial de generar información clave sobre las prácticas de injerto en el cacao, ofreciendo a los agricultores una herramienta adicional para optimizar el éxito de la propagación del clon CCN – 51. La investigación también puede abrir la puerta para el desarrollo de nuevas tecnologías o paquetes de manejo agrícola adaptados a las condiciones específicas de la región. Incorporar el estudio de las fases lunares en la programación de las actividades agrícolas puede convertirse en una estrategia innovadora que optimice las condiciones para la plantación y el cuidado de los injertos, beneficiando a los productores en términos de eficiencia y productividad.

Impacto ambiental: La investigación también tiene un potencial impacto ambiental positivo al promover prácticas agrícolas más sostenibles. Las fases lunares influyen en el crecimiento y prendimiento de los injertos, los agricultores pueden ser capaces de realizar

estas actividades de manera más eficiente, reduciendo la necesidad de insumos adicionales como fertilizantes y pesticidas. Además, la optimización del crecimiento de los injertos permitiría un mejor aprovechamiento del espacio y de los recursos naturales, como el agua, contribuyendo a la conservación de los ecosistemas locales. Este enfoque podría fomentar prácticas agrícolas más respetuosas con el medio ambiente, mejorando la salud del suelo y reduciendo la presión sobre los recursos hídricos. En conjunto, estas estrategias no solo aumentan la productividad agrícola, sino que también ayudan a conservar los recursos naturales y garantizan la sostenibilidad de los sistemas agrícolas a largo plazo.

1.8. Limitaciones

Durante la ejecución del proyecto de investigación sobre la influencia de las fases lunares en el prendimiento y crecimiento de dos tipos de injertos con el clon CCN – 51 en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L) en Huipoca – Padre Abad, se identificaron ciertas limitaciones:

Disponibilidad de recursos: Una de las principales limitaciones fue la disponibilidad del material vegetativo necesario para los injertos. La obtención de estos materiales de calidad fue un desafío, ya que hubo dificultades para obtener las varas yemeras de alta calidad en la región. Además, las condiciones climáticas, la logística de transportar estos materiales resultó ser complicado debido a las vías de acceso.

Escala del estudio: El proyecto se llevó a cabo en un tiempo limitado, lo que impidió evaluar la influencia que pueden tener las diferentes fases de la luna en el prendimiento y crecimiento de dos tipos de injertos con el clon CCN – 51 a largo plazo. Es posible que las plantas respondan de manera diferente en otras fases de su crecimiento o durante distintas épocas del año.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. Antecedentes internacionales

Cedeño (2023), realizó un estudio para evaluar cuatro métodos de propagación por injertación en cacao criollo (*Theobroma cacao* L.) en El Carmen, Manabí, Ecuador. Se probaron cuatro técnicas: T1 (injerto de yema), T2 (injerto en T), T3 (púa lateral) y T4 (púa central), usando un diseño experimental aleatorio. Los resultados mostraron que el tratamiento T4 (púa lateral) fue el más exitoso, con un promedio de 9,9 cm en el número de hojas, seguido por el T3 con 9,45 cm. En altura de brote, el T4 también lideró con 8,49 cm, mientras que el T3 obtuvo 6,61 cm. El T2 (injerto en T) tuvo la mayor tasa de injertos muertos, con un 7,8%, y el T1 mostró un 7,2%. Para los injertos vivos, la púa lateral (T4) destacó con un 11,2%, y el T3 alcanzó el 7,6%. Desde una perspectiva económica, los tratamientos T1, T2 y T3 demostraron una rentabilidad del 83,50%, lo que los hace viables.

Cruz (2023), llevó a cabo un estudio entre junio y diciembre de 2022 en dos viveros de la Universidad de El Salvador, uno en la Facultad de Ciencias Agronómicas (VFCA) y otro en la Estación Experimental y de Prácticas (VEEP), ambos ubicados en diferentes altitudes y coordenadas geográficas. El objetivo fue evaluar la técnica de injertación temprana en cacao, utilizando tres tipos de injertos: enchape lateral temprano con amarre tipo momia, púa terminal temprano y enchape lateral tradicional. Se empleó un diseño de Bloques Completos al Azar con siete repeticiones y tres tratamientos, sumando un total de 315 plantas. Se analizaron varias variables, como el porcentaje de prendimiento, número de brotes y hojas, diámetro y longitud del brote, y grados días de desarrollo, entre otras.

Los resultados indicaron que en la localidad 1, el injerto de enchape lateral tradicional (T3) tuvo el mayor porcentaje de prendimiento (50%), mientras que en la localidad 2, también fue el enchape lateral tradicional (T3) el que presentó el mejor desempeño con un 45% de prendimiento. Estos hallazgos sugieren que el enchape lateral tradicional es el método más adecuado para la propagación de clones de cacao criollo.

El estudio de Armijos (2021), tuvo como objetivo evaluar dos tipos de injertos en varetas de cacao (*Teobroma cacao* L.) de las variedades CCN51 y CLON 801. Se realizó un ensayo en el Recinto Las Mercedes, en la parroquia Yaguachi Viejo Cone, cantón San Jacinto de Yaguachi, en las fincas de la Asociación ATARA. Se evaluaron parámetros como el prendimiento, vigor de la planta y emisión foliar a los 50, 60 y 70 días después del injertado. El diseño experimental fue completamente al azar con un arreglo factorial, y se utilizó la prueba de Tukey al 5% para comparar los resultados. El mejor tratamiento fue el T3 (púa lateral en CCN51), que mostró el mayor promedio de 9,3 hojas por patrón y buenos resultados en vigor y emisión foliar. Se sugiere realizar ensayos de injertación en otras zonas del país para evaluar el prendimiento de las varetas, teniendo en cuenta el clima y el material genético utilizado.

León (2020), realizó una investigación en la Universidad Estatal del Sur de Manabí, en el Cantón Jipijapa, con el objetivo de evaluar tres métodos de injertación en cacao (*Theobroma cacao*), utilizando como patrón los clones EET: 400 y EET: 103. Se injertaron 216 plantas para evaluar el porcentaje de prendimiento y asegurar la calidad de las plantas para satisfacer las necesidades de los productores. La investigación duró seis meses, y tres meses fueron dedicados al trabajo de campo, que incluyó la elaboración del vivero, preparación de las varetas, injertación y mantenimiento. Se utilizó un diseño completamente

al azar con tres tratamientos y tres repeticiones. Los métodos de injertación evaluados fueron púa central (T1), púa lateral (T2) y parche (T3). Los resultados mostraron que el tratamiento T1 tuvo el mayor porcentaje de prendimiento (88%), seguido por el T2 con 0,71% y el T3 con solo 0,13%. Además, el injerto de púa central presentó el mayor diámetro de tallo, mientras que el injerto en parche tenía el menor diámetro.

El estudio de Calderón (2020), tuvo como objetivo evaluar cinco métodos de injertación en plántulas de cacao (*Theobroma cacao* L.) en condiciones de vivero. Se probaron los siguientes tratamientos: púa terminal (T1), púa lateral (T2), parche en plantas de 3 meses (T3), parche en plantas de 2 meses (T4) e injerto por aproximación (T5). Se utilizó material del clon Fedecacao San Vicente 41 sobre plantas de patrón Caucasia (CAU-39). El diseño experimental fue completamente al azar con 4 repeticiones por tratamiento y 25 plantas por repetición. Se evaluaron variables como el porcentaje de prendimiento al destape, brotación a los 30 días, longitud del brote y número de hojas emitidas hasta los 90 días. El tratamiento de injerto por aproximación (T5) mostró el mejor porcentaje de prendimiento (94%), mientras que la púa terminal (T1) presentó el mayor porcentaje de brotación a los 30 días (98%) y los mejores resultados en longitud de brote (16,96 cm) y número de hojas (8) después de 90 días.

2.1.2. Antecedentes nacionales

Haro (2023), investigó el porcentaje de prendimiento y brotamiento en injertos interespecíficos e intraespecíficos entre especies de Theobroma . Se evaluaron nueve tratamientos que consistían en diferentes combinaciones de injertos entre T. grandiflorum , T. bicolor y T . cacao . El diseño experimental.y T. cacao . El diseño experimental fue de bloque completamente al azar con un arreglo factorial 3A x 3B y tres repeticiones. Los

resultados a los 90 días mostraron que los tratamientos de injertos T. bicolor en T. cacaoen T. cacao (T6) y T. cacao en T. bicolor (T8) presentó los mejores porcentajes de prendimiento (78,67% y 70,67%, respectivamente). En cuanto a la longitud del brote, los tratamientos T6 y T8 también destacaron, con 16,12 cm y 17,05 cm. Además, en el número de hojas, T6 y T8 presentaron los mayores valores, con 8,05 y 9,81 hojas, respectivamente. Por otro lado, en el diámetro, los tratamientos intraespecíficos T1 (T. grandiflorum injertado en T. grandiflorum) y T9 (T. cacao injertado en T. cacao) mostraron los mejores resultados con 8,99% y 9,15%, respectivamente.

El estudio de Quispe (2022), evaluó el rendimiento de injertos de *Theobroma cacao* en tres sistemas de siembra: plantones producidos en vivero, plantones sembrados en campo y chupón basal. Se utilizó un diseño de bloques completamente al azar, conformado por cuatro repeticiones y tres tratamientos distintos. Las variables evaluadas incluyeron el número de brotes, la longitud, el diámetro y el número de hojas del injerto. Los resultados mostraron que el tratamiento T3 (injerto en chupón basal) obtuvo el mayor número de brotes, alcanzando 2,74 en la última evaluación, seguido por T2 (injerto en plantones sembrados en campo) con 2,62 y T1 (injerto en plantones de vivero) con 2,35. Además, el T3 destacó en longitud (102,90 cm) y diámetro (1,18 cm) en comparación con los otros tratamientos, y también presentó el mayor número de hojas (116,64), significativamente superior a los tratamientos T2 y T1.

El estudio de Carbajal (2021), evaluó el impacto de las fases lunares en el injerto de púa lateral en el cultivo de cacao fino de aroma (*Theobroma cacao* L. en El Hebr, la fase lunar) en El Hebrón, Amazonas. Se utilizó un diseño experimental de bloques al azar con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones, evaluando parámetros como el porcentaje de

cohesión, altura de planta, número de hojas, diámetro y número de brotes. Tras analizar los datos con la prueba de Tukey, se encontró que solo la altura de la planta mostró diferencias significativas en la segunda evaluación. El tratamiento que destacó en porcentaje de cohesión fue T3 (luna llena) con 80,3%, seguido de T2 (cuarto creciente) con 74,7%. En general, la fase lunar cuarto creciente mostró un comportamiento más estable en las variables evaluadas.

El estudio de Ángulo (2020), analizó el comportamiento de diferentes patrones y clones de cacao antes y después del injerto en vivero. Se utilizaron cuatro patrones de cacao (CMP 06, CMP 15, CMP 91, CMP 99) y cuatro clones para injertar (CMP 15, CCN 51, ICS 39, TSH 565). Se evaluaron variables como altura, diámetro, número de hojas para los patrones, y número de brotes, longitud del brote más largo y número de hojas del brote más largo para las plantas injertadas. El patrón CMP 06 mostró un alto porcentaje de prendimiento (entre 75 y 100%) y alcanzó el mejor diámetro en combinación con CCN 51 e ICS 39. El mayor número de brotes se obtuvo con el injerto CMP 06/TSH 565, y la longitud del brote más largo fue mayor en los tratamientos CMP 15/CMP 15 y CMP 15/CCN 51. El tratamiento CMP 91/TSH 565 presentó el mayor número de hojas. Se recomienda usar los patrones CMP 06 y CMP 15 y continuar con la propagación de los clones CMP 15/TSH 565/ICS 39 para sus buenos resultados.

Unchupaico (2020), realizó un estudio en la comunidad Nativa Shampintiari, en el distrito de Río Tambo, con el objetivo de evaluar el comportamiento del prendimiento y desarrollo de injertos tipo momia bajo las diferentes fases lunares, durante el mes de julio de 2018. Para ello, se inició con la selección de la planta madre y la posterior extracción de varas yemeras de entre tres a cinco yemas axilares y realizar la injertación al inicio de cada fase lunar. Después de 28 días, el mayor porcentaje de brotación (91,7%) se observa en la

fase de luna creciente, seguido de luna menguante y nueva, con un 78,3%. El mayor crecimiento del injerto se registró en la luna menguante, alcanzando un diámetro medio de 11,27 mm. Las ramas más grandes presentaron una longitud promedio de 41,1 cm, 52 hojas y 179,83 cm² de área foliar. Durante los 120 días de crecimiento, no se reportaron daños causados por plagas en los injertos realizados en luna nueva y creciente.

2.1.3. Antecedentes locales

Claros (2023), realizó una investigación con el objetivo de evaluar la compatibilidad de la técnica de injerto púa lateral tipo momia en el prendimiento y crecimiento de los clones de cacao IMC- 67, ICS- 95 y CCN -51 sobre el patrón CMP-99 en vivero. Se empleó el diseño de bloques completo al azar, se trabajó con tres tratamientos y cuatro repeticiones, sumando un total de 12 unidades experimentales. En estas se evaluaron las siguientes variables: porcentaje de prendimiento, diámetro y altura del brote injertado, cantidad de brotes, y altura total de la planta injertada. Para comparar las medias entre tratamientos, se aplicó la prueba de Tukey con un nivel de significancia del 5%. Los resultados indicaron que el tratamiento T1 (clon IMC-67) destacó con los valores más altos en las siguientes variables: porcentaje de prendimiento (86%), diámetro del brote (5.58 mm). El T2 (clon ICS-95) resaltó en las variables altura del brote del injerto (21.38 cm), la variable número de brotes del injerto con 1.90 brotes por planta. Finalmente se observó que la variable altura de la planta del injerto el T3 (CCN-51) presentó el valor más alto con 37.41 cm.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Origen y distribución

El cacao tiene su origen en las regiones tropicales de Centroamérica y América del Sur, especialmente en las cuencas de los ríos Amazonas y Orinoco, ubicadas al este de la

cordillera de los Andes. Estas áreas hoy corresponden a países como Colombia, Ecuador, Perú, Brasil, Venezuela y las Guayanas (Bartley, 2005 citado por Del Águila, 2017). Los frutos del cacao varían en tamaño y forma, aunque por lo general miden unos 30 cm de largo y 10 cm de diámetro. Tienen una forma elíptica y su color cambia a medida que maduran, pudiendo ser rojos, amarillos, morados o cafés. Cada fruto contiene entre 20 y 30 semillas rodeadas por una pulpa blanca y mucilaginosa, y los cotiledones de las semillas pueden ser blancos o violetas (Bartley, 2005 citado por Del Águila, 2017).

2.2.2. Generalidades del cultivo

De acuerdo con el Ministerio de Agricultura (MINAGRI, 2016), el cacao se cultiva principalmente en áreas tropicales. Su zona de cultivo comercial abarca desde 15° al norte hasta 15° al sur del ecuador, aunque también se puede encontrar en zonas subtropicales, hasta los límites de los trópicos de Cáncer y Capricornio, a 23°26' en ambas latitudes. La temperatura promedio anual que necesita el cacao oscila entre los 23°C y los 30°C, siendo 25°C la ideal. Este cultivo puede crecer desde el nivel del mar hasta los 1.200 metros sobre el nivel del mar, con un rango óptimo de entre 500 y 800 metros. Además, requiere una humedad relativa anual entre el 70% y el 80%. En cuanto a la lluvia, el cacao puede tolerar precipitaciones de entre 1.400 y 3.000 mm al año, siendo la cantidad ideal entre 1.500 y 2.500 mm, distribuidos de manera constante a lo largo del ciclo. El cacao es sensible a la falta de agua, por lo que en los meses con menos de 100 mm de lluvia puede sufrir déficit hídrico, lo que afecta la floración y el desarrollo de las hojas. Este cultivo también necesita protección contra vientos fuertes y persistentes durante todo su ciclo productivo, lo que se puede lograr con la plantación de árboles forestales que actúen como barreras. La cantidad de luz varía según el desarrollo de la planta: entre el 40% y el 50% para las plantas jóvenes

(menos de 4 años) y entre el 60% y el 75% para las plantas en producción (más de 4 años). En cuanto al tipo de suelo, el cacao prefiere suelos profundos, con una textura franco, franco-arcillosa o franco-arenosa, y no tolera suelos muy arcillosos o excesivamente gruesos. La aireación y la capacidad de filtración del agua son cruciales para su desarrollo, por lo que los suelos con una porosidad entre el 20% y el 60% son ideales, siempre con un buen drenaje. Además, el nivel freático debe estar a más de 1,5 metros de profundidad y el terreno debe ser plano o ligeramente inclinado, con una pendiente no mayor al 25%. El árbol de cacao puede alcanzar hasta 10 metros de altura si crece a la sombra de árboles más grandes. Los frutos del cacao miden entre 15 y 25 cm de largo y contienen entre 30 y 40 semillas, que se transforman en granos de cacao tras un proceso de fermentación y secado. Las mazorcas nacen directamente del tronco y las ramas principales de la planta.

2.2.3. Clasificación taxonómica

Condenzo (2011), citado por Del Águila, (2017) indica la siguiente clasificación taxonómica.

Tabla 1

Clasificación taxonómica del cacao

Reino	**Plantae**
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Malvales
Familia	Sterculiaceae
Género	Teobroma L.
Especie	*Theobroma cacao* L.

Fuente: Del Águila, (2017)

2.2.4. Descripción botánica

Según ANECACAO (2009) citado por Panduro (2018), el cacao es una especie diploide (2n = 20 cromosomas), de porte alto (8 - 20 m de 15 altura) y de ciclo vegetativo perenne. Crece y se desarrolla usualmente bajo sombra en los bosques tropicales húmedos de América Sur y se divide en las siguientes partes:

2.2.4.1. Raíz

La raíz principal tiene una forma pivotante y puede llegar a profundizar entre 1.5 y 2 metros. Por otro lado, las raíces laterales se localizan mayormente en los primeros 30 cm de tierra que rodean al árbol, pudiendo extenderse hasta 5 o 6 metros de forma horizontal (Panduro, 2018).

De acuerdo con Naturland (2000), citado por Condezo (2013), la planta de cacao tiene una raíz principal que puede alcanzar más de un metro de profundidad, la cual proporciona soporte a la planta. Además, cuenta con numerosas raíces secundarias que se encargan de absorber los nutrientes del suelo, distribuyéndose a su alrededor y a una profundidad reducida. Cuando la planta se origina a partir de semilla botánica, desarrolla una raíz principal más profunda que puede llegar hasta dos metros en suelos profundos. Las raíces secundarias surgen cerca del cuello de la planta, extendiéndose lateralmente hasta superar los 6 metros y formando una densa red de raíces superficiales, cuya extensión depende del tipo de suelo y la humedad de la zona.

2.2.4.2. Tallo

En sus primeras etapas de desarrollo, el tallo crece de forma vertical (ortotrópica) durante un periodo de 12 a 15 meses. Después de ese tiempo, este tipo de

crecimiento se detiene y da paso a la aparición de entre 4 y 5 ramitas secundarias, conocidas como "horquetas", que crecen de manera horizontal (plagiotrópica) (Panduro, 2018).

La planta que se desarrolla a partir de semilla, durante sus primeros meses, crece con un único tallo, hasta que, en un momento determinado, comienza a generar ramas principales que emergen casi a la misma altura. Estas ramas forman lo que se conoce como la corona, canasta, paraguas, piso, horqueta, entre otros. La altura a la que se forma el "piso" depende principalmente de la cantidad de luz que reciba. Lo ideal es alcanzar una altura de 1.5 metros, lo cual se logra cultivando la planta joven bajo aproximadamente un 60% de sombra. Si la planta se expone a pleno sol, sin sombra, el conjunto de ramas se formará a menos de un metro de altura, lo que no es deseable. Por otro lado, si hay demasiada sombra, las ramas primarias crecerán por encima de los dos metros y el tallo tendrá un diámetro estrecho, lo que aumenta el riesgo de que la planta se caiga (Condezo, 2013).

2.2.4.3. Hojas

Las hojas son de forma entera, con longitudes que varían entre 15 y 50 cm y anchos de 5 a 20 cm, y presentan un ápice que puede ser acuminado o romo. Son simétricas en los brotes ortotrópicos y, en cambio, asimétricas en las ramas plagiotrópicas. El limbo puede tener una forma elíptica, ovada o abovada, y los pecíolos poseen dos engrosamientos llamados "pulvínulos": uno en la base donde se une al tallo y otro en la zona de conexión con el limbo. En las ramas plagiotrópicas, los dos pulvínulos se encuentran casi fusionados (Panduro, 2018).

Las yemas en los extremos de las ramas, responsables de generar hojas, brotan de manera periódica. Estas primeras hojas tienen tonalidades que van del rojo al marrón y cuelgan de sus peciolos. Con el tiempo, las hojas pasan de un color rojo a un verde

claro, y finalmente se tornan de un verde oscuro, lo que es señal de que la planta de cacao está bien nutrida. En cada hoja se observa un engrosamiento en los extremos de los pecíolos, lo que permite que se muevan en respuesta a la luz o la temperatura del entorno. Las hojas en el tallo principal de las plantas jóvenes son más grandes que las de las ramas, y las hojas ubicadas en la parte exterior del árbol son más pequeñas que las que se encuentran en el interior. Una vez que una hoja adulta ha permanecido en la rama durante el tiempo suficiente, hasta que la planta haya producido dos o tres nuevos brotes de hojas, se desprende, formando un colchón de hojas secas en el suelo, lo cual es típico de las plantas de cacao en buen estado (Condezo, 2013).

2.2.4.4. Flores

Las flores son hermafroditas y presentan una estructura pentámera, con 5 sépalos, 5 pétalos, 5 estaminodios, 5 estambres y 5 lóculos en el ovario. Son completas, ya que incluyen todos los verticilios florales, y perfectas, ya que tienen tanto androceo como gineceo. Estas flores crecen de manera solitaria o en grupos denominados "cojines florales" sobre el tronco, con un diámetro que varía entre 1 y 1.5 cm. Los sépalos tienen una prefloración valvar, pudiendo o no mostrar pigmentación antociánica. Los pétalos presentan prefloración imbricada y se componen de dos partes: una basal, cóncava, y otra apical, cuyo extremo inferior es unguiculado y el superior es ancho y redondeado en el ápice. Los 5 estambres se bifurcan en el extremo, con cada bifurcación llevando una antera biteca (Panduro, 2018).

Para que la flor del cacao pueda convertirse en fruto, es imprescindible que sea polinizada por pequeños insectos que desarrollan su ciclo biológico en la materia

orgánica de la plantación. Estos insectos tienen mayor actividad durante las primeras horas del día, hasta alrededor de las diez de la mañana (Condezo, 2013).

2.2.4.5. Frutos

Los frutos son bayas de tamaños que varían entre 10 y 42 cm, con formas que pueden ser oblongas, elípticas, ovadas, abovadas, esféricas u oblatas. Su superficie puede ser lisa o rugosa, y su color cambia de verde o rojo cuando están inmaduros, dependiendo de los genotipos. El ápice del fruto puede presentar formas agudas, obtusas, atenuadas, redondeadas, apezonadas o dentadas. La cáscara puede ser gruesa, delgada o de grosor intermedio, y presenta surcos que varían entre superficiales, intermedios o profundos. El epicarpio y el endocarpio son carnosos y están separados por un mesocarpio delgado y leñoso (Panduro, 2018).

Los frutos del cacao son bayas que varían en tamaño, forma y color, dependiendo de la variedad. Usualmente, miden unos 30 cm de largo y 10 cm de ancho, y contienen entre 20 y 40 semillas. La pulpa puede ser de color blanco, rosado o marrón, tiene un aroma característico y su sabor puede oscilar entre ácido y dulce (Condezo, 2013).

2.2.4.6. Semilla

Las semillas, también conocidas como almendras, tienen un tamaño variable que va de 1.2 a 3 cm. Están recubiertas por una pulpa o mucílago de color blanco cremoso, que presenta sabores y aromas variados, como florales o frutales, y diferentes niveles de acidez, dulzura y astringencia. En el interior de la almendra se encuentran los cotiledones, cuyos colores pueden ser morado, violeta, rosado o blanco, dependiendo del genotipo (Panduro, 2018).

Las semillas de cacao pueden ser planas o redondeadas, y tienen colores que varían entre blanco, marrón o morado. Se encuentran dispuestas en cinco hileras dentro del fruto. La semilla, o almendra, está rodeada por un mucílago que tiene un sabor entre dulce y ácido. El tamaño y la forma de la semilla son los principales indicativos del tipo de cacao. Las almendras grandes, de más de tres centímetros de largo, con forma ovalada y color claro, pertenecen a las variedades de cacao de mejor calidad para hacer chocolate. En cambio, las almendras más pequeñas, casi planas y de color marrón, producen productos de menor calidad. La almendra de cacao es rica en grasas de excelente calidad, las cuales se caracterizan por fundirse a la temperatura del cuerpo humano, ser fáciles de digerir, tener un sabor agradable y una buena capacidad de conservación. Estas son las cualidades ideales para el grano de cacao (Condezo, 2013).

2.2.5. Fenología del cultivo de cacao

Según Naturland (2000) citado por Condezo (2013), la fenología se refiere a los cambios visibles del desarrollo de la planta, influenciados por las condiciones ambientales, son fundamentales para su monitoreo. Este seguimiento resulta esencial para agrónomos y agricultores, ya que les permite: Planificar las actividades culturales, gestionar el riego, controlar plagas y enfermedades, y realizar aporques, además de identificar momentos críticos. De esta manera, se puede evaluar el progreso de la campaña agrícola y obtener datos más precisos sobre los posibles rendimientos de los cultivos, a través de pronósticos de cosecha. La fenología del cultivo de cacao se clasifica en las siguientes etapas:

2.2.5.1. Etapa de instalación

La fase de establecimiento comienza con la germinación de la semilla, aproximadamente 4 días después de la siembra. A los 10 días, la planta de cacao adopta una forma conocida como "fosforito", y alrededor de los 30 días, los cotiledones caen, dejando

las hojas verdaderas, que son las encargadas de realizar la fotosíntesis. La planta permanecerá en el vivero por un periodo de 90 días, tras el cual estará lista para ser trasladada al campo definitivo. Esta etapa se extiende hasta los 6 meses, momento en el que concluye el proceso de instalación (Zambrano, 2017).

2.2.5.2. Etapa de crecimiento o mantenimiento

En esta fase, el cacao comienza su crecimiento en el campo definitivo. Esta etapa arranca a los 8 meses de cultivo y se extiende hasta los dos años, momento en el cual se realizan actividades como el tutorado y la poda de formación (Panduro, 2018)

2.2.5.3. Etapa de producción

Esta fase comienza con la aparición de las primeras mazorcas de cacao, a partir de los tres años. A medida que pasan los años, la producción se va estabilizando, hasta que, a partir de los cinco años, la planta de cacao gestionada empieza a generar una producción constante (Zambrano, 2017)

2.2.6. Variedades

2.2.6.1. Cacao criollo (*Theobroma cacao* var. criollo)

Este tipo de cacao se distingue por tener mazorcas que, cuando están inmaduras, presentan tonalidades verdes y rojizas, y al madurar se vuelven amarillas o de un tono anaranjado rojizo. Sus almendras son de color blanco. El chocolate que se elabora a partir de este cacao es muy apreciado por su sabor que recuerda a nuez y frutas (Unaucho, 2014).

Este tipo de cacao se originó en México y se extendió por toda Centroamérica. Es un eco-tipo de alta calidad y sabor agradable. Con el tiempo, ha sido

domesticado y adaptado a diversas condiciones agroclimáticas. Sin embargo, es una planta vulnerable a plagas y enfermedades, y presenta bajos rendimientos productivos. Se caracteriza por ser un árbol frágil, con hojas y raíces grandes y de color oscuro, y nuevos brotes de un verde claro. Los estaminodios son de un rojo intenso, mientras que la mazorca tiene una cáscara delgada y una forma que recuerda al cundeamor. La almendra es de color blanco, con un sabor y aroma a chocolate, considerado superior al de cualquier otro tipo de cacao en el mundo (Zambrano, 2017).

2.2.6.2. Cacao forastero (*Theobroma cacao* var. forastero)

Los forasteros es el tipo de cacao más común y resistente. Los granos son más amargos que los criollos y a menudo se utilizan en la producción de chocolate en masa debido a su rendimiento y resistencia a enfermedades. Los árboles de cacao forastero son más fuertes y más fáciles de cultivar que los criollos (Unaucho, 2014).

Su origen es considerado en el Alta Amazonía, se utiliza principalmente para mezclar y dar cuerpo al chocolate debido a su resistencia y aroma. Mediante la cata, se clasifica como fuerte y amargo, con ligero ácido; con bastante tanino y astringencia. Tiene excelente rendimiento, precoz, vigoroso y resistente a enfermedades (Zarate, 2024).

2.2.6.3. Cacao Trinitario (*Theobroma cacao* var. trinitario)

Este tipo de cacao surgió de manera natural como resultado del cruce entre cacaos criollos y forasteros amazónicos. De esta mezcla, nacen mazorcas con una gran variedad de formas, que inicialmente presentan colores verdes y rojos, y al madurar se tornan anaranjadas y amarillas. El cotiledón interno tiene un color morado. La calidad del cacao obtenido de esta variedad puede ser variable, aunque el cacao de Trinidad es considerado de alta calidad (Unaucho, 2014).

Este grupo de cacao forma una amplia población híbrida originada en la isla de Trinidad. La variedad conocida como Criollo de Trinidad es el resultado del cruce entre el cacao criollo y el forastero. Las mazorcas varían en forma y color, y las semillas suelen ser más grandes que las de otras variedades. Las plantas son robustas, con troncos gruesos y hojas de gran tamaño. Hoy en día, esta es la variedad de cacao más cultivada en el mundo. Las mazorcas de los cacaos trinitarios tienen colores y formas diversas, siendo verdes y rojas cuando están inmaduras, y cambiando a amarillas y anaranjadas rojizas al madurar. Las almendras suelen ser de tamaño mediano a grande, con cotiledones de un color violeta oscuro (Zambrano, 2017).

2.2.6.4. CCN51

La variedad de cacao que se producirá es la clonada "CCN-51", que fue desarrollada tras diversas investigaciones realizadas por el agrónomo de Ambato, Homero Castro Zurita. En 1965, Castro logró obtener el cacao clonado denominado CCN-51, que hace referencia a la Colección Castro Naranjal. Cabe destacar que solo la planta número 51 se destacó por sus excepcionales características agronómicas y sanitarias, lo que motivó su clonación a gran escala. Actualmente, alrededor del 10% del total de cacao cultivado en Ecuador corresponde a la variedad CCN-51 (Zambrano, 2017).

El nombre CCN-51 proviene de "Colección Castro Naranjal", ya que es una colección de clones desarrollada por el agrónomo Castro en la localidad de Naranjal. El número 51 hace referencia a la secuencia de los clones investigados hasta llegar a la planta que resultó ser exitosa y reunir las características deseadas. Este clon ecuatoriano se cultiva en la zona tropical del país y es reconocido por su alta calidad, gran productividad y

resistencia a enfermedades como la escoba de bruja y *Ceratocystis fimbriata*. En 1960, Homero Castro, un agrónomo investigador, desarrolló el clon CCN-51 en la hacienda Theobroma, situada en la provincia de Guayas, a unos 70 kilómetros al sureste de Guayaquil. Tras realizar múltiples experimentos, Castro logró una doble hibridación utilizando una combinación de materiales genéticos de cacao trinitario y cacao forastero amazónico (Huanca, 2010).

2.2.7. Requerimientos edafoclimáticos

De acuerdo con Paredes (2003), señala que el crecimiento, desarrollo y alta productividad del cacao dependen en gran medida de las , el brote y la cosecha, está influenciado por el clima. La relación entre las variaciones climáticas y el ciclo vegetativo nos permite crear calendarios agroclimáticos. Los factores más relevantes en el cultivo incluyen los siguientes:

2.2.7.1. Precipitación

El cacao es una especie que necesita un suministro adecuado de agua para realizar sus funciones metabólicas. De manera general, la lluvia es el principal factor climático que presenta mayores variaciones a lo largo del año. Su distribución cambia considerablemente entre diferentes regiones y es uno de los principales elementos que influye en el manejo del cultivo. La cantidad ideal de precipitación para el cacao es de entre 1,600 y 2,500 mm anuales, distribuidos de manera uniforme durante todo el año. Si las precipitaciones superan los 2,600 mm, podrían afectar negativamente la producción de cacao (Paredes, 2003).

2.2.7.2. Temperatura

La temperatura es un factor crucial debido a su impacto en el crecimiento, la floración y la fructificación del cacao. La temperatura media anual ideal para este cultivo debería estar cerca de los 25°C. Las temperaturas bajas afectan la velocidad de crecimiento vegetativo, el desarrollo de los frutos y reducen la intensidad de la floración. También influyen en la actividad de las raíces y los brotes de la planta (Paredes, 2003).

Para un cultivo de cacao adecuado, las temperaturas deben mantenerse dentro de los siguientes rangos:

- Mínima de 23°C
- Máxima de 32°C
- Óptima de 25°C

Las temperaturas extremas determinan las condiciones de altitud y latitud adecuadas para el cultivo de cacao. La temperatura también regula la absorción de agua y nutrientes por las raíces del cacao. Un factor importante es que cuando la temperatura baja de los 15°C, la actividad de las raíces se reduce significativamente. Por otro lado, las altas temperaturas pueden dañar las raíces superficiales, lo que restrinja su capacidad de absorción, por lo que se sugiere proteger el suelo con la hojarasca disponible. Además, la descomposición rápida de la materia orgánica en el suelo, a través de la oxidación y en presencia de humedad, también está influenciada por la temperatura (Paredes, 2003).

2.2.7.3. Viento

El viento es el factor que influye en la velocidad de evapotranspiración del agua tanto en la superficie del suelo como en la planta. En las plantaciones que están constantemente expuestas a vientos fuertes, se puede generar la caída prematura de las hojas o defoliación. En áreas donde la velocidad del viento alcanza los 4 m/seg. y hay poca sombra, es común observar defoliaciones severas. En contraste, en regiones donde la velocidad del viento es de 1 a 2 m/seg., este problema no suele ocurrir (Paredes, 2003).

2.2.7.4. Altitud

El cacao se desarrolla de manera óptima en las zonas tropicales, donde se cultiva hasta los 800 msnm. No obstante, en regiones cercanas al ecuador, las plantaciones pueden prosperar a altitudes más altas, que varían entre 1,000 y 1,400 metros sobre el nivel del mar. Aunque la altitud puede influir, no es un factor tan determinante como las condiciones climáticas y del suelo en una plantación de cacao. Siempre que se conserven niveles adecuados de fertilidad, temperatura, humedad, precipitaciones y radiación solar, la altitud pasa a ser un factor secundario (Paredes, 2003).

2.2.7.5. Luminosidad

La luz es otro factor ambiental clave para el crecimiento del cacao, especialmente para el proceso de fotosíntesis, que ocurre a baja intensidad incluso cuando la planta está completamente expuesta al sol. Durante la fase de establecimiento del cultivo, se recomienda sembrar otras especies de plantas para proporcionar sombra, ya que las plantaciones jóvenes de cacao son vulnerables a los efectos directos de los rayos solares. En el caso de plantaciones ya consolidadas, se estima que niveles de luz por debajo del 50 % de

la radiación total pueden disminuir la productividad, mientras que una exposición superior a ese umbral puede favorecer un aumento en la producción (Paredes, 2003).

2.2.8. Requerimiento del suelo para el cultivo de cacao

El crecimiento adecuado y la alta productividad del cacao dependen no solo de que las primeras capas del suelo, hasta los 30 cm de profundidad, tengan buenas condiciones físicas y químicas, donde se concentran la mayoría de las raíces activas encargadas de absorber agua y nutrientes, sino también de que las capas más profundas del suelo sean aptas para permitir que la planta se fije bien y que la raíz principal pueda crecer libremente, alcanzando hasta 1.5 metros de profundidad si el suelo lo permite (Zarate, 2024).

Los suelos más adecuados para el cultivo de cacao son los aluviales, los francos y los profundos con subsuelos permeables. Los suelos arenosos no son recomendables, ya que no retienen la humedad suficiente para satisfacer las necesidades de agua de la planta. Los suelos de color oscuro, especialmente los negruzcos, suelen ser los mejores, ya que son menos propensos a la lixiviación. Además, el subsuelo debe ser fácilmente penetrable por la raíz principal y tener una profundidad adecuada (Paredes, 2003).

2.2.8.1. Drenaje

Este factor está influenciado por las condiciones climáticas del área, la topografía, la vulnerabilidad de la zona a inundaciones y la capacidad natural del suelo para retener la humedad de manera adecuada y mantener una buena aireación. En algunos casos, pueden presentarse problemas de drenaje interno debido a la composición textural del perfil del suelo. Si el subsuelo tiene una textura arcillosa, esto impide que el agua se mueva con

rapidez, lo que provoca procesos de óxido-reducción y la formación de manchas en el suelo (Paredes, 2003).

2.2.8.2. pH del suelo

El pH del suelo es una de las características más cruciales, ya que regula la velocidad con la que se descompone la materia orgánica y afecta la disponibilidad de los nutrientes. El cacao crece de manera óptima cuando el pH del suelo se encuentra entre 6.0 y 6.5, lo que favorece un buen rendimiento. No obstante, también puede adaptarse a rangos más extremos, desde suelos muy ácidos hasta los más alcalinos, con valores que van desde un pH de 4.5 hasta 8.5. Sin embargo, en estos suelos extremos, la producción suele ser baja o deficiente, por lo que es necesario aplicar correctivos para mejorar las condiciones (Paredes, 2003).

2.2.8.3. Materia organica

La materia orgánica es un factor clave para la nutrición del suelo, lo que a su vez beneficia el crecimiento de las plantas. Su presencia en el suelo afecta las condiciones físicas y biológicas de la plantación, además de mejorar la estructura del suelo, facilitando su desmenuzamiento. También ayuda a prevenir la descomposición de los gránulos del suelo debido a la acción de las lluvias. Otro aspecto importante de la materia orgánica es que sirve como alimento para los microelementos del suelo, los cuales desempeñan un papel activo en la formación y desarrollo del mismo. La descomposición de la materia orgánica da lugar a la formación de humus, que actúa como un reservorio de calcio, magnesio y potasio (Paredes, 2003).

2.2.8.4. Topografia

La topografía es otro factor crucial para el establecimiento de plantaciones de cacao, ya que una zona accidentada dificulta la mecanización y el uso de técnicas modernas. Además, estas áreas son más vulnerables a la erosión causada por las lluvias, lo que representa un problema serio al provocar la pérdida de la capa superficial del suelo. Para prevenir este problema, es esencial implementar prácticas de conservación del suelo, como barreras vivas, barreras muertas, siembra en curvas a nivel, coberturas vegetales, entre otras. En general, en terrenos con pendientes superiores al 15%, las labores agrícolas se realizan de forma manual, mientras que en pendientes más suaves es posible utilizar maquinaria y aplicar tecnologías avanzadas. Se ha observado que la presencia de la moniliasis tiende a ser más baja en áreas que tienen pendientes inferiores al 15% (Paredes, 2003).

2.2.9. Métodos de propagación del Cacao

Se generan plantas completas a partir del desarrollo de embriones, los cuales se originan mediante un proceso de fecundación. Los embriones se encuentran dentro de las semillas (Pina, 2008) citado por (Huarancca, 2019). Este método utiliza semillas botánicas o granos (almendras) para producir nuevas plantas de cacao.

2.2.9.1. Propagación sexual

Este método consiste en utilizar semillas botánicas para propagar el cacao. Cuando se opta por la propagación a través de semillas, es fundamental conocer el biotipo y las características clave de las plantas que producen las semillas, para asegurar que reciban el tratamiento adecuado y puedan crecer de manera saludable, uniforme y con alta

productividad. Para la siembra, se extrae el mucílago de las semillas frotándolas suavemente con aserrín. Posteriormente, se colocan en bolsas o se preparan para un pre-germinado, cubriéndolas con restos de vegetación seca o aserrín húmedo dentro de bolsas plásticas. Si no se utiliza pre-germinado, las semillas se siembran a una profundidad máxima de 1 cm, en posición horizontal (Rosas, 2019).

Este método de propagación del cacao utiliza semillas botánicas para su reproducción. Para realizar la propagación por semilla, es fundamental conocer el biotipo y las características principales de las plantas que producen las semillas, de manera que reciban el tratamiento adecuado para garantizar un buen crecimiento, uniformidad y alta producción. Es recomendable que las semillas provengan de campos de producción oficial. Si no se dispone de estos campos, es posible suplir esta carencia seleccionando adecuadamente las "plantas madre" de las cuales se obtendrán las semillas (Zambrano, 2017).

La moniliasis es una de las principales enfermedades que afectan al cacao, seguida por la "Escoba de Bruja". Para controlar y mitigar los efectos de estas enfermedades, se ha identificado la tolerancia varietal como una posible solución, y existen métodos relativamente sencillos para seleccionar e identificar materiales locales resistentes. En cualquier plantación de cacao, existen árboles con rasgos específicos, denominados "plantas madre", los cuales son utilizados como fuente para la obtención de semillas y las yemas que, junto con las provenientes de semilleros, se utilizan para la propagación mediante injerto en chupones basales y plántulas de vivero (Huaranca, 2019).

2.2.9.2. Propagación asexual

El injerto es una técnica de propagación vegetativa que resulta efectiva y económica, favoreciendo el desarrollo tanto agrícola como industrial del cultivo y generando

un significativo beneficio económico. Esta práctica tiene como objetivo incrementar la producción de cacao, tanto en cantidad como en calidad, facilitando la rehabilitación o renovación de plantaciones antiguas, debilitadas o no productivas. Además, promueve la conservación de árboles que producen frutos de manera temprana, son resistentes a plagas y enfermedades, y poseen otras características agronómicas valiosas para la producción, siendo considerada una herramienta clave en el mejoramiento genético del cultivo (Vela, 2014).

El injerto es un proceso de multiplicación que consiste en unir diferentes partes de una planta de manera que se fusionen, permitiendo el paso de savia y formando una especie de simbiosis que da lugar a un solo organismo que puede crecer y desarrollarse. (Echeverria, 2013).

Los elementos que componen un injerto son la púa y el patrón. La púa es una porción del tejido meristemático, conocido como yema, que es donde se concentra la mayor actividad celular y hormonal. El patrón es la parte que recibe y sostiene esta yema, proveyéndola de nutrientes necesarios para su crecimiento. Los patrones pueden ser plántulas si provienen de semillas, o clonales si se originan de estacas o acodos. (Carranza, 2013).

La púa en un injerto es una pequeña sección del tallo que contiene varias yemas o yemas latentes. Al unirse con el patrón, se forma la parte superior del injerto, y de estas yemas crecerán el tallo y las ramas (o ambas) de la planta injertada. El patrón, también llamado portainjerto, es la parte inferior del injerto, responsable de formar el sistema radicular de la planta. Puede provenir de una planta de semilla, una estaca enraizada o un acodo. (Reyes & Marín, 2014).

a. Fisiología del injerto

De acuerdo con Tulliano (2010) el patrón se encuentra en el suelo y se encarga de absorber el agua y los nutrientes, además de sintetizar sustancias como aminoácidos y otros compuestos vitales para el crecimiento. Mientras tanto, la variedad injertada realiza la fotosíntesis para generar la energía que necesita, y también produce proteínas y hormonas. Esta división de roles se da de manera similar tanto en los árboles injertados como en los de raíz propia. Sin embargo, cuando se combinan dos individuos con diferentes características genéticas y metabolismo, se generan variaciones significativas, que se detallan a continuación:

- El crecimiento de los árboles injertados depende de la interacción entre la fuerza del patrón y la de la variedad injertada, siendo la influencia del patrón la más destacada.
- La influencia del patrón aumenta en función de la longitud de su tronco.
- Los patrones también pueden afectar la época de maduración, la calidad de los frutos (en términos de tamaño y color), y su capacidad de almacenamiento.
- Se ha observado que las lesiones de la variedad suelen estar relacionadas con el patrón utilizado.
- La influencia de la variedad injertada sobre el crecimiento de las raíces del patrón no afecta su número ni tamaño, sino más bien su extensión (ramificación) y profundidad.

b. Compatibilidad para injertos

La cercanía taxonómica es esencial para que el injerto sea exitoso y para su supervivencia a largo plazo. Las auxinas desempeñan un papel clave en la curación de las heridas y en la regeneración del tejido vascular en la unión del injerto. Cuando hay incompatibilidad, los injertos dentro de la misma especie botánica (portainjerto y vástago)

casi siempre son compatibles, los injertos entre especies del mismo género suelen serlo, mientras que los injertos entre familias diferentes rara vez logran serlo. Este proceso involucra mecanismos complejos en la interacción entre el portainjerto y el vástago, y para que el injerto sea exitoso, debe seguir una serie de pasos, como el alineamiento del cámbium vascular, la respuesta de cicatrización de la herida, la formación de callo, y la creación de xilema y floema (Mudge et al., 2009, citado por Zarate, 2024).

c. Incompatibilidad en injertos

El problema que ocurre en los injertos se debe a diversos factores, entre los cuales se encuentran respuestas fisiológicas negativas en la zona de unión. Esto también se conoce como la incapacidad del portainjerto y la yema para establecer una conexión efectiva, lo cual limita la propagación de plantones, especialmente en frutales de hueso. Esta incompatibilidad puede resultar en la formación de plantas débiles y en una muerte prematura. Se clasifica en dos tipos: traslocada y localizada. La incompatibilidad traslocada se manifiesta en las primeras etapas, con síntomas como marchitez, clorosis, caída de hojas, entre otros, mientras que la localizada aparece después de algunos años (Zarrouk et al., 2006, citado por Zarate, 2024).

d. Principales factores que influyen en el prendimiento del injerto

Temperatura: La temperatura influye en la formación del tejido de callo. Para que el injerto se consolide adecuadamente, se requiere un rango de temperatura entre 15 y 30 grados Celsius, siendo la ideal entre 22 y 25 grados Celsius (Gonzales, 2017; Haro, 2023.

Sombra: Tras realizar los injertos, se deben colocar bajo sombra parcial (malla Sarán 50%) para proporcionar los cuidados necesarios. Es fundamental ofrecer sombra en el área de propagación para reducir la intensidad de la luz y las altas temperaturas, utilizando mallas Sarán con una cobertura de 50 a 70% (Haro, 2023).

Humedad: La humedad es crucial durante la formación del callo, ya que previene que la superficie de los cortes se seque, favoreciendo una cicatrización adecuada. La humedad debe mantenerse entre el 80 y el 90% para asegurar una buena cicatrización; si es demasiado baja, este proceso se ve comprometido (Condezo, 2013).

Viento: Los vientos fuertes pueden deshidratar las púas, romper brotes o despegar la unión del cámbium, disminuyendo la tasa de éxito del injerto. Se recomienda que la velocidad del viento esté entre 4 y 6 m/s, con ráfagas de hasta 8 m/s (Tulliano, 2010).

Oxígeno: La presencia de oxígeno en la zona de unión es esencial para la formación del tejido de callo, ya que las células en esta área se dividen y crecen activamente, lo que requiere una respiración elevada. Por lo tanto, es importante que la ligadura del injerto permita el paso de oxígeno hacia la zona de la unión (Corral, 2012 citado por Gonzales, 2017).

2.2.10. Injerto en el cultivo de cacao

El injerto consiste en unir dos partes de una planta para que se desarrolle conjuntamente como un solo organismo. En el cultivo del cacao, esta técnica representa una alternativa económica y eficaz para su propagación vegetativa. Su aplicación tiene como propósito principal la rehabilitación o reemplazo de plantaciones envejecidas, debilitadas o

con bajos niveles de producción, con el fin de incrementar tanto la cantidad como la calidad del cacao obtenido. Entre las técnicas más comunes se encuentran el injerto por parche, púa central, púa lateral y el uso de parafina. El éxito del procedimiento está estrechamente relacionado con la habilidad del operador, la calidad del material vegetativo y el momento en que se realiza (Instituto de Cultivos Tropicales [ICT], 2004, citado por Quispe, 2022).

Aunque actualmente se considera que las condiciones de vivero son ideales para realizar injertos, también se recomienda llevar a cabo este proceso directamente en el campo definitivo, especialmente cuando el patrón ha alcanzado un grosor aproximado de 1,5 cm. En tales casos, se sugiere emplear métodos como la púa central o la cuña lateral, ya que la planta cuenta con un sistema radicular más desarrollado y se encuentra mejor establecido (Angulo, 2020).

2.2.11. Tipos de injerto

En términos generales, los injertos se clasifican en dos categorías principales: los que se realizan con yemas y aquellos que emplean púas (Quispe, 2022).

2.2.11.1. Injerto de yema

Este método es uno de los más utilizados debido a que proporciona un alto porcentaje de éxito en el prendimiento. Aunque existen algunas variaciones, las más comunes son las técnicas en "parche" y en "T". En el injerto en parche, se realizan cuatro cortes formando un rectángulo que cubre aproximadamente un tercio del diámetro del árbol, con una profundidad suficiente para alcanzar la capa más interna de la corteza. Luego, se realiza el mismo tipo de corte en el vástago y se coloca la corteza de este sobre el patrón, asegurándola con una cinta selladora. En el injerto en "T", se hace un corte en forma de "T"

en la corteza del patrón, donde se coloca la yema cortada, sellando la unión con cinta aislante o algún otro material adecuado para asegurar que las partes se mantengan en su lugar (Quispe, 2022).

En el patrón que ha sido preparado previamente, se emplea un bisturí para efectuar tres incisiones en forma de "U" invertida sobre la corteza, justo por debajo de la cicatriz del cotiledón. Estos consisten en dos cortes verticales paralelos de aproximadamente dos centímetros de longitud, seguidos de un corte horizontal en la parte superior que uno de ambos extremos. Posteriormente, se retira una esquina de los cortes comprobando el desprendimiento de la corteza y dejándola listo el injerto (Torres, 2019 citado por Cedeño, 2023)

2.2.11.2. Injerto de púa

Este tipo de injerto recibe su nombre porque la parte que se injerta es una estaca, que corresponde a una rama pequeña que contiene dos o tres yemas (porción del tallo que tiene varias yemas). Esta técnica presenta diversas modalidades, entre las que se pueden mencionar: el injerto tipo lengüeta o inglés, el injerto sobre tocón de rama, el injerto lateral subcortical, el injerto lateral convencional, el de hendidura sencilla o doble, el injerto sobre la corteza también llamado de corona y el injerto por aproximación. De acuerdo con el Centro de Estudios y Promoción del Desarrollo (DESCO, 2012 citado por Quispe, 2022), el injerto de púa en cacao se realiza insertando una parte de una vara con tres o más yemas viables en el patrón. Estas yemas darán lugar a la formación de ramas que, mediante el sistema de poda, originarán la falsa horqueta y el crecimiento de ramas productoras. Las siguientes son las técnicas recomendadas para el cultivo de cacao:

a. Púa central

Esta técnica consiste en realizar un corte de aproximadamente 5 cm en el centro del patrón. A continuación, se prepara la vareta, haciendo dos cortes laterales en su extremo inferior y en el lado opuesto para darle forma de punta. Luego, se inserta la vareta en el patrón, asegurándose de que ambos se alineen adecuadamente. Se ajusta con parafina y se cubre el injerto con una bolsa de plástico, cuidando que no entre en contacto con las hojas. El amarre se coloca debajo del injerto, pero sin apretarlo demasiado, para permitir el paso de la humedad generada por el material vegetal. Las fundas plásticas se retiran cuando las hojas miden entre 3 y 5 cm, y la cinta de plástico se retira una vez que el injerto haya cicatrizado. Este proceso consiste en fusionar los tejidos jóvenes de las plantas, de modo que continúen su crecimiento como una sola, donde la yema se convierte en la parte aérea del árbol de cacao, mientras que el portainjerto o patrón constituye la base o las raíces. Los materiales necesarios incluyen cinta de plástico transparente, cuchillo, tijera, férulas, bolsas de polietileno y bolígrafos (Jiménez, 2019 citado por Cedeño, 2023).

Para llevar a cabo este injerto se deben seguir los siguientes pasos:

- Se corta la parte aérea del patrón a unos 30-40 cm de altura.
- Se realiza una hendidura en el patrón, aproximadamente de 4 cm de profundidad en el centro.
- Se prepara un pedazo de vara (púa) que tenga tres o más yemas viables.
- En el extremo inferior de la vara, se hacen dos cortes laterales en direcciones opuestas para formar una cuña.

- Esta cuña se inserta en la hendidura del patrón, asegurándose de que las cortezas del patrón y de la púa se acoplen, aunque no siempre coincidan en grosor. Lo importante es que al menos un costado haga contacto.
- Luego se ata con cinta o rafia.
- El injerto se cubre con una bolsa plástica transparente de 5” x 10”, cuidando que no toque las yemas.
- Después de 16 a 20 días, se retira la bolsa al observar el desarrollo de los brotes

b. Púa lateral

Esta técnica implica colocar una vareta con tres o cuatro yemas funcionales junto a un terminal patrón. Para realizarlo, se practica una abertura en el costado de la protuberancia, de unos dos centímetros de ancho, y se hacen dos cortes inclinados en forma de cuña en el injerto, de manera que se alineen con la grieta del patrón. Una vez que ambos elementos encajan, el injerto se asegura con Parafilm o cinta especial para injertar. Las ramas injertadas se cubren con plástico transparente durante varios días, y la cinta se retira gradualmente mientras los injertos se aclimatan (Alfredo, 2017 citado por Cedeño, 2023).

Este tipo de injerto se recomienda cuando los tallos del patrón tienen un grosor igual o superior a una pulgada. Se utilizan los mismos materiales que para el injerto de púa central. La púa se inserta en el lado del patrón y se pueden colocar una o dos púas, dependiendo del grosor del tallo. El procedimiento incluye:

- Realizar un corte vertical en la corteza del patrón, seguido de un corte horizontal en la parte superior, formando una "T".
- La púa se prepara y se inserta en la hendidura de la corteza del patrón, de arriba hacia abajo, quedando acoplada firmemente.
- Se realiza el amarre con cinta o rafia y se coloca una bolsa plástica sobre el injerto.
- La bolsa se retira después de 18 a 23 días.

En el injerto de púa lateral tipo momia, la diferencia es que toda la vara se cubre con cinta plástica. La base se envuelve con cinta para mantenerla atada durante más tiempo, y la parte de la vara que no entra en contacto con el patrón también se envuelve, lo que da la apariencia de una momia (MINAGRI, 2012 citado por Quispe, 2022).

2.2.12. Fases lunares

El "ciclo lunar" hace referencia a la secuencia continua de las cuatro fases de la luna, que es el movimiento de la luna alrededor de la Tierra. Este ciclo tiene una duración de 29 días, 12 horas, 44 minutos y 2,8 segundos (mes sinódico). Las fases lunares juegan un papel crucial en la agricultura y la cría de animales domésticos, ya que el éxito o fracaso de actividades como siembras, injertos y cosechas a menudo depende de ellas (Uchupaico, 2020).

A continuación, se presenta una breve descripción de cómo la atracción lunar influye en el movimiento de los líquidos dentro de las plantas a lo largo de las cuatro fases de la luna, afectando la nutrición, el crecimiento de las raíces y el desarrollo general de las plantas.

2.2.12.1. Luna nueva

Se trata del momento en que la influencia lunar es más intensa, lo que provoca un aumento en las fuerzas magnéticas. Este fenómeno ayuda a equilibrar los movimientos de agua y nutrientes en el suelo, lo que, a su vez, favorece el crecimiento de las raíces de las plantas (Guisbert, 2011 citado por Uchupaico, 2020).

Esta etapa, conocida como la fase de luna nueva, es cuando se producen importantes movimientos de agua en el subsuelo, lo que impacta directamente las actividades agrícolas. Durante este período, la luz lunar aumenta gradualmente, lo que favorece un crecimiento equilibrado de las plantas, especialmente en lo que respeta al follaje y las raíces (Calderón, 2012, citado por Reyes & Marín, 2014).

2.2.12.2. Cuarto creciente

La influencia gravitacional de la luna aumenta, lo que reduce el efecto de la gravedad terrestre. Este cambio en la gravedad afecta el crecimiento de las raíces, haciéndolo más lento, mientras que favorece el desarrollo del follaje. El movimiento del agua dentro del sistema vascular se vuelve más fluido, y las hormonas involucradas en el enraizamiento se desplazan con mayor facilidad. Además, se ha comprobado que cualquier daño a la planta provoca la pérdida de agua, lo que puede llevar a su deshidratación (Guisbert, 2011 citado por Uchupaico, 2020).

Durante este período, la luz lunar continúa en aumento, lo que provoca un crecimiento mínimo de las raíces, pero una gran expansión del follaje. Con cada día que pasa, la cantidad de luz reflejada aumenta, lo que incrementa la vitalidad y el vigor de las plantas. Estas experimentan una mayor cantidad y circulación de agua interna. Además, la

radiación lunar favorece la regeneración de los tejidos y órganos, facilitando la eliminación de las células muertas (Reyes & Marín, 2014).

2.2.12.3. Luna llena

Es el periodo con la mayor cantidad de luz, durante el cual la gravedad lunar tiene un impacto más fuerte sobre la Tierra. Este fenómeno acelera el crecimiento tanto de las raíces como del follaje, y también favorece el movimiento de la savia interna, lo que beneficia las cosechas (Guisbert, 2011 citado por Uchupaico, 2020).

Este período se caracteriza por una disminución de la luz reflejada por la Luna. Durante esta fase, la circulación de los fluidos alcanza su punto máximo, especialmente alrededor del cuarto día, lo que favorece la germinación y el crecimiento. La savia bruta asciende con gran fuerza nutritiva, por lo que no se recomienda realizar tareas que puedan dañar gravemente los órganos de las plantas. Se trata de una fase de crecimiento más conservador, especialmente en los últimos días de este ciclo (Reyes & Marín, 2014).

2.2.12.4. Cuarto menguante

Durante este periodo de baja luminosidad lunar, la planta recibe menos luz, lo que reduce tanto el crecimiento de las hojas como el desarrollo de las raíces. La savia desciende y se diluye menos (Guisbert, 2011 citado por Uchupaico, 2020).

El éxito del injerto en fase de luna menguante se debe a que, en este momento, la savia de la planta está en descenso y se concentra principalmente en el tallo. Los cortes realizados en el patrón durante esta fase favorecen una cicatrización más rápida, lo que facilita la toma del injerto (Rosas, 2019).

En esta fase, la circulación de los fluidos disminuye y alcanza su punto más bajo, aproximadamente en el quinto día. La savia comienza a descender, lo que favorece actividades relacionadas con la forma, la calidad alimenticia y la resistencia de las plantas. Por lo tanto, es una fase de conservación, en la que las plantas se fortifican. (Reyes & Marín, 2014).

Tabla 2

Fases lunares

Fases lunares	Flujo de savia	Época recomendada para la injertación
Luna nueva	Desciende y se concentra en la raíz	No recomendado
Cuarto creciente	Asciende y se concentra en los tallos y ramas	Bueno
Luna llena	Asciende y se concentra en la copa, ramas, hojas, frutos y flores	Optimo
Cuarto menguante	Desciende y se concentra en tallos y ramas	Bueno

Fuente: Vela (2014)

2.2.13. Influencia de las fases lunares en los injertos de cacao

De acuerdo a estudios realizados sobre el "prendimiento de injerto de *Theobroma cacao* L. del cacao trinitario utilizando la influencia lunar" (p.01), se observó que el porcentaje de prendimiento fue de 95,71% durante la luna nueva, 90,00% en luna llena y 82,86% en cuarto creciente (Ramos, 2019). En Ecuador, se evaluó la "influencia de las fases lunares en la propagación vegetativa de varas de diferentes variedades de cacao (*Theobroma cacao* L.) en la zona de Babahoyo" (p.01), encontrando que los mayores porcentajes de prendimiento fueron 91,50% en luna llena y 86,5% en cuarto menguante (Molina, 2014).

2.2.14. Beneficio de la luz lunar en el éxito del injerto

La luz lunar favorece el proceso de cicatrización de los tejidos de las plantas que han sido dañados o cortados. Por el contrario, la luz solar, debido a su intensidad y calor, puede perjudicar las zonas amputadas. La luz de la luna estimula el crecimiento de muchas plantas, incluidas las yemas injertadas en las púas. La rápida cicatrización y el desarrollo de las yemas son cruciales para el éxito de los injertos (Molina, 2014).

Los agricultores tienen la creencia de que las fases lunares influyen en el desarrollo de diversas actividades agrícolas, desde la preparación del suelo hasta la cosecha de los frutos. Muchos estudios respaldan la idea de que la luminosidad lunar es esencial para el crecimiento y desarrollo de las plantas. Independientemente de si se cree o no en el impacto de la luna sobre las plantas, "de acuerdo a los estudios se puede decir que la intensidad de la fotosíntesis aumenta desde la fase creciente hasta la luna llena, y el mayor aumento en la fotosíntesis de los cultivos ocurre durante el período intensivo de aguas arriba, que se extiende desde tres días después del creciente hasta tres días después de la luna llena" (Restrepo, 2005 citado por Ramos, 2019).

2.3. Definiciones conceptuales

Cacao (*Theobroma cacao* L.): Planta tropical de la familia Sterculiaceae, cuyo fruto, conocido como mazorca, contiene semillas utilizadas para la producción de chocolate. El cacao es cultivado principalmente en regiones tropicales y constituye una de las fuentes agrícolas más importantes para países en África, Asia y América Latina.

Ciclo Vegetativo del Cacao: Es el conjunto de fases del desarrollo de la planta de cacao, desde la germinación de la semilla hasta la producción de frutos. Este ciclo se ve

influenciado por factores como el clima, el suelo y las prácticas agrícolas, y tiene un impacto directo en la productividad del cultivo.

Clon CCN-51: Un clon de cacao altamente productivo, conocido por su resistencia a enfermedades como la escoba de bruja y su alta calidad en la producción de grano. Este clon ha sido desarrollado a partir de la hibridación de diferentes variedades de cacao para mejorar tanto su productividad como sus características agronómicas.

Crecimiento de Injerto: Es el desarrollo de la parte injertada, medido por variables como la altura, el diámetro del tallo, y el número de hojas de la planta injertada. Un buen crecimiento de injerto indica que la parte injertada se está adaptando y desarrollando de manera saludable.

Fase de Cuarto Creciente: Es una de las fases intermedias del ciclo lunar, en la que la luz de la luna aumenta y se cree que favorece el crecimiento de las partes aéreas de la planta, como el follaje. En términos de injertos, esta fase podría influir en la expansión de las ramas y hojas.

Fase de Cuarto Menguante: Es la fase lunar en la que la luz lunar comienza a disminuir, y se asocia con una reducción en el crecimiento de las plantas, favoreciendo la maduración de los frutos y la consolidación de las estructuras vegetales. Durante esta fase, los injertos pueden cicatrizar con mayor facilidad.

Fase de Luna Llena: Es la fase lunar en la que la luna se encuentra completamente iluminada. Se cree que, durante esta fase, la circulación de la savia es más intensa, favoreciendo tanto el crecimiento de las raíces como el desarrollo del follaje y las flores de las plantas.

Fase de Luna Nueva: Es la fase lunar en la que la luna no es visible desde la Tierra. Durante esta fase, se cree que los movimientos de agua y nutrientes en las plantas están más concentrados en las raíces, lo que podría influir en el enraizamiento de los injertos.

Fases Lunares: Las fases de la luna corresponden a los cambios periódicos de su visibilidad desde la Tierra, que ocurren en un ciclo de aproximadamente 29 días. Las principales fases lunares son la luna nueva, el cuarto creciente, la luna llena y el cuarto menguante. Se cree que estas fases afectan el desarrollo de las plantas, influyendo en su crecimiento y otros procesos fisiológicos.

Fenología del Cacao: Estudio de las etapas de desarrollo de la planta de cacao en relación con las condiciones ambientales. Incluye el seguimiento de su ciclo vegetativo y productivo, desde la germinación de la semilla hasta la producción de frutos.

Hormonas Vegetales: Son compuestos químicos que regulan el crecimiento y desarrollo de las plantas. Las auxinas, por ejemplo, son hormonas clave para la formación de raíces en los injertos y su correcta integración con el patrón.

Injerto: Técnica de propagación vegetativa que consiste en unir partes de dos plantas distintas, de modo que crezcan juntas como una sola. En el caso del cacao, el injerto se utiliza para mejorar la calidad y resistencia de las plantas, especialmente en climas y suelos con características específicas.

Lunaridad Agrícola: Es el concepto que se refiere a la influencia de las fases lunares en las actividades agrícolas. Se basa en la creencia de que ciertos momentos del ciclo lunar son más propicios para actividades como la siembra, la cosecha y la propagación vegetativa de plantas, incluidos los injertos.

Luz Lunar: Es la luz reflejada por la luna hacia la Tierra, la cual puede influir en el crecimiento de las plantas, en especial en los injertos. Se cree que las fases lunares, especialmente la luna llena, aumentan la actividad fotosintética en las plantas, lo que favorece su desarrollo.

Prácticas Agrícolas Sostenibles: Técnicas agrícolas que buscan mejorar la productividad del cultivo mientras se minimizan los impactos negativos sobre el medio ambiente. El estudio de la influencia de las fases lunares en el injerto de cacao podría contribuir a prácticas agrícolas más sostenibles al mejorar las tasas de prendimiento sin recurrir a insumos químicos o prácticas invasivas.

Prendimiento de Injerto: Proceso que mide el éxito de la unión entre la parte injertada (púa) y el patrón (planta madre). Un alto porcentaje de prendimiento indica que el injerto ha sido exitoso y la parte injertada ha comenzado a crecer y desarrollarse correctamente.

Púa Central: Tipo de injerto en el que se utiliza una vara o rama de la planta con yemas para insertarla en el centro del patrón. Este método se utiliza cuando el patrón tiene un buen tamaño para realizar la inserción.

Púa Lateral: Técnica de injerto que utiliza una rama más pequeña o lateral de la planta injertada. Este tipo de injerto se realiza generalmente en el costado de la planta patrón, permitiendo que la púa se desarrolle y forme nuevas ramas.

CAPÍTULO III

METODOLOGIA

3.1. Método de investigación

La presente investigación se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo y un diseño experimental, permitiendo establecer relaciones de causa y efecto entre las fases lunares y el comportamiento de los injertos. Este método implicó la manipulación intencional de las variables independientes (fases lunares y tipos de injerto) para observar su efecto sobre variables dependientes como el prendimiento y el crecimiento de injertos en cacao clon CCN-51.

3.2. Tipo y nivel de investigación

El estudio fue de tipo aplicado y nivel explicativo, orientado a identificar cómo influyen las fases lunares en el proceso de injertación en cacao. Se empleó un diseño completamente experimental, lo cual permitió controlar las condiciones del entorno y obtener resultados válidos y confiables. La manipulación de las fases lunares y los tipos de injerto se realizó en condiciones de campo, evaluando su impacto en las respuestas fisiológicas de los plantones de cacao.

3.3. Población y muestra

3.3.1. Población

La población estuvo conformada por 384 plantones de cacao criollo (*Theobroma cacao* L.), cada uno con 30 cm de altura y un diámetro de tallo de 0.7 mm, aptos para el proceso de injertación.

3.3.2. Muestra

La muestra incluyó 128 plantones del clon CCN-51, evaluándose todas las variables en ellos. Se tomaron 16 plantas centrales por tratamiento y 4 por unidad experimental. El tamaño de la muestra se determinó mediante la siguiente fórmula:

$$n = \frac{N * Z_a^2 * P * Q}{e^2 * (N-1) + Z_a^2 * Q}$$

$$n = \frac{384\ x\ 2.576^2\ x\ 0.5\ x\ 0.5}{0.1^2 x(240-1) + 2.576^2 x 0.5 x 0.5} = 128$$

Donde:

n = Tamaño de la muestra buscado

N = Tamaño de la población

Z = Parámetro estadístico que depende el nivel de confianza (NC).

e = Error de estimación máxima permitida

p = Probabilidad de que ocurra el evento

q =(1-p) = Probabilidad de que no ocurra el evento estudiado.

3.4. Componentes en estudio

En esta investigación se evaluaron plantones de cacao clon CCN-51, sometidos a dos tipos de injertos y aplicados en diferentes fases lunares. El estudio se enfocó en observar el comportamiento del prendimiento y el crecimiento bajo estas condiciones específicas, considerando como componentes principales tanto los plantones como los tipos de injerto (injerto púa central y púa lateral) y las fases lunares (llena, nueva, creciente y menguante).

3.5. Tratamientos en estudio

El experimento comprendió ocho tratamientos, resultantes de la combinación de dos tipos de injerto con cuatro fases lunares. Cada tratamiento fue diseñado para evaluar el efecto conjunto de estas variables sobre el prendimiento y crecimiento del clon CCN-51. Los tratamientos fueron los siguientes:

Tabla 3

Tratamientos según fase lunar y tipo de injerto en plantones de cacao clon CCN-51

Tratamiento	Descripción	Código
1	Cuarto creciente con injerto tipo púa central	f1 - i1
2	Cuarto creciente con injerto tipo púa lateral	f1 - i2
3	Cuarto menguante con injerto tipo púa central	f2 - i1
4	Cuarto menguante con injerto tipo púa lateral	f2 - i2
5	Luna llena con injerto tipo púa central	f3 - i1
6	Luna llena con injerto tipo púa lateral	f3 - i2
7	Luna nueva con injerto tipo púa central	f4 - i1
8	Luna nueva con injerto tipo púa lateral	f4 - i2

Nota: Combinación de los factores en estudio

3.6. Diseño experimental

El estudio se desarrolló bajo un Diseño Completamente Aleatorizado (DCA) con arreglo factorial de 4A × 2B, correspondiente a cuatro fases lunares (cuarto creciente, cuarto menguante, luna llena y luna nueva) y dos tipos de injerto (púa central y púa lateral). Esta estructura dio lugar a ocho tratamientos diferentes, los cuales fueron replicados cuatro veces, obteniéndose un total de 32 unidades experimentales. El uso de este diseño permitió evaluar con rigurosidad la influencia conjunta de las fases lunares y los tipos de injerto sobre el prendimiento y crecimiento de plantones de cacao clon CCN-51.

Modelo matemático:

$$Y_{ij} = \mu + A_i + B_j + AB_{ij} + E_{ij}$$

Donde:

- **Yij=** Observación de la variable respuesta obtenida del tratamiento con el i-ésimo nivel de A, el j-ésimo nivel de B y la repetición k-ésima.

- **μ =** Media general.

- **Ai =** Efecto del i-ésimo nivel del factor A.

- **Bj=** Efecto del j-ésimo nivel del factor B.

- **ABij** = Efecto de la interacción del i-ésimo nivel del factor A y el j-ésimo nivel del factor B en su repetición k.

- **Eij:** Efecto del error experimental asociado a la unidad experimental número i.

3.7. Análisis de la varianza

Los datos obtenidos fueron sometidos a análisis de varianza (ANOVA) para identificar diferencias significativas entre los tratamientos. La comparación de medias se realizó mediante la prueba de Tukey al nivel de significancia $\alpha = 0.05$, garantizando una interpretación precisa y confiable de los resultados.

Tabla 4

Descripción del análisis de la variancia de la investigación

Factores de Variabilidad (FV)	Símbolos de GL	Grados de libertad
Factor A	(A – 1)	4 – 1 = **3**
Factor B	(B – 1)	2 – 1 = **1**
Interacción (A x B)	(A – 1) (B – 1)	(4-1) (2-1) = **3**
Error	A x B (r – 1)	(4 x 2) (4-1) = **24**
Total	(A x B x r) -1	((4) (2) (4) -1) = **31**

Figura 1

Esquema de disposición de los tratamientos

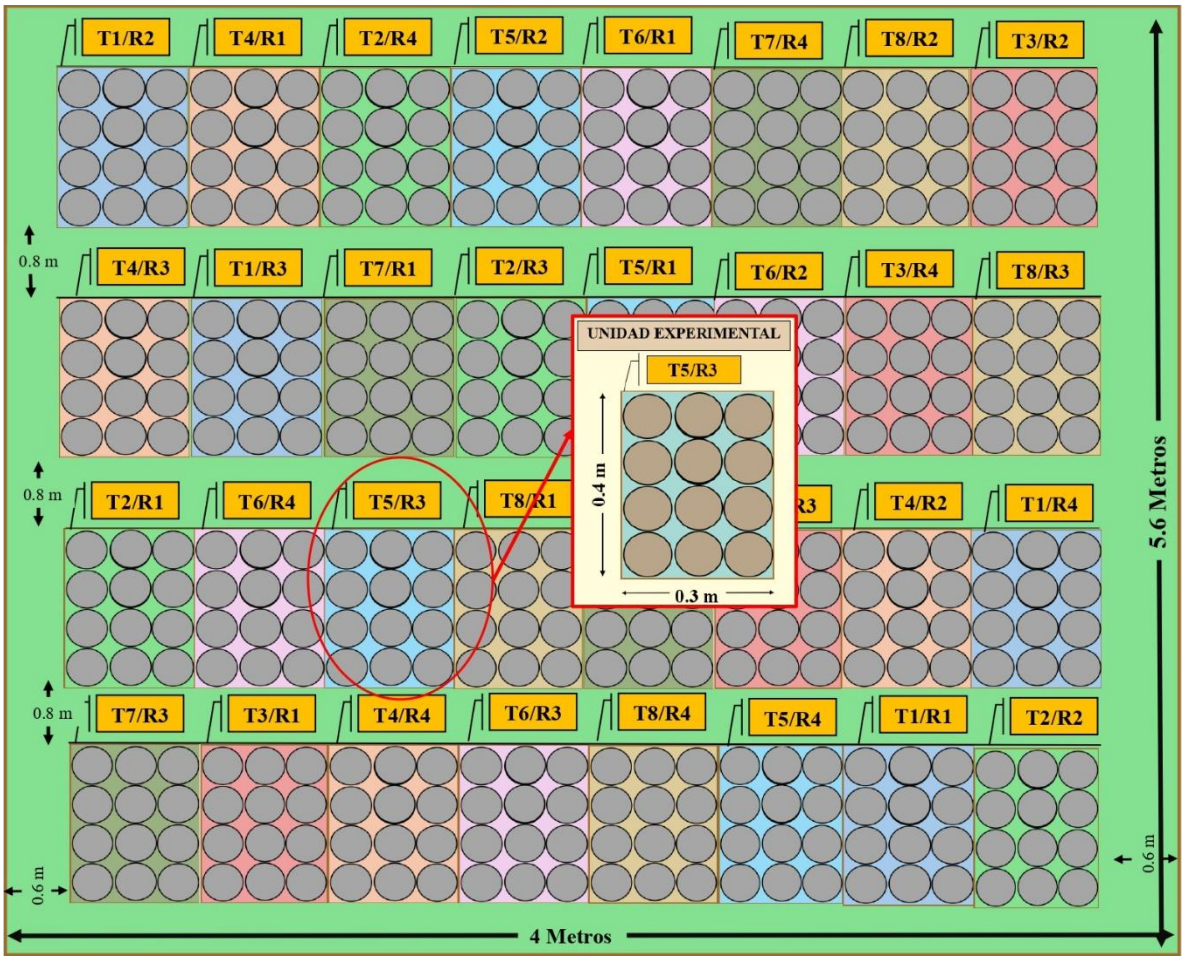


Tabla 5

Características y dimensiones del área de la investigación

Extensión total del experimento (Vivero)	
Longitud total	5.60 m
Anchura total	4.00 m
Área total	22.4 m^2
N° de tratamientos	8
N° de repeticiones	4
N° de plantas totales (población)	384

Área de las unidades experimental	
Longitud de cada unidad	0.40 m
Ancho de cada unidad	0.30 m
Área total de cada unidad	0.12 m^2
Número de unidades experimentales (U/E)	32
Cantidad de plantas por unidad experimental	12
Cantidad de plantas evaluadas por UE (netas)	4
Espacio entre las plantas	0.12 m

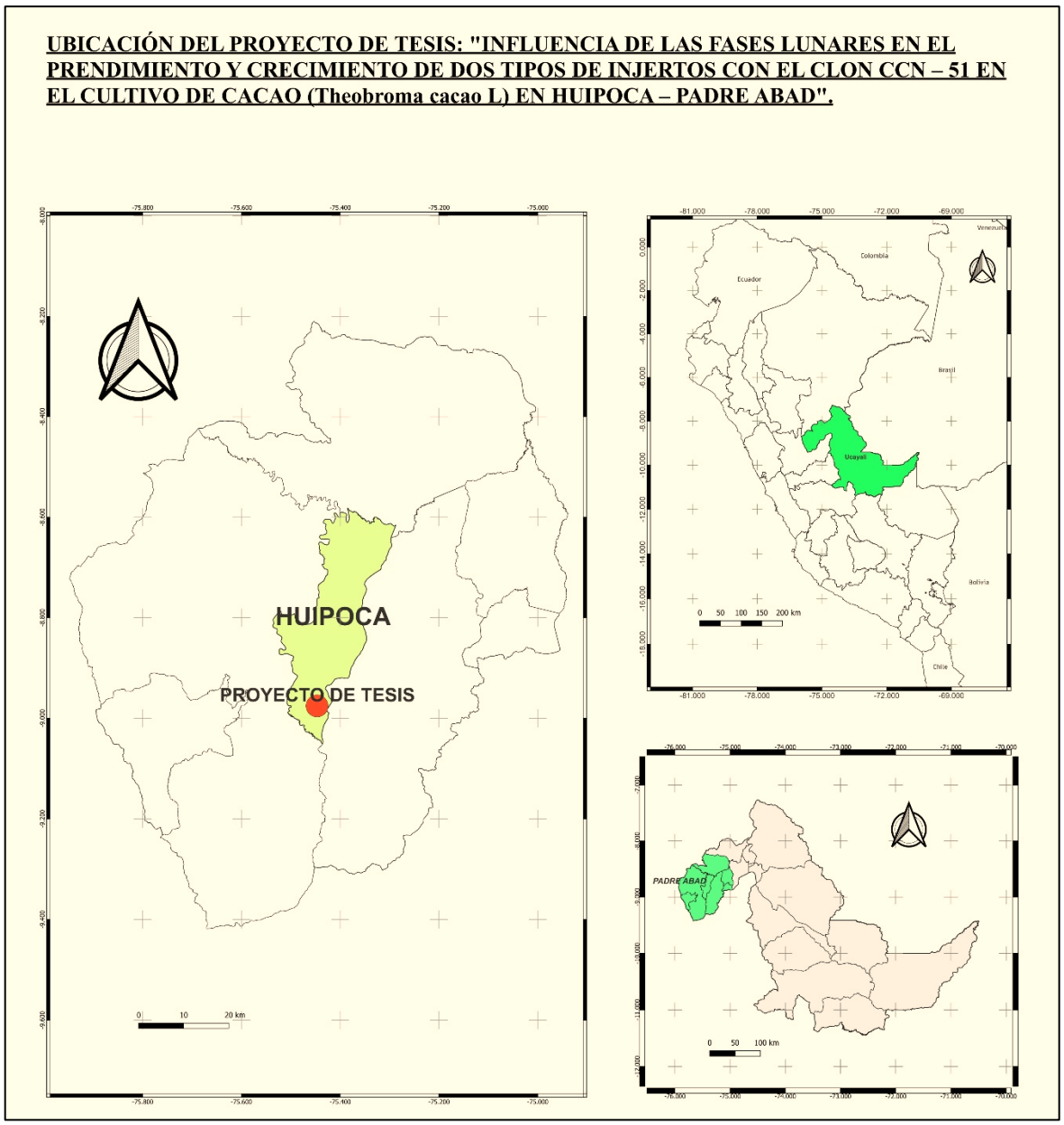
3.8. Ejecución del experimento

3.8.1. Ubicación y duración del estudio.

El trabajo de investigación se desarrolló en el vivero de plantas de cacao ubicado en la propiedad del señor Henry Viviano Rioja Rivera, a 140 metros de la margen derecha de la carretera Federico Basadre, a la altura del kilómetro 152, en el distrito de Huipoca, provincia de Padre Abad, en el departamento de Ucayali. Las coordenadas exactas de la ubicación son 8°58'31"S de latitud sur y 75°26'47"W de longitud oeste, a una altitud de 294 metros sobre el nivel del mar.

Figura 2

Localización del lugar de la investigación



3.8.2. Condiciones ambiéntelas.

La investigación se llevó a cabo específicamente en los meses de enero, febrero y marzo del 2024, en un entorno caracterizado por un clima cálido y húmedo, propio del distrito de Huipoca, en la provincia de Padre Abad, región de Ucayali. La temperatura

promedio anual en esta zona es de aproximadamente 25.8 °C, con variaciones poco marcadas a lo largo del año: las temperaturas máximas alcanzan los 30.5 °C, mientras que las mínimas oscilan alrededor de los 24.4 °C. Los meses con mayor presencia de sol son julio, agosto y septiembre. De acuerdo con registros climáticos recopilados en los últimos 25 años, la precipitación media anual es de aproximadamente 1.700 mm, siendo los meses de junio, julio y agosto los más secos (Aybar & Lavado, 2017).

Tabla 6

Datos climatológicos durante los meses de estudio

Parámetros observados	**Periodo del estudio**		
	Enero	**Febrero**	**Marzo**
Temperatura Máxima	33 °C	34.2°C	33°C
Temperatura mínima	21°C	23.2°C	22.7°C
Humedad relativa	87%	86%	88%
Precipitación (mm)	146.3	115.8	168
Horas de luz	11.45	11.39	11.35
Viento (km/h)	3.3	3.2	3.5
Días de lluvia	7	8	8

Fuente: Estación meteorológica de la Universidad Nacional De Ucayali

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

En este estudio, se llevó a cabo un análisis para determinar la influencia de las fases lunares en el prendimiento y crecimiento de injertos con el clon CCN-51 de cacao (*Theobroma cacao* L.) en el distrito de Huipoca – Padre Abad. Se establecieron ocho tratamientos experimentales, que consistieron en la combinación de cuatro fases lunares: cuarto creciente, cuarto menguante, luna llena y luna nueva con dos tipos de injertos (púa central y púa lateral). Los tratamientos fueron los siguientes: T1 (cuarto creciente con injerto tipo púa central), T2 (cuarto creciente con injerto tipo púa lateral), T3 (cuarto menguante con injerto tipo púa central), T4 (cuarto menguante con injerto tipo púa lateral), T5 (luna llena con injerto tipo púa central), T6 (luna llena con injerto tipo púa lateral), T7 (luna nueva con injerto tipo púa lateral) central) y T8 (luna nueva con injerto tipo púa lateral). El análisis se enfocó en determinar el porcentaje de prendimiento, la altura del injerto, el diámetro basal del tallo y el número de hojas. A continuación, se presentan los resultados:

4.1. Prendimiento

4.1.1. Porcentaje de prendimiento (%)

El porcentaje de prendimiento fue evaluado a los 15 días después de la injertación, aplicando un análisis de varianza complementado con la prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$). Los resultados no revelaron diferencias significativas entre tratamientos. La Tabla 8 presenta los valores obtenidos en el porcentaje de prendimiento según las fases lunares.

Tabla 7

Prueba de Tukey (α=0.05) para porcentaje de prendimiento en las fases lunares

Factor A	Fase lunar	Porcentaje de prendimiento (%)
F1	Cuarto creciente	100.00 [a]
F3	Luna llena	98.96 [a]
F4	Luna nueva	97.93 [a]
F2	Cuarto menguante	96.89 [a]
Sig.		0.67

Nota: Medidas con las mismas letras o subconjuntos indican diferencias no significativas.

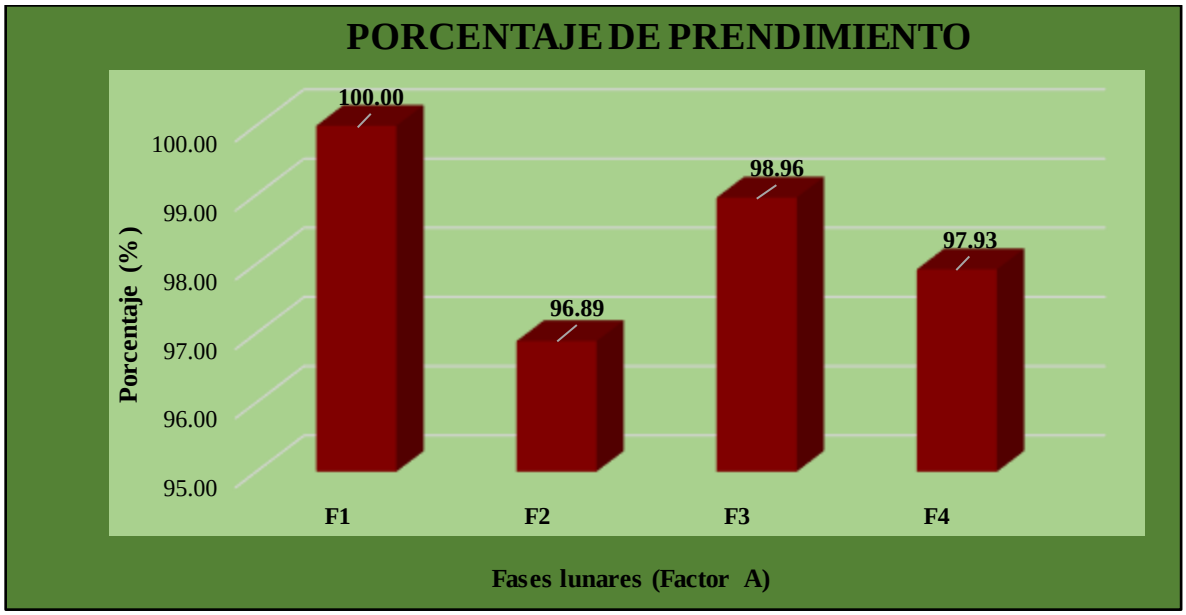
Según la Tabla 8 y la Figura 3, el porcentaje de prendimiento a los 15 días después de la injertación fue evaluado mediante la prueba de Tukey (α = 0.05), no encontrándose diferencias estadísticamente significativas entre las fases lunares. La fase lunar de cuarto creciente (F1) registró el mayor promedio con 100%, seguida por luna llena (F3) con 98.96%, luna nueva (F4) con 97.93% y cuarto menguante (F2) con 96.89%. Estos resultados indican que, si bien todas las fases lunares mostraron prendimientos elevados y estadísticamente similares, la fase de cuarto creciente evidenció una ligera superioridad en la respuesta fisiológica de las plantas.

La Figura 3 presenta gráficamente los valores del porcentaje de prendimiento según las fases lunares evaluadas. Se aprecia claramente que el cuarto creciente (F1) obtuvo el valor más alto (100%), lo que visualmente refuerza la tendencia observada en la tabla. Le siguen la luna llena (F3) y la luna nueva (F4), con prendimientos superiores al 97%. Por último, el cuarto menguante (F2) presentó el porcentaje más bajo (96.89%). Aunque las diferencias son leves y no significativas, la gráfica permite observar una inclinación favorable hacia el

prendimiento en la fase de cuarto creciente, lo que sugiere un posible efecto positivo asociado a esta fase lunar sobre el comportamiento fisiológico de las plantas.

Figura 3

Porcentaje de prendimiento según las fases lunares



Nota: F1= Cuarto creciente, F2= Cuarto menguante, F3= Luna llena, F4= Luna nueva

La Tabla 9 presenta los resultados obtenidos en la interacción entre las fases lunares y los tipos de injerto, evaluados en función del porcentaje de prendimiento. Los datos fueron analizados mediante un análisis de varianza (ver Tabla 16A), complementado con la prueba de Tukey (α=0.05), la cual no evidenció diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos. A pesar de ello, se observaron ligeras variaciones en los promedios, lo que sugiere una posible tendencia influenciada por la fase lunar. El coeficiente de variación (CV) fue de 3.34% y el coeficiente de determinación (R^2) de 0.861, lo que indica una adecuada consistencia en los resultados experimentales.

Tabla 8

Prueba de significancia de Tukey (α=0.05) para porcentaje de prendimiento

Tratamiento	Descripción	Porcentaje de prendimiento (%)
T1	Cuarto creciente con injerto tipo púa central	100.00 [a]
T2	Cuarto creciente con injerto tipo púa lateral	100.00 [a]
T6	Luna llena con injerto tipo púa lateral	100.00 [a]
T4	Cuarto menguante con injerto tipo púa lateral	97.93 [a]
T5	Luna llena con injerto tipo púa central	97.93 [a]
T7	Luna nueva con injerto tipo púa central	97.93 [a]
T8	Luna nueva con injerto tipo púa lateral	97.93 [a]
T3	Cuarto menguante con injerto tipo púa central	95.85 [a]
Sig.		0.67

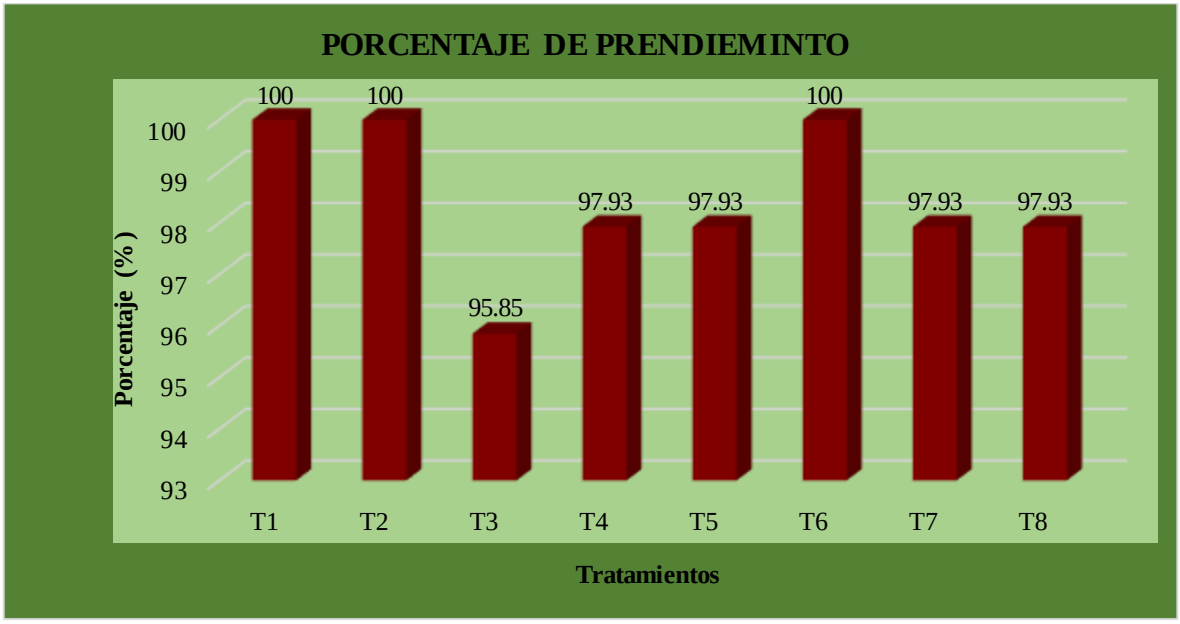
Nota: Medidas con las mismas letras o subconjuntos indican diferencias no significativas.

En la Tabla 9 y Figura 4 se muestra el comportamiento del porcentaje de prendimiento a los 90 días en injertos de cacao, según la interacción entre las fases lunares y los tipos de injerto. Los datos revelan que todos los tratamientos evaluados conformaron un mismo subconjunto estadístico según la prueba de Tukey (α = 0.05), indicando la ausencia de diferencias significativas entre ellos. Sin embargo, se destaca que los tratamientos T1 (cuarto creciente con púa central), T2 (cuarto creciente con púa lateral) y T6 (luna llena con púa lateral) alcanzaron un prendimiento del 100%, superando ligeramente al resto. En cambio, el tratamiento T3 (cuarto menguante con púa central) registró el porcentaje más bajo, con 95.85%. Estos resultados, aunque estadísticamente similares, evidencian una tendencia favorable hacia el uso del cuarto creciente como fase lunar óptima,

independientemente del tipo de injerto, lo que podría estar vinculado a mejores condiciones fisiológicas para la emisión de raíces y establecimiento del injerto en esta fase lunar.

Figura 4

Promedio del porcentaje de prendimiento del injerto



Nota: T1 = Cuarto creciente con injerto tipo púa central; T2 = Cuarto creciente con injerto tipo púa lateral; T3 = Cuarto menguante con injerto tipo púa central; T4 = Cuarto menguante con injerto tipo púa lateral; T5 = Luna llena con injerto tipo púa central; T6 = Luna llena con injerto tipo púa lateral; T7 = Luna nueva con injerto tipo púa central; T8 = Luna nueva con injerto tipo púa lateral.

4.2. Crecimiento

4.2.1. Altura del injerto (cm)

La altura del injerto se evaluó a los 35 días después de la injertación mediante un análisis de varianza complementado con la prueba de Tukey ($\alpha = 0,05$). Los resultados mostraron diferencias significativas entre las fases lunares, destacando una fase lunar con

mayor altura. Los valores obtenidos se presentan en la Tabla 10, donde se evidencian las variaciones en la altura del injerto según las fases lunares.

Tabla 9

Prueba de Tukey (α=0.05) para altura de injerto en las fases lunares

Factor A	Fase lunar	Altura de injerto (cm)	
F1	Cuarto creciente	11.90 [a]	
F2	Cuarto menguante	11.84 [a]	
F3	Luna llena		10.62 [a]
F4	Luna nueva		10.48 [a]
Sig.		.92	.491

Nota: Medidas con las mismas letras o subconjuntos indican diferencias no significativas.

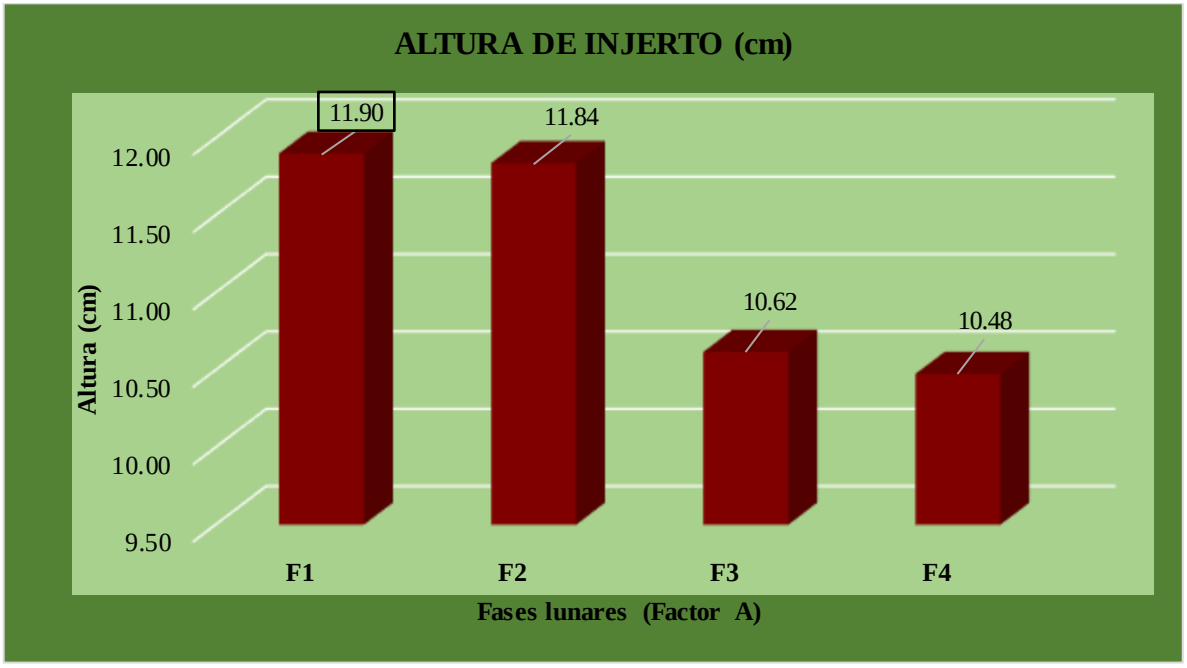
Según la Tabla 10 y 5 la Figura correspondiente, la variable altura del injerto fue evaluada a los 35 días después de la injertación mediante la prueba de Tukey (α = 0.05), encontrándose diferencias estadísticamente significativas entre las fases lunares evaluadas. La fase de cuarto creciente (F1) presentó el mayor promedio con 11.90 cm y el cuarto menguante (F2) con 11.84 cm, destacando estadísticamente. En tanto, la luna llena (F3) registró una altura promedio de 10,62 cm, y la luna nueva (F4) alcanzó los 10,48 cm. A pesar de que las diferencias no fueron significativas, se observa una leve tendencia a una mayor altura del injerto en las fases de cuarto creciente y cuarto menguante.

La Figura 5 representa gráficamente los valores de altura del injerto según las fases lunares evaluadas. Visualmente se distingue que el cuarto creciente (F1) obtuvo el valor más alto (11.90 cm), seguido estrechamente por el cuarto menguante (F2). En contraste, la luna llena (F3) y la luna nueva (F4) mostraron promedios más bajos, por debajo de los 10.7 cm.

Aunque estadísticamente similares, los datos sugieren que las fases lunares F1 y F2 podrían favorecer un mayor desarrollo vertical del injerto de cacao en condiciones similares.

Figura 5

Altura del injerto según las fases lunares



Nota: F1= Cuarto creciente, F2= Cuarto menguante, F3= Luna llena, F4= Luna nueva

En la Tabla 11 se muestran los resultados correspondientes a la variable altura del injerto, evaluada según la interacción entre las fases lunares y los tipos de injerto. El análisis de varianza (ver Tabla 17A), complementado con la prueba de comparación múltiple de Tukey al 5 % de significancia ($\alpha = 0.05$), reveló diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos. El coeficiente de determinación ($R^2 = 0.925$) evidenció un alto nivel de ajuste del modelo a los datos experimentales, mientras que el coeficiente de variación (CV = 6.49%) indicó una adecuada precisión experimental.

Tabla 10

Prueba de significancia de Tukey (α=0.05) para altura del injerto

Tratamiento	Descripción	Altura del injerto (cm)		
T4	Cuarto menguante con injerto tipo púa lateral	12.03 [a]		
T1	Cuarto creciente con injerto tipo púa central	12.00 [a]		
T2	Cuarto creciente con injerto tipo púa lateral	11.80 [a]		
T3	Cuarto menguante con injerto tipo púa central	11.65 [a]		
T6	Luna llena con injerto tipo púa lateral		10.80 [b]	
T8	Luna nueva con injerto tipo púa lateral		10.78 [b]	
T5	Luna llena con injerto tipo púa central		10.44 [b]	10.44 [bc]
T7	Luna nueva con injerto tipo púa central			10.18 [c]
Sig.		.180	.205	.594

Nota: Medidas con las mismas letras o subconjuntos indican diferencias no significativas.

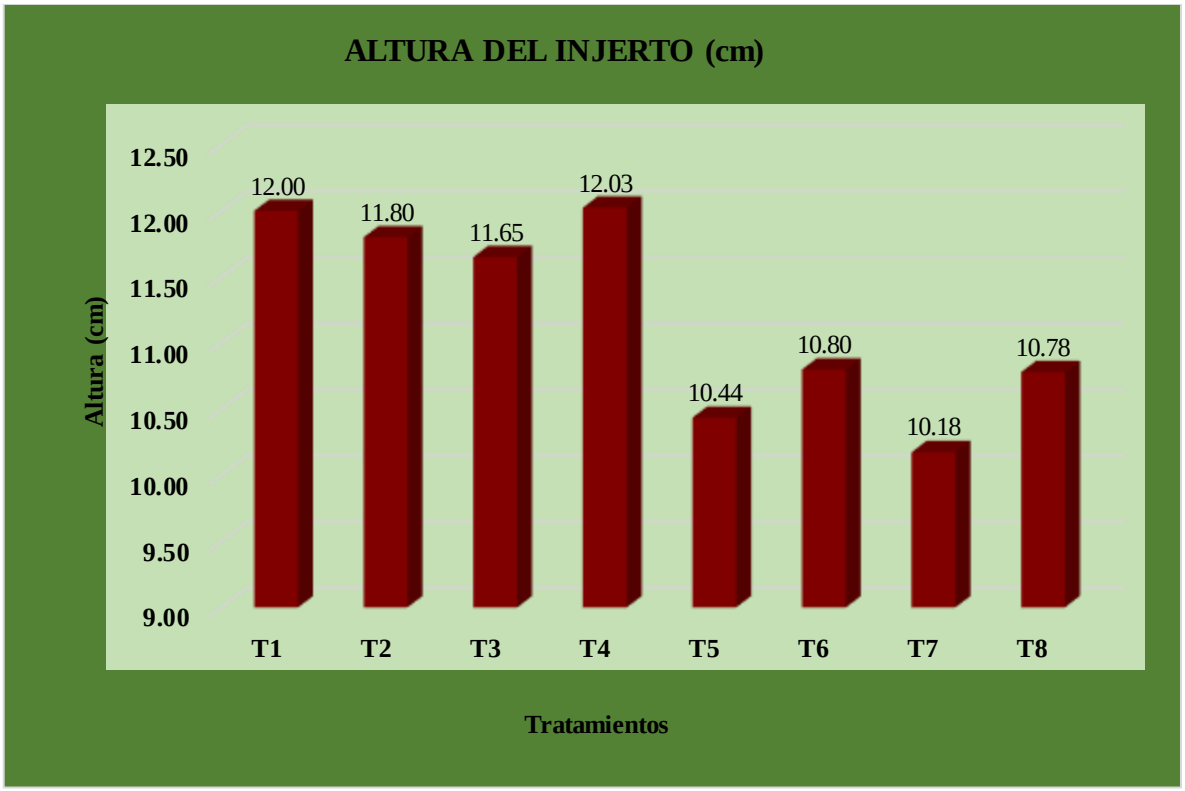
En la Tabla 11 y Figura 6 se presenta el comportamiento de la altura del injerto (cm) en plantas de cacao, evaluado a los 35 días después de la injertación según la interacción entre las fases lunares y los tipos de injerto. Según la prueba de Tukey (α = 0,05), los tratamientos se agruparon en tres subconjuntos estadísticos, lo que indica la existencia de diferencias significativas entre ellos.

El tratamiento T4 (cuarto menguante con púa lateral) registró la mayor altura del injerto con un promedio de 12.03 cm, seguido por T1 (cuarto creciente con púa central) con 12.00 cm, T2 (cuarto creciente con púa lateral) con 11.80 cm y T3 (cuarto menguante con púa central) con 11.65 cm. Estos tratamientos conformaron el primer subconjunto estadístico, evidenciando los valores más altos y sin diferencias significativas entre ellos, aunque sí fueron superiores al resto de tratamientos evaluados.

En el segundo subconjunto se ubicaron los tratamientos T6 (luna llena con púa lateral) y T8 (luna nueva con púa lateral), con promedios de 10.80 cm y 10.78 cm, respectivamente. El tratamiento T5 (luna llena con púa central), con una altura promedio de 10.44 cm, se posicionó en ambos subconjuntos (segundo y tercero), indicando que su valor no difiere significativamente respecto a los tratamientos de ninguno de estos dos grupos. Finalmente, T7 (luna nueva con púa central), con 10.18 cm, se agrupó exclusivamente en el tercer subconjunto, presentando el valor más bajo de altura del injerto.

Figura 6

Promedio de la altura del injerto según tratamientos



Nota: T1 = Cuarto creciente con injerto tipo púa central; T2 = Cuarto creciente con injerto tipo púa lateral; T3 = Cuarto menguante con injerto tipo púa central; T4 = Cuarto

menguante con injerto tipo púa lateral; T5 = Luna llena con injerto tipo púa central; T6 = Luna llena con injerto tipo púa lateral; T7 = Luna nueva con injerto tipo púa central; T8 = Luna nueva con injerto tipo púa lateral.

4.2.2. Diámetro del tallo de injerto (cm)

El diámetro del tallo injertado se evaluó a los 35 días después de la injertación mediante un análisis de varianza complementado con la prueba de Tukey ($\alpha = 0,05$). Los resultados mostraron diferencias significativas entre las fases lunares, destacando una fase lunar con mayor altura. Los valores obtenidos se presentan en la Tabla 12, donde se evidencian las variaciones en la altura del injerto según las fases lunares.

Tabla 11

Prueba de Tukey (α=0.05) para el diámetro del injerto en las fases lunares

Factor A	Fase lunar	Diámetro del injerto (cm)	
F1	Cuarto creciente	3.94 [a]	
F2	Cuarto menguante		3.59 [b]
F3	Luna llena		3.54 [b]
F4	Luna nueva		3.55 [b]
Sig.		1.00	.544

Nota: Medidas con las mismas letras o subconjuntos indican diferencias no significativas.

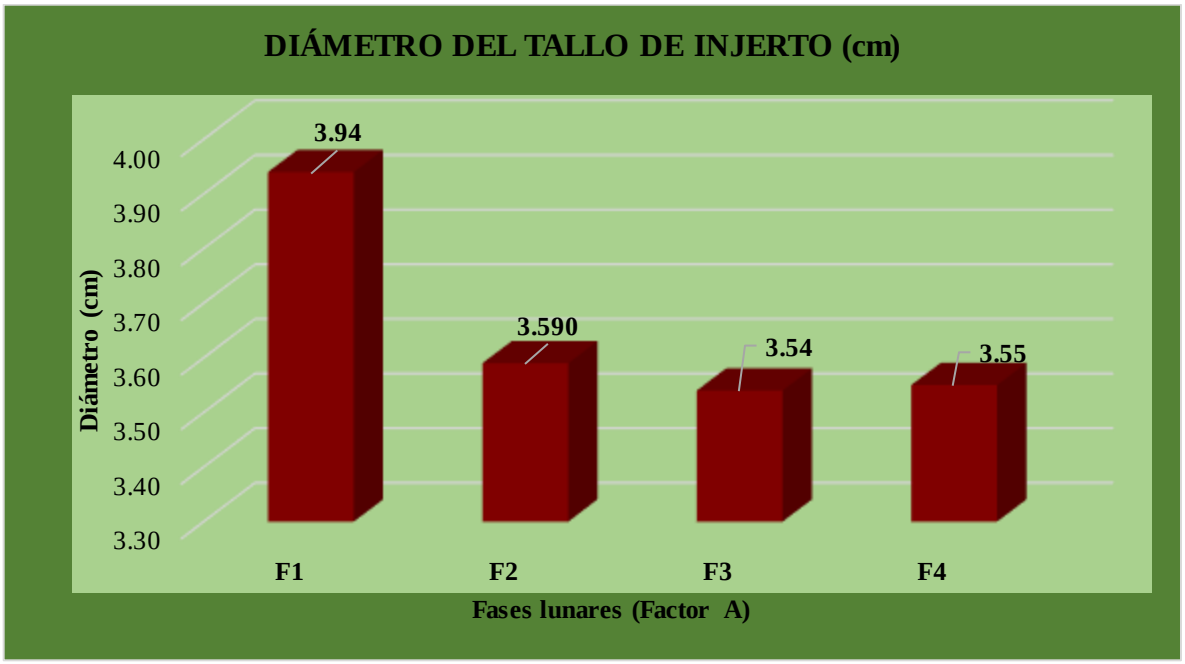
Según la Tabla 12, la variable diámetro del tallo del injerto fue evaluada a los 35 días después de la injertación mediante la prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$), encontrándose diferencias estadísticamente significativas entre las fases lunares. La fase de cuarto creciente (F1) presentó el mayor diámetro promedio con 3.94 mm, conformando un subconjunto estadístico diferente al resto de fases. En cambio, el cuarto menguante (F2), la luna nueva (F4) y la luna

llena (F3) conformaron un segundo subconjunto con promedios de 3.59 mm, 3.55 mm y 3.54 mm, respectivamente. Estos resultados indican una clara influencia de la fase lunar sobre el diámetro del injerto, siendo la fase de cuarto creciente la más favorable para el desarrollo en grosor del tallo injertado.

La Figura 7 representa gráficamente los valores promedio del diámetro del tallo del injerto según las fases lunares evaluadas. Se observa de manera clara que la fase de cuarto creciente (F1) obtuvo el mayor valor con 3.94 cm, superando notablemente al resto de fases. En contraste, el cuarto menguante (F2), la luna nueva (F4) y la luna llena (F3) registraron promedios inferiores, con valores cercanos entre sí, oscilando entre 3.54 cm y 3.59 cm, el cuarto creciente favorece un mayor desarrollo en grosor del tallo del injerto en plantas de cacao.

Figura 7

Diámetro del tallo de injerto según las fases lunares



Nota: F1= Cuarto creciente, F2= Cuarto menguante, F3= Luna llena, F4= Luna nueva

La Tabla 13 presenta los resultados obtenidos para la interacción entre las fases lunares y los tipos de injerto en la variable del diámetro del tallo del injerto. El análisis estadístico, realizado mediante análisis de varianza (ver Tabla 18A) y complementado con la prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$), evidenció diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos. Esto sugiere una influenciada tanto por la fase lunar como por el tipo de injertación. El coeficiente de variación (CV) fue de 5.94%, mientras que el coeficiente de determinación (R^2) alcanzó 0.883, lo que indica una alta consistencia y confiabilidad en los resultados experimentales.

Tabla 12

Prueba de significancia de Tukey (α=0.05) para diámetro del tallo injertado

Tratamiento	Descripción	Diámetro del injerto (cm)		
T1	Cuarto creciente con injerto tipo púa central	4.13 [a]		
T2	Cuarto creciente con injerto tipo púa lateral		3.75 [b]	
T3	Cuarto menguante con injerto tipo púa central		3.73 [b]	
T8	Luna nueva con injerto tipo púa lateral		3.60 [b]	3.60 [bc]
T7	Luna nueva con injerto tipo púa central			3.50 [c]
T6	Luna llena con injerto tipo púa lateral			3.55 [c]
T5	Luna llena con injerto tipo púa central			3.53 [c]
T4	Cuarto menguante con injerto tipo púa lateral			3.45 [c]
Sig.		1.00	.128	.128

Nota: Medidas con las mismas letras o subconjuntos indican diferencias no significativas.

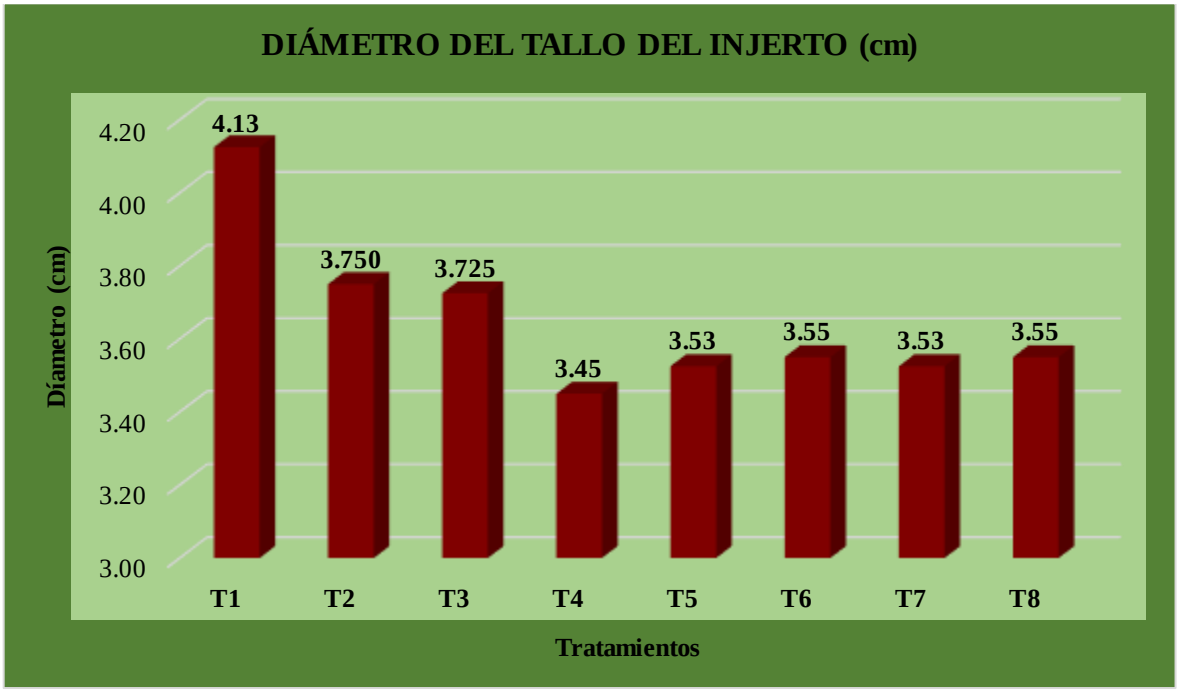
En la Tabla 13 y Figura 8 se presenta el comportamiento del diámetro del tallo injertado (cm) en plantas, evaluado según la interacción entre las fases lunares y los tipos de

injerto. Según la prueba de Tukey (α = 0,05), los tratamientos se agruparon en tres subconjuntos estadísticos, lo que indica diferencias significativas entre ellos.

Se observa que los tratamientos T1 (cuarto creciente con injerto tipo púa central) formó el primer subconjunto con el mayor valor promedio de diámetro de tallo del injerto, con 4.13 cm. Los tratamientos T2 (cuarto creciente con injerto tipo púa lateral), T3 (cuarto menguante con injerto tipo púa central) y T8 (luna nueva con injerto tipo púa lateral) se ubicaron en el segundo subconjunto, con valores promedio de 3.75, 3.73 y 3.60 cm, respectivamente. Finalmente, los tratamientos T7 (luna nueva con injerto tipo púa central), T6 (luna llena con injerto tipo púa lateral), T5 (luna llena con injerto tipo púa central), y T4 (cuarto menguante con injerto tipo púa lateral) conformaron el tercer subconjunto, con los valores más bajos de diámetro de tallo, todos cercanos a 3.50 cm.

Figura 8

Promedio del diámetro de injerto según tratamientos



Nota: T1 = Cuarto creciente con injerto tipo púa central; T2 = Cuarto creciente con injerto tipo púa lateral; T3 = Cuarto menguante con injerto tipo púa central; T4 = Cuarto menguante con injerto tipo púa lateral; T5 = Luna llena con injerto tipo púa central; T6 = Luna llena con injerto tipo púa lateral; T7 = Luna nueva con injerto tipo púa central; T8 = Luna nueva con injerto tipo púa lateral.

4.2.3. Número de hojas

El número de hojas se evaluó a los 35 días después de la injertación mediante un análisis de varianza complementado con la prueba de Tukey (α = 0,05). Los resultados mostraron diferencias significativas entre las fases lunares, destacando una fase lunar con mayor altura. Los valores obtenidos se presentan en la Tabla 14, donde se evidencian las variaciones en el número de hojas según las fases lunares.

Tabla 13

Prueba de Tukey (α=0.05) para número de hojas en las fases lunares

Factor A	Fase lunar	Número de hojas	
F2	Cuarto menguante	5.63 [a]	
F4	Luna nueva		5.00 [b]
F3	Luna llena		4.88 [b]
F1	Cuarto creciente		4.75 [b]
Sig.		1.00	0.503

Nota: Medidas con las mismas letras o subconjuntos indican diferencias no significativas.

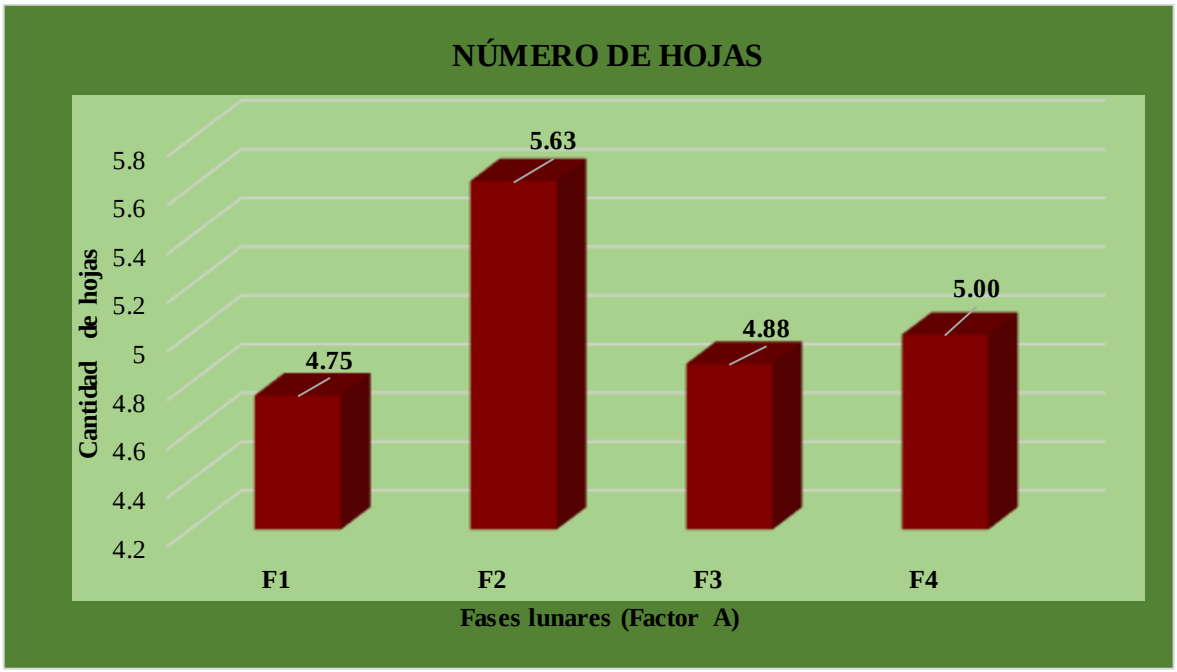
Según la Tabla 14 y la Figura 9 correspondiente, la variable número de hojas fue evaluada en función de las fases lunares mediante la prueba de Tukey (α = 0.05), encontrándose diferencias estadísticamente significativas entre las fases lunares evaluadas.

La fase de cuarto menguante (F2) presentó el mayor promedio con 5.63 hojas, mientras que las fases de luna nueva (F4), luna llena (F3) y cuarto creciente (F1) se agruparon en un subconjunto con valores más bajos, con promedios de 5.00, 4.88 y 4.75 hojas, respectivamente.

La Figura 9 ilustra gráficamente los valores del número de hojas según las fases lunares evaluadas. Visualmente, se observa que la fase de cuarto menguante (F2) tuvo el mayor número de hojas (5.63), seguida de la luna nueva (F4) con 5.00 hojas. En contraste, la luna llena (F3) y el cuarto creciente (F1) presentaron valores inferiores, con 4.88 y 4.75 hojas, respectivamente. Estos resultados indican que la fase de cuarto menguante favoreció un mayor número de hojas en las plantas, mostrando diferencias significativas con las otras fases lunares.

Figura 9

Número de hojas del injerto según las fases lunares



Nota: F1= Cuarto creciente, F2= Cuarto menguante, F3= Luna llena, F4= Luna nueva

La Tabla 15 presenta los resultados para la interacción entre las fases lunares y los tipos de injerto en la variable del número de hojas. El análisis estadístico, realizado mediante análisis de varianza (ver Tabla 19A) y complementado con la prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$), evidenció diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos. Esto sugiere una tendencia influenciada tanto por la fase lunar como por el tipo de injertación. El coeficiente de variación (CV) fue de 9.49%, mientras que el coeficiente de determinación (R^2) alcanzó 0.815, lo que indica una alta consistencia y confiabilidad en los resultados experimentales.

Tabla 14

Prueba de significancia de Tukey (α=0.05) para número de hojas del injerto

Tratamiento	Descripción	Número de hojas		
T4	Cuarto menguante con injerto tipo púa lateral	6.00 [a]		
T3	Cuarto menguante con injerto tipo púa central		5.25 [b]	
T1	Cuarto creciente con injerto tipo púa central		5.25 [b]	
T8	Luna nueva con injerto tipo púa lateral		5.00 [b]	5.00 [bc]
T7	Luna nueva con injerto tipo púa central		5.00 [b]	5.00 [bc]
T6	Luna llena con injerto tipo púa lateral		5.00 [b]	5.00 [bc]
T5	Luna llena con injerto tipo púa central		4.75 [b]	4.75 [bc]
T2	Cuarto creciente con injerto tipo púa lateral			4.25 [c]
Sig.		.096	.502	.100

Nota: Medidas con las mismas letras o subconjuntos indican diferencias no significativas.

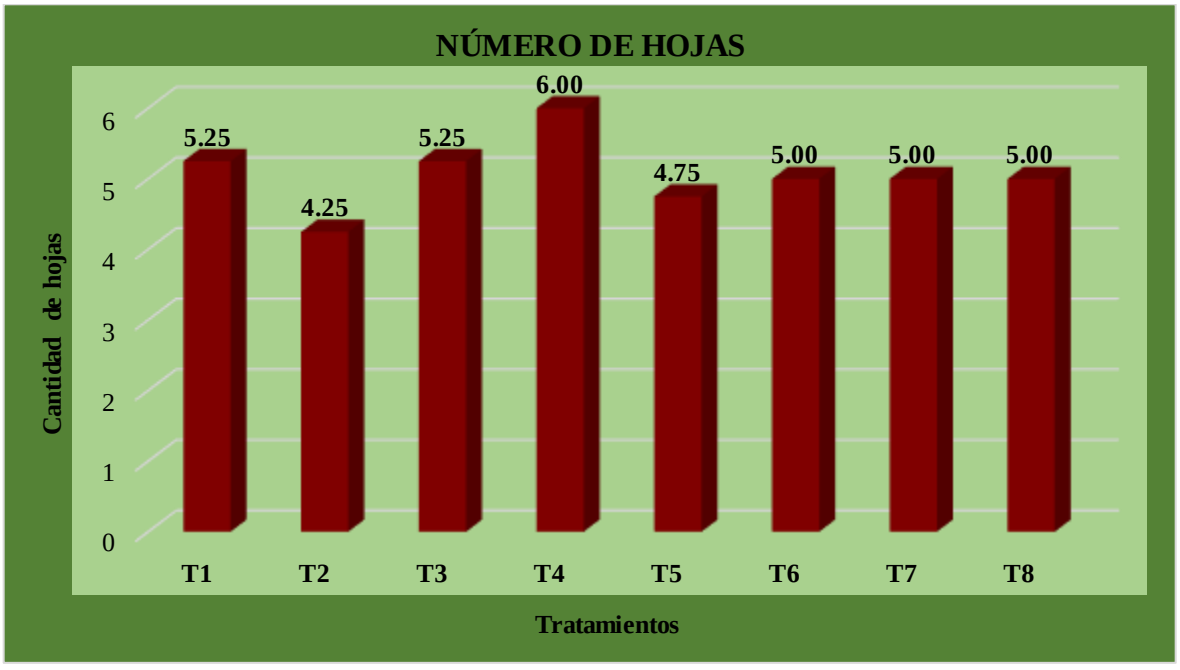
En la Tabla 15 y Figura 10 correspondiente, se presenta el comportamiento del número de hojas en plantas, evaluado según la interacción entre las fases lunares y los tipos de injerto. Según la prueba de Tukey ($\alpha = 0,05$), los tratamientos se agruparon en tres subconjuntos estadísticos, lo que indica diferencias significativas entre ellos.

El tratamiento T4 (cuarto menguante con injerto tipo púa lateral) conformó el primer subconjunto, con el mayor valor promedio de número de hojas, alcanzando las 6.00 hojas. En el segundo subconjunto, se agruparon los tratamientos T3 (cuarto menguante con injerto tipo púa central), T1 (cuarto creciente con injerto tipo púa central), T8 (luna nueva con injerto tipo púa lateral), T7 (luna nueva con injerto tipo púa central), T6 (luna llena con injerto tipo púa lateral) y T5 (luna llena con injerto tipo púa central), con valores promedios de 5.25 hojas para T3 y T1, de 5.00 hojas para T8, T7 y T6, y de 4.75 hojas para T5. Finalmente, el tratamiento T2 (cuarto creciente con injerto tipo púa lateral) conformaron el tercer subconjunto, con el valor más bajo, alcanzando un promedio de 4.25 hojas, respectivamente.

Estos resultados demuestran que tanto la fase lunar como el tipo de injerto tienen un efecto significativo en el número de hojas, destacándose el tratamiento T4 (cuarto menguante con injerto tipo púa lateral) con el mayor número de hojas.

Figura 10

Promedio del número de hojas según los tratamientos



Nota: T1 = Cuarto creciente con injerto tipo púa central; T2 = Cuarto creciente con injerto tipo púa lateral; T3 = Cuarto menguante con injerto tipo púa central; T4 = Cuarto menguante con injerto tipo púa lateral; T5 = Luna llena con injerto tipo púa central; T6 = Luna llena con injerto tipo púa lateral; T7 = Luna nueva con injerto tipo púa central; T8 = Luna nueva con injerto tipo púa lateral.

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1. Prendimiento

5.1.1. Porcentaje de prendimiento (%)

Los resultados obtenidos en la presente investigación evidenciaron que el tratamiento T1 (cuarto creciente con injerto tipo púa central) registró el mayor porcentaje de prendimiento con un promedio del 100%, seguido por T2 y T6, también con un 100%. Esta alta tasa de éxito en la unión entre patrón e injerto podría atribuirse a la interacción favorable entre la fase lunar del cuarto creciente, caracterizada por una mayor actividad de flujo de savia ascendente en las plantas y el tipo de injerto utilizado, en este caso la púa central, que favorece un contacto más amplio del cambium entre los tejidos, lo cual es esencial para la formación del callo y el éxito en el prendimiento. Asimismo, la actividad fisiológica de la planta durante el cuarto creciente favorece procesos metabólicos que incrementan la disponibilidad de auxinas y citoquininas, hormonas directamente relacionadas con la regeneración tisular y el brotamiento.

Estos hallazgos superan ampliamente los informes de otras investigaciones similares. Como el de Cedeño (2023), en su estudio sobre técnicas de propagación por injertos en cacao criollo, obtuvo un porcentaje de prendimiento del 11.2% con el tratamiento de púa lateral (T4), lo que evidencia un desempeño significativamente menor que el obtenido en el presente trabajo. Del mismo modo, Cruz (2023) evaluó la técnica de injertación temprana en cacao, y encontró que el injerto de enchape lateral tradicional (T3) presentaba un bajo porcentaje de prendimiento, con solo un 50%. Estas cifras ponen en evidencia no solo la influencia del tipo

de injerto, sino también del momento fenológico en que se realiza, aspecto clave considerado en nuestra investigación.

Por su parte, Calderón (2020), quien empleó los clones EET 400 y EET 103, reportó que el mejor resultado lo obtuvo con el método de injertación por aproximación, alcanzando un 94% de prendimiento. Aunque esta cifra es considerable, sigue siendo inferior al 100% logrado con el tratamiento T1 de este estudio, lo cual refuerza la hipótesis de que la interacción entre las fases lunares y el tipo de injerto puede optimizar significativamente la eficiencia de la técnica.

Asimismo, Haro (2023), en un estudio interespecífico entre especies del género Theobroma, indicó que el tratamiento T6 (T. bicolor injertado en T. cacao) obtuvo un porcentaje de prendimiento del 78,67% a los 90 días. Esta cifra, aunque relevante en el contexto de injertación interespecífica, es considerablemente menor en comparación con los resultados aquí alcanzados, lo cual sugiere que tanto la compatibilidad intraespecífica como el aprovechamiento de condiciones lunares adecuadas son factores clave que incrementan el éxito del injerto en cacao.

Carbajal (2021) realizó un trabajo de investigación con el propósito de evaluar el impacto de las fases lunares en el desarrollo del injerto de púa lateral en el cultivo de cacao nativo fino de aroma (*Theobroma cacao* L.) fue evaluado, y el tratamiento que obtuvo los mejores resultados, con un 80.3%, fue el T3, correspondiente a la fase lunar de luna llena en el porcentaje de prendimiento, siendo menor a nuestros resultados.

En conjunto, los resultados de esta investigación destacan la importancia de considerar no solo el tipo de injerto, sino también el momento específico del calendario lunar para lograr mayores tasas de prendimiento. El éxito observado en los tratamientos realizados en cuarto creciente puede estar vinculado a un mayor flujo de nutrientes, acumulación de reservas y una actividad celular más activa, condiciones que favorecen la regeneración tisular y consolidación del injerto.

5.2. Crecimiento

5.2.1. Altura del injerto (cm)

En la variable altura del injerto (cm), evaluada a los 35 días después de la injertación, se evidencia que el tratamiento T4 (cuarto menguante con injerto tipo púa lateral) registró el mayor promedio con 12.03 cm, destacándose significativamente por encima del resto de tratamientos evaluados. Este resultado puede atribuirse a la compatibilidad fisiológica entre el patrón y la vareta en este tipo de injertación, además del posible efecto lunar en la fase de cuarto menguante, donde la actividad energética de la planta tiende a concentrarse en las partes subterráneas, facilitando una redistribución eficiente de nutrientes hacia la unión del injerto. Asimismo, la técnica de púa lateral favorece un mayor contacto cambial y una mayor superficie de unión, lo cual puede mejorar la conducción de savia y estimular el crecimiento post-injertación. Otro factor clave puede haber sido la adecuada cicatrización del injerto, que permitió una reanudación más rápida del crecimiento apical.

Al contrastar este resultado con otras investigaciones, Calderón (2020) reportó valores superiores a los cinco métodos de evaluación de injertación en plántulas de cacao bajo condiciones de vivero, encontrando que el injerto tipo púa terminal alcanzó una longitud

promedio de 16.96 cm a los 90 días. Este mayor crecimiento podría deberse al uso de materiales genéticos distintos (EET:400 y EET:103), condiciones ambientales más favorables o técnicas de manejo intensivo durante el periodo post-injertación. Asimismo, Quispe (2022), al evaluar el crecimiento del injerto en diferentes sistemas de siembra, reportó un crecimiento de hasta 102.90 cm a los 180 días en plantones sembrados en campo. Este comportamiento podría explicarse por la disponibilidad ilimitada de espacio radicular, la exposición directa a condiciones edafoclimáticas naturales, y un período de evaluación más prolongado.

Por otro lado, algunos estudios han reportado resultados inferiores en cuanto a la altura del injerto. Cedeño (2023), quien evaluó cuatro técnicas de propagación por injerto en plantas de cacao criollo, registró que el tratamiento T4 alcanzó una altura promedio de solo 8.49 cm en el brote. Estas diferencias podrían explicarse por las características genéticas del material vegetal utilizado, condiciones ambientales menos favorables, o diferencias en el manejo agronómico del vivero, especialmente en cuanto a riego, nutrición y control fitosanitario.

Carbajal (2021) realizó un trabajo de investigación con el propósito de evaluar la influencia de las fases lunares en el desarrollo del injerto de púa lateral en el cultivo de cacao nativo fino de aroma (*Theobroma cacao* L.). Se presentó en el tratamiento T1 correspondiente a la fase lunar, Luna nueva, con 16,81 cm de altura de injerto, siendo mayor a los tratamientos.

En conjunto, los resultados de esta investigación destacan la eficacia del tratamiento T4 (cuarto menguante con púa lateral) para promover una mayor altura de injertación bajo

las condiciones agroecológicas de Huipoca, superando a otros tratamientos evaluados y mostrando un comportamiento competitivo en comparación con antecedentes científicos, a pesar de no alcanzar los valores máximos reportados por algunos autores. Esto sugiere que la combinación de fase lunar y tipo de injerto influye significativamente en el crecimiento inicial del injerto de cacao, siendo una alternativa viable para optimizar la producción de plantones clonales de *Theobroma cacao* L. en la región.

5.2.2. Diámetro del tallo del injerto

Este estudio demuestra que las fases lunares influyen en el crecimiento del diámetro del tallo del injerto en cacao, con el cuarto creciente mostrando el mayor promedio de 4.13 cm. Esto sugiere que, durante esta fase lunar, que favorece la actividad metabólica y el flujo ascendente de savia, las condiciones son más propicias para el desarrollo del injerto. El tratamiento T1 (cuarto creciente con injerto tipo púa central) obtuvo el mejor resultado, superando significativamente al tratamiento T3 de Quispe (2022), que reportó solo 1,18 cm en su evaluación. La diferencia podría explicarse por el tipo de injerto, las condiciones de propagación y, especialmente, la fase lunar, ya que Quispe no demostró este factor.

Al comparar con el estudio de Carbajal (2021), que encontró un diámetro de brote de 0.70 cm en luna nueva, se observa que los efectos en este trabajo fueron mucho más marcados, destacando la fase de cuarto creciente como la más favorable para el crecimiento del injerto.

En conclusión, los resultados sugieren que la fase lunar, especialmente el cuarto creciente, junto con el tipo de injerto, son factores clave para optimizar el crecimiento del diámetro del tallo del injerto en cacao.

5.2.3. Número de hojas

En cuanto al número de hojas, el tratamiento T4 (cuarto menguante con injerto tipo púa lateral) obtuvo el mayor promedio, alcanzando las 6.00 hojas, lo que lo posicionó como el primer subconjunto en el análisis. Este rendimiento superior puede estar relacionado con el tipo de injerto utilizado y las condiciones específicas de la fase lunar del cuarto menguante, que podría haber favorecido una mayor eficiencia en la formación de hojas a través de una mejor integración de los tejidos del injerto. En este sentido, el uso de la púa lateral podría haber favorecido un crecimiento más equilibrado y sostenido en la planta, dado que este tipo de injerto permite una mayor exposición al sol y una mejor distribución de nutrientes, favoreciendo la producción de hojas.

Al comparar estos resultados con investigaciones previas, se destaca el estudio de Cedeño (2023), quien encontró que el tratamiento T4 (púa lateral) fue el más efectivo en cuanto al número de hojas en cacao criollo, con un promedio de 9.9 hojas. Este resultado es superior al obtenido en el presente estudio, lo que podría deberse a las diferencias entre las variedades de cacao utilizadas, ya que Cedeño trabajó con cacao criollo, mientras que este estudio se centró en el clon CCN-51, conocido por sus características de crecimiento particulares.

Por otro lado, Armijos (2021) reportó un mayor promedio de hojas en el tratamiento T3 (púa lateral con CCN51), alcanzando 9.3 hojas. Este valor es superior al de nuestro

estudio, lo que sugiere que el tipo de injerto (en este caso, la combinación de púa lateral con el clon CCN-51) podría haber tenido una mayor capacidad para promover la producción de hojas. La diferencia en los resultados podría explicarse por el uso de diferentes patrones y clones, ya que los factores genéticos juegan un papel determinante en el desarrollo vegetativo.

En el estudio de Calderón (2020), que evaluó diferentes métodos de injertación en cacao, el tratamiento T1 (púa terminal) alcanzó un promedio de 8 hojas, superior al resultado obtenido en nuestro trabajo. Esto podría indicar que, bajo ciertas condiciones de injertación y manejo, los injertos de púa terminal podrían resultar más efectivos para fomentar la producción de hojas. Sin embargo, la diferencia en el tipo de injerto y el manejo de los patrones puede influir en los resultados obtenidos.

Quispe (2022) encontró que el mayor número de hojas (116.64) se dio en el tratamiento T3, relacionado con el chupón basal, lo que es considerablemente superior a nuestros resultados. Esto puede deberse a una variedad de factores, como el tipo de injertación y la fase lunar utilizada, que podrían haber favorecido un crecimiento más rápido en su estudio.

Finalmente, el trabajo de Angulo (2020) reportó un valor de 14.24 hojas en el tratamiento CMP 91/ TSH 565, que es mucho mayor que el promedio obtenido en este estudio. Este resultado podría estar vinculado a la genética de los patrones utilizados, ya que las especies CMP 91 y TSH 565 son conocidas por su vigor en el crecimiento vegetativo, lo que genera una mayor producción de hojas.

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en este estudio y en consonancia con los objetivos específicos establecidos, se pueden llegar a las siguientes conclusiones:

- Las fases lunares influyen significativamente en el prendimiento y crecimiento de injertos del clon CCN-51 en el cultivo de cacao en Huipoca – Padre Abad, destacando el cuarto creciente para el prendimiento y el cuarto menguante para el crecimiento vegetativo.
- El tratamiento T1 (cuarto creciente con injerto tipo púa central) registró el mejor porcentaje de prendimiento, alcanzando un 100%, lo que indica que el cuarto creciente favorece la unión del injerto y el patrón en cacao.
- El tratamiento T4 (cuarto menguante con injerto tipo púa lateral) obtuvo el mayor crecimiento en altura (12.03 cm) y número de hojas (6.00), mientras que el tratamiento T1 (cuarto creciente con injerto tipo púa central) destacado en diámetro de tallo (4.13 cm), lo que indica que el cuarto menguante favorece el desarrollo vegetativo y el cuarto creciente optimiza el crecimiento en diámetro del injerto.

CAPÍTULO VII

RECOMENDACIONES

- Realizar las injertaciones de cacao durante la fase lunar de cuarto creciente para maximizar el prendimiento, especialmente utilizando el injerto tipo púa central, como lo demostró el tratamiento T1. Esta fase favorece la actividad metabólica y la formación de la unión injerto-patrón, mejorando significativamente las tasas de éxito en el prendimiento.
- Aprovechar la fase de cuarto menguante para realizar injertos en plantones de cacao, ya que esto favorece el crecimiento en altura y el desarrollo foliar, para optimizar el crecimiento vegetativo de los injertos, específicamente en el injerto tipo púa lateral (tratamiento T4). Esto impulsaría la altura y el número de hojas, esenciales para fortalecer las plantas jóvenes.
- Expandir el estudio a un período más prolongado y considerar la influencia de las fases lunares en el desarrollo de los injertos durante diferentes estaciones del año. Esta ampliación proporcionaría una perspectiva más amplia sobre el impacto lunar en todas las fases del ciclo de vida de la planta y sus efectos a largo plazo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Angulo Torres, P.A. (2020). Comportamiento de cuatro clones de cacao (*Theobroma cacao* L.) sobre diferentes patrones, en fase de vivero, Tingo María – Castillo Grande. [Tesis Ing. Agrónomo, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. https://hdl.handle.net/20.500.14292/1918

Armijos Herrera, L.E. (2021). Evaluación de dos tipos de injertos utilizando varetas de cacao (*Theobroma cacao* L.) CCN51 y CLON 801. [Tesis Ing. Agrónomo, Universidad Agraria del Ecuador]. http://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/2548

Calderón Sanabria, C.A. (2020). Evaluación de cinco métodos de injertación en el cultivar de cacao (*Theobroma cacao* L.) bajo condiciones de vivero en el municipio de San Vicente de Chucuri, Santander. [Tesis Ing. Agrónomo, Universidad de Pamplona]. http://repositoriodspace.unipamplona.edu.co/jspui/handle/20.500.12744/2020

Carbajal Alarcón, J. (2021). Efecto de las fases lunares en el comportamiento del injerto de púa lateral en el cultivo de cacao nativo fino de aroma (*Theobroma cacao* L.) en el caserío El Hebrón distrito de Cajaruro – Amazonas, 2019. [Tesis Ing. Agrónomo, Universidad Nacional Toribio Rodriguez de Mendoza de Amazonas]. https://hdl.handle.net/20.500.14077/2405

Carranza Cando, L.F. (2013). Evaluación de tres tipos de injertos de tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*), en dos porta injertos silvestres en la zona agroecológica del cantón Patate provincia de Tungurahua. [Tesis Ing. Agrónomo, Universidad Estatal de Bolívar]. http://dspace.ueb.edu.ec/handle/123456789/1043

Cedeño Zambrano, I.S. (2023). Evaluación de cuatro técnicas de propagación por injertos en la producción de plantas de cacao criollo (*Theobroma cacao* L). [Tesis Ing. Agropecuario, Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí]. https://repositorio.uleam.edu.ec/handle/123456789/4622

Claros Claros, S.G. (2023). Compatibilidad del injerto tipo púa lateral momificado en el prendimiento y crecimiento de los clones de cacao IMC-67, ICS-95 y CCN-51 sobre el patrón CMP 99 en vivero. [Tesis Ing. Agrónomo, Universidad Nacional de Ucayali]. https://hdl.handle.net/20.500.14621/7546

Condezo Aguirre, L.G. (2013). Efecto de diferentes dosis de "Biol" para fertilizacion de plantones porta injerto de cacao (*Theobroma cacao* L.) en la fase de vivero, en Huipoca, provincia de Padre Abad- Región Ucayali. [Tesis Ing. Agrónomo, Universidad Nacional de Ucayali]. https://hdl.handle.net/20.500.14621/1874

Cruz Mejía, M.A. (2023). Reproducción sistemática de clones de cacao criollo (*Theobroma cacao* L.) en el vivero de la Facultad de Ciencias Agronómicas y Estación Experimental y de Prácticas de la Universidad de El Salvador. [Pasantía de investigación Ing. Agrónomo, Universidad del Salvador]. https://hdl.handle.net/20.500.14492/27357

Del Águila Meléndez, E.A. (2017). Determinación de cadmio y plomo en granos de cacao, frescos, secos y en licor de cacao (*Theobroma cacao*). [Tesis Ing. Industrias Alimentarias, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. https://hdl.handle.net/20.500.14292/1269

Echeverria Muñoz, V.D. (2013). Evaluación del prendimiento del injerto de naranjilla (*Solanum quitoense*) en dos porta injertos (*Solanum arboreum, Solanum hirtum*) en las cuatro fases lunares en la zona agroecológica de Caluma. [Tesis Ing. Agrónomo, Universidad Estatal de Bolívar]. http://dspace.ueb.edu.ec/handle/123456789/1059

Gonzales Ríos, A.E. (2017). Incidencia de las fases lunares en el prendimiento y desarrollo del cacao CLON CCN-51 bajo diferentes tipos de injertos en Tocache San Martín. [Tesis Ing. Agrónomo, Universidad Nacional de San Martin]. http://hdl.handle.net/11458/2604

Gonzales Saldaña, J. (2020). Promoción del cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) en la región Ucayali. [Titulo para Ing. Agrónomo, Universidad Nacional de Ucayali]. https://hdl.handle.net/20.500.14621/4373

Haro Torre, W.R. (2023). Efecto del injerto interespecífico e intraespecífico entre especies de T*heobroma* en la provincia de Tocache – San Martín. [Tesis Ing. Agrónomo, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. https://hdl.handle.net/20.500.14292/2498

Huanca Melgarejo, J.A. (2010). Polifenoles totales~ catequina y actividad antioxidante en granos de cacao (*Theobroma cacao* L.) criollo V CCN-51 en las etapas de beneficio y tostado. [Tesis Ing. Industrias Alimentarias, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. https://hdl.handle.net/20.500.14292/246

Huarancca Aspur, J.C. (2019). Fases lunares y tipos de injertos en la propagación de cacao (*Theobroma cacao* L.), vivero Pichari Alta 620 msnm, Cusco, 2018. [Tesis Ing.

Agroforestal, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga]. http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/3601

Lastra Paucar, S.R.L. (2021). Diversidad del cacao peruano y el rol de las colecciones ex situ en su conservación y caracterización. [Tesis Ing. Agrónomo, Universidad Nacional Agraria la Molina]. https://hdl.handle.net/20.500.12996/4912

León Torres, C.M. (2020). Evaluación de tres métodos de injertación en cacao (*Theobroma cacao*) en el cantón Jipijapa provincia de Manabí. [Tesis Ing. Agropecuario, Universidad Estatal del Sur de Manabí]. http://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/2548

Ministerio de desarrollo agrario y riego MINAGRI. (2020). *Plan Nacional del Cacao y Chocolate 2020-2030*. Ministerio de Agricultura y Riego del Perú. https://minagri.gob.pe/portal/dgpa/publicaciones/documentos/plan-nacional-cacao-chocolate.pdf

MINAGRI-DGPA-DEEIA, Romero, C. A. & Urrego Vargas, E. (2016). Estudio del cacao en el Perú y el mundo: Situación actual y perspectivas en el mercado nacional e internacional al 2015 (Primera ed.). Ministerio de Agricultura y Riego, Dirección de Estudios Económicos e Información Agraria. http://repositorio.minagri.gob.pe/jspui/handle/MINAGRI/71

Ministerio de desarrollo agrario y riego (MIDAGRI). (2023). Observatorio de commodities: cacao ene-mar 2023. http://hdl.handle.net/20.500.13036/1446

Molina Barbotó, V.A. (2014). Influencia de las fases lunares sobre la reproducción vegetativa de ramillas de diferentes variedades de cacao (*Theobroma cacao* L.), en la zona de Babahoyo. [Tesis Ing. Agropecuario, Universidad Técnica de Bababhoyo]. http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/950

Panduro Soto, K.V. (2018). Estudio de las propiedades fisicoquímicas del grano seco y reológicas del licor de cacao, en tres clones, CCN51, ICS95 Y ICS39, (*Theobroma cacao* L.). [Tesis Ing. Agroindustrial, Universidad Nacional de San Martin]. http://hdl.handle.net/11458/2771

Paredes Arce, M. (2003). Manual del cultivo de Cacao. [Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego]. http://repositorio.minagri.gob.pe/jspui/handle/MINAGRI/372

Quispe Villagaray, L.E. (2022). Comportamiento vegetativo del injerto de *Theobroma cacao* (Cacao) propagados en tres sistemas de siembra en su etapa inicial en Tingo María. [Tesis Ing. Agrónomo, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. https://hdl.handle.net/20.500.14292/2678

Ramos Quispe, J. (2019). Fase lunar en el injerto de *Theobroma cacao* L. clon CCN-51 – Pichanaki. [Tesis Ing. Ciencias Agrarias, Universidad Nacional del Centro del Perú]. http://hdl.handle.net/20.500.12894/6537

Reyes Martínez, M. & Marín Mendieta, L. (2014). Prendimiento de dos tipos de injertos en cacao en distintas fases lunares, Siuna 2014. [Tesis Ing. Agroforestal, Universidad de las Regiones Autónomas de la Costa Caribe de Nicaragua]. http://repositorio.uraccan.edu.ni/id/eprint/1413

Ríos, M. (2018). Cacao peruano: ¿Cuánto es el consumo per cápita? Gestión. https://gestion.pe/economia/cacao-peruano-cuanto-es-el-consumo-per-capita-2018-07-19/

Rosas Gonzales, L.G. (2019). Influencia de las fases lunares y tipos de injerto en el prendimiento y crecimiento del cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.*)* clon ICS – 95. [Tesis Ing. Agrónomo, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. https://hdl.handle.net/20.500.14292/1647

Tulliano Palacios, G. (2010). Propagación vegetativa por injerto tipo momia (púa lateral modificado) en tres clones de cacao de origen ecuatoriano, en el Huallaga central - región San Martín. [Tesis Ing. Agrónomo, Universidad Nacional de San Martín]. http://hdl.handle.net/11458/1210

Unaucho Ninasunta, M. (2014). Evaluación de prendimiento de injerto de (*Theobroma cacao* L.) del cacao trinitario utilizando la influencia lunar en el cantón Pujilí año 2012-2013. [Tesis Ing. Agrónomo, Universidad Tecnica de Cotopaxi]. http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/3536

Unchupaico León, J.R. (2020). Influencia de las fases lunares en injerto tipo momia de *Theobroma cacao* L. - Río Tambo-Satipo. [Tesis Ing. Ciencias Agrarias, Universidad Nacional del Centro del Perú]. http://hdl.handle.net/20.500.12894/6534

Vela Ramírez, E.D. (2014). Influencia de fases lunares en la propagación vegetativa del injerto tipo momia (púa lateral) usando el clon CCN-51 en vivero en el cultivo de

cacao (*Theobroma cacao* L.) en el distrito de Morales – San Martín. [Tesis Ing. Agrónomo]. http://hdl.handle.net/11458/697

Zambrano Flores, J.D. (2017). Efecto de las fases lunares en la propagación de cacao clonal CCN-51 (*Theobroma cacao* L.) empleando tres tipos de injertos. [Tesis Ing. Agropecuario, Universidad Tecnica Estatal de Quevedo]. https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/2102

ANEXOS

Anexo 1. Tablas de datos evaluados

Tabla 16A

Análisis de la variancia para porcentaje de prendimiento

Origen	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Tratamiento	60.279[a]	7	8.611	.750	.633
Fases lunares (Factor A)	43.056	3	14.352	1.250	.314
Tipo de injerto (Factor B)	8.611	1	8.611	.750	.395
FA x FB	8.611	3	2.870	.250	.861
Error	275.560	24	11.482		
Total	310453.340	32			
Total, corregida	335.839	31			

CV= 3.34 % R^2 = 0.861

Tabla 17A

Análisis de la variancia para altura del injerto

Origen	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Tratamiento	15.437[a]	7	2.205	55.876	.000
Fases lunares (Factor A)	14.089	3	4.696	118.994	.000
Tipo de injerto (Factor B)	.650	1	.650	16.465	.000
FA x FB	.698	3	.233	5.894	.004
Error	.947	24	.039		
Total	4035.842	32			
Total, corregida	16.384	31			

CV= 6.49 % R^2 = 0.925

Tabla 18A

Análisis de la variancia para diámetro del tallo del injerto

Origen	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Tratamiento	1.327[a]	7	.190	34.342	.000
Fases lunares (Factor A)	.873	3	.291	52.736	.000
Tipo de injerto (Factor B)	.138	1	.138	24.962	.000
FA x FB	.316	3	.105	19.075	.000
Error	.133	24	.006		
Total	428.510	32			
Total, corregida	1.460	31			

CV= 5.94 % R^2 = 0.883

Tabla 19A

Análisis de la variancia para número de hojas del injerto

Origen	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Tratamiento	6.875[a]	7	.982	7.857	.000
Fases lunares (Factor A)	3.625	3	1.208	9.667	.000
Tipo de injerto (Factor B)	0.000	1	0.000	0.000	1.000
FA x FB	3.250	3	1.083	8.667	.000
Error	3.000	24	.125		
Total	830.000	32			
Total, corregida	9.875	31			

CV= 9.49 % R^2 = 0.815

Tabla 20A

Porcentaje de prendimiento a los 90 días según fases lunares

Factor/ Repeticiones	f1= Cuarto creciente	f1=Cuarto menguante	f1=Luna llena	f1=Luna nueva
I	100.0	100.0	91.7	100.0
II	100.0	100.0	100.0	100.0
III	100.0	91.7	100.0	91.7
IV	100.0	91.7	100.0	100.0
V	100.0	91.7	100.0	100.0
VI	100.0	100.0	100.0	91.7
VII	100.0	100.0	100.0	100.0
VIII	100.0	100.0	100.0	100.0
Total	**800.0**	**775.1**	**791.7**	**783.4**
Promedio	**100.0**	**96.9**	**99.0**	**97.9**

Tabla 21A

Altura del Injerto a los 90 días según fases lunares

Factor/ Repeticiones	f1= Cuarto creciente	f1=Cuarto menguante	f1=Luna llena	f1=Luna nueva
I	12.2	11.5	10	10.3
II	12.1	11.8	10.54	10.2
III	11.9	11.4	10.6	10
IV	11.8	11.9	10.6	10.2
V	11.9	12	10.8	10.8
VI	11.8	12	11.1	10.6
VII	12	11.9	10.7	10.8
VIII	11.5	12.2	10.6	10.9
Total	**95.2**	**94.7**	**84.9**	**83.8**
Promedio	**11.9**	**11.8**	**10.6**	**10.5**

Tabla 22A

Diámetro del tallo del injerto según fases lunares

Factor/ Repeticiones	f1= Cuarto creciente	f1=Cuarto menguante	f1=Luna llena	f1=Luna nueva
I	4.2	3.7	3.5	3.5
II	4	3.7	3.5	3.6
III	4.2	3.8	3.6	3.4
IV	4.1	3.7	3.5	3.5
V	3.8	3.5	3.5	3.7
VI	3.8	3.4	3.5	3.6
VII	3.7	3.4	3.7	3.5
VIII	3.7	3.5	3.5	3.6
Total	**31.5**	**28.7**	**28.3**	**28.4**
Promedio	**3.9**	**3.6**	**3.5**	**3.6**

Tabla 23A

Número de hojas del injerto según fases lunares

Factor/Repeticiones	f1= Cuarto creciente	f1=Cuarto menguante	f1=Luna llena	f1=Luna nueva
I	6	6	5	5
II	5	5	5	5
III	5	5	4	5
IV	5	5	5	5
V	4	6	5	5
VI	4	6	5	5
VII	5	6	5	5
VIII	4	6	5	5
Total	**38.0**	**45.0**	**39.0**	**40.0**
Promedio	**4.8**	**5.6**	**4.9**	**5.0**

Tabla 24A

Porcentaje de prendimiento según tratamientos (f1-i1)

Tratamiento/ Repeticiones	T1 f1 - i1	T2 f1 - i2	T3 f2 - i1	T4 f2 - i2	T5 f3 - i1	T6 f3 - i2	T7 f4 - i1	T8 f4 - i2
I	100.0	100.0	100.0	91.7	91.7	100.0	100.0	100.0
II	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	91.7
III	100.0	100.0	91.7	100.0	100.0	100.0	91.7	100.0
IV	100.0	100.0	91.7	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Total	**400.0**	**400.0**	**383.4**	**391.7**	**391.7**	**400.0**	**391.7**	**391.7**
Promedio	**100.0**	**100.0**	**95.9**	**97.9**	**97.9**	**100.0**	**97.9**	**97.9**

Tabla 25A

Altura del injerto según tratamientos (f1-i1)

Tratamiento/ Repeticiones	T1 f1 - i1	T2 f1 - i2	T3 f2 - i1	T4 f2 - i2	T5 f3 - i1	T6 f3 - i2	T7 f4 - i1	T8 f4 - i2
I	12.2	11.9	11.5	12	10	10.8	10.3	10.8
II	12.1	11.8	11.8	12	10.54	11.1	10.2	10.6
III	11.9	12	11.4	11.9	10.6	10.7	10	10.8
IV	11.8	11.5	11.9	12.2	10.6	10.6	10.2	10.9
Total	**48.0**	**47.2**	**46.6**	**48.1**	**41.7**	**43.2**	**40.7**	**43.1**
Promedio	**12.0**	**11.8**	**11.7**	**12.0**	**10.4**	**10.8**	**10.2**	**10.8**

Tabla 26A

Diámetro del injerto según tratamientos (f1-i1)

Tratamiento/ Repeticiones	T1 f1 - i1	T2 f1 - i2	T3 f2 - i1	T4 f2 - i2	T5 f3 - i1	T6 f3 - i2	T7 f4 - i1	T8 f4 - i2
I	4.2	3.8	3.7	3.5	3.5	3.5	3.5	3.7
II	4	3.8	3.7	3.4	3.5	3.5	3.6	3.6
III	4.2	3.7	3.8	3.4	3.6	3.7	3.4	3.5
IV	4.1	3.7	3.7	3.5	3.5	3.5	3.5	3.6
Total	**16.5**	**15.0**	**14.9**	**13.8**	**14.1**	**14.2**	**14.0**	**14.4**
Promedio	**4.1**	**3.8**	**3.7**	**3.5**	**3.5**	**3.6**	**3.5**	**3.6**

Tabla 27A

Número de hojas del injerto según tratamientos (f1-i1)

Tratamiento/ Repeticiones	T1 f1 - i1	T2 f1 - i2	T3 f2 - i1	T4 f2 - i2	T5 f3 - i1	T6 f3 - i2	T7 f4 - i1	T8 f4 - i2
I	6	4	6	6	5	5	5	5
II	5	4	5	6	5	5	5	5
III	5	5	5	6	4	5	5	5
IV	5	4	5	6	5	5	5	5
Total	**21.0**	**17.0**	**21.0**	**24.0**	**19.0**	**20.0**	**20.0**	**20.0**
Promedio	**5.3**	**4.3**	**5.3**	**6.0**	**4.8**	**5.0**	**5.0**	**5.0**

Anexo 2. Panel fotográfico del estudio

Figura 1A

Obtención de patrones en vivero



Figura 2A

Obtención de las varas yemeras



Figura 3A

Preparación de las yemas para el injerto



Figura 4A

Realización del injerto



Figura 5A

Diagnóstico de las varas injertadas



Figura 6A

Evaluación del porcentaje de prendimiento



Figura 7A

Evaluación de la altura del injerto



Figura 8A

Evaluación del diámetro de tallo del injerto



Figura 9A

Evaluación de número de hojas



Figura 10A

Control de malezas



Figura 11A

Abonamiento de los plantones cacao



Figura 12A

Supervisión de jurados

