

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

FACULTAD DE AGRONOMÍA



TESIS

**INFLUENCIA DE LAS FASES LUNARES Y TIPOS DE INJERTO
EN EL PRENDIMIENTO Y CRECIMIENTO DEL CULTIVO DE
CACAO (*Theobroma cacao* L.) CLON ICS - 95**

Para obtener el título profesional de

INGENIERO AGRÓNOMO

Elaborado por

LUIS JANPIERRE ROSAS GONZALES

Tingo María – Perú

2019



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
Tingo María
FACULTAD DE AGRONOMÍA



"Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad"

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS N° 031-2019-FA-UNAS

BACHILLER : LUIS JANPIERRE, ROSAS GONZALES

TÍTULO : INFLUENCIA DE LAS FASES LUNARES Y TIPOS DE
INJERTO EN EL PRENDIMIENTO Y CRECIMIENTO DEL
CULTIVO DE CACAO (*Theobroma cacao* L.) CLON ICS - 95.

JURADO CALIFICADOR

PRESIDENTE : Dr. HUGO ALFREDO HUAMANI YUPANQUI

VOCAL : Dr. JOSE WILFREDO ZAVALA SOLORZANO

VOCAL : Ing. CARLOS MIRANDA ARMAS

ASESOR : Blgo. M.Sc. JOSE GIL BACILIO

FECHA DE SUSTENTACIÓN : 17 de octubre del 2019

HORA DE SUSTENTACIÓN : 07:30 p.m.

LUGAR DE SUSTENTACIÓN : SALA DE AUDIOVISUALES DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA

CALIFICATIVO : MUY BUENO

RESULTADO : APROBADO

OBSERVACIONES A LA TESIS: EN HOJA ADJUNTA

TINGO MARÍA, 17 de octubre del 2019.

Dr. HUGO ALFREDO HUAMANI YUPANQUI
PRESIDENTE

Dr. JOSE WILFREDO ZAVALA SOLORZANO
VOCAL

Ing. CARLOS MIGUEL MIRANDA ARMAS
VOCAL

Blgo. M.Sc. JOSE LUIS GIL BACILIO
ASESOR



DEDICATORIA

A **Dios**, por su gran amor, darme las fuerzas y sabiduría para lograr la ejecución y culminación del presente trabajo de investigación.

A mi amada esposa **Katty M. Pérez Robles**, mi hija **Keren F. Rosas Pérez** y mi hijo **Josué A. Rosas Pérez**, quienes con mucho amor son mi motivo de esfuerzo y superación cada día.

A mi querido padre **Luis A. Rosas Galán** y querida madre **Sabina A. Gonzales Mejía**, quienes siempre me motivan a cumplir mis objetivos e inculcaron valores para ser una persona de bien ante la sociedad.

A mi hermana **Marisabel Rosas Gonzales**, por brindarme su gran apoyo incondicional y buenos consejos en todo tiempo.

AGRADECIMIENTOS

- A la Universidad Nacional Agraria de la Selva – Tingo María, mi Alma Mater, por darme la oportunidad de haber logrado una de mis metas, tener la carrera profesional que con mucho amor y sacrificio desarrollo día a día.
- A los excelentes docentes de la Facultad de Agronomía, quienes impartieron sus conocimientos brindando formación con capacidad técnica, profesional y humanística.
- Al Blgo. M. Sc. José Luis GIL BACILIO, asesor del presente trabajo, quien me orientó de manera acertada y oportuna en la ejecución del experimento.
- Al Ing. M. Sc. Rafael René ROBLES RODRÍGUEZ, por el apoyo en el trabajo de tesis, por brindar su conocimiento y sugerencias respecto al análisis experimental.
- Al Dr. Hugo Alfredo HUAMANÍ YUPANQUI, Dr. José Wilfredo ZAVALA SOLÓRZANO e Ing. M. Sc. Carlos Miguel MIRANDA ARMAS, jurados del presente trabajo, por su tiempo y la oportunidad de desarrollar el experimento.
- A Margarita Nilda ROBLES RODRIGUEZ, por su gran apoyo, amistad, comprensión y motivación durante la ejecución del experimento.
- A todos mis familiares con mucho amor.

ÍNDICE

	Pág.
I. INTRODUCCIÓN	14
II. REVISIÓN DE LITERATURA	17
2.1. Las fases de la luna sobre la planta	17
2.1.1. De cuarto creciente a luna llena	19
2.1.2. De luna llena a cuarto menguante	21
2.1.3. De cuarto menguante a luna nueva	22
2.1.4. La luna, la marea y las plantas	23
2.2. El cultivo del cacao (<i>Theobroma cacao</i> L.)	27
2.2.1. Importancia	27
2.2.2. Propagación por semilla híbrida (sexual)	28
2.2.3. Propagación vegetativa (asexual)	28
2.3. Injerto	30
2.3.1. Clasificación de los injertos	32
2.3.2. Factores que influyen en la cicatrización del injerto	33
2.4. Extracción de varas yemeras	36
2.4.1. Selección de varas yemeras	36
2.4.2. Consideraciones para realizar los injertos	37
2.4.3. Patrones para injerto de cacao	38

2.5.	Biomasa	39
2.6.	Área foliar	39
2.7.	Antecedentes de investigación en fases lunares	40
2.8.	Antecedentes de injertación	44
2.9.	Clon ICS-95 (Imperial Collage Selection).....	47
2.9.1.	Descriptores de identidad	47
2.9.2.	Descriptores morfológicos	47
III.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	51
3.1.	Lugar de ejecución	51
3.1.1.	Ubicación política	51
3.1.2.	Ubicación geográfica	51
3.1.3.	Condiciones climáticas	52
3.1.4.	Zona de vida.....	53
3.1.5.	Duración del trabajo de investigación	53
3.2.	Materiales y equipos	53
3.2.1.	Material genético	53
3.2.2.	Materiales y herramientas	53
3.2.3.	Equipos.....	53
3.3.	Diseño experimental y análisis estadístico	54
3.3.1.	Factores en estudio	54

3.3.2.	Tratamientos en estudio	55
3.3.3.	Croquis del experimento.....	56
3.3.4.	Modelo estadístico.....	56
3.3.5.	Análisis de varianza (ANVA).....	57
3.4.	Metodología	58
3.4.1.	Construcción del vivero	58
3.4.2.	Preparación de sustrato.....	59
3.4.3.	Llenado de bolsas de polietileno	59
3.4.4.	Obtención de semillas y pre germinado	60
3.4.5.	Siembra de plántulas para patrón.....	61
3.4.6.	Labores culturales de los plantones	61
3.4.7.	Proceso de injertación	61
3.4.8.	Manejo integrado de plagas y enfermedades en el vivero	66
3.4.9.	Control de malezas.....	66
3.5.	Parámetros de evaluación.....	66
3.5.1.	Variables dependientes	66
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	69
4.1.	Porcentaje de prendimiento	69
4.2.	Variables agronómicas.....	75

4.2.1.	Diámetro del injerto	75
4.2.2.	Volumen radicular.....	80
4.2.3.	Número de hojas del injerto.....	86
4.3.	Biomasa y área foliar.....	91
4.3.1.	Biomasa de hojas	91
4.3.2.	Biomasa de tallos	96
4.3.3.	Biomasa de raíces.....	100
4.3.4.	Área foliar	105
V.	CONCLUSIONES	109
VI.	RECOMENDACIONES.....	110
VII.	RESUMEN.....	111
	ABSTRACT.....	112
VIII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	113
IX.	ANEXO	124

ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
1. Comportamiento de la temperatura y precipitación en la ciudad de Tingo María del año 2015.	52
2. Combinaciones de los niveles de cada factor para generar los tratamientos en estudio.	55
3. Fuentes de variación y grados de libertad del experimento factorial para las variables porcentaje de prendimiento.....	57
4. Fuentes de variación y grados de libertad del experimento factorial para las variables agronómicas.	58
5. Actividades relacionadas a la injertación.	65
6. Análisis de varianza para el porcentaje de prendimiento del cacao a los 30 días de la injertación.....	69
7. Interacción de la fase lunar sobre el tipo de injerto en porcentaje de prendimiento.....	70
8. Interacción del tipo de injerto sobre la fase lunar en el porcentaje de prendimiento.....	72
9. Análisis de varianza para la variable diámetro del tallo del injerto con una edad de 120 días.	75
10. Comparación del diámetro del injerto del injerto por efecto del factor fase lunar (media $\pm$ error estándar).	76

11. Comparación del diámetro del injerto por efecto del factor tipos de injerto (media $\pm$ error estándar).	79
12. Análisis de varianza para la variable volumen radicular del cacao con una edad de 120 días.....	81
13. Comparación del volumen radicular por efecto del factor fase lunar (media $\pm$ error estándar).	82
14. Comparación del volumen radicular por efecto de los tipos de injerto (media $\pm$ error estándar).	85
15. Análisis de varianza para la variable número de hojas del injerto de cacao a una edad de 120 días.	87
16. Interacción de la fase lunar sobre el tipo de injerto.	88
17. Interacción del tipo de injerto sobre la fase lunar.	90
18. Análisis de varianza para la biomasa de hojas en cacao a una edad de 120 días.....	92
19. Comparación de la biomasa de hojas por efecto del factor fase lunar (media $\pm$ error estándar).	93
20. Comparación de la biomasa de hojas por efecto de los tipos de injerto (media $\pm$ error estándar).	94
21. Análisis de varianza para la variable biomasa de tallos en cacao a una edad de 120 días.....	96
22. Comparación de la biomasa de tallos por efecto del factor fase lunar (media $\pm$ error estándar).	97

23. Comparación de la biomasa de tallos por efecto de los tipos de injerto (media $\pm$ error estándar).	98
24. Análisis de varianza para la variable biomasa de raíces en cacao con una edad de 120 días.....	100
25. Interacción de la fase lunar sobre el tipo de injerto en la biomasa de raíces.....	101
26. Interacción del tipo de injerto sobre la fase lunar en la biomasa de raíces.....	103
27. Análisis de varianza para el área foliar del cacao con una edad de 120 días.....	105
28. Comparación de área foliar por efecto del factor fase lunar (media $\pm$ error estándar).	106
29. Comparación del área foliar por efecto de los tipos de injerto (media $\pm$ error estándar).	107
30. Porcentaje de prendimiento en injertos de cacao Clon ICS-95.	125
31. Morfometría y volumen radicular el injerto de cacao Clon ICS-95.	127
32. Número de hojas en el injerto de cacao Clon ICS-95.....	131
33. Biomasa de los plantones injertados de cacao Clon ICS-95.	135
34. Área foliar de los injertos de cacao Clon ICS-95.	139

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
1. Injerto en púa central (izquierda) y púa lateral (derecha).	64
2. Interacción de la fase lunar sobre el tipo de injerto en el porcentaje de prendimiento.	71
3. Interacción del tipo de injerto sobre la fase lunar en el porcentaje de prendimiento.	73
4. Diámetro del injerto por efecto de la fase lunar.	78
5. Diámetro del injerto por efecto del factor tipo de injerto.	79
6. Volumen radicular por efecto del factor fase lunar.	84
7. Volumen radicular por efecto del tipo de injerto.	86
8. Interacción de la fase lunar sobre el tipo de injertos.	89
9. Interacción del tipo de injerto sobre la fase lunar.	90
10. Biomasa de las hojas por efecto del factor fase lunar.	93
11. Biomasa de hojas por efecto del tipo de injerto.	95
12. Biomasa de tallo por efecto del factor fase lunar.	98
13. Biomasa de tallos por efecto del tipo de injerto.	99
14. Interacción de la fase lunar sobre el tipo de injertos en la biomasa de raíces.	102

15. Interacción del tipo de injerto sobre la fase lunar en la biomasa de raíces.....	104
16. Área foliar por efecto del factor fase lunar.....	106
17. Área foliar por efecto del tipo de injerto.	108
18. Varas yemeras empacadas de cacao Clon ICS-95.....	143
19. Varas yemeras del cacao Clon ICS-95.....	143
20. Desarrollo de las primeras yemas.	144
21. Brotes nuevos en el injerto púa central.	144
22. Injertos prendidos en púa lateral “momia” con brote de las hojas del injerto o color verde de la vara yemera al realizar el raspado..	145
23. Injertos no prendidos en púa central con tejido seco de la vara yemera injertada o color marrón oscuro al realizar el raspado.	145
24. Injertos no prendidos en púa lateral “momia” con tejido seco de la vara yemera injertada o color marrón oscuro al realizar el raspado.....	146
25. Evaluación del prendimiento de cacao Clon ICS-95 en la parcela experimental.	146
26. Evaluación de la biomasa del injerto de cacao Clon ICS-95.	147
27. Aplicación del método del sacabocado para estimar área foliar....	147
28. Visita a la parcela experimental por parte del presidente de jurado: Dr. Hugo Alfredo Huamaní Yupanqui.	148

29. Panel informativo de la tesis en la parcela experimental.....	148
30. Croquis de la parcela experimental.	149
31. Distribución de la unidad experimental.....	149
32. Ubicación del lugar de ejecución del experimento.....	150

I. INTRODUCCIÓN

Con el paso de los años la extensión ha brindado y transferido tecnología al hombre del campo mediante el cambio de actitudes hacia una producción eficiente y rentable con la finalidad de incrementar sus índices productivos y mejorar su calidad de vida. En el área del Alto Huallaga, especialmente la región de Tingo María, el cultivo de cacao representa una gran alternativa de ingreso económico para el agricultor constituyéndose en uno de los pilares para el desarrollo de nuestra región (ROCHA y TAFUR, 2018).

Se considera al injerto como mejor opción debido a su alta producción y cierta tolerancia a enfermedades (JIMÉNEZ- BORJAS, 2009).

Por lo cual se desarrolla este método de propagación ante la necesidad de establecer áreas nuevas o rejuvenecer las plantaciones de cacao mediante la aplicación de métodos de renovación y rehabilitación con el uso de este material vegetativo de reconocido potencial productivo y adaptado a nuestras diferentes zonas agroecológicas. En la actividad del injerto si se pone en contacto solo una reducida porción de las regiones cambiales del patrón y de la variedad, la unión será deficiente; aunque haya una buena cicatrización y comience el crecimiento de la variedad, cuando éste alcance un desarrollo importante, una unión tan escasa impedirá el movimiento suficiente del agua y se producirá el colapso de la planta injertada. La elección de la correcta técnica de injerto es muy importante a la hora de aumentar el éxito en la unión (CORRAL, 2012) debido a que si se aplica una mala técnica cuando no está con abundante savia no se

alcanzará un prendimiento adecuado que en muchos casos se traduce en una pérdida económica.

En los agricultores peruanos una alternativa importante y ventajosa es la injertación en el cultivo de cacao, con esta técnica se logra obtener plantas óptimas en vivero y en campo definitivo (MORAN y VERA, 2012). Para el buen manejo del vivero y el buen desarrollo de los plantones en campo tenemos que considerar la calidad del sustrato, control de malezas, control de plagas y enfermedades, fertilización, riego y sombra, estos influyen en el óptimo crecimiento y desarrollo del injerto.

Existen estudios realizados sobre las fases lunares y su influencia en otros cultivos (TORRES, 2012), además se tiene conocimiento que en épocas incaicas se utilizaba las fases lunares para la instalación de los cultivos ya que tenía mucha relación con la productividad. En base a estos acontecimientos la hipótesis planteada para el siguiente trabajo es: Que mayores respuestas agronómicas (variables dependientes) se obtendrán en la fase lunar cuarto creciente con el tipo de injerto púa lateral “momia” a nivel de vivero. Teniendo en cuenta estas consideraciones el presente trabajo de investigación cuenta con los siguientes objetivos:

Objetivo general

Determinar la influencia de las fases lunares y tipos de injerto en el prendimiento y crecimiento del cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) clon ICS-95.

Objetivos específicos

- a. Determinar la influencia de las fases lunares sobre el porcentaje de prendimiento y crecimiento de las plantas injertadas a nivel de vivero.
- b. Determinar la influencia del tipo de injerto sobre las variables agronómicas en las plantas injertadas a nivel de vivero.
- c. Determinar la influencia de la fase lunar y el tipo de injerto sobre biomasa y área foliar de las plantas injertadas a nivel de vivero.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Las fases de la luna sobre la planta

“Sobre todo líquido que se halla en la superficie de la tierra, en cierto tiempo la fuerza de atracción de la luna más la del sol, ejercen un fuerte poder de movimiento. Semejante a este fenómeno acontece en la savia de las plantas, iniciando su actividad desde la parte más alta para ir bajando sucesivamente a lo largo de todo el tallo, hasta abordar a las raíces; esto se visualiza con menos magnitud en plantas de baja altura donde es muy escasa la separación entre el área foliar y la raíz, pero se expresa con intensidad en los vegetales de tallo largo, con pocos canales para circulación de la savia y limitada comunicación entre ellos” (RESTREPO, 2005).

“Las fases lunares y el movimiento de líquidos están relacionadas muy estrechamente, siendo la savia una sustancia líquida donde circulan una serie de compuestos exclusivamente hormonales que promueven la brotación de yemas y el crecimiento de ramas” (DURÁN, 2009).

Además, RESTREPO (2005) indica que, “la luna ejerce sobre la actividad, la formación y calidad de los azúcares en los vegetales; siendo la fase lunar creciente como la que lleva, proyecta, recibe, fabrica, absorbe, inhala, reúne energía, almacena fuerza, invita al cuidado y al establecimiento; entre tanto, la fase lunar menguante se considera como la luna que aclara, deseca, suda o transpira, exhala, promueve a la actividad y al consumo de energía”.

“La luz lunar coopera a la cicatrización de vegetales que han sido amputados y desgajados, mientras la luz solar en ocasiones es tan intensa que llega a impedir este proceso o puede afectar las amputaciones expuestas; se favorece la interacción nutritiva de las plantas y resulta beneficioso porque los nutrientes circulan más rápido en las cortezas de los injertos y se activa el desarrollo de formación de callo”; además, activa el crecimiento de muchos vegetales, entre ellos las yemas de las púas injertadas (MONTES, 2010).

Las fases lunares determinan el movimiento interno en los fluidos (savia) de las plantas, en la práctica toda actividad que representa sobrecarga, daño o herida de cualquier naturaleza a la planta o una de sus partes que deseamos beneficiar, deben ser evitados bajo el influjo de las lunas llena y nueva y por lo tanto deben practicarse con las luna creciente y menguante. Contrariamente, toda actividad que representa alimento, estimulación, apoyo a las plantas a través del riego, abonos, tratamientos energéticos secundarios de envenenamiento, debe elegirse las fases de la luna llena y luna nueva.

“Las fases lunares marcan periodos alternados de crecimiento y conservación, estos momentos deben acogerse de acuerdo al objetivo de la actividad cuyo objetivo sea el de lograr la regeneración o un buen crecimiento debe realizarse en los días posteriores a los cuartos de la luna hasta antes de la luna llena o luna nueva; y toda actividad cuyo objetivo sea lograr la conservación o eliminación definitiva de algo, deben realizarse en los días posteriores de la influencia de luna nueva y luna llena” (VILLAVICENCIO, 2000). En investigaciones realizadas en la zona de Bugala Grande, unos de los factores

que afecta el prendimiento de las yemas de injertación en los patrones es la calidad del mismo y la época lunar en la que se desarrolla, en muchos casos los agricultores de la zona hacen sus trabajos bajo luna llena o luna creciente que a su criterio son las fases adecuadas para tener plantas sanas y vigorosas, con un prendimiento de 90%. En la investigación realizada el mismo obtuvo un 87% de efectividad en todas las parcelas evaluadas (ICA, 2008).

El injerto se realiza durante la fase de luna llena, esto debido especialmente a que en luna llena los cortes preservan la madera, por tal motivo detiene el desarrollo de yemas, favoreciendo de este modo la unión del injerto (ANGLES,1996). Los injertos en la mayoría de los casos se ejecutan entre la luna creciente y la luna llena (plenilunio), en el período de tres días posterior de la creciente y tres días posterior de la fase de luna llena, siendo siete días en los que debido a la etapa intensiva de aguas arriba el índice de unión de los injertos es superior (RESTREPO, 2005).

2.1.1. De cuarto creciente a luna llena

ALVERANGA (1996) indica que, las plantas muestran un crecimiento equilibrado debido a que la disponibilidad de luz lunar va incrementando, siendo beneficiados el crecimiento de follaje y raíz. ARDILA y REYES (2009) comentan que, “durante esta fase ocurren cambios de fuerzas lunares de abajo hacia arriba; sin embargo, la savia se encuentra activa en la parte baja de las raíces, siendo de tal manera una fase de crecimiento, resistencia y calidad alimenticia”.

ARDILA y REYES (2009) indican que, “en esta etapa continua en aumentando la luz lunar existiendo poco crecimiento radicular, pero abundante

crecimiento del follaje; porque, las plantas internamente presentan una mayor cantidad y movimiento de agua. Cuando se realiza el trasplante en esta fase las plantas empiezan a crecer rápido y a producir abundante follaje. Los fluidos reducen su actividad solo en los tres primeros días de este periodo y posteriormente aumentan su actividad; la savia sube y aporta vigor, crecimiento, maduración y sustancia inclusive hasta cuatro días luego de la luna llena; los órganos beneficiados son las hojas y las raíces. Incluso se recomienda desarrollar labores de injertación bajo la influencia de la luna creciente, logrando excelentes resultados”.

Para DURAN (2009) “durante esta fase sigue incrementando la luz lunar cada día y hay escaso crecimiento de raíces, pero abundante crecimiento del follaje, aumenta la fuerza vital o el vigor de las plantas, mayor cantidad y movimiento interno de agua; la radiación beneficia la cicatrización de los tejidos y órganos, lo que favorece a eliminar las células muertas”.

Para ANGLES (1996) “los injertos de púa y escudo se debe realizar en luna creciente, esto debido a que se quiere un máximo desarrollo vegetativo, que merma considerablemente el buen fin del injerto, y la luna vieja (llena, menguante) tiene la virtud de preservar la madera”. UPAWANSA (2003) indica que aumenta el crecimiento de las partes aéreas de la planta y se detiene o ralentiza el crecimiento de las raíces.

Para BARREIRO (2003) en la fase lunar creciente se planta todo lo que produce fruto sobre la superficie; mientras para RIVERA (2004), todas las plantas que producen frutos y flores se sembrarán la luna creciente y luna llena.

En cuarto creciente, la savia asciende y se concentra en tallos y hojas, fase considerando por RESTREPO (2005) como una época buena para la injertación.

2.1.2. De luna llena a cuarto menguante

ARDILA y REYES (2009) sostienen que, “que la luz que refleja la luna disminuye; la dinámica de los fluidos llega a su punto máximo, especialmente cerca al cuarto día de esta fase, por lo que se fomenta el poder germinativo y el crecimiento; la savia bruta asciende con gran poder nutritivo, por lo que no es recomendable realizar labores que afecten en forma extrema a los órganos de las plantas y se trata entonces de un período de crecimiento conservador sobre todo en los últimos días de esta fase”.

En cuanto a los injertos y las podas, algunos creen que “es apropiado realizarlos en la fase de la luna menguante para impedir al máximo la pérdida de savia, sin embargo, otros estiman que los efectos purificadores del plenilunio (luna llena) previenen infecciones y ayudan la cicatrización de heridas” (ROJAS, 2010). Mientras que, MÁRQUEZ (2001) recomienda que, el trabajo de injertación, se ejecuten durante la fase de luna llena, esto especialmente a que en luna llena los cortes preservan la madera, deteniendo el desarrollo de yemas y favoreciendo la unión del injerto (ANGLES, 1996).

La luna llena es la más importante para realizar actividades agrícolas ya que se aprovecha la tierra (ROJAS, 2016) durante el cuarto menguante o decreciente, el crecimiento aéreo de los cultivos se ve disminuido o estancado (REYES, 2016). Durante la luna llena la savia se encuentra en la parte aérea de

la planta y aumenta el crecimiento en altura de ésta, favorece el crecimiento de la planta de manera proporcional (diámetro y altura) que darán vigor a la planta (ECOAGRICULTOR, 2008).

La luna llena por lo general son los días de máximo movimiento de fluidos en la naturaleza y en todo organismo vivo. Los frutos están más llenos, las madres están más húmedas, la energía se encuentra en su máxima expresión, los seres se reproducen. La luna tierna o nueva tiene un efecto similar a la luna llena, pero de menor intensidad, se observa bajo su influencia una mayor proliferación de hongos y bacterias, especialmente en el cambio de luna (VILLAVICENCIO, 2000).

En la luna llena la savia asciende y se concentra en la copa, ramas, hojas, frutos y flores, considerando por RESTREPO (2005) como una época óptima para la injertación.

2.1.3. De cuarto menguante a luna nueva

ARDILA y REYES (2009) indican que en este período la luz nocturna disminuye. Se observa un lento crecimiento del sistema radical y foliar. Es muy poco el crecimiento, casi de reposo, en donde las plantas se pueden adaptar fácilmente al medio sin sufrir ningún daño.

Esto se debe a que la luz lunar es aprovechada, aún siendo más débil que la del sol, ejerce mayor penetración profunda en el suelo. Las semillas y plántulas que perciben mayor radiación lunar en la primera etapa de su vida brotan más rápido y desarrollan mayor número de hojas y flores. Asimismo,

durante este periodo los fluidos reducen su dinámica presentando su punto más bajo, próximo al quinto día de esta fase; en este momento la savia empezó a descender, favoreciendo aquellas actividades que implican forma, calidad alimenticia y resistencia, por tal motivo es una fase especialmente de conservación, en el que las plantas se fortalecen (ARDILA y REYES, 2009).

Se recomienda realizar los trasplantes, pues es un momento adecuado para esta labor porque mejora el desarrollo de las raíces de las plántulas (REYES, 2016). De acuerdo con TORRES (2012), las fases lunares de cuarto menguante a luna nueva, el crecimiento aéreo y subterráneo de las plantas es lento. Mientras que, durante la fase lunar de luna nueva a cuarto creciente durante esta etapa se estimula el crecimiento de las raíces y el follaje (partes subterráneas y aéreas).

En el cuarto menguante, la savia desciende y se concentra en tallos y ramas, considerado por RESTREPO (2005) como una época buena para la injertación. Asimismo, el mismo autor añade que en la fase de luna nueva la savia desciende y se concentra en la raíz, época considerando como no recomendado para la injertación.

2.1.4. La luna, la marea y las plantas

Alrededor del 30% de la fuerza de la marea se debe a la masa del Sol y alrededor del 60% se debe a la de la Luna, un tema importante de la presente comunicación se refiere a la posible influencia de las variaciones de la fuerza de marea lunisolar en el crecimiento de la elongación de la raíz (BARLOW

y FISAHN, 2012). YAZDANBAKHSY y FISAHN (2011) observaron un patrón rítmico de alargamiento para las raíces de *Arabidopsis thaliana* que crecían en condiciones de luz y temperatura constantes. Los resultados que se resumen aquí describen la correlación entre las oscilaciones naturales de la tasa de elongación de la raíz y el perfil cambiante de la fuerza tidal lunisolar.

HS Burr, profesor de anatomía en la Facultad de Medicina de la Universidad de Yale desde 1929 hasta 1958, formó la opinión de que "no es en absoluto imposible que el ciclo lunar produzca, de alguna manera aún no descubierta, mareas en el árbol", y, además, "dado que el crecimiento en los árboles es en parte una cuestión de hidratación, puede resultar que el efecto del ciclo lunar en el crecimiento del árbol sea tan directo como en el nivel de la marea" (BARLOW y FISAHN, 2012).

CANNY *et al.* (2007) observaron en relación con estas mediciones que: "Después del mínimo de la mañana, el contenido de agua aumenta rápidamente hacia el mediodía, este aumento sugiere fuertemente que algunas traqueidas llenas de aire se están rellenando con agua". Sin embargo, no se conocen los medios por los cuales se incrementa el contenido de agua de la madera. Los autores mencionan las causas fisiológicas teóricas de este aumento; pero estos van desde lo improbable (debido al cierre de las estomas al mediodía) hasta lo hipotético (BARLOW y FISAHN, 2012). Una posibilidad no probada (aunque no imposible de probar), sugerida por CANNY *et al.* (2007), es la "exsolución" de aire del agua ya presente en las traqueidas. SPARKS *et al.*

(2001) añadió que la fuerza de marea lunisolar regula el contenido de agua en el xilema.

BARLOW y FISAHN (2012) llegaron a la conclusión de que las raíces perciben la aceleración de la marea generada por los movimientos orbitales de la Luna y la Tierra, y que esta percepción se expresa en la tasa de elongación de la raíz.

Todas las células en el ápice de una raíz se alargan, aunque los diferentes tipos de células varían con respecto a sus proporciones volumétricas de citoplasma del suelo y vacuola rellena de soluto (BARLOW y FISAHN, 2012). Las tasas más rápidas de elongación celular se producen en la zona próxima al meristema cuyas células, especialmente las de la corteza, desarrollan una vacuola prominente en relación con el resto del citoplasma. Esta zona también es donde el crecimiento responde a los estímulos del trópico, como ocurre cuando una raíz se desplaza con respecto al vector de la gravedad, por ejemplo.

Curiosamente, se ha aducido evidencia de que la circulación de los tallos podría estar modulada por una influencia lunar (CHARZEWSKA *et al.*, 2010); el alargamiento de ambas raíces y brotes depende de la entrega de agua a los puntos de crecimiento en los ápices. La periodicidad del crecimiento de los brotes puede, por ejemplo, depender de la periodicidad de la presión de la raíz, medida en términos de la velocidad del flujo de agua a través del xilema. La periodicidad de este flujo puede, a su vez, estar regulada por la permeabilidad de las membranas plasmáticas celulares de la raíz que se rige por un mecanismo de difusión pasivo y un mecanismo de activación metabólicamente

más activo que depende de las proteínas transportadoras de agua de la acuaporina (BARLOW y FISAHN, 2012). Las acuaporinas se han relacionado con los ritmos circadianos (UEHLEIN y KALDENHOFF, 2006).

La Luna y su movimiento alrededor de la Tierra, junto con el movimiento de la Tierra alrededor del Sol, a partir de los cuales se estima la variación de la marea lunisolar (δg), parecen, por lo tanto, suministrar entradas e incluso; se puede decir que son integrales. parte del sistema biológico, la expresión de esta integración es un ritmo biológico (BARLOW y FISAHN, 2012).

Por otra parte, BRIZHIK *et al.* (2011) encontraron que las propiedades o señales lunares (un eclipse lunar es el ejemplo ofrecido por estos autores) de alguna manera afectan las propiedades físicas del agua. Acorde con estos autores, BARLOW y FISAHN (2012) sugieren que el agua puede ser ultrasensible a estímulos externos que aparentemente "no imparten ninguna energía útil a un sistema". Sin embargo, tal sistema, si fuera un sistema vivo, podría considerarse como un elemento verdaderamente integral dentro del complejo Tierra-Sol-Luna a través del cual los efectos de campo cuántico se admiten en la biología. En este marco de referencia, entonces, podría ser posible interpretar el impacto de la marea lunisolar sobre la citología molecular de las células, en particular su efecto sobre el agua y las coherencias citoesqueléticas y la distribución y el comportamiento de las microvesículas.

Ciertamente, los estudios teóricos y experimentales, particularmente en el ámbito de la biofísica del agua, deben realizarse para comenzar a comprender las posibles influencias lunares sobre el agua en el material vivo y su comportamiento en células y tejidos sensibles (BARLOW y FISAHN, 2012),

asimismo, ZÜRCHER y SCHLAEPFER (2014) añaden que, “algún cambio ambiental periódico desconocido está directa o indirectamente relacionado con la posición de la luna”, mientras que ZÜRCHER *et al.* (1998) resaltan que el ritmo lunar sinódico a nivel diario (ritmo de marea y períodos gravimétricos) modula las fluctuaciones del diámetro.

2.2. El cultivo del cacao (*Theobroma cacao* L.)

El cacao es una planta proveniente de la Amazonía, en los ámbitos geográficos correspondientes del Perú, Ecuador, Colombia y Brasil presenta la mayor diversidad de especies; aunque, existiendo una variabilidad relevante de especímenes silvestres en la región del río Orinoco y en la Mesopotamia (MINISTERIO DE AGRICULTURA, 2000). Existe en el Perú gran variedad de cacao originarios del cruce entre Criollos, Amazónicos y Trinitarios; aunque, su potencial se ve mermado por el manejo inoportuno, pudiéndose corregir aplicando las técnicas integrales en el manejo (ICT, 2004).

Las condiciones medioambientales están relacionados fuertemente con el crecimiento, desarrollo y la excelente producción del cacao en el lugar donde se cultiva; los factores climáticos contribuyen en la producción de una plantación; las circunstancias térmicas y de humedad deben ser propicios en la época de floración, brotamiento y cosecha (PAREDES, 2004).

2.2.1. Importancia

En la industria del chocolate, farmacéutica, cosmética y otros derivados, sus granos componen el insumo básico. Es un cultivo producido en

más de 50 países. A nivel mundial la producción del grano de cacao se estima en 2'818,000 t/año. Desde 1961, incrementaron su superficie, Asia Sudoriental en 170% y África Occidental en 68%; Costa de Marfil es una de las regiones cacaoteras con mayor aporte con la producción mundial (43.5%), seguido de Indonesia (16.0%), Ghana (11.9%) y Nigeria (5.9%). En América del Sur, Brasil es el país que lidera (4.4%), seguido de Ecuador y República Dominicana, mientras que Perú solo aporta 0.7% del total (ICT, 2004).

2.2.2. Propagación por semilla híbrida (sexual)

“Es el método en el cual se utiliza semilla botánica para la propagación del cacao. Cuando el cultivo se va a propagar por semilla, es necesario conocer el biotipo y las principales características de las plantas productoras de semillas para que reciban un adecuado tratamiento con la finalidad que estas puedan crecer bien conformadas, uniformes y con alta producción” (PAREDES, 2004). Se extrae el mucilago para la siembra, frotando ligeramente la semilla con aserrín. Luego se siembra en bolsas o se acondiciona para un pre-germinado, cubriéndolo con rastrojos secos, aserrín húmedo en bolsa de plástico. Sin el uso de pre-germinado, se siembra la semilla a una profundidad no mayor de 1 cm, en posición acostada (ICT, 2004).

2.2.3. Propagación vegetativa (asexual)

Podría indicarse que en cacao no es posible contar con semilla híbrida internacional controlada que garantice la transformación de características agronómicas de rendimiento, calidad y resistencia a enfermedades, se puede recurrir a las prácticas de propagar el cacao

vegetativamente mediante el uso de estacas o de injertos. “El método tradicional de plantaciones híbridas que predomine en todo el mundo, en los últimos cinco años está sufriendo una gran transformación con la adaptación de tecnologías de otros frutales tropicales como el mango, cítricos y otros que tienen éxito con el sistema monoclonal. En la última década, el uso de injertos de cacao ha dejado de ser exclusivo de los bancos de genes, semilleros y estaciones experimentales para constituirse como uno de los mejores medios para controlar eficazmente las enfermedades como moniliasis y escoba de bruja. Además de ser utilizado para reemplazar plantas improductivas en el proceso de rehabilitación o renovación de plantaciones. La precocidad de los injertos, la buena producción y menor incidencia de enfermedades en plantaciones nuevas constituye un gran atractivo para que los agricultores prefieran el cultivo monoclonal del cacao. Ante la nula promoción y producción de semilla híbrida de garantía, en el Perú se está prefiriendo la utilización de unos pocos clones, lo que redundará en una estrecha base genética y el riesgo que determinados clones en el corto plazo se vean afectados significativamente por nuevas plagas ante la escasa diversidad genética” (ADRIAZOLA, 2003).

Entre las principales ventajas de la propagación vegetativa se tienen: “mantiene las características de una variedad de fruta o de planta ornamental, la producción es precoz o temprana, el desarrollo de la planta es relativamente menor comparado con el árbol de semilla, permite mantener con seguridad las cualidades que se desea transmitir tales como tolerancia a plagas y enfermedades y alta producción, aprovecha las buenas características que aportan los patrones, se pueden obtener plantas más bajitas y algunas

variedades de plantas no es posible multiplicarlas por semillas o son muy difíciles a partir de esquejes” (PAREDES, 2000).

2.3. Injerto

Es un método de propagación vegetativa eficiente y de precio bajo que promueve el desarrollo agrícola e industrial del cultivo, con ello contribuye una rentabilidad, económica significativa. Esta técnica busca aumentar la producción del cacao en cantidad y calidad, promoviendo la rehabilitación y/o renovación de plantas existentes favoreciendo la subsistencia de árboles precoces de alta producción, tolerantes a plagas y enfermedades (PAREDES, 2000).

También es un método que se basa en fusionar una rama o yema a un patrón, de tal manera que entre ambos el cambium quede en contacto para producir nuevos tejidos capaces de movilizar agua y nutrientes por medio de la unión (Benito, 1992; citado por GAMBOA, 2015).

El éxito de la injertación depende de la práctica del operario de su conocimiento en la obtención de yemas y al momento de hacerlo. La operación del injerto implica poseer una planificación y logística que asegure sus éxitos. Casi siempre el fracaso está determinado por la escasez de agua del suelo y sustratos, por consiguiente, “los tejidos injertos de la planta no tienen la facilidad para unirse con la yema a injertar. Las condiciones óptimas se consiguen en un vivero, antes que en el campo definitivo. Los tipos de injertos más comunes son: púa lateral, púa central, parche y momia. La selección del método obedece a criterios de costos y la disposición a asumirlos” (ADRIAZOLA, 2003).

El injerto, “se debe realizar durante el periodo que va a generar o se ha generado el movimiento de savia, el mismo que concuerda, con sus manifestaciones vegetativas a inicio de primavera y al termino de otoño; en especies de hoja caduca, tardando en ambas estaciones en especies de hoja perenne” (Juscafresa, 1962; citado por FLORES y CHÁVARRY, 2005).

BOFFELLI y SIRTORI (2000) indican que, “un injerto primaveral muy anticipado no progresa debido a las bajas temperaturas o al deficiente flujo de savia proveniente del patrón. Así mismo, un retraso en exceso es negativo por las condiciones atmosféricas no óptimas o por exceso de savia que, en los tipos de injerto de yema, puede provocar el ahogamiento de esta última, así como por el prendimiento ya acontecido del injerto”.

Hartman y Kester (1982) citado por GAMBOA (2015) mencionan que, “una época de bastante actividad de crecimiento es la primavera, las plantas muestran un alto flujo de savia o desangrado, cuando se hacen cortes previos al injerto. Los injertos no cicatrizan cuando existe exudación de humedad al contorno de la unión; es por eso que los injertos se deben realizar en otras etapas de crecimiento. A su vez, cuando las plantas están en periodo de latencia (invierno), no habrá éxito en el injerto”.

Según RESTREPO (2005) “los injertos se realizan, en el mejor de los casos, de preferencia el día de luna llena, 3 días antes o 3 días después de luna llena, en los que la posibilidad de prendimiento es mayor”. RENGIFO (1996)

reporta que algunos autores indican que la diferencia de resultados de la actividad del injerto podría estar influenciada por temas edafoclimáticos, cuantificándolo como un 70% de influencia por parte del componente ambiental sobre las plantas injertadas de cacao.

2.3.1. Clasificación de los injertos

Existen muchos tipos de injertos, aunque en la práctica algunos no tienen interés y otros simplemente muestran pequeñas diferencias entre sí. Básicamente se emplean dos tipos de material vegetativo (NEKAZARITZA, s.d.):

- Injertos de púa, o trozo de rama de un año (con dos o tres yemas).
 - ✓ Hendidura o púa.
 - ✓ Corona o corteza.
 - ✓ Costado o lateral.
 - ✓ Inglés.
- Injertos de yema, con o sin madera adherida, dependiendo del tipo de injerto.
 - ✓ Escudete o yema
 - ✓ Chapa o placa
 - ✓ Chip o astilla

a. Injerto de púa central

Consiste en que en la parte terminal de un patrón o en el extremo terminal de un patrón se coloca el extremo vertical de una vara de la cual se han seleccionado yemas funcionales, el patrón debe ser el mismo diámetro de la vara que porta las yemas que se van a utilizar, la cual consta de tres o cuatro yemas (PALENCIA, 2006); dicho injerto también es conocido como hendidura o púa (ESPIAU *et al.*, 2012). Las mismas que posteriormente darán origen a la formación de ramas plageotrópicas que con el sistema de poda de formación inicial darán lugar a la falsa orqueta (ICT, 2004).

b. Injerto de púa lateral

Se utiliza en plantas de tallos gruesos, con una medida igual o superior a una pulgada. Como su nombre lo indica la púa se coloca en la parte lateral del patrón, pudiendo colocar 1 - 2 púas dependiendo del grosor del tallo (PAREDES, 2004).

2.3.2. Factores que influyen en la cicatrización del injerto

Así mismo se observa que la insolación y los días lluviosos, afectan negativamente a la soldadura de los injertos; los mejores momentos para injertar es en las horas frescas y en ausencia de precipitación pluviales. Influye también el material vegetativo usado es decir que tanto las yemas como los patrones no están demasiado lignificados o suculentos (CORRAL, 2012).

Es importante que los patrones tengan amplia producción de humedad en el suelo, justo antes y durante la operación del injerto; si se llega a carecer de agua durante cierto periodo, el crecimiento activo se detendrá, cesa la división en el cambium, y se vuelve imposible levantar la corteza para injertar. Otros errores en la técnica del injerto como el encerado malo o retardado, los cortes disparejos o el empleo de púas desecadas, pueden desde luego producir una falla en la cicatrización del injerto (Benito, 1992; citado por GAMBOA, 2015).

Para CORRAL (2012), la temperatura muestra impacto en la formación del tejido del callo, requiere una temperatura óptima que oscila entre 22 y 25 °C. A temperaturas mayores de 29 °C se obtiene gran producción de callo que es afectado fácilmente (al plantar en campo) y la formación de callo es lento cuando es menor a 20 °C; no existiendo por debajo de 15 °C; en el interior de la planta, la temperatura muestra un papel sustancial para la circulación de azúcares; aquellas que oscilan entre los 20 y 30°C son las deseables. El transporte a la raíz incrementa cuando la temperatura permanece más elevada que la de la parte aérea de la planta, mientras que reduce el que se traslada a la parte alta, por ello es importante tener en cuenta estos parámetros para la unión del injerto.

Por otro lado, CORRAL (2012) añade a la humedad, “que es sustancial cuando se está produciendo el callo para que no se deshidrate la superficie de los cortes elaborados, y tenga buena cicatrización, debe variar entre 80 y 90% continuamente elevada, caso contrario la excelente cicatrización son disminuidas; el oxígeno, para la elaboración del tejido del callo es necesario

la presencia del oxígeno en el lugar de unión, ya que en esta hay un considerable número de células en división y crecimiento conjuntamente con una respiración elevada; para esto es preferible que la atadura del injerto admita el acceso del oxígeno a la zona de la unión”.

Para PALMA (2009), “se debe facilitar sombra media al lugar de propagación para disminuir la intensidad lumínica y temperaturas altas (malla serán 50 a 70%)”. Para MUSE (2012), “el viento puede influir sobre la humedad y desecación de las púas, la fuerte velocidad del viento puede incrementar la resecación de las púas, reduciendo el prendimiento, al romper brotes y soltando la unión del cambium; debe variar de 4 a 6 m/s (14.4 a 21.6 kilómetros por hora)”. La compatibilidad es buena si injertamos un clon dentro de la misma planta de la cual procede el patrón, que al injertar en otra planta del mismo clon o clones de igual especie (CORPOICA, 2004).

Grosor del tallo: “El grosor del tallo presente en el patrón también influye sobre el prendimiento de las yemas, ya que a mayor diámetro del patrón mayor cantidad de tejido vegetal para que la yema pueda acoplarse a este. Es preferible que el patrón y la púa tengan el mismo diámetro” (SANTANA, 2013).

La formación del callo se obstaculiza cuando la humedad es inferior al punto de saturación, incrementando la tasa de deshidratación de las células a conforme se reduce la humedad (Hartman y Kester, 1982; citado por GAMBOA, 2015). La humedad del aire ayuda a conservar turgente las células de ambas partes, favoreciendo la elaboración del callo; mientras más alto sea el porcentaje

de humedad atmosférica, se paralizará más rápido la formación del callo del injerto (BOFFELLI y SIRTORI, 2000).

2.4. Extracción de varas yemeras

2.4.1. Selección de varas yemeras

Deben provenir de plantas con un mínimo de 7 años de edad, que hayan demostrado ser buenas productoras de almendras, resistentes a plagas y enfermedades, con un rendimiento de grano mínimo de tres kilogramos por planta al año (Benito, 1992; citado por GAMBOA, 2015).

Para la obtención de las “varas yemeras” es preferible preparar las mismas en la propia “planta madre” cortándose la hoja hasta la mitad del peciolo unos ocho días antes de la preparación del injerto, de modo que provoque la caída del peciolo en la misma rama de la planta (PAREDES, 2004). De acuerdo a la selección de varas yemeras:

- a. Se obtendrán ramas terminales de color marrón y seleccionado.
- b. Cortando de 30 a 40 cm, conteniendo cada vara de 10 a 15 yemas en crecimiento.
- c. Proteger los extremos con vela diluida y envolver con papel periódico húmedo en paquetes de 10 a 20 varas cada uno para evita su deshidratación.
- d. Extraer varas yemeras antes de la época de floración.

- e. Extraer varas yemeras libre de plagas y enfermedades.

Las varas yemeras se deben utilizar hasta las 24 horas de extraídas de la “planta madre”, de tal forma aseguramos buenos resultados en el prendimiento, ya que conforme va pasando el tiempo el vigor de las yemas va menguando (PAREDES, 2004).

2.4.2. Consideraciones para realizar los injertos

- a. La altura del suelo al punto de injerto es cambiable con una altura mínima de 10 a 20 cm.

- b. La sección de vara a emplear en el injerto debe tener entre 3 a 4 yemas para injerto púa.

- c. El injertado se puede realizar las primeras horas de la mañana y ultimas horas de la tarde a partir de las 4 pm.

- d. No se recomienda realizar injertos cuando no hay humedad en el suelo.

- e. Se ha observado que mejor rendimiento en púa central se logra con varas maduras o leñosas y en púa lateral con varas semileñosas o verdes.

- f. El prendimiento del injerto dependerá principalmente de la humedad del suelo, sombra apropiada, empleo de las herramientas, limpieza y varas yemeras sanas y buen contacto de tejido (ICT, 2004).

2.4.3. Patrones para injerto de cacao

La producción de patrones se lleva a cabo por vía sexual, es decir a partir de semillas, lo que permite mantener las características de las plantas, además se puede seleccionar las semillas provenientes de plantas que tengan un mayor tamaño y desarrollo de sus frutos. Las plantas que se utilizan como patrones deben provenir de viveros de tres o cuatro meses de edad. El momento oportuno para hacer el injerto, depende del grosor del patrón, no de la edad (SEQUEIRA *et al.*, 2014).

Para que una especie de cacao sea escogida como patrón debe reunir entre otras, las siguientes características:

- a. Ser tolerante o resistente a plagas y enfermedades.
- b. Ejercer una influencia deseable en el desarrollo del árbol.
- c. Ser precoz en el semillero y vivero.
- d. Tener muchas semillas por fruto.
- e. Ser compatible con el injerto.
- f. Ser de fácil manejo en el vivero.
- g. No emitir muchos brotes laterales.

La edad adecuada para desvendar el injerto es a los 15 días y si la yema se encuentra verde indica que el injerto ha tenido éxito (PAREDES, 2000).

2.5. Biomasa

Se determinó en investigaciones desarrolladas que, "el peso seco (biomasa) o el peso en verde de plántulas, están correlacionados en la supervivencia en campo. Por ello se sugiere emplear el peso seco para mayor consistencia en los resultados, puesto que hay gran variación de agua en los tejidos dentro de la misma especie en el peso verde" (Vera-Castillo, 1995; citado por VARELA *et al.*, 2016).

La supervivencia en campo está correlacionada con el peso seco, así como con la resistencia del diámetro del tallo. Así mismo, el peso de la parte aérea y del sistema radicular está correlacionado fuertemente con el diámetro (MEXAL y LANDIS, 1990). También se le puede considerar el peso seco de las especies vegetales como un indicador efectivo si relacionamos la parte aérea con el sistema radicular.

2.6. Área foliar

HERBERT (2004) menciona que, "estimar el área foliar constituye un valor importante en la capacidad de las plantas para percibir la luz, realizar fotosíntesis y producir bienes agrícolas. En general, una interceptación apropiada de la radiación solar incidente aprovechada, obtendrá una alta productividad".

NORKYS y DÁMASO (1999) indican que, "la estimación del área foliar de las plantas es muy importante en los estudios relacionados con su crecimiento y desarrollo, dado que los carbohidratos que van a repartirse en los distintos

órganos se sintetizan en las hojas. La capacidad de fotosíntesis de las plantas está relacionada directamente con la superficie foliar reflejada como índice de área foliar”.

NORKYS y DÁMASO (1999) determinaron que, “en plantas jóvenes de níspero que crecieron bajo una estructura de techo transparente, tuvieron mayor número de hojas con mayor tamaño, contrarias a las que crecieron en un umbráculo con menor intensidad de luz”, argumentando al área foliar estimada.

TERUEL (1995) señala que, “el área foliar es una de las variables más significativas para evaluar el crecimiento de las plantas; su correcta determinación durante el ciclo del cultivo permite conocer el crecimiento y el desarrollo de la planta, la eficiencia fotosintética y, en efecto, la producción total de la planta”.

2.7. Antecedentes de investigación en fases lunares

En la provincia de Lamas - Perú, FASABI (2012) realizó una evaluación de la producción según las fases lunares y determinó la fase lunar apropiada con relación a la productividad; el cual indica que los mayores resultados en las variables para altura de planta, longitud de fruto y diámetro de fruto se obtuvieron en los tratamientos luna nueva y cuarto creciente. Mientras que los tratamientos luna llena y luna nueva mostraron mayores valores para la variable número de frutos cosechados, aunque no existió diferencias estadísticas significativas.

En Tingo María - Perú, ACUÑA (2009) evaluó las fases lunares en la fenología y rendimiento del cultivo del pepino obteniendo que en luna llena destacó mayor rendimiento al igual que cuarto menguante, asimismo, con respecto a fenología luna llena y cuarto menguante fueron los más precoces en germinar, mientras que la luna nueva y luna llena alcanzaron mayor duración de días a la floración.

“Al evaluar el nivel de influencia que tiene la luna sobre el prendimiento en dos técnicas de injertación en cacao; tipo yema y tipo bisel, en Nicaragua, REYES *et al.* (2015) indican que, conforme al porcentaje de prendimiento ambas técnicas de injertación en las distintas fases lunares, el análisis estadístico evidenció que existen diferencias significativas entre ellas, ($p = 0.011 < 0,05$); cuyas medias porcentuales en la injertación tipo yema en la fase lunar creciente (100%), entretanto, para el injerto tipo bisel en menguante (93.05%)”.

En Tocache - Perú, GONZALES (2017) observó la incidencia de las fases lunares en el prendimiento y desarrollo del cacao clon CCN-51 bajo diferentes tipos de injertos. Obtuvo mayor prendimiento con el injerto tipo momia en las cuatro fases de la luna, siendo más notorio en la luna nueva (93.1%), mientras que el tipo parche presentó mejor valor en la luna llena (69.3%), en caso del tipo púa central presentó mayor prendimiento en la luna llena (44.9%) y en las fases cuarto creciente y menguante obtuvo 40.3% para ambos; y por último el tipo púa lateral obtuvo mayor prendimiento en las fases cuarto creciente y cuarto menguante con valor 42.6% para ambos.

La altura del brote fue mayor en el injerto de tipo parche con la influencia del cuarto menguante (10.9 cm), seguido por el tipo púa central con 8.9 cm influenciada por la luna llena, 7.5 cm influenciada por la luna cuarto creciente y el injerto de tipo púa lateral obtuvo 8.6 cm de altura de brote en la fase cuarto creciente y en la fase luna llena presentó 5.6 cm de altura. En caso del diámetro del brote, el injerto de tipo parche presentó mayor diámetro en la fase cuarto creciente con 5.83 mm; seguido por el tipo momia que presentó 4.85 mm de diámetro en la fase luna nueva y 4.7 mm en la luna llena; el tipo de púa central presentó 4.73 mm de diámetro en la luna cuarto creciente, seguido por 4.62 mm en la fase luna llena; y por último el tipo de púa lateral presentó 4.5 mm en la fase cuarto menguante y 4.3 mm en la luna llena. Así también, obtuvo mayor número de hojas por brote en el injerto de tipo parche en la fase cuarto menguante (4.82); seguido por el tipo púa central en la luna llena (4.28) y en la fase cuarto creciente (4.05); el tipo momia presentó 4.15 hojas en la fase luna llena; y el tipo púa lateral presentó 3.28 hojas en el cuarto creciente, 2.2 hojas en la luna llena y en las otras fases presentó inferiores a 0.21 hojas (GONZALES, 2017).

En el Cantón Antonio Ante – Ecuador, CHUQUÍN (2012) realizó una investigación sobre la influencia de las fases lunares en el crecimiento y rendimiento de cuatro variedades de alverja en Ecuador concluyendo que la fase de luna llena presento mejor resultado para la altura, en luna nueva mayor precocidad en floración, número de vainas, asimismo en luna nueva y cuarto creciente tuvieron menor incidencia de plagas y enfermedades, además la mayor producción de biomasa fue en luna llena.

En Costa Rica, REYES (2014) “evaluó el prendimiento de dos tipos de injerto en cacao en distintas fases lunares, concluyendo que los mayores efectos porcentuales se logran al realizar el injerto tipo yema en la fase lunar creciente (100%), entretanto, para el injerto tipo bisel en menguante (93.06%). Asimismo, conforme a los efectos de las fases lunares en ambos tipos de injertos, no se halló evidencia estadística que manifieste que haya diferencias significativas entre las fases lunares ($p=0.950 > 0.05$), siendo en luna menguante más conveniente el prendimiento con el 95.83%”.

En Babahoyo - Ecuador, MOLINA *et al.* (2016) “determinaron qué fase lunar es la más adecuada en la reproducción vegetativa por esquejes enraizados, utilizando diez tratamientos con cacao nacional (EET-103) y CCN-51. Los resultados sugieren que la luna llena presenta el mayor porcentaje de prendimiento a los 35 días después de la siembra (86.5 - 91.5%), la fase de luna nueva, logró los más bajos niveles de prendimiento en todas las evaluaciones”.

En Babahoyo - Ecuador, MOLINA (2014) “realizó un trabajo de investigación para determinar las fases lunares de mayor influencia para la reproducción vegetativa de ramillas de diferentes variedades de cacao (*Theobroma cacao* L.), en la zona de Babahoyo, el cual concluyó que la fase lunar de luna llena, presenta el mayor porcentaje de prendimiento a los 35 días después de la siembra (86.5-91.5%) para cacao nacional y CCN-51. Asimismo, la realización de la labor de siembra de ramillas en fases lunares activas (lunas llena y cuarto menguante), favorece el prendimiento de las yemas, bajo las

condiciones del ensayo. Por otro lado, la fase de luna nueva, logró los más bajos niveles de prendimiento en todas las evaluaciones; mientras que la variedad de cacao CCN-51, presentó comportamiento agronómico más estable con mejores niveles de prendimiento con relación a la variedad Nacional; la altura total, biomasa radical y cantidad de hojas no alcanzaron significancia estadística al 95% de probabilidad”.

En Santa Clara - Ecuador, ESPINOZA (2015) “estimó la influencia de las fases lunares en el comportamiento agronómico de injertos de naranjilla (*Solanum quitoense* Lam.), concluyendo que el injerto de púa terminal logró mayor diferencia por encima que de corona, con menos porcentaje de mortandad (5.5%), superior diámetro del brote (11.58 mm), largo del brote (21.43 cm), largo de la hoja (18.49 cm) y menos tiempo de brotación (8 días). Así mismo, la luna nueva tuvo efecto positivo sobre el comportamiento agronómico de los injertos, con menor porcentaje de mortandad, superior diámetro y longitud del brote; y largo de la hoja, seguido por la fase lunar de cuarto menguante. En general, el tratamiento que obtuvo la mejor respuesta agronómica en injertos de naranjilla es en la fase de luna nueva con el injerto de púa”.

2.8. Antecedentes de injertación

EN Pucallpa - Perú, PAREDES (2010) “realizó una investigación sobre la propagación vegetativa por injerto de bolaina blanca en el cual concluyó que el método de injertación, el sistema de protección, el nivel de sombra, la precocidad y el diámetro de la vara yemera, son los factores primordiales que

influyen en el injerto de bolaina blanca. Se sugiere emplear el injerto de púa central protegido con bolsa plástica”.

En Manabí - Ecuador, MORAN y VERA (2012) “realizaron una investigación con el propósito de estudiar la influencia de la edad del patrón de cacao (*Theobroma cacao* L.) sobre el prendimiento de los injertos EET-575, EET-576 y EET-103; comprobando que la mejor fue de 150 días después de la siembra con el 31.25% y el mejor material fue el EET-103 con el 25% de prendimiento. Los resultados obtenidos en la experimentación fueron influenciados por la proliferación de hongos patógeno (*Fusarium* spp.) estimulados por las condiciones ambientales imperantes (temperatura y humedad relativa)”.

En Satipo - Perú, GAMBOA (2015) “después de realizado el injerto de diferentes clones de cacao, el diámetro del patrón se ha incrementado con el paso del tiempo, llegando a los 90 días a tener un diámetro superior a los 9.67 mm en todos los casos, mostrando diferencias estadísticas significativas entre clones, ello se explicaría por la diferencia genética entre sí. El número de brotes, se incrementó con el paso del tiempo, llegando a los 90 días a tener como mínimo 3.73 brotes/planta en todos los casos”. MORE (2003), “en Tingo María reportó menores valores en el injerto tipo parche, entre 1.76 a 2.47 brotes/planta a los 60 días y una altura de 650 msnm”. Son más parecidos a los de PAREDES (2010) en Pucallpa que reportó 4.40 brotes con el injerto púa central y 4.20 con el de empalme a los 100 días después del injerto. El uso de bolsa plástica para cubrir el injerto, “parece haber influenciado en la capacidad de brotamiento de la

planta injertada, esta práctica evita la deshidratación de la pluma y genera un microclima estable que favorece la velocidad de brotación” (QUIRÓS, 2005).

En Satipo - Perú, GAMBOA (2015) encontró que, “la longitud del brote más largo, se incrementó con el paso del tiempo, llegando a los 90 días a tener una longitud superior a los 13.83 cm en todos los clones de cacao considerados en su estudio”.

“El diámetro del brote más largo, se incrementó con el paso del tiempo, llegando a los 90 días a tener un valor superior a los 3.43 mm en todos los casos” (GAMBOA, 2015); MORE (2003) explica que “el crecimiento del injerto en longitud y diámetro depende de su constitución genética y el medio ambiente”.

El número de hojas en el brote más largo, se incrementó con el paso del tiempo, llegando a los 90 días a tener un valor superior a 8 hojas/brote más largo en todos los casos (GAMBOA, 2015); En Tingo María, MORE (2003) en un predio ubicado a 650 msnm y utilizando el injerto tipo parche encontró de 6.16 a 8.8 hojas en el brote más largo, evaluados a 60 días después del injerto.

En La Maná - Ecuador, UNAUCHO (2014) evaluó el prendimiento de injerto de cacao trinitario utilizando la influencia lunar en el cantón Pujili. El estudio perduró 120 días de trabajo de campo. No reportó diferencias estadísticas significativas entre las fases lunares para las variables porcentaje de prendimiento, altura de yemas, número de hojas y el ancho de las hojas.

En San Alejandro - Perú, TENAZOA (2016) estudió la influencia de las edades del patrón de *Theobroma cacao* L. y la desinfección de varas yemeras

ICS-95 y CCN-51, en el prendimiento del injerto. Estudió al Factor A (edad del patrón), Factor B (clones) y Factor C (desinfección). Reporta que el porcentaje de prendimiento y de sobrevivencia, disminuyen conforme es mayor la edad del patrón; los clones y la aplicación o no del desinfectante Cupravit (hidróxido de cobre) no influenciaron en el porcentaje de prendimiento y porcentaje de sobrevivencia y finalmente, las interacciones edad de patrón x clones y edad de patrón x aplicación o no de desinfectante, estuvieron influenciados por la edad de patrón.

2.9. Clon ICS-95 (Imperial Collage Selection)

Según GARCÍA (2014) describe al clon ICS-95 de la siguiente manera:

2.9.1. Descriptores de identidad

- a. Grupo genético/genealogía: Trinitario
- b. País de origen: Trinidad y Tobago
- c. Acceso/código: BGC - 008

2.9.2. Descriptores morfológicos

Para Torres (2010), citado por TENAZOA (2016) sus flores son blancas con pigmentación en el estambre su época de floración es de enero hasta marzo.

En Colombia, PUENTES *et al.* (2014) “estudió la absorción y distribución de nutrientes en clones de cacao y sus efectos en el rendimiento, en

ello consideró los tratamientos del nivel de fertilidad natural del suelo (TR) en valores equivalentes de NPK de 49 (N), 23.5 (P) y 146.5 (K), los demás tratamientos consistieron en incrementos de 25, 50, 75 y 100% de NPK sobre el nivel de fertilidad natural del suelo. Estos tratamientos equivalentes (NPK) consistieron en: $T_1 = 61 - 29.3 - 183$, $T_2 = 73 - 35.2 - 219.7$, $T_3 = 86 - 41 - 256.4$, y $T_4 = 98 - 47 - 293$. Como fuentes de fertilizantes se aplicaron urea (46% N), fosfato diamónico (18 - 46 - 0) y nitrato de potasio (13 - 0 - 44). Reportaron que el clon ICS-95 es clasificado como finos de sabor y aroma; de los tratamientos aplicados encontró que la concentración de fósforo (P) en la cáscara fue mayor en el TR (2.56 g/kg) y la menor en el clon CCN-51 en el T_3 (0.6 g/kg); para la almendra, mayor concentración se presentó en el clon ICS-95 en el T_4 (6.55 g/kg) y la menor en el clon CCN-51 en el TR (4.07 g/kg). La mayor concentración de K se encontró en hojas del clon CCN-51 en el T_3 (24.22 g/kg) y la menor en el clon ICS-95 en el T_4 (7.42 g/kg) y en caso de la almendra, mayor concentración hubo en el clon ICS-95 en el T_3 (19.14 g/kg) y los menores valores en el clon CCN-51 en el TR (8.58 g/kg)".

El mejor IM para el clon ICS-95 fue 25 en el T_2 , mientras que el mayor IM se presentó en el clon ICS-95 que fue 31 al emplear más dosis de nutrientes como es el caso del T_3 . Los clones ICS-95 y TSH-565 presentaron IM por debajo de los valores reportados por Fedecacao (2005), citado por PUENTES *et al.* (2014), lo que significa un menor número de mazorcas para producir 1 kg de grano seco.

El promedio (entre paréntesis) de número de frutos por árbol por hectárea y por año cacaotero 2011 - 2012 con mejor rendimiento se presentó en

el tratamiento T₂ con los clones ICS-95 (36), TSH-565(23), ICS-39 (26) y en el T₁ para el clon CCN-51 (34). De la misma manera, el número de granos por fruto, en promedio, fue más alto en el T₂ con los clones TSH-565 (36), ICS-39(33), ICS-95(30) y en el T₁ para el clon CCN-51(39). De acuerdo con las variables anteriores, el mayor rendimiento lo mostró el clon CCN51 en el T₁, en el T₂ los clones ICS-39 y TSH565 y finalmente, el clon ICS-95.

PUENTES *et al.* (2014) reportan que la extracción de nutrientes en kg/1000 kg de grano seco de clones ICS-95 es de 23.57 para el nitrógeno, 6.00 para el fósforo y 15.95 para el potasio, superándole estadísticamente a los clones CCN-51, TSH-565 y ICS-39. En caso de los granos del ICS-95, el contenido de teobromina en granos sin fermentar es 3.86 mg/g, disminuyendo hasta 3.22 mg/g al someter a dichos granos al proceso de fermentado; en caso de la cafeína se reporta comportamiento diferente debido a que en graos fin fermento presentó 0.43 mg/g hasta 0.96 mg/g en granos fermentados (ZAPATA *et al.*, 2013).

Respecto al índice de mazorca, PEREA *et al.* (2013) establecieron un promedio cercano a 20 mazorcas por kg para este clon, en Colombia, QUINTANA *et al.* (2015) obtuvo un rango para este índice de 19 a 28 mazorcas para obtener un kg de grano seco, además, el clon ICS-95 presenta una relación inversa entre el índice de mazorca y la altitud donde se encuentra la plantación, con una variación de acuerdo al modelo determinado del 42%. Se necesita 18 mazorcas para formar un kilogramo de cacao seco (Torres, 2010; citado por TENAZOA, 2016)

El índice de grano para el ICS-95, clon considerado como grano pequeño, un índice promedio de 1.4 g y con un rango de 1.1 a 1.5 g (QUINTANA *et al.*, 2015), mientras que el índice de semilla es de 1.4 gramos (Torres, 2010; citado por TENAZOA, 2016). TENAZOA (2016) encontró que el porcentaje de prendimiento de los injertos varía en base a la edad del patrón utilizado, en donde encontró que hubo 87.5% de prendimiento en patrones de un año de edad, 66.66% en patrones con dos años de edad, 70.83% en patrones con tres años de edad y 37.5% en patrones con cuatro años de edad.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar de ejecución

El presente trabajo de investigación se realizó en la asociación 01 de mayo (Figura 35 del Anexo), ubicado en el margen izquierdo del río Huallaga, distrito Castillo Grande a 4 km de la ciudad de Tingo María.

3.1.1. Ubicación política

Sector : Asociación 01 de mayo.

Distrito : Castillo Grande.

Provincia : Leoncio Prado.

Región : Huánuco.

3.1.2. Ubicación geográfica

El vivero temporal instalado para la ejecución de la investigación se encontraba en la asociación 01 de mayo, el cual se encontraba ubicada en las siguientes coordenadas UTM:

Este : 388871 m.

Norte : 8974488 m.

La altitud sobre el nivel del mar del área donde se ejecutó la investigación fue de 665 m.

3.1.3. Condiciones climáticas

La zona presenta una temperatura media anual de 25.5 °C, precipitación promedio anual de 3,039.7 mm, humedad relativa promedio anual de 83.4% (SENAMHI, 2017).

Cuadro 1. Comportamiento de la temperatura y precipitación en la ciudad de Tingo María del año 2015.

Meses 2015	Temperatura (°C)			HR (%)	Precipitación (mm)	Horas sol
	Máxima	Media	Mínima			
Febrero	26.7	24.8	20.9	86	534.2	71.2
Marzo	30.1	25.3	20.5	84	280.6	123.4
Abril	30.1	25.3	20.5	84	280.6	123.4
Mayo	29.9	25.2	20.6	85	296.2	151.0
Junio	30.2	25.1	20.1	84	127.1	187.7
Julio	30.1	24.8	19.7	84	173.1	192.3
Agosto	31.1	25.4	19.8	83	50.8	217.0

Fuente: Boletines hidroclimáticos regionales de la Dirección Zonal 10 del SENAMHI (2017).

En el periodo del experimento se registró mayor temperatura promedio para el mes de agosto en donde se obtuvo un valor de 25.4 °C, mientras que mayor humedad relativa se determinó en el mes de febrero con un valor de 86% y en caso de las horas sol, se tiene para el periodo de ejecución de la tesis hubo mayor horas sol en el mes de agosto (Cuadro 1).

3.1.4. Zona de vida

Teniendo en consideración la clasificación bioclimática de Holdridge (1987); citado por CERÓN (2009), el medio donde se desarrolló la investigación corresponde a un Bosque Húmedo Pre-Montano Tropical.

3.1.5. Duración del trabajo de investigación

El presente trabajo se realizó desde el mes de febrero del 2015 hasta el mes de setiembre del 2015.

3.2. Materiales y equipos

3.2.1. Material genético

- a. Semillas para patrones de cacao segregantes del IMC-67.
- b. 400 varas yemeras de cacao clon ICS-95.

3.2.2. Materiales y herramientas

Bolsas de polietileno cuyas dimensiones fueron 7"x13"x2 mm, cuchilla de injertar, bolsas plásticas, malla tipo Raschel, tijera de mano, wincha, cuaderno de apuntes y lapiceros.

3.2.3. Equipos

Balanza analítica And con capacidad de 252 g y con precisión de 0.01 mg, estufa digital Binder equipado de termostato que permitió operar a una

temperatura de $103\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$, desecador de laboratorio abastecido de sustancia higroscópica, vernier digital General (precisión 0.01 mm), cámara fotográfica Sony, GPS Garmin Map 62s y equipo de cómputo.

3.3. Diseño experimental y análisis estadístico

El diseño del experimento que se utilizó en la presente investigación fue el diseño completo al azar (DCA) con arreglo factorial de la forma $4A \times 2B$, en donde “A” correspondía al factor fases lunares y “B” estuvo representado por el factor tipo de injerto; la combinación de los niveles de los factores, generaron ocho combinaciones y/o tratamientos.

3.3.1. Factores en estudio

En el presente trabajo de investigación se evaluó los siguientes factores:

Factor A: Fases lunares

Se consideró todas las fases lunares, siendo estos:

a_1 = Luna llena.

a_2 = Cuarto menguante.

a_3 = Luna nueva.

a_4 = Cuarto creciente.

Factor B: Tipo de injerto

Se consideró a dos tipos de injertos, siendo estos los siguientes:

b_1 = Púa central.

b_2 = Púa lateral.

3.3.2. Tratamientos en estudio

La combinación de los factores descritos generó 8 tratamientos, como se indica en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Combinaciones de los niveles de cada factor para generar los tratamientos en estudio.

Tratamientos	Clave	Descripción	Injertación
T ₁	a ₁ b ₁	Luna llena y púa central	05/05/2015
T ₂	a ₂ b ₁	Cuarto menguante - púa central	12/05/2015
T ₃	a ₃ b ₁	Luna nueva - púa central	19/05/2015
T ₄	a ₄ b ₁	Cuarto creciente - púa central	26/05/2015
T ₅	a ₁ b ₂	Luna llena - púa lateral	05/05/2015
T ₆	a ₂ b ₂	Cuarto menguante - púa lateral	12/05/2015
T ₇	a ₃ b ₂	Luna nueva - púa lateral	19/05/2015
T ₈	a ₄ b ₂	Cuarto creciente - púa lateral	26/05/2015

Fuente: Elaboración propia.

Se obtuvieron ocho (08) tratamientos y se consideró cinco (05) repeticiones por cada tratamiento, mientras que cada repetición estuvo constituida por 10 sub-unidades experimentales haciendo un total de 50 unidades experimentales por tratamiento con un total de 400 plantones de cacao para la investigación.

3.3.3. Croquis del experimento

Se acomodó los tratamientos en donde la longitud de las filas fue 1.92 m que es la longitud alcanzada para acomodar 17 bolsas, el ancho para acomodar 24 bolsas incluida las calles de 0.8 m fue de 9.12 m y se abarcó un área de 875.52 m² (Figura 30 del anexo).

En caso del croquis de la unidad experimental, se consideró un área de 0.15 m² en donde se acomodó 10 bolsas con sustrato (Figura 31 del anexo).

3.3.4. Modelo estadístico

$$Y_{ij} = \mu + \text{fase lunar}_i + \text{tipo de injerto}_j + \text{fase lunar} \times \text{tipo de injerto}_{ij} + \varepsilon$$

Donde:

Y_{ij} = Es la variable respuesta influenciada por la i-ésima fase lunar y el j-ésimo tipo de injerto.

μ = Es la media poblacional.

Fase lunar_i = Es el efecto de la i-ésima fase lunar.

Tipo de injerto_j = Es el efecto del j-ésimo tipo de injerto.

Fase lunar x tipo de injerto_{ij} = Es el efecto de la interacción de la i-ésima fase lunar con el j-ésimo tipo de injerto.

ε = es el error experimental.

3.3.5. Análisis de varianza (ANVA)

El análisis de varianza se realizó con el programa InfoStat (2016) y para las diferencias de medias se utilizó la diferencia mínima significativa de Duncan cuando el valor de $p < 0.05$. Las fuentes de variación y grados de libertad para evaluar porcentaje de prendimiento se muestran en el Cuadro 3 en donde la cantidad de repeticiones asumidos fueron cinco por tratamiento (en cada repetición se consideró un grupo de 10 plantones).

Cuadro 3. Fuentes de variación y grados de libertad del experimento factorial para las variables porcentaje de prendimiento.

Fuente de variación	Grados de libertad (n-1)
Tratamiento	$8 - 1 = 7$
Fase lunar	$4 - 1 = 3$
Tipo de injerto	$2 - 1 = 1$
Fase lunar x tipo de injerto	$(4 - 1) \times (2 - 1) = 3$
Error experimental	$(8) \times (5 - 1) = 32$
Total	$8 \times 5 - 1 = 39$

Las fuentes de variación y grados de libertad para analizar el diámetro del injerto, volumen radicular, número de hojas, biomasa y área foliar, se muestran en el Cuadro 4, en donde la cantidad de repeticiones considerados fue de 10 por tratamiento constituidos por tres plantones por cada repetición.

Cuadro 4. Fuentes de variación y grados de libertad del experimento factorial para las variables agronómicas.

Fuente de variación	Grados de libertad (n-1)
Tratamiento	$8 - 1 = 7$
Fase lunar	$4 - 1 = 3$
Tipo de injerto	$2 - 1 = 1$
Fase lunar x tipo de injerto	$(4 - 1) \times (2 - 1) = 3$
Error experimental	$8 \times (10-1) = 72$
Total	$8 \times 10 - 1 = 79$

Los valores del coeficiente de variación para el análisis de la varianza (ANVA) se interpretaron considerando criterios adaptados de Calzada (1976), citado por AMARINGO (2015).

3.4. Metodología

3.4.1. Construcción del vivero

Para la construcción del vivero se niveló el terreno con un azadón, dicha área aproximada fue de 1.92 m de ancho y 9.12 m de longitud (área de 875.52 m²). El vivero se construyó utilizando postes de bambú con dimensiones

de 2.60 m de longitud y de 12 a 12 cm de diámetro, de los cuales se les enterró 0.50 m y quedó un espacio libre de 2.10 m, para todo el campo experimental se utilizó nueve postes de bambú distribuidos tres en cada extremo y tres se ubicó en el medio del vivero con la finalidad de darle mayor soporte, en caso de los travesaños se utilizó bambúes con menor diámetro y se ubicaron en los extremos de los postes siendo estos amarados con alambre de amarre N° 1/16.

Como parte del tinglado se utilizó malla tipo Raschel color negro cuya proporción de sombreamiento fue del 50%, estos fueron sujetos con rafia en los bambúes colocados para el techo del tinglado. La cama almaciguera se construyó con madera aserrada, estas presentaron dimensiones de 50 cm de ancho y 100 cm de longitud.

3.4.2. Preparación de sustrato

El sustrato estuvo constituido de una mezcla de abono para 1200 bolsas en proporciones de 1500 kg de tierra superficial de textura franco, 200 kg de compost, 150 kg de arena lavada de río, 10 kg de roca fosfórica, 10 kg de Magnocal, 500 g de sulfato de potasio y 500 g de Ulexita.

3.4.3. Llenado de bolsas de polietileno

El llenado de bolsas de polietileno se realizó manualmente, el cual consistió en llenar hasta la tercera parte de la altura total de la bolsa y presionar hasta que los bordes de las bolsas estén lisos, luego se llenó la otra tercera parte y se presionó hasta mantener uniforme el borde de las bolsas y finalmente

se llenó la tercera parte restante hasta un aproximado de 1.5 cm cercano al ras de la bolsa con la finalidad de facilitar actividades posteriores como el riego. Luego se procedió a realizar el traslado y acomodo de las bolsas con sustrato teniendo en consideración la distribución del croquis del experimento.

3.4.4. Obtención de semillas y pre germinado

Se cosechó frutos de cacao de una plantación híbridas con cáscara amarilla descendientes o segregantes del IMC-67 que se ubicaba cerca al vivero instalado (en el mismo terreno), los frutos presentaron una madurez fisiológica completa (no fue ni inmadura ni sobremadura) y su tamaño fueron mayores a 20 cm de largo y utilizó entre 35 y 50 semillas por fruto que solo se encontraban en la zona central de la mazorca. Las semillas a que se utilizó fueron homogéneas con dimensiones de 1.5 cm de largo y 1.0 cm de diámetro y un peso aproximado superior de los 2.5 a 3.0 gramos por semilla fresca.

Una vez seleccionadas las semillas, éstas fueron tratadas de la siguiente manera: el primer paso fue eliminar el mucílago o la baba que envolvía a cada semilla, frotándolas entre las manos con aserrín fresco. Luego las semillas se desinfectaron con un fungicida a base de cobre como es el caldo bordelés. Una vez limpias y desinfectadas se mezclaron con aserrín húmedo y se colocaron en las camas almacigueras tapándolas con hoja de plátano; el proceso de pre germinado se observó entre el primer y segundo día al momento de observarse la presencia de radícula el cual indicaba el vigor de dichas semillas. Esta actividad fue realizada en cuatro oportunidades teniendo en consideración las fases lunares consideradas en el estudio.

3.4.5. Siembra de plántulas para patrón

Una vez identificadas la presencia de radícula en las semillas, estas fueron sembradas con la radícula direccionada hacia abajo y luego se le cubrió con el sustrato de forma leve sin ser presionada con fuerza; en esta actividad se eliminaron las semillas con las radículas muy desarrolladas.

3.4.6. Labores culturales de los plantones

Se realizó actividades como el riego de manera interdiaria con la finalidad de mantener la humedad de los sustratos y se garantice el prendimiento de los plantones, para esta actividad se consideró el uso de una regadera tipo ducha (Ferticorp) cuya capacidad fue de 3 litros.

Otra actividad relevante fue el control de malezas que proliferaban en las bolsas con sustrato y en las calles del vivero, labor realizada de manera manual y en caso de los alrededores del vivero se utilizó un machete para cortar la vegetación.

3.4.7. Proceso de injertación

Una vez que los plantones de cacao denominados patrones alcanzaron una edad de 2.5 meses posteriores a la siembra y con una altura aproximada de 30 cm considerada desde el nivel del cuello hasta la parte apical de la misma. Las actividades que se tuvieron en cuenta fueron:

a. Obtención de varas yemeras

Para la obtención de varas yemeras del clon ICS-95, se procedió a la comunidad de Huanganapampa, distrito de Rupa Rupa, en donde se encuentra la parcela del agricultor Lizandro Diego Pizango, la plantación presentaba una edad de seis años desde su establecimiento con la cual garantizaba una edad adecuada para la obtención de varas, se identificó los rebrotes del clon ICS-95 con una longitud promedio de 2.00 m y que se encontraban en el tercio superior de las plantas madre.

La actividad de obtener los brotes se realizó a partir de las 6:00 a.m. hasta las 8:00 a.m. en donde se utilizó tijeras de podar bien afiladas y desinfectadas.

b. Preparación de varas yemeras

Las varas yemeras fueron fraccionadas en dimensiones entre los 10 a 12 cm aproximadamente en donde cada vareta tenía que contar con 3 yemas funcionales y un diámetro de 3.0 mm, además, se realizó cortes de las hojas dejando una dimensión de 2.0 cm de peciolo aproximadamente con la finalidad de que no se dañen las yemas y luego se las envolvió con papel kraft húmedo agrupándolos en 20 a 25 varas aproximadamente.

Esta actividad se realizó en cuatro oportunidades teniendo en consideración las fases lunares.

c. Traslado de varas yemeras al área de propagación

Una vez acondicionadas las varetas se colocaron en cajas de cartón para posteriormente transportarlas empleando vehículo motorizado hasta el vivero donde se encontraban los patrones a injertar.

d. Preparación del patrón

Esta labor se realizó el mismo día horas previas a la injertación, en donde consistió en eliminar algunas hojas con la finalidad de reducir el grado de dificultad al momento de la ejecución del injerto, los patrones tenían 2.5 meses de edad desde la siembra y eran plantones de cacao provenientes de semillas híbridas segregantes del IMC-67 y con un diámetro del tallo de 3.0 mm en promedio (GAMBOA, 2015).

e. Injerto en púa central

El injerto en púa central (Figura 3) se realizó en cuatro oportunidades teniendo en consideración cada fase lunar (Cuadro 5) y en horas de las mañanas a partir de las 8:00 am. Las varas yemeras contaban con tres yemas activas y tuvieron en promedio 10 cm de longitud y 2.5 mm de diámetro aproximadamente, se eliminó la parte apical y basal de la vara, luego se realizó el corte apical y transversal del patrón, realizando una incisión de 2.5 cm en el centro del tallo del patrón e inmediatamente el corte en bisel (forma de V) por ambos lados de la base de la vara yemera de 2.5 cm, luego se insertó la yema con el patrón considerando que coincida al menos un lado de los extremos con

el cambium del patrón, se amarraba con la cinta y se cubría con una bolsa de polietileno para su protección.

f. Injerto en púa lateral (momia)

El injerto en púa lateral (Figura 1) se realizaron los mismos días para cada fase lunar (Cuadro 5) a partir de las 8:00 am; se realizó un corte lateral del patrón de 2.5 cm a una altura de 5 cm del ras del sustrato e inmediatamente se procedió a realizar el corte de 2.5 cm en forma de bisel por un solo lado de la vara yemera, se insertó la yema con el patrón haciendo coincidir al menos un lado de los extremos con el cambium del patrón y se envolvió con la bolsa plástica desde abajo hacia arriba hasta cubrir el injerto.



Figura 1. Injerto en púa central (izquierda) y púa lateral (derecha).

g. Desvendado de los injertos

El trabajo de injertación coincidió con cada periodo de las fases lunares (Cuadro 5), se realizó para la luna llena, cuarto menguante, luna nueva y

cuarto creciente los días 05, 12, 19 y 26 de mayo del 2015 consecutivamente, el proceso de desvendado se realizó a los 30 días después de la injertación, actividad realizada manualmente.

Cuadro 5. Actividades relacionadas a la injertación.

Actividades de injertación	Fase lunar	Fecha del año 2015
Obtención de varas yemeras		05 de mayo
Injertación	Luna llena	05 de mayo
Desvendado		05 de junio
Obtención de varas yemeras		12 de mayo
Injertación	Cuarto menguante	12 de mayo
Desvendado		12 de junio
Obtención de varas yemeras		19 de mayo
Injertación	Luna nueva	19 de mayo
Desvendado		19 de junio
Obtención de varas yemeras		26 de mayo
Injertación	Cuarto creciente	26 de mayo
Desvendado		26 de junio

Fuente: Elaboración propia.

3.4.8. Manejo integrado de plagas y enfermedades en el vivero

Para el manejo de insectos y plagas se realizó un monitoreo diario para tomar alguna medida de control, igual procedimiento se efectuó para las enfermedades fúngicas.

3.4.9. Control de malezas

Se realizó el control de malezas en forma oportuna de acuerdo a las necesidades encontradas.

3.5. Parámetros de evaluación

3.5.1. Variables dependientes

a. Porcentaje de prendimiento (%)

El porcentaje de prendimiento se registró a los 30 días después de la injertación evaluando todas las unidades experimentales (400 plantones). Se determinó el prendimiento del injerto con la observación de los brotes nuevos de las yemas y en caso de no encontrar brotes se realizó un raspado de la yema injertada empleando una navaja y en base a la coloración de la corteza interna se le otorgaba si la vara se mantiene vivo o muerto; en caso de la presencia de color verde de la corteza interna, se indicaba la existencia del prendimiento y en el caso de observar un color marrón oscuro se indicaba que la yema no presentaba síntomas de vida.

b. Diámetro del injerto a los 120 días

La medida del diámetro se realizó con ayuda de un vernier digital (0.01 mm de precisión), el cual era medido desde el inicio de la unión de la vara yemera con el patrón.

c. Volumen radicular a los 120 días

El volumen radicular se realizó con una probeta graduada de 100 cm³, la misma que era llenada con agua destilada hasta los 50 cm³. Se realizaba una marca a nivel de cuello de raíz y se sumergía la raíz en la probeta hasta el nivel de la marca, la diferencia del volumen inicial con el volumen final nos determinaba el volumen radicular.

d. Número de hojas del injerto a los 120 días

El número de hojas del injerto se cuantificaba mediante la observación, se registraba el número total de hojas por planta evaluada.

e. Área foliar a los 120 días

El área foliar fue calculado solo de la lámina o limbo de las hojas, empleando el método de relación peso/área del “sacabocado” de 0.8 cm de diámetro (área = 1.0 cm²), el cual se procedió de la siguiente manera: se determinó el peso fresco de cada hoja de la muestra, extrayendo una cantidad de 150 discos de tejidos por cada tratamiento en estudio (es decir 15 discos por repetición), luego, se obtuvo el peso fresco de cada uno de los discos,

hallándose la media (PIRE y VALENZUELA, 1995). Seguidamente, se procedió al cálculo del área foliar de las hojas, por medio de la siguiente relación entre el peso fresco y el área unitaria del disco:

$$\text{Área foliar (cm}^2\text{)} = \frac{\text{peso total de la hoja} \times \text{área del disco}}{\text{peso promedio de los discos}} \dots\dots\dots(1)$$

f. Biomasa de hojas, tallos y raíces a los 120 días

Se separó las hojas, tallos y raíces con cuchilla de mano y el peso se determinó con una balanza digital a una precisión de centésimas de gramo. Primero se registró el peso húmedo (peso fresco) y luego se colocaron dentro de bolsas de papel en una estufa de secado, durante 72 horas a 70 °C y finalmente se evaluó el peso en seco de cada parte de la planta.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Porcentaje de prendimiento

En el análisis de varianza a los 30 días después de realizar la injertación de cacao a nivel de vivero, bajo las modalidades púa central y púa lateral “momia”, se observa que los efectos simples resultan significativos ($p < 0.05$), el cual confirma la existencia de interacción entre la fase lunar y el tipo de injerto en el prendimiento del cultivo de cacao a nivel de vivero (Cuadro 6). Por resultar significativa la interacción se procede a ignorar los factores principales y se procede a abrir la interacción entre los factores.

Cuadro 6. Análisis de varianza para el porcentaje de prendimiento del cacao a los 30 días de la injertación.

Fuentes de variación	GL	CM	Fc	p-valor	Sig.
Tratamientos	7	478.57	18.23	<0.0001	*
Fase lunar	3	323.33	12.32	<0.0001	*
Tipo de injerto	1	490	18.67	0.0001	*
Fase lunar*Tipo de injerto	3	630	24	<0.0001	*
Error experimental	32	26.25			
Total	39				

CV: 6.06%; (*) Significativo.

Al abrir la interacción de la fase lunar sobre el tipo de injerto (A en b), se determinó que los tipos de injerto resultan no significativos ($p > 0.05$) en el cuarto

menguante; mientras que en las fases cuarto creciente, luna llena y luna nueva no reportan diferencias estadísticas entre los tipos de injertos ($p < 0.05$). En la fase de luna llena se obtuvo mayor porcentaje de prendimiento al realizar el injerto a través del tipo púa lateral que púa central (92 y 64% respectivamente) debido a que posiblemente las raíces percibieron la aceleración de la marea generada por los movimientos orbitales de la Luna y la Tierra, y que esta percepción se expresa en la tasa de elongación de la raíz (BARLOW y FISAHN, 2012) y de manera proporcional se logra mayor actividad en la savia de los brotes nuevos del injerto (Cuadro 7 y Figura 2).

Cuadro 7. Interacción de la fase lunar sobre el tipo de injerto en porcentaje de prendimiento.

Fase lunar	p-valor	Tipo de injerto	% de prendimiento	
Cuarto creciente	0.0077	Púa central	92.0 ± 2.00	a
		Púa lateral	82.0 ± 2.00	b
Cuarto menguante	0.6075	Púa lateral	92.0 ± 2.00	a
		Púa central	90.0 ± 3.16	a
Luna llena	<0.0001	Púa lateral	92.0 ± 2.00	a
		Púa central	64.0 ± 2.45	b
Luna nueva	0.0353	Púa lateral	86.0 ± 2.45	a
		Púa central	78.0 ± 2.00	b

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas según prueba de Duncan ($p \leq 0.05$).

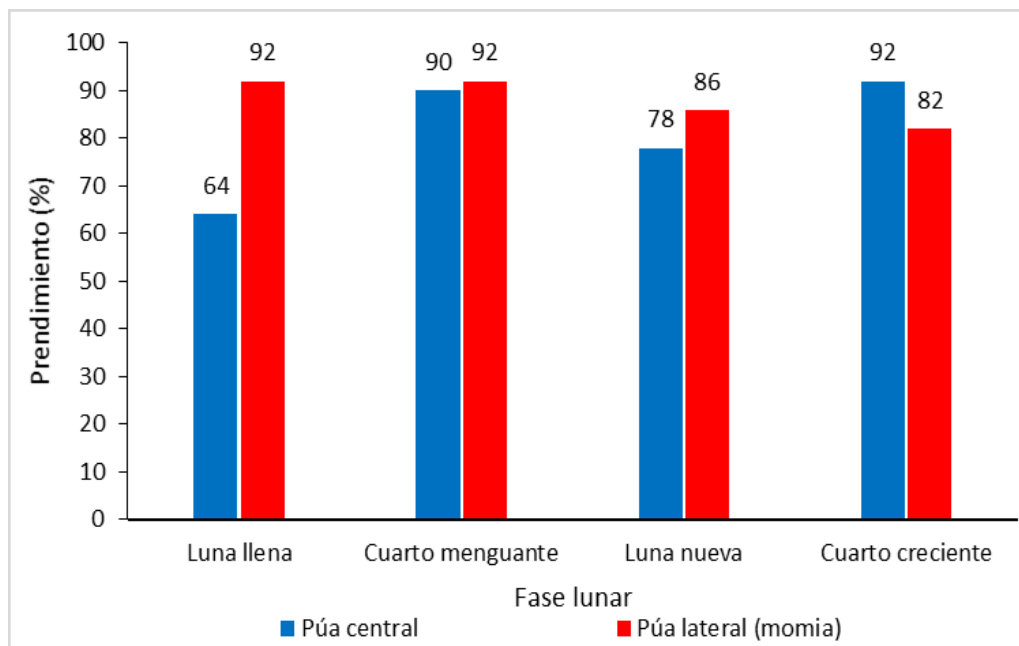


Figura 2. Interacción de la fase lunar sobre el tipo de injerto en el porcentaje de prendimiento.

Los plantones injertados en la fase de luna llena y bajo la técnica de púa central reportó menor prendimiento ($64.0 \pm 2.45\%$) en comparación al injerto en púa lateral, esto se le atribuye a que en el injerto en púa lateral se consideró mayores áreas de contacto en los extremos del injerto con el cambium del patrón además de que factores como la humedad registrada en el medio fue poca ya que según los reportes climatológicos la precipitación en el mes de junio descendió hasta 127.1 mm en comparación a las precipitaciones del mes de febrero que llegaba a 534.2 mm, y en casos de las horas sol mostraron valores superiores en los meses de menor precipitación, esto es corroborado por Benito (1992), citado por GAMBOA (2015) al señalar que es importante que los patrones tengan amplia producción de humedad en el suelo, justo antes y durante la operación del injerto; si se llega a carecer de agua durante cierto periodo, el crecimiento activo se detendrá, cesa la división en el cambium, y se vuelve imposible levantar la corteza para injertar.

Las fases lunares resultaron significativas ($p < 0.05$) cuando se realizaron ambos tipos de injerto sobre el cultivo de cacao. Al injertar en púa central, existe un primer grupo que corresponde al cuarto creciente y cuarto menguante con mayor prendimiento (92 y 90% respectivamente), superando a la luna nueva (78%); y la luna llena con solo 64% de prendimiento. Al realizar el injerto tipo púa lateral, las fases lunares resultaron significativos ($p < 0.05$) con respecto al porcentaje de prendimiento, formando dos grupos estadísticamente diferenciados; el primer corresponde a las fases lunares luna llena y cuarto menguante con mayor prendimiento (92% respectivamente) y un segundo grupo que corresponde a luna nueva y cuarto creciente (Cuadro 8 y Figura 3).

Cuadro 8. Interacción del tipo de injerto sobre la fase lunar en el porcentaje de prendimiento.

Tipo de injerto	p-valor	Fase lunar	% de prendimiento	Sig.
Púa central	<0.0001	Cuarto creciente	92.0 ± 2.00	a
		Cuarto menguante	90.0 ± 3.16	a
		Luna nueva	78.0 ± 2.45	b
		Luna llena	64.0 ± 2.00	c
Púa lateral "momia"	0.0097	Luna llena	92.0 ± 2.00	a
		Cuarto menguante	92.0 ± 2.00	a
		Luna nueva	86.0 ± 2.00	b
		Cuarto creciente	82.0 ± 2.45	b

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas según prueba Duncan ($p \leq 0.05$).

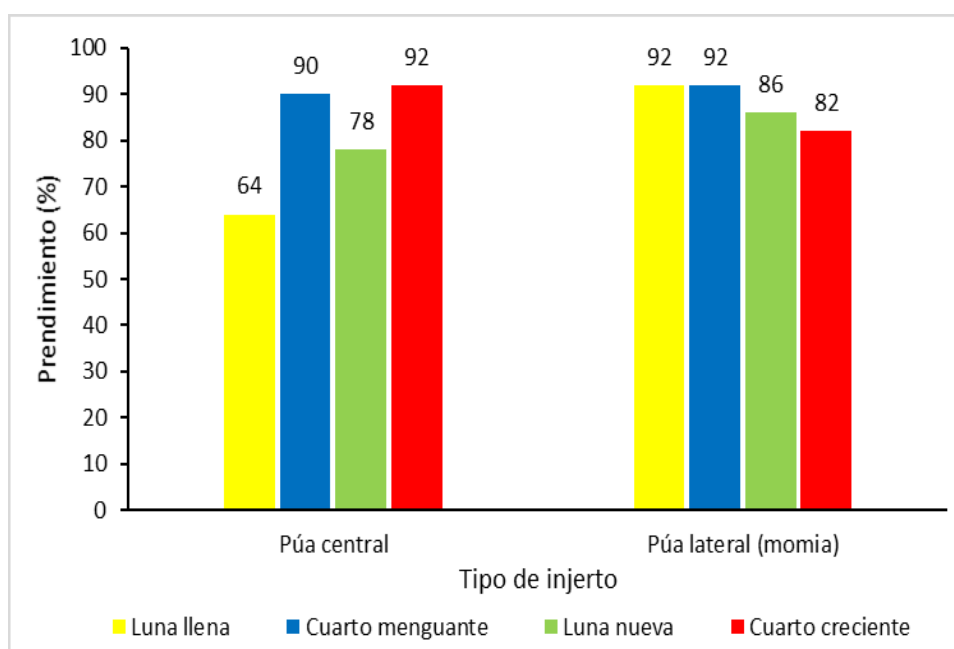


Figura 3. Interacción del tipo de injerto sobre la fase lunar en el porcentaje de prendimiento.

Para RESTREPO (2005), la luna ejerce sobre la actividad, la formación y calidad de los azúcares en los vegetales; siendo la fase lunar creciente como la que lleva, proyecta, recibe, fabrica, absorbe, inhala, reúne energía, almacena fuerza, invita al cuidado y al establecimiento; entre tanto, la fase lunar menguante se considera como la luna que aclara, deseca, suda o transpira, exhala, promueve a la actividad y al consumo de energía, esta diferencia de las fases lunares no se vio retribuido en caso del porcentaje de prendimiento en los injertos del cultivo de cacao debido a que no se reportó diferencias estadísticas para las dos fases lunares, lo cual se puede atribuir a otros factores como la precipitación y las horas sol.

Con respecto a esta variable se puede apreciar en el Cuadro 6 que la interacción (fase lunar x tipo de injerto) fue significativa, el cual indica que estas

tienen efecto sobre el porcentaje de prendimiento del injerto; en fase cuarto creciente se logró mayor prendimiento al realizar el injerto tipo púa central con 92% en comparación con púa lateral que tuvo un valor de 82%, esto concuerda con REYES (2014) quién evaluó el prendimiento de dos tipos de injerto en cacao en distintas fases lunares, concluyendo que las mayores medias porcentuales se obtienen al injertar tipo yema en la fase creciente (100%).

Resultados inferiores reportaron MOLINA *et al.* (2016) para cacao nacional EET-103 y CCN-51, resaltando que la luna llena presenta el mayor porcentaje de prendimiento a los 35 días después de la siembra con un rango de 86.5 a 91.5% de prendimiento, comportamiento que según BARLOW y FISAHN (2012), es debido a que alrededor del 30% de la fuerza de la marea se debe a la masa del Sol y alrededor del 60% se debe a la de la Luna y esto posiblemente tenga influencia de las variaciones de la fuerza de marea lunisolar en el crecimiento de la elongación de la raíz y de manera directa favorece el prendimiento de los injertos debido al incremento del flujo de savia en las plantas, el cual según ARDILA y REYES (2009), este mayor porcentaje de prendimiento se le puede atribuir a la mayor actividad de la planta, debido a que en este espacio de tiempo se visualiza un incremento de luz lunar y hay abundante crecimiento del follaje.

En caso del mayor prendimiento durante la fase de luna llena e injertado en púa lateral, este resultado pudo favorecerse debido a la cantidad de savia que fluctuaba en la planta y al área de contacto entre el cambium del patrón y el injerto ya que SPARKS *et al.* (2001) indican que en caso de la fuerza de marea lunisolar (favorecidas por la luna y el sol), ésta regula el contenido de agua dentro del xilema.

4.2. Variables agronómicas

4.2.1. Diámetro del injerto

A los 120 días posteriores a la injertación, los efectos simples resultaron no significativas ($p>0.05$), el cual confirma la inexistencia de interacción entre la fase lunar y el tipo de injerto en el cultivo de cacao a nivel de vivero sobre el diámetro del tallo del injerto. El diámetro del tallo es afectado por la Fase Lunar ($p<0.05$), esto quiere decir que la fase lunar influye en diámetro del tallo del injerto. Al final de la evaluación el diámetro del tallo del injerto no está influenciada por el tipo de injerto (Cuadro 9).

Cuadro 9. Análisis de varianza para la variable diámetro del tallo del injerto con una edad de 120 días.

Fuentes de variación	GL	CM	Fc	p-valor	Sig.
Tratamientos	7	1.2	1.74	0.1141	
Fase lunar	3	2.09	3.03	0.0346	*
Tipo de injerto	1	0.99	1.43	0.2357	ns
Fase lunar*Tipo de injerto	3	0.37	0.54	0.6561	ns
Error experimental	72	0.69			
Total	79				

CV: 14.06%; (*): Significativo y (ns): No significativo.

El Cuadro 10, muestra las medias del diámetro del tallo del injerto por efecto de la fase lunar, evaluada a los 120 días, en donde menores efectos

se muestran en la fase cuarto menguante, de acuerdo a este comportamiento BARLOW y FISAHN (2012) reportan opiniones como que "no es en absoluto imposible que el ciclo lunar produzca, de alguna manera aún no descubierta, mareas en el árbol", y, además, "dado que el crecimiento de los árboles es en parte una cuestión de hidratación, puede resultar que el efecto del ciclo lunar en el crecimiento del árbol sea tan directo como en el nivel de la marea", atribuyendo a que el comportamiento del diámetro este influenciado por la savia que presenta la planta en cada fase lunar debido a que ZÜRCHER *et al.* (1998) recalcan que el ritmo lunar sinódico diariamente (ritmo de marea y períodos gravimétricos) modula fluctuaciones del diámetro y para ZÜRCHER y SCHLAEPFER (2014), algún cambio ambiental periódico desconocido está directa o indirectamente relacionado con la posición de la luna.

Cuadro 10. Comparación del diámetro del injerto por efecto del factor fase lunar (media $\pm$ error estándar).

Fase lunar	Diámetro del injerto (mm)	Significancia
Cuarto creciente	6.20 $\pm$ 0.15	a
Luna llena	6.07 $\pm$ 0.16	a
Luna nueva	5.89 $\pm$ 0.22	a
Cuarto menguante	5.46 $\pm$ 0.19	b

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas según prueba Duncan ($p \leq 0.05$).

Los resultados alcanzados por efecto de la fase lunar cuarto menguante (5.46 $\pm$ 0.19 mm) son los menores valores promedios en

comparación a las demás fases consideradas en el estudio, siendo concordante a lo que reporta REYES (2016) donde recalca que durante la fase cuarto menguante o decreciente, el crecimiento aéreo de los cultivos se ve disminuido o estancado debido el movimiento de la savia también es poca dentro de la planta y debido a que durante el periodo de injertación considerando esta fase lunar las células se acumularon de poca savia.

En caso del efecto de la luna llena sobre el diámetro del injerto obtuvo un valor de 6.07 ± 0.16 mm, siendo favorable a los 120 días de injertado, este resultado es corroborado por ECOAGRICULTOR (2008) en donde recalca que durante la fase de luna llena la savia se encuentra en la parte aérea de la planta y aumenta el crecimiento en altura y favorece el crecimiento de la planta de manera proporcional (diámetro y altura) que darán vigor a la planta.

De acuerdo a la comparación de medias, se puede observar que existen diferencias estadísticas significativas (<0.05) entre las fases lunares en estudio. Se logró identificar a dos grupos o subconjuntos estadísticamente diferenciados, de los cuales, el primer grupo presentó mayor diámetro del injerto correspondieron a las fases lunares cuarto creciente, luna llena y luna nueva; y el segundo grupo con menor diámetro de tallo del injerto que corresponde a la fase lunar cuarto menguante por obtener una media general de 5.46 (Figura 4).

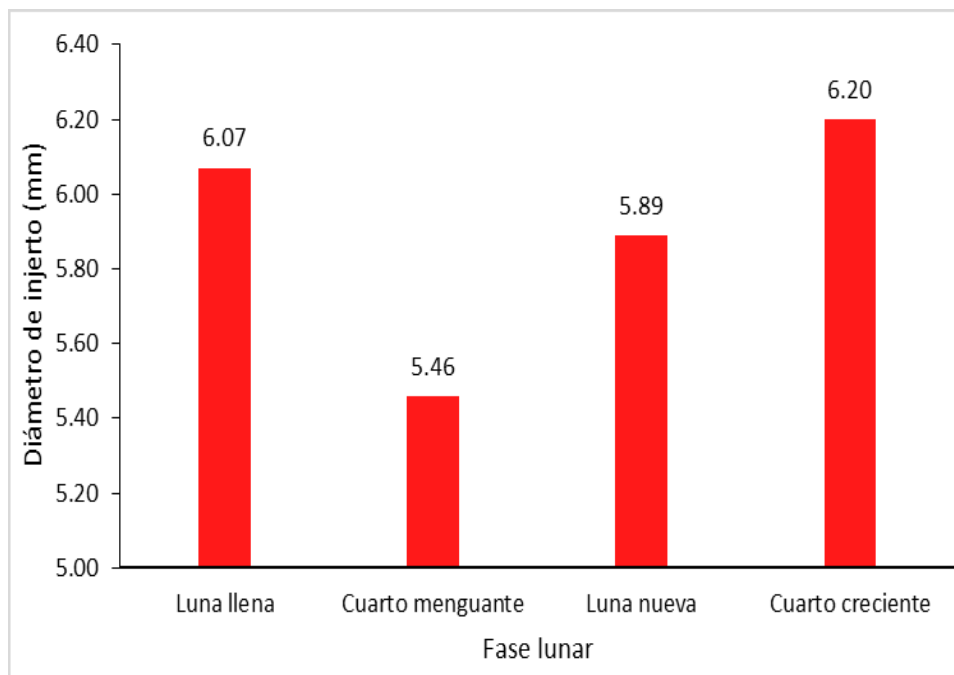


Figura 4. Diámetro del injerto por efecto de la fase lunar.

El mayor diámetro del injerto se observó en la fase lunar cuarto creciente, esto es corroborado por ANGLES (1996), quien recomienda realizar injertos de púa y escudo en el periodo de luna creciente, debido a que muestra un máximo desarrollo vegetativo; a esto UPAWANSA (2003) añade que en esta fase se aumenta el crecimiento de las partes aéreas de la planta y se detiene o ralentiza el crecimiento de las raíces.

El diámetro del injerto solo fue afectado por la fase lunar y no por el tipo de injerto. Las fases lunares cuarto creciente, luna llena y luna nueva son las que presentaron mayor diámetro mientras que el menor fue la fase cuarto menguante, esto puede deberse a que en esta fase la planta va a perder agua, como menciona ARDILA y REYES (2009) que el agua que está dentro de las estacas tenderá a salir, provocando con ello su deshidratación.

El Cuadro 11, muestra las medias del diámetro del injerto por efecto de los tipos de injertos evaluados.

Cuadro 11. Comparación del diámetro del injerto por efecto del factor tipos de injerto (media $\pm$ error estándar).

Tipo de injerto	Diámetro del injerto	Significancia
Púa central	6.02 $\pm$ 0.12	a
Púa lateral (Momia)	5.79 $\pm$ 0.15	a

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas según prueba Duncan ($p \leq 0.05$).

De acuerdo a la comparación de medias, se puede observar que no existen diferencias estadísticas significativas que influyen en el diámetro del injerto entre los tipos de injertos empleados, como se puede observar en la Figura 5.

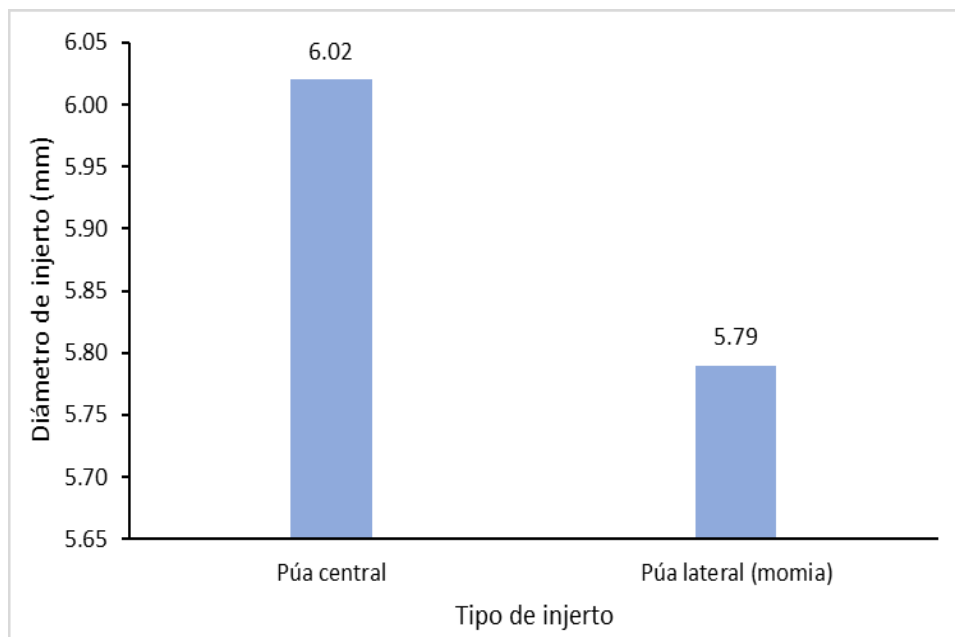


Figura 5. Diámetro del injerto por efecto del factor tipo de injerto.

Los plantones presentaron similares efectos sobre el diámetro del tallo y para Thompson (1985), citado por MEXAL y LANDIS (1990) el diámetro del tallo se correlaciona con la sobrevivencia en campo, también MEXAL y LANDIS (1990) añaden que el diámetro está fuertemente correlacionado con el peso de la parte aérea y del sistema radicular.

Resultados contradictorios lo reporta GONZALES (2017) en clones CCN-51 injertadas bajo el tipo parche, debido a que presentó mayor diámetro en la fase cuarto creciente (5.83 mm), seguido por el tipo momia (4.85 mm) y el tipo de púa central presentó 4.73 mm de diámetro en la luna cuarto creciente, este efecto puede estar relacionado con el factor genético como lo indica MORE (2003), además del medio ambiente, ya que BARLOW y FISAHN (2012) recalcan que la Luna y su movimiento alrededor de la Tierra, junto con el movimiento de la Tierra alrededor del Sol, a partir de los cuales se estima la variación de la marea lunisolar, parecen, por lo tanto, suministrar entradas, incluso se puede decir que son integrales y forman parte del sistema biológico, la expresión de esta integración es un ritmo biológico.

4.2.2. Volumen radicular

A los 120 días de injertado, los efectos simples (interacción de los factores) resultan no significativas ($p > 0.05$), el cual confirman la inexistencia de interacción entre la fase lunar y el tipo de injerto en el cultivo de cacao a nivel de vivero sobre el volumen radicular de la planta. El volumen radicular se ve afectado independientemente por el efecto de la fase Lunar ($p < 0.05$) y el Tipo de

injerto ($p < 0.05$); esto quiere decir que ambos factores influyen en el volumen radicular de la planta (Cuadro 12).

El valor del coeficiente de variación fue 27.58%, la cual considerado los criterios adaptados de Calzada (1976), citado por AMARINGO (2015), corresponde a que datos presentaron resultados muy variables y esto se puede atribuir a que el sistema radicular de los plántones de cacao no presentaron similar volumen radicular en cada tratamiento.

Cuadro 12. Análisis de varianza para la variable volumen radicular del cacao con una edad de 120 días.

Fuentes de variación	GL	CM	Fc	p-valor	Sig.
Tratamientos	7	122.24	9.49	<0.0001	
Fase lunar	3	107.28	8.33	0.0001	*
Tipo de injerto	1	465.61	36.15	<0.0001	*
Fase lunar*Tipo de injerto	3	22.75	1.77	0.1613	ns
Error experimental	72	12.88			
Total	79				

CV: 27.58%; (*): Significativo y (ns): No significativo.

El Cuadro 13, muestra las medias del volumen radicular por efecto de la fase lunar a los 120 días de evaluación, este comportamiento puede atribuirse al comportamiento de la savia dentro de los plántones ya que YAZDANBAKHSH y FISAHN (2011) observaron un patrón rítmico de

alargamiento en raíces de *Arabidopsis thaliana* que crecían en condiciones de luz y temperatura constantes; encontraron que existe correlación entre las oscilaciones naturales de la tasa de elongación de la raíz y el perfil cambiante de la fuerza tidal lunisolar, ya que según BARLOW y FISAHN (2012) alrededor del 30% de la fuerza de la marea se debe a la masa del Sol y alrededor del 60% se debe a la de la Luna, concluyendo que las raíces perciben la aceleración de la marea generada por los movimientos orbitales de la Luna y la Tierra, y que esta percepción se expresa en la tasa de elongación de la raíz. Las tasas más rápidas de elongación celular (crecimiento celular) se producen en la zona próxima al meristema cuyas células, especialmente las de la corteza, desarrollan una vacuola prominente en relación con el resto del citoplasma.

Cuadro 13. Comparación del volumen radicular por efecto del factor fase lunar (media $\pm$ error estándar).

Fase lunar	Volumen radicular (cm ³)	Significancia
Cuarto creciente	14.95 $\pm$ 0.80	a
Luna llena	14.80 $\pm$ 1.13	a
Luna nueva	12.20 $\pm$ 0.97	b
Cuarto menguante	10.10 $\pm$ 0.99	b

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas según prueba Duncan ($p \leq 0.05$).

Se reportó mayor efecto de la fase lunar cuarto creciente sobre el volumen radicular (14.95 $\pm$ 0.80 cm³) del cacao, dicho acontecimiento lo respalda TORRES (2012) al señalar que en el periodo de luna nueva a cuarto creciente se estimula el crecimiento de las raíces y el follaje (partes subterráneas

y aéreas) de las plantas, este comportamiento se le atribuye al movimiento de savia dentro de las plantas, a lo que BRIZHIK *et al.* (2011) encontraron que las propiedades o señales lunares como un eclipse lunar de alguna manera afectan las propiedades físicas del agua, motivo por el cual indican que el agua puede ser ultrasensible a estímulos externos que aparentemente "no imparten ninguna energía útil a un sistema" y debido a dicho movimiento de agua dentro de las plantas se favoreció en el crecimiento de las células.

En la comparación de medias, se observa que existen diferencias significativas entre las fases lunares, identificando un grupo que presenta mayor volumen radicular que corresponde a las fases lunares cuarto creciente y luna llena, y el segundo grupo con menor volumen radicular que corresponde a las fases lunares luna nueva y cuarto menguante (Figura 6). El mayor volumen radicular ($14.95 \pm 0.80 \text{ cm}^3$) en los plantones de cacao injertados en cuarto creciente es debido a que el periodo de luz por noche va en aumento, y al respecto ALVERANGA (1996) menciona que para el periodo entre cuarto creciente a luna llena va incrementando la disponibilidad de luz lunar y las plantas presentan un crecimiento equilibrado, siendo beneficiados el crecimiento de follaje y la raíz; ARDILA y REYES (2009) añaden que la savia se encuentra activa en la parte inferior de las raíces.

Con los resultados reportados se puede indicar que el sistema radicular de los plantones que fueron injertados en luna llena no dejaron de crecer ya que alcanzaron mayor volumen en la evaluación final, esto es corroborado por MÁRQUEZ (2001) al sugerir que los trabajos de injertación se

deben realizar durante la fase de luna llena, debido a que los cortes realizados preservan la madera, por lo que, detiene el desarrollo de las yemas, favoreciendo de este modo la unión del injerto.

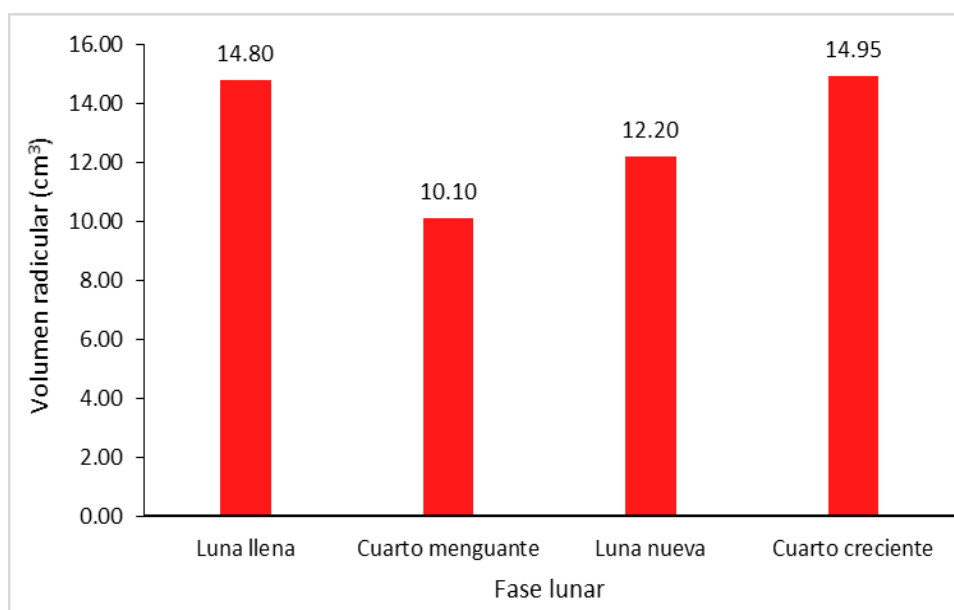


Figura 6. Volumen radicular por efecto del factor fase lunar.

Por otra parte, se encontró divergencias con estos resultados por DURAN (2009) y UPAWANSA (2003) debido a que señalan que en este período sigue aumentando la luz lunar cada día y hay poco crecimiento de raíces, lo cual fue contrario a lo reportado en el estudio, esto se puede atribuir a que los efectos de las fases lunares son diferentes entre especies. Menores efectos se reportaron de las fases de luna nueva y cuarto menguante sobre el volumen radicular (12.20 ± 0.97 y 10.10 ± 0.99 cm³ respectivamente), este comportamiento es corroborado por ARDILA y REYES (2009) al indicar que entre el cuarto menguante y la luna nueva la luz nocturna disminuye, se observa un lento crecimiento del sistema radical y foliar; es muy poco el crecimiento, casi

de reposo, en donde las plantas se pueden adaptar fácilmente al medio sin sufrir ningún daño.

Autores como BARLOW y FISAHN (2012), atribuyen dichas influencias sobre el movimiento de las aguas dentro de la planta en un 30% de la fuerza de la marea se debe a la masa del Sol y alrededor del 60% se debe a la de la Luna y esto posiblemente tenga influencia de las variaciones de la fuerza de marea lunisolar en el crecimiento de la elongación de la raíz o en todo de manera directamente proporcional en el crecimiento del volumen radicular.

El Cuadro 14 muestra las medias del volumen radicular por efecto de los tipos de injerto a los 120 días de evaluación.

Cuadro 14. Comparación del volumen radicular por efecto de los tipos de injerto (media $\pm$ error estándar).

Tipo de injerto	Volumen radicular (cm ³)	Significancia
Púa central	15.43 $\pm$ 0.71	a
Púa lateral (Momia)	10.60 $\pm$ 0.59	b

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas según prueba de Duncan ($p \leq 0.05$).

De acuerdo a la comparación de medias (Figura 7), se observa que existen diferencias estadísticamente significativas entre los tipos de injerto, resultando el tipo de injerto tipo púa central con mayor volumen radicular (15.43 cm³) a diferencia del tipo de injerto púa lateral “momia” (10.60 cm³).

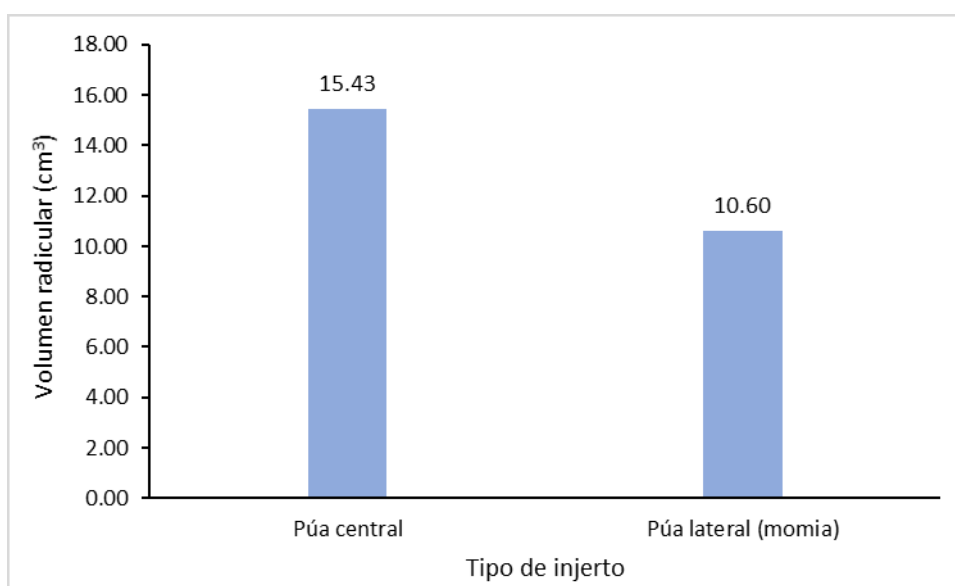


Figura 7. Volumen radicular por efecto del tipo de injerto.

Con respecto al volumen radicular, las fases lunares que afectó en mayor medida al volumen radicular fueron el cuarto creciente (14.80 cm³) y luna llena (14.95 cm³), coincidiendo con ARDILA y REYES (2009) quienes mencionan que es recomendable ejecutar la injertación bajo la influencia de la fase lunar creciente, obteniendo muy buenos resultados.

4.2.3. Número de hojas del injerto

El número de hojas del injerto al resultar una variable discreta tuvo que ser transformada a través de la ecuación: $(\sqrt{x}) + 0.5$, para lograr su distribución normal. En el Cuadro 15, muestra el resultado del análisis de varianza en la última evaluación, es decir a los 120 días después de la evaluación del prendimiento de cacao a nivel de vivero. Como puede observarse, los efectos simples resultan significativas en la última evaluación, el cual confirma la existencia de interacción entre la fase lunar y el tipo de injerto en

el cultivo de cacao a nivel de vivero sobre el número de hojas del injerto. Por resultar significativa la interacción se procede a ignorar los factores principales y se procede a abrir la interacción entre los factores.

Cuadro 15. Análisis de varianza para la variable número de hojas del injerto de cacao a una edad de 120 días.

Fuentes de variación	GL	CM	Fc	p-valor	Sig.
Tratamientos	7	0.64	2.25	0.0398	
Fase lunar	3	0.29	1.02	0.3876	ns
Tipo de injerto	1	0.37	1.30	0.2588	ns
Fase lunar*Tipo de injerto	3	1.07	3.79	0.0139	*
Error experimental	72	0.28			
Total	79				
CV			13.24%		

(*): Significativo y (ns): No significativo.

Al abrir la interacción entre la fase lunar sobre el tipo de injerto (A en b), se genera el Cuadro 16, lo cual muestra el número de hojas por efecto de la interacción. Los tipos de injerto resultan no significativos ($p > 0.05$) en el cuarto creciente y luna nueva; mientras que en las fases cuarto menguante y luna llena si se determina diferencias estadísticas significativas entre tipos de injertos ($p < 0.05$).

Cuadro 16. Interacción de la fase lunar sobre el tipo de injerto.

Fase lunar	p-valor	Tipo de injerto	Número de hojas	Significancia
Cuarto creciente	0.8758	Púa central	13.60 ± 1.51	a
		Púa lateral	13.30 ± 1.15	a
Cuarto menguante	0.0404	Púa lateral	13.10 ± 0.74	a
		Púa central	10.60 ± 0.86	b
Luna llena	0.0083	Púa central	16.50 ± 1.82	a
		Púa lateral	10.70 ± 0.73	b
Luna nueva	0.5778	Púa central	12.40 ± 1.03	a
		Púa lateral	11.50 ± 1.02	a

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas según prueba de Duncan ($p \leq 0.05$).

Al realizar el injerto a través del tipo púa lateral “momia” en la fase lunar cuarto menguante se logró mayor número de hojas por injerto que el método púa central con valores promedios de 13.10 y 10.60 número de hojas respectivamente. Al realizar el injerto del tipo púa central en la fase de luna llena se logró mayor número de hojas nuevas que el injerto de tipo púa lateral con promedios de 16.50 y 10.70 número de hojas respectivamente, como se puede observar en la Figura 8.

Los resultados obtenidos respecto al número de hojas fueron mayores en su totalidad en el clon ICS-95, mientras que GONZALES (2017) en el clon CCN 51, obtuvo menores cantidades de hojas por brote en el injerto de

tipo parche en la fase cuarto menguante (4.82); seguido por el tipo púa central en la luna llena (4.28) y en la fase cuarto creciente (4.05); el tipo momia presentó 4.15 hojas en la fase luna llena; y el tipo púa lateral presentó 3.28 hojas en el cuarto creciente, 2.2 hojas en la luna llena y en las otras fases presentó inferiores a 0.21 hojas; esta variabilidad más que por los tratamientos considerados en el estudio, se le puede atribuir a los clones de cacao (aspectos genéticos de las plantas).

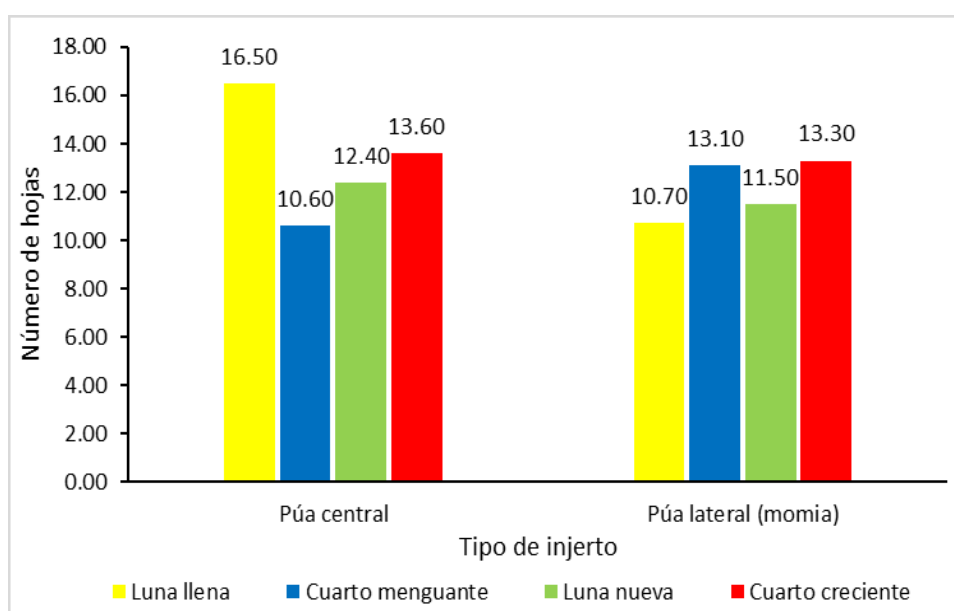


Figura 8. Interacción de la fase lunar sobre el tipo de injertos.

Al abrir la interacción del tipo de injerto sobre la fase lunar (factor B en a), se genera el Cuadro 17, lo cual muestra el número de hojas por efecto de la interacción. Los efectos de las fases lunares resultaron significativos ($p < 0.05$) cuando se realizó el injerto tipo púa central, el primer grupo generado correspondió a la fase de luna llena con mayor número de hojas en promedio; y hubo un segundo grupo que correspondió a las fases lunares cuarto creciente,

luna nueva y cuarto menguante que presentaron menores cantidades de las hojas.

Cuadro 17. Interacción del tipo de injerto sobre la fase lunar.

Tipo de injerto	p-valor	Fase lunar	Número de hoja	Signif.
Púa central	0.0301	Luna llena	16.50 ± 1.82	a
		Cuarto creciente	13.60 ± 1.51	b
		Luna nueva	12.40 ± 1.03	b
		Cuarto menguante	10.60 ± 0.86	b
Púa lateral "momia"	0.1952	Cuarto creciente	13.30 ± 1.15	a
		Cuarto menguante	13.10 ± 0.74	a
		Luna nueva	11.50 ± 1.20	a
		Luna llena	10.70 ± 0.73	a

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas según prueba Duncan ($p \leq 0.05$).

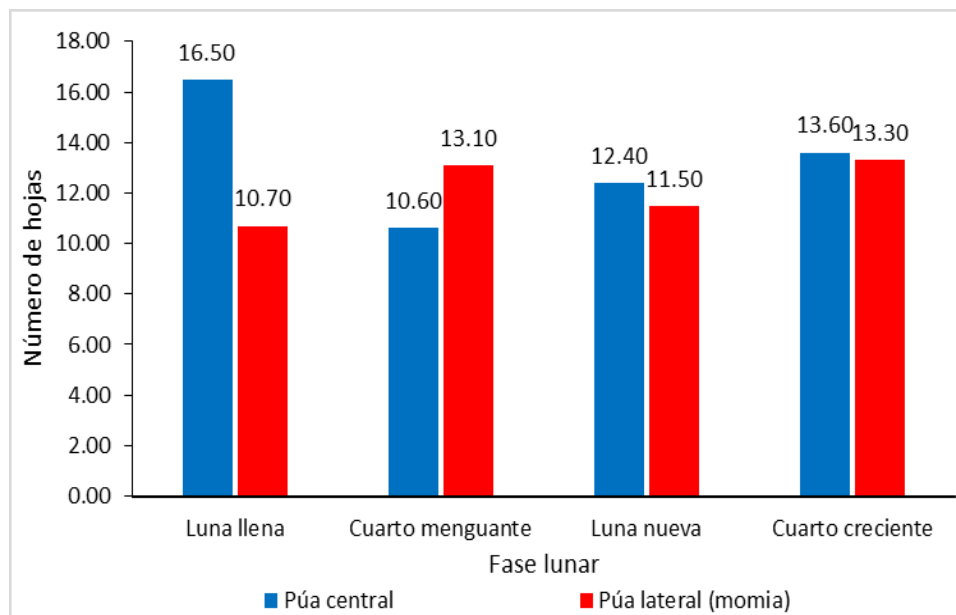


Figura 9. Interacción del tipo de injerto sobre la fase lunar.

Al realizar el injerto tipo púa lateral “momia” las fases lunares consideradas en el estudio resultaron no significativos respecto al número de hojas, es decir se logra similar número de hojas al realizar el injerto púa lateral momia en las cuatro fases lunares, tal como se muestra en la Figura 9.

En el injerto en púa central y la luna llena, hubo mayor cantidad de hojas por plantón (16.50 ± 1.82) en comparaciones a los demás individuos que se injertaron en otras fases lunares, dicho comportamiento se puede atribuir al efecto de la mayor cantidad de luz en horarios nocturnos; al respecto, MONTES (2010) manifiesta que la luz lunar contribuye en la cicatrización de vegetales que fueron amputados y desgajados; favoreciendo la interacción nutritiva de las plantas y resulta beneficioso debido a que los nutrientes circulan más rápido en las cortezas de los injertos y se activa el proceso de creación de callo; además, activa el crecimiento de las yemas en las púas injertadas. Considerando los aspectos de ARDILA y REYES (2009) respecto al efecto de la luna llena, este indica que a un mayor porcentaje de prendimiento se le pudo atribuir a la mayor actividad de la planta, debido a que en este período de tiempo se visualiza incremento de la luz lunar y hay escaso crecimiento de raíces, pero abundante crecimiento del follaje.

4.3. Biomasa y área foliar

4.3.1. Biomasa de hojas

A los 120 días después de la evaluación del prendimiento de cacao a nivel de vivero, los efectos simples (interacción de los factores) resultan no

significativas ($p>0.05$) en la última evaluación, el cual confirman la inexistencia de interacción entre la fase lunar y el tipo de injerto en el cultivo de cacao sobre la biomasa de hojas de la planta. Por lo tanto, la biomasa de hojas se ve afectado por el Tipo de injerto ($p<0.05$), más no de la fase lunar ($p>0.05$).

El coeficiente de variación fue 30.51%, en cual según Calzada (1976), citado por AMARINGO (2015) corresponde a que los datos reportaron resultados muy variables.

Cuadro 18. Análisis de varianza para la biomasa de hojas en cacao a una edad de 120 días.

Fuentes de variación	GL	CM	Fc	p-valor	Sig.
Tratamientos	7	5.69	2.9	0.01	
Fase lunar	3	1.94	0.99	0.4037	ns
Tipo de injerto	1	31.13	15.85	0.0002	*
Fase lunar*Tipo de injerto	3	0.97	0.49	0.6893	ns
Error experimental	72	1.96			
Total	79				

CV: 30.51%; (*): Significativo y (ns): No significativo.

El Cuadro 19, muestra las medias de la biomasa de hojas por efecto de la fase lunar a los 120 días de evaluación, en ello se resalta que numéricamente la fase lunar considerada como luna llena repercutió con mayor promedio en la biomasa de las hojas, mientras que el menor valor promedio se observó en las hojas con cuarto creciente.

Cuadro 19. Comparación de la biomasa de hojas por efecto del factor fase lunar (media $\pm$ error estándar).

Fase lunar	Biomasa de hojas (g)	Significancia
Luna llena	4.92 $\pm$ 0.39	a
Luna nueva	4.80 $\pm$ 0.34	a
Cuarto menguante	4.33 $\pm$ 0.30	a
Cuarto creciente	4.32 $\pm$ 0.33	a

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas según prueba Duncan ($p \leq 0.05$).

De acuerdo a la comparación de medias, se puede observar que no existen diferencias estadísticas significativas entre las cuatro fases lunares, como se puede observar en la Figura 10.

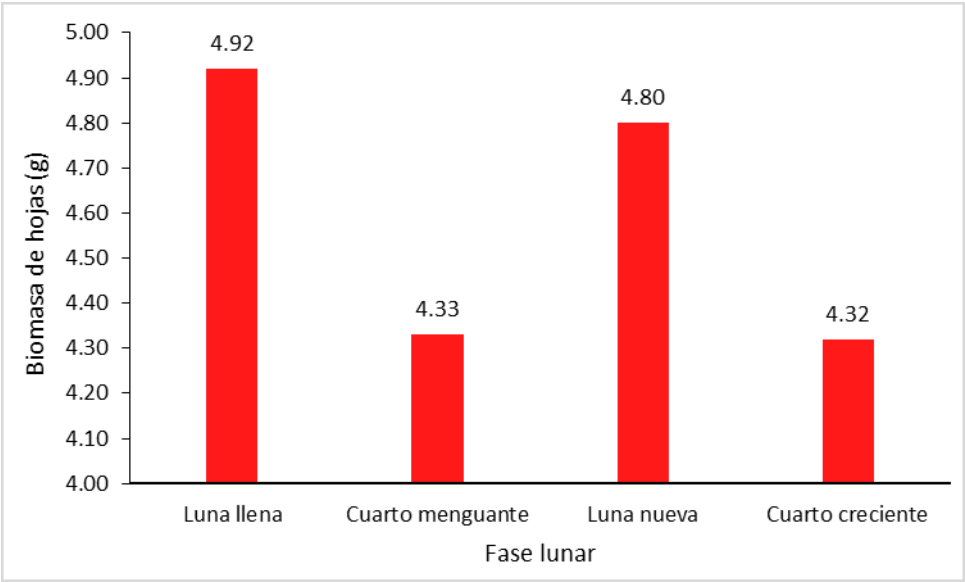


Figura 10. Biomasa de las hojas por efecto del factor fase lunar.

Numéricamente se observa mayor promedio del contenido de biomasa en las hojas de los plantones injertados en la fase de luna llena (4.92 $\pm$

0.39 g), este comportamiento se le puede atribuir a la cantidad de luz percibida por los plántones del cultivo de cacao; al respecto ARDILA y REYES (2009) al aumentar el periodo o intensidad de la luz lunar (entre cuarto creciente a luna llena) hay poco crecimiento de raíces, pero mucho crecimiento del follaje debido a que las plantas cuentan con una mayor cantidad y movimiento interno de agua o savia.

El Cuadro 20, muestra que las medias de la biomasa en las hojas de los plántones del cacao por efecto de los tipos de injerto considerados por el experimento en un periodo de 120 días de evaluación, en donde se resalta que fueron diferentes estadísticamente.

Cuadro 20. Comparación de la biomasa de hojas por efecto de los tipos de injerto (media $\pm$ error estándar).

Tipo de injerto	Biomasa de hojas (g)	Significancia
Púa central	5.22 $\pm$ 0.26	a
Púa lateral (Momia)	3.97 $\pm$ 0.17	b

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas según prueba de comparación de medias de Duncan ($p \leq 0.05$).

De acuerdo a la comparación de medias, se puede observar que existen diferencias estadísticamente significativas entre los tipos de injerto, resultando el tipo de injerto púa central que genera mayor biomasa de hojas a diferencia del tipo de injerto púa lateral “momia”, como se puede observar en la Figura 11.

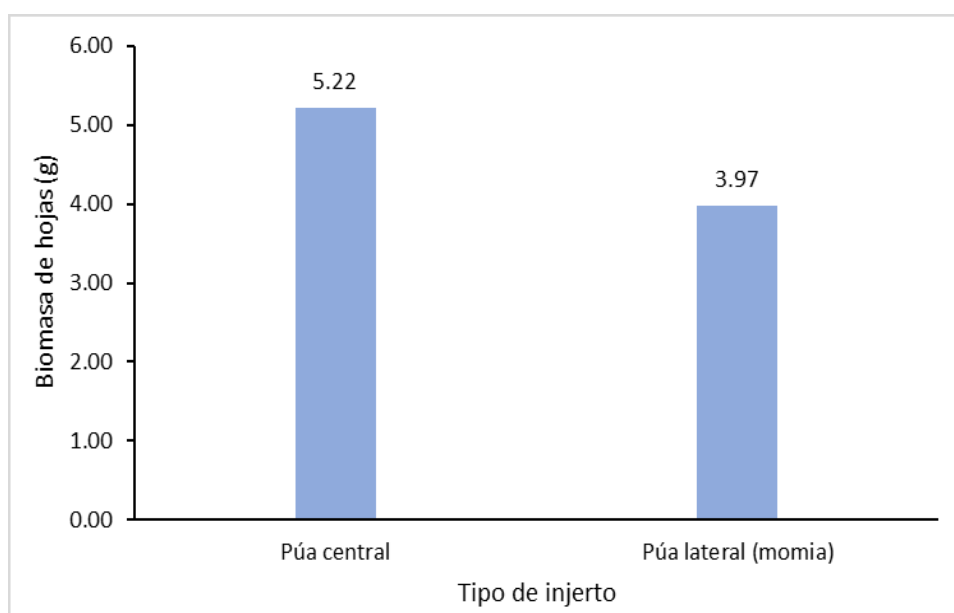


Figura 11. Biomasa de hojas por efecto del tipo de injerto.

La ventaja en que en el injerto en púa central afectó la biomasa de las hojas en las plantas del cultivo de cacao se le atribuye a que esta técnica de injertación favorece a muchas características del producto final (planta injertada), siendo así los reportes señalados en la ciudad Pucallpa por PAREDES (2010) al recomendar utilizar el injerto de púa central protegido con bolsa plástica en fase de vivero debido a que obtuvo resultados más favorables de biomasa. La biomasa de las hojas estuvo relacionada con la cantidad de hojas y la cantidad de brotes que presentaba en cada tipo de injerto, siendo mayor en los individuos sometidos a púa central, esta variación entre un tipo de injerto y otro lo señala GAMBOA (2015) donde indica que el número de brotes como mínimo es de 3.73 brotes/planta, MORE (2003) en Tingo María reportó menores valores en el injerto tipo parche (otro tipo de injerto), entre 1.76 a 2.47 brotes/planta y PAREDES (2010) en Pucallpa reportó 4.40 brotes con el injerto púa central y 4.20 con el de empalme.

4.3.2. Biomasa de tallos

El Cuadro 21, muestra el resultado del análisis de varianza en la última evaluación, es decir a los 120 días después de la evaluación del prendimiento de cacao a nivel de vivero. Como puede observarse, los efectos simples (interacción de los factores) resultan no significativas ($p>0.05$) en la última evaluación, el cual confirman que la biomasa de tallos se ve afectada por el efecto del tipo de injerto ($p<0.05$) y el efecto de la fase lunar no influyó sobre la biomasa de tallo ($p>0.05$). El valor del coeficiente de variación para la variable biomasa de los tallos fue 23.91%, el cual considerando la categorización adaptada por Calzada (1976), citado por AMARINGO (2015) corresponde a que los datos presentaron regular homogeneidad a causa de factores ajenos al estudio que no se pudieron controlar.

Cuadro 21. Análisis de varianza para la variable biomasa de tallos en cacao a una edad de 120 días.

Fuentes de variación	GL	CM	Fc	p-valor	Sig.
Tratamientos	7	29.85	16.56	<0.0001	
Fase lunar	3	1.05	0.58	0.6273	ns
Tipo de injerto	1	194.06	107.66	<0.0001	*
Fase lunar*Tipo de injerto	3	3.90	2.17	0.0995	ns
Error experimental	72	1.80			
Total	79				

CV: 23.91%; (*): Significativo y (ns): No significativo.

El Cuadro 22, muestra la comparación de promedios para la variable biomasa de tallos en los injertos de cacao por efecto de la fase lunar a los 120 días de evaluación. Ligera superioridad de biomasa se reportó en las fases de luna llena, esto se le puede atribuir al mayor crecimiento de los brotes debido a la actividad del agua, ya que BARLOW y FISAHN (2012) indican que la periodicidad del crecimiento de los brotes puede, por ejemplo, depender de la periodicidad de la presión de la raíz, medida en términos de la velocidad del flujo de agua a través del xilema. La periodicidad de este flujo puede, a su vez, estar regulada por la permeabilidad de las membranas plasmáticas celulares de la raíz que se rige por un mecanismo de difusión pasivo y un mecanismo de activación metabólicamente más activo que depende de las proteínas transportadoras de agua de la acuaporina que según UEHLEIN y KALDENHOFF (2006) esta actividad está relacionado con los ritmos circadianos.

Cuadro 22. Comparación de la biomasa de tallos por efecto del factor fase lunar (media $\pm$ error estándar).

Fase lunar	Biomasa de tallos (g)	Significancia
Luna nueva	5.78 $\pm$ 0.44	a
Luna llena	5.75 $\pm$ 0.41	a
Cuarto menguante	5.66 $\pm$ 0.58	a
Cuarto creciente	5.28 $\pm$ 0.43	a

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas según prueba de comparación de medias de Duncan ($p \leq 0.05$).

De acuerdo a la comparación de medias, la biomasa de tallos de los plantones de cacao no fueron afectados por la fase lunar, tal como se puede observar en la Figura 12.

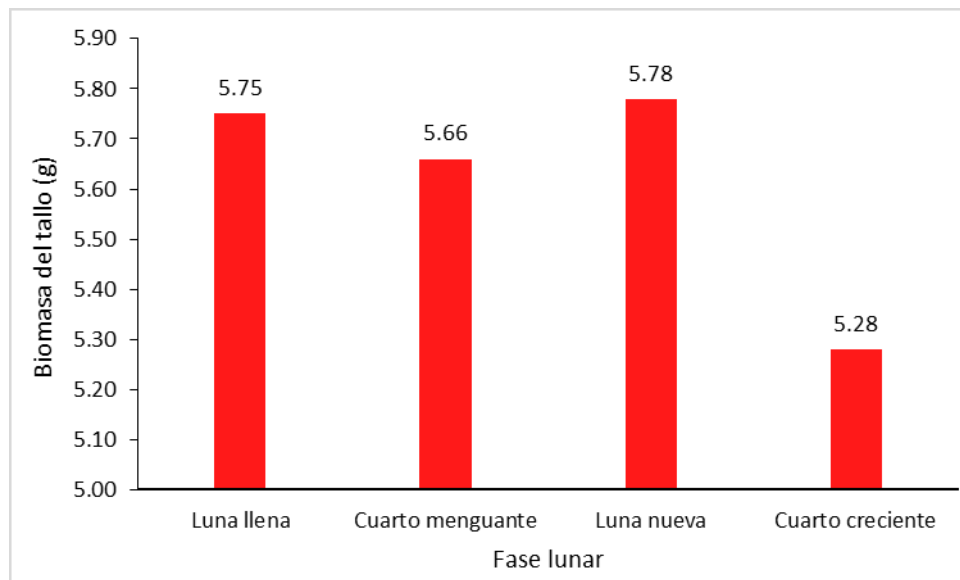


Figura 12. Biomasa de tallo por efecto del factor fase lunar.

El Cuadro 23 y la Figura 13, muestran las medias de la biomasa de tallos en gramos por efecto de los tipos de injerto a los 120 días de evaluación, siendo notorio la mayor biomasa de tallo al utilizarse el tipo de injerto púa central.

Cuadro 23. Comparación de la biomasa de tallos por efecto de los tipos de injerto (media $\pm$ error estándar).

Tipo de injerto	Biomasa de tallos (g)	Significancia
Púa central	7.17 $\pm$ 0.25	a
Púa lateral (Momia)	4.06 $\pm$ 0.18	b

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas según prueba Duncan ($p \leq 0.05$).

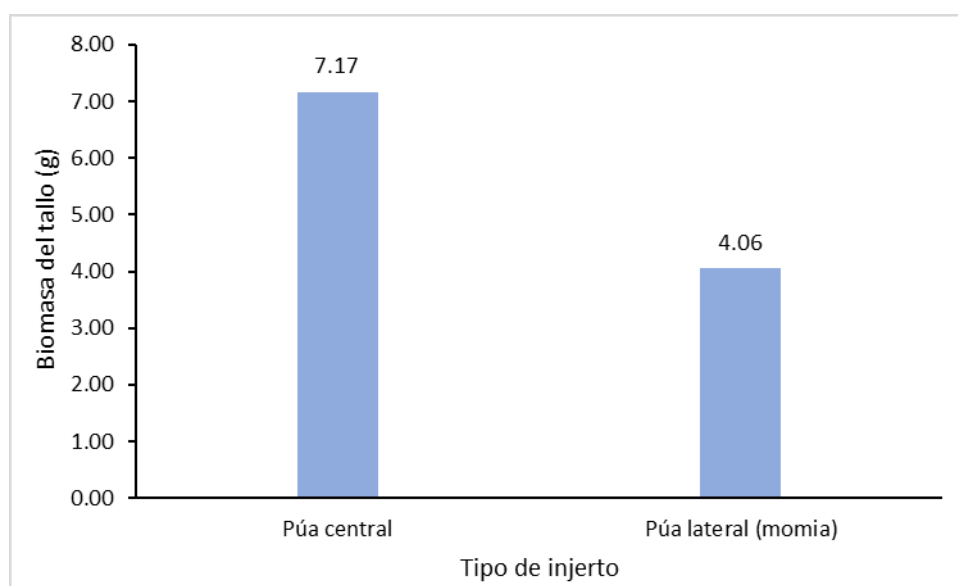


Figura 13. Biomasa de tallos por efecto del tipo de injerto.

Se registró mayor efecto del injerto púa central sobre la biomasa de los tallos (7.17 ± 0.25 g) esto favorecerá a los plantones para ser trasladados a terreno definitivo, lo cual lo corrobora Vera-Castillo (1995), citado por VARELA *et al.* (2016) al señalar que, en investigaciones realizadas se determinaron que la biomasa o el peso fresco de los plantones, tiene gran relación en la supervivencia en campo debido a que posee mayor la biomasa representa la cantidad de leño que posee una planta y el grado de lignificación que presenta, esta particularidad evitará que las plantas establecidas en campo tiendan a perder más agua o en todo caso evitará que se inclinen y los tallos nuevos a causa de la excesiva deshidratación y sean afectados el envés de las hojas por la insolación. Además, MEXAL y LANDIS (1990) añaden que la biomasa se correlaciona con el diámetro del tallo y del sistema radicular, con la cual se sabe la robustez de las plantas que alcanzaron en el vivero y que estas recibieron los tratamientos adecuados en fase de vivero.

4.3.3. Biomasa de raíces

Los efectos simples (interacción de los factores) resultan significativas ($p < 0.05$) en la última evaluación, el cual confirma la existencia de interacción entre la fase lunar y el tipo de injerto en el cultivo de cacao a nivel de vivero sobre la biomasa de raíces de la planta (Cuadro 24).

Cuadro 24. Análisis de varianza para la variable biomasa de raíces en cacao con una edad de 120 días.

Fuentes de variación	GL	CM	Fc	p-valor	Sig.
Tratamientos	7	11.81	7.65	<0.0001	
Fase lunar	3	3.52	2.28	0.0867	ns
Tipo de injerto	1	57.97	37.54	<0.0001	*
Fase lunar*Tipo de injerto	3	4.72	3.06	0.0337	*
Error experimental	72	1.54			
Total	79				
CV			28.24%		

(*): Significativo y (ns): No significativo.

En la interacción de la fase lunar sobre el tipo de injerto (A en b), se muestra que los tipos de injerto resultan no significativos ($p > 0.05$) en la luna llena; mientras que en las fases cuarto creciente, menguante y luna nueva si se determina diferencias estadísticas entre los tipos de injertos. En el cuarto creciente se logra mayor biomasa de raíces al realizar el injerto del tipo púa

central que la púa lateral (5.45 y 3.24 g respectivamente). En cuarto menguante mayor biomasa radicular se logra al realizar el injerto del tipo púa central que la púa lateral “momia” con valores promedios de 5.22 y 2.48 g respectivamente (Cuadro 25 y Figura 14). La diferencia entre los mejores valores de biomasa al injertarse con púa central respecto a la púa lateral radica en que el patrón debe utilizado fue del mismo diámetro de la vara que porta las yemas que se utilizó, la cual constaba de tres o cuatro yemas (ESPIAU *et al.*, 2012) y que mantuvo mejor contacto con el tallo del patrón generando inmediatamente nuevos brotes y con mayor vigor respecto al otro tipo de injerto.

Cuadro 25. Interacción de la fase lunar sobre el tipo de injerto en la biomasa de raíces.

Fase lunar	p-valor	Tipo de injerto	Biomasa de raíces (g)	Sig.
Cuarto creciente	0.0031	Púa central	5.45 ± 0.48	a
		Púa lateral	3.24 ± 0.44	b
Cuarto menguante	<0.0001	Púa central	5.22 ± 0.34	a
		Púa lateral	2.48 ± 0.29	b
Luna llena	0.3482	Púa central	5.11 ± 0.35	a
		Púa lateral	4.57 ± 0.43	a
Luna nueva	0.0286	Púa central	5.23 ± 0.37	a
		Púa lateral	3.91 ± 0.42	b

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas según prueba de Duncan ($p \leq 0.05$).

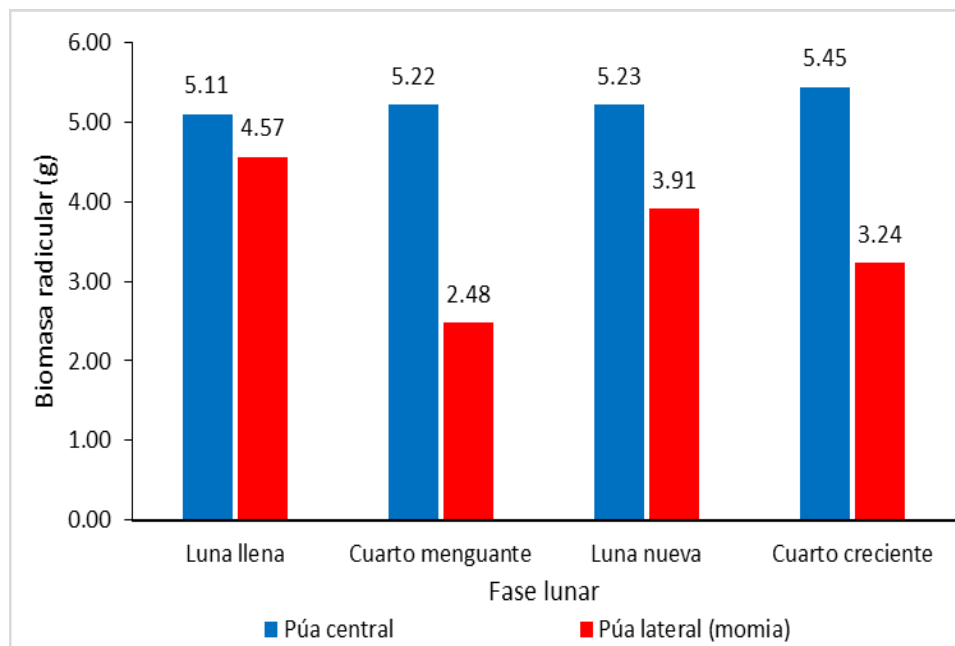


Figura 14. Interacción de la fase lunar sobre el tipo de injertos en la biomasa de raíces.

Menor efecto se reportó en los plantones injertado con púa lateral y en la fase de cuarto menguante (2.48 ± 0.29 g), la cual está de acuerdo con TORRES (2012), quién recalca qué en las fases lunares de cuarto menguante a luna nueva, el crecimiento aéreo y subterráneo de las plantas es lento; mientras que es contradictorio con REYES (2016), quien señala que en este periodo se recomienda realizar los trasplantes, pues es un momento adecuado para esta labor porque mejora el desarrollo de las raíces en los plantones.

ARDILA y REYES (2009) indican que en esta fase la luz nocturna disminuye. Se observa un lento crecimiento del sistema radical y foliar. Es muy poco el crecimiento, casi de reposo, en donde las plantas se pueden adaptar fácilmente al medio sin sufrir ningún daño.

Al abrir la interacción del tipo de injerto sobre la fase lunar (B en a), se observa que las fases lunares resultaron no significativas ($p > 0.05$) cuando se realizó el tipo de injerto en púa central, es decir se logró similar biomasa de raíces en cualquier fase lunar. Al realizar el tipo de injerto púa lateral "momia" las fases lunares resultaron significativas ($p < 0.05$), formando dos grupos estadísticamente diferenciados; el primer grupo que corresponde a la fase de luna llena y luna nueva presentan mayor biomasa de raíces (4.57 y 3.91 g respectivamente); seguido de un segundo grupo que corresponde a las fases lunares cuarto creciente y cuarto menguante con medias de 3.24 y 2.48 g respectivamente (Cuadro 26 y Figura 15).

Cuadro 26. Interacción del tipo de injerto sobre la fase lunar en la biomasa de raíces.

Tipo de injerto	p-valor	Fase lunar	Biomasa de raíces (g)	Sig.
Púa central	0.9384	Cuarto creciente	5.45 ± 0.48	a
		Luna Nueva	5.23 ± 0.37	a
		Cuarto Menguante	5.22 ± 0.34	a
		Luna Llena	5.11 ± 0.35	a
Púa lateral "momia"	0.005	Luna Llena	4.57 ± 0.43	a
		Luna Nueva	3.91 ± 0.42	a
		Cuarto Creciente	3.24 ± 0.44	b
		Cuarto Menguante	2.48 ± 0.29	b

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas según prueba Duncan ($p \leq 0.05$).

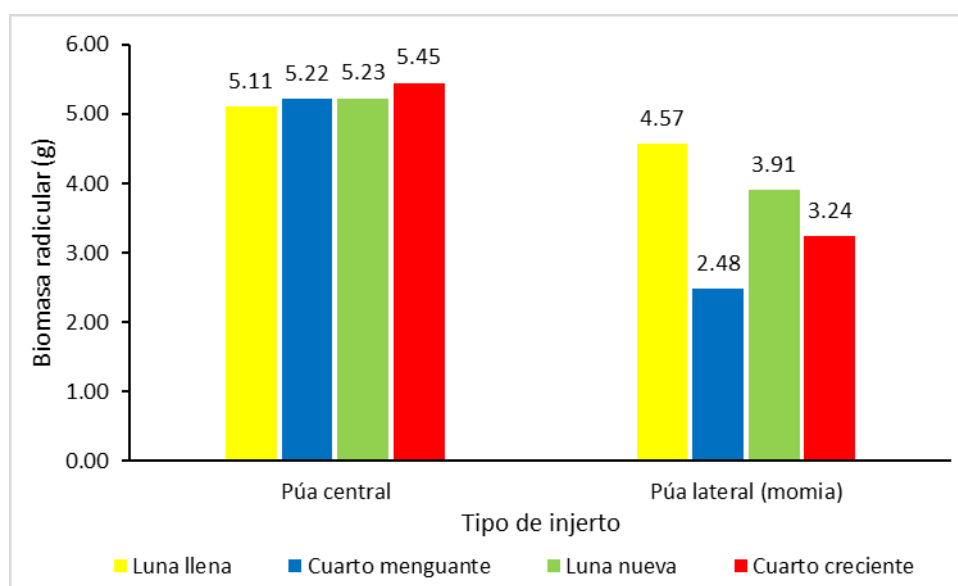


Figura 15. Interacción del tipo de injerto sobre la fase lunar en la biomasa de raíces.

No hubo diferencias entre las fases lunares de cuarto creciente y cuarto menguante sobre la acumulación de la biomasa del sistema radicular, resultados que difieren lo expresado por RESTREPO (2005) al indicar que, la luna creciente construye, absorbe, inhala, almacena energía y acumula fuerza para las plantas, mientras que, la menguante es considerada como la luna que invita al gasto de energía y que no contribuye de manera significativa a la acumulación de biomasa. Las actividades del injerto realizadas bajo las fases lunares indican que en luna llena se encuentran mayor movimiento de savia en las plantas y esto favoreció la rápida cicatrización del injerto y no afectando el normal desarrollo de la raíz, resultado corroborado por YAZDANBAKHSH y FISAHN (2011) al observar un patrón rítmico de alargamiento en raíces de *Arabidopsis thaliana* que crecían en condiciones de luz y temperatura constantes, a esto MONTES (2010) resalta que la luz lunar contribuye a la cicatrización de vegetales que fueron amputados y desgajados.

4.3.4. Área foliar

En el Cuadro 27, muestra el resultado del análisis de varianza en la última evaluación, es decir a 120 días después de la evaluación del prendimiento de cacao a nivel de vivero. Como puede observarse, los efectos simples (interacción de los factores) resultan no significativas ($p > 0.05$) en la última evaluación, el cual confirma la inexistencia de interacción entre la fase lunar y el tipo de injerto en el cultivo de cacao a nivel de vivero sobre el área foliar de la planta. El área foliar solo se ve afectado por el efecto del Tipo de injerto ($p < 0.05$), mas no de la fase lunar ($p > 0.05$). El coeficiente de variación para el área foliar fue 30.19%, el cual según Calzada (1976), citado por AMARINGO (2015) corresponde a datos con resultados muy variables.

Cuadro 27. Análisis de varianza para el área foliar del cacao con una edad de 120 días.

Fuentes de variación	GL	CM	Fc	p-valor	Sig.
Tratamientos	7	16.08	2.37	0.0307	
Fase lunar	3	5.59	0.82	0.4848	ns
Tipo de injerto	1	80.29	11.84	0.001	*
Fase lunar*Tipo de injerto	3	5.18	0.76	0.5183	ns
Error experimental	72	6.78			
Total	79				

CV: 30.19%; (*): Significativo y (ns): No significativo.

El Cuadro 28, muestra las medias del área foliar por efecto de la fase lunar a los 120 días de evaluación.

Cuadro 28. Comparación de área foliar por efecto del factor fase lunar (media $\pm$ error estándar).

Fase lunar	Área foliar (cm ²)	Significancia
Cuarto creciente	9.29 $\pm$ 0.71	a
Luna llena	8.82 $\pm$ 0.70	a
Cuarto menguante	8.28 $\pm$ 0.43	a
Luna nueva	8.13 $\pm$ 0.59	a

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas según prueba Duncan ($p \leq 0.05$).

De acuerdo a la comparación de medias, la fase lunar no influye sobre el área foliar, como se puede observar en la Figura 16.

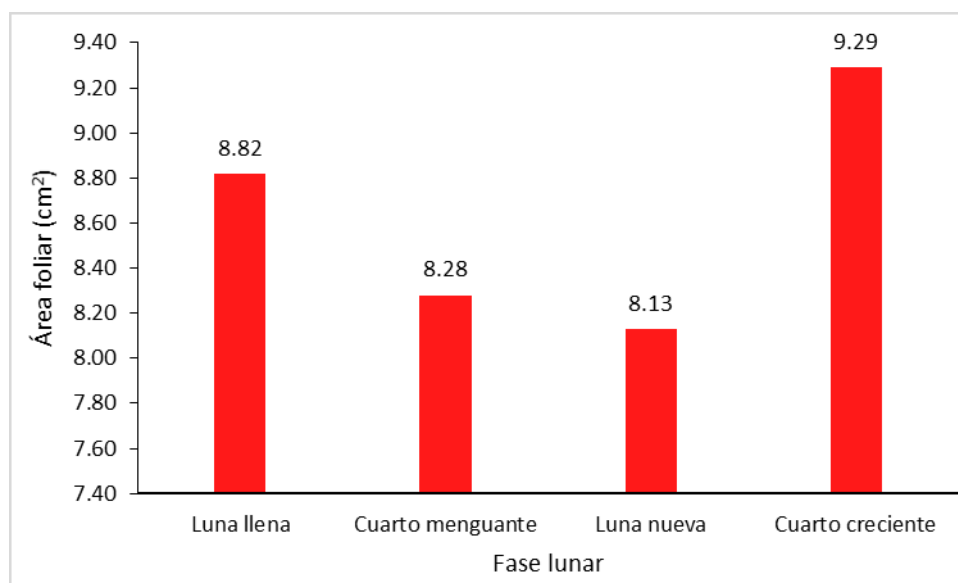


Figura 16. Área foliar por efecto del factor fase lunar.

No se reportó diferencias estadísticas por efecto de las fases lunares, aun así fue notorio un promedio mayor en el área foliar ($9.29 \pm 0.71 \text{ cm}^2$) de los plantones que fueron injertados en cuarto creciente, la cual se puede atribuir al crecimiento favorecido por la iluminación percibida en esta fase lunar; al respecto se puede considerar lo señalado por ARDILA y REYES (2009) al indicar que, las plantas presentan internamente mayor cantidad y movimiento de agua y si se realiza el trasplante en esta fase (cuarto creciente a luna llena) las plantas crecen rápidamente y producen abundante follaje e incluso recomienda realizar injertos teniendo excelentes resultados.

El Cuadro 29 muestra las medias del área foliar por efecto de los tipos de injerto a los 120 días de evaluación.

Cuadro 29. Comparación del área foliar por efecto de los tipos de injerto (media $\pm$ error estándar).

Tipo de injerto	Área foliar (cm^2)	Significancia
Púa central	9.63 ± 0.47	a
Púa lateral (Momia)	7.63 ± 0.34	b

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas según prueba Duncan ($p \leq 0.05$).

De acuerdo a la comparación de medias, se puede observar que existen diferencias estadísticamente significativas entre los tipos de injerto, resultando el tipo de injerto púa central con mayor área foliar (9.63 cm^2) a diferencia del tipo de injerto púa lateral “momia” (7.63 cm^2), como se puede observar en la Figura 17.

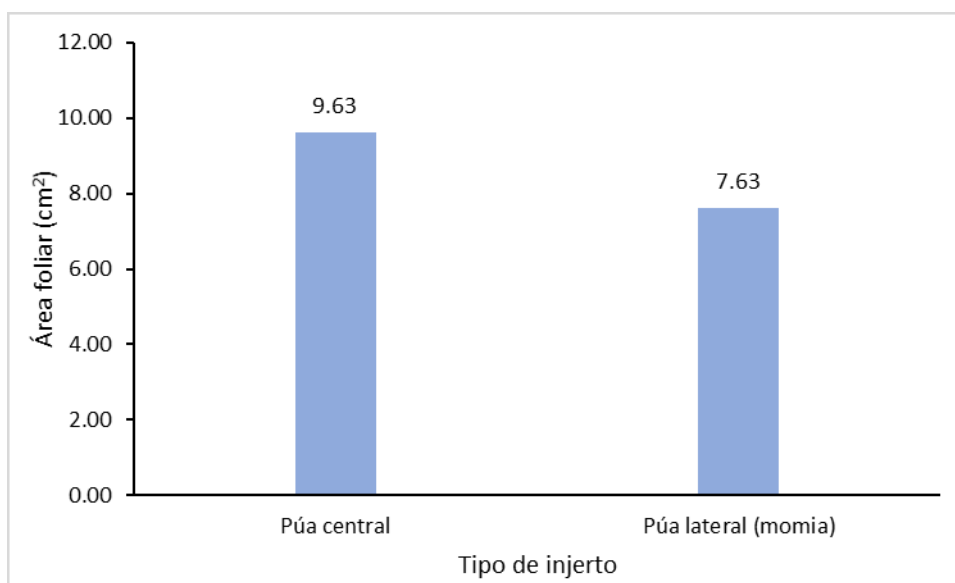


Figura 17. Área foliar por efecto del tipo de injerto.

Con respecto a esta variable existió diferencia estadística solo por el factor tipo de injerto (Cuadro 29), siendo el tipo de injerto púa central la que presento mayor área foliar, esto coincide con PAREDES (2010) que recomienda el injerto púa central, de igual manera ESPINOZA (2015) obtuvo mejor efecto en injertos de naranjilla en la fase de luna nueva con el injerto de púa.

El injerto en púa central afectó en mayor medida el área foliar ($9.63 \pm 0.47 \text{ cm}^2$), la cual es beneficioso para los plántones al ser trasladados a terreno definitivo; dicha ventaja es corroborado por HERBERT (2004), quien aclara que el área foliar establece un índice importante para constituir la capacidad de las plantas para percibir la luz, realizar fotosíntesis y producir bienes agrícolas. Además, NORKYS y DÁMASO (1999) añaden que el área foliar de las plantas están relacionados con su crecimiento y desarrollo, dado que en las hojas se sintetizan los carbohidratos, y para TERUEL (1995) es una de las variables más significativas en la evaluación del crecimiento.

V. CONCLUSIONES

1. El tipo de injerto púa central en las fases cuarto creciente (92.0%) y cuarto menguante (90.0%) presentó mayor influencia sobre el porcentaje de prendimiento; mientras que el injerto tipo púa lateral "momia" interactúa con las fases de luna llena (92.0%) y cuarto menguante (92.0%).
2. El tipo de injerto púa central en las fases lunares cuarto creciente, luna llena y luna nueva influenciaron mejor en el diámetro del tallo, volumen radicular y el mayor número de hojas. El injerto en púa central presenta mayores efectos sobre el área foliar, la biomasa de las hojas y la biomasa del tallo; en caso de la interacción del injerto tipo púa central en fase de cuarto creciente afecta la biomasa radicular.

VI. RECOMENDACIONES

1. En caso de injertar el cacao clon ICS-95 en fase de vivero, se debe considerar el injerto tipo púa central entre las fases lunares cuarto creciente y luna llena por ser las fases que presentan mayor efecto sobre las variables prendimiento, volumen radicular, diámetro del injerto, volumen radicular y la cantidad de hojas por injerto.
2. En estudios similares determinar la óptima edad del patrón y de las varas yemeras para mejorar el proceso de injertación; así mismo, efectuar ensayos de injertación de cacao considerando épocas distintas del año.
3. Incorporar en estudios similares otras variables como la carga electromagnética, contenido de hormonas, contenido de savia, velocidad de savia, tasa fotosíntesis, etc.

VII. RESUMEN

El estudio se realizó con el objetivo de determinar la fase lunar y el tipo de injerto óptimo para la injertación de cacao (*Theobroma cacao* L.) clon ICS-95 a nivel de vivero. Actividad realizada en la asociación 01 de mayo, del distrito Castillo Grande en la provincia de Leoncio Prado. Se consideró a los factores: fases lunares (F_1 = luna llena, F_2 = cuarto menguante, F_3 = Luna nueva y F_4 = cuarto creciente) y al tipo de injerto (L_1 = púa central y L_2 = púa lateral) distribuidos bajo el DCA con arreglo factorial de la forma $4A \times 2B$ con cinco repeticiones; a los 120 días de injertado se determinó el porcentaje de prendimiento, las variables agronómicas, la biomasa y el área foliar en las plantas injertadas. En resultados se registró mayor porcentaje de prendimiento en la interacción entre el tipo de injerto púa central con las fases cuarto creciente y cuarto menguante; mientras que el injerto tipo púa lateral "momia" interactúa con las fases de luna llena y cuarto menguante; el injerto en púa central realizado en las fases lunares cuarto creciente, luna llena y luna nueva afectaron el diámetro, el volumen radicular; el mayor número de hojas fue notorio en luna llena con el injerto tipo púa central; el injerto en púa central afecta la biomasa de las hojas y del tallo, mientras que la interacción entre el injerto tipo púa central en cuarto creciente afecta la biomasa de la raíz; el área foliar estuvo influenciada por el tipo de injerto el injerto púa central. Se concluye que el clon ICS-95 se debe injertar en tipo púa central entre las fases lunares cuarto creciente y luna llena.

ABSTRACT

The study was done with the objective of determining the lunar phase and the optimal graft type for the grafting of ICS-95 cacao (*Theobroma cacao* L.) clone at a nursery level. The activity was carried out at the 01 de Mayo association in the Castillo Grande district in the Leoncio Prado province, Peru. The following factors were considered: lunar phases (F_1 = full moon, F_2 = waning moon, F_3 = new moon and F_4 = waxing moon) and the graft type (L_1 = central wedge graft and L_2 = whip graft), distributed using the CRD (DCA in Spanish) with a factorial arrangement of 4A x 2B with five repetitions; at thirty days after grafting the apprehension percentage was determined; and at 120 days the agronomic variables, biomass and foliar area of the grafted plants were determined. For the results, a greater yield percentage was registered in interaction between the central wedge type of graft with the waxing and waning moon phases; while the whip graft interacts with the full moon and waning moon phases; the central wedge graft done during the waxing, full and new moon phases affected the diameter and root volume; the greatest number of leaves was notorious during the full moon with the central wedge graft type; the wedge graft affects the biomass of the leaves and the stalk, while the interaction between the central wedge graft and the waxing moon affect the root biomass; the foliar area was influenced by the central wedge type of graft. It is concluded that the ICS-95 clone should be grafted with a central wedge type graft between the waxing moon and full moon phases.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ACUÑA, E. 2009. Evaluación de las fases lunares en la fenología y rendimiento del cultivo de pepinillo (*Cucumis sativus* L.) en Tingo María. Tesis Ing. Agrónomo, Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú. 94 p.
2. ADRIAZOLA, J. 2003. Producción del alimento de los dioses (*Theobroma cacao* L.) Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú. 81 p.
3. ALVARENGA, S. 1996. Qué influencia tienen las fases de la luna sobre las plantas. s.l. 2 p. [En línea]: scribd, (<http://es.scribd.com/doc/4621353/Efectode-la-luna-en-plantas>, documentos, 03 jun. 2018).
4. AMARINGO, S. 2015. Caracterización fenotípica de 5 ecotipos de frijol común (*Phaseolus vulgaris*) en el fundo Aucaloma-Lamas. Tesis Ing. Agrónomo. Universidad Nacional de San Martín. Tarapoto, Perú. 79 p.
5. ANGLES, J. 1996. Influencia de la luna en la agricultura. ed. 05. Mundi-Prensa. 16 p.
6. ARDILA, N.; REYES, L. 2009. Agricultura sensitiva, Influencia de la Luna en las actividades agrícolas. s.n.t. [En línea]: [Agriculturaintensiva, \(http://www.agriculturasensitiva.com\)](http://www.agriculturasensitiva.com). Documentos, 19 Jun. 2017).
7. ARÉVALO, L.A., ALEGRE, J.C., PALM, C.A. 2003. Manual de determinación de las reservas de carbono en los diferentes sistemas de uso de tierras en Perú. ICRAF, CODESU, INIA, INRENA. s.p.

8. BARLOW, P.W., FISAHN, J. 2012. Lunisolar tidal force and the growth of plant roots, and some other of its effects on plant movements. *Annals of Botany*. 110(2):301-318.
9. BARREIRO, J. 2003. La luna y la agricultura. Color. Caacupé, Paraguay. Instituto Agronómico Nacional. [En línea]: Ini, (www.ini.unipi.it/stevia/Suplemento/RUR23008.HTM), documentos, 03 jun. 2018).
10. BOFFELLI, E., SIRTORI, G. 2000. Los cien errores de la poda y de los injertos. Barcelona, España, Editorial de Vecchi, S.A.U. p. 21-63.
11. BRIZHIK, L.S., DEL GIUDICE, E., TEDESCHI, A., VOEIKOV, V.L. 2011. The role of water in the information exchange between the components of an ecosystem. *Ecological Modelling*. 222:2869-2877.
12. CANNY, M.J., SPARKS, J.P., HUANG, C.X., RODERICK, M.L. 2007. Air embolisms exsolving in the transpiration water – the effect of constrictions in xylem pipes *Functional Plant Biology*. 34:95-111.
13. CERÓN, J.L. 2009. Diversidad biológica de morfoespecies de insectos en el sector Tres de Mayo del Parque Nacional Tingo María. Tesis Ing. Recursos Naturales Renovables. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú. 78 p.
14. CHARZEWSKA, A., KOSEK, W., ZAWADZKI, T. 2010. Does circumnutation follow tidal plumb line variations?. *Biological Rhythm Research*. 41:449-455.
15. CHUQUÍN, L. 2012. Influencia de las fases lunares en el crecimiento y rendimiento de cuatro variedades de arveja (*Pisum sativum* L.)

- sembradas a doble excavado y de forma tradicional, en San Ignacio, Cantón Antonio Ante. Tesis Agropecuaria. San Ignacio. Escuela de ingeniería agropecuaria. Universidad Técnica del Norte. 112 p.
16. CORPOICA. 2004. Propagación asexual de plantas. Bogotá, Colombia. 20 p.
17. CORRAL, J.A. 2012. Influencia del portainjertos en la calidad del pimiento tipo ramiro en invernadero. Almería, España. 43 p.
18. DURÁN, C.R. 2009. Efecto de tres sistemas de injertación y cuatro fases lunares en la obtención de plantas injertadas de durazno (*Prunus persica*) en Ibarra, provincia de Imbabura. El Ángel, Ecuador. 17 p.
19. ECOAGRICULTOR. 2008. Las fases de la luna y la agricultura ecológica. s.l s.n.t. [En línea]: ecoagricultor, (<http://www.ecoagricultor.com/las-fases-lunares-y-laagricultura-ecologica/>, documentos, 02 Jun. 2018).
20. ESPIAU, M., GIL, C., PINA, A., FUSTERO, R., ERREA, P. 2012. Propagación de frutales por injerto. III Jornadas de la red de semillas de Aragón, 4 y 5 de febrero de 2012, Huesca. Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón. 43 p.
21. ESPINOZA, J. 2015. Influencia de las fases lunares en el comportamiento agronómico de injertos de naranjilla (*Solanum quitoense* Lam.), Santa Clara, provincia de Pastaza, Tesis agropecuario. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Ecuador. 97 p.
22. FASABI, P. 2012. Influencia de las fases lunares en la producción del cultivo de pepinillo híbrido (*Cucumis sativus* L.), slicer F-1 en la provincia de

Lamas, departamento de San Martín. Tesis Ing. Agrónomo. Tarapoto. Escuela académico-profesional de agronomía. Universidad Nacional de San Martín, Tarapoto, Perú. 90 p.

23. FLORES, F., CHÁVARRY, L. 2005. Edad óptima del patrón, época oportuna de injertado y producción masiva de injerto de *Caesalpinia spinosa* (Molina) Kuntze- "tara". ADEFOR. Lima, Perú. 80 p.
24. GAMBOA, R.J. 2015. Comportamiento en vivero de cuatro clones de cacao (*Theobroma cacao* L.) sobre diferentes patrones en Satipo. Tesis Ing. Agrónomo. Lima, Perú. Universidad Nacional Agraria La Molina. 61 p.
25. GARCÍA, L.F. 2014. Cultivares de cacao de Perú. Ministerio de agricultura y riego. 2da impresión, Publicaciones y servicios S.A.C. Perú. 112 p.
26. GONZALES, 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 Martín. Tarapoto, Perú. 91 p.
27. HERBERT, T.J. 2004. A simple model of canopy photosynthesis. University of Miami. College of Arts and Sciences. Department of Biology. [En línea]: Bio.miami, (http://www.bio.miami.edu/tom/bil160/bil160goods/plantform/13b_plantform.html), documentos, 6 Set. 2018).
28. ICT (INSTITUTO DE CULTIVOS TROPICALES). 2004. Manejo integrado del cultivo y transferencia de tecnología en la Amazonía Peruana. Instituto de Cultivos Tropicales. Impresiones del Castillo S.A. Chiclayo, Perú. 181 p.

29. INSTITUTO INTERAMERICANO DE CIENCIAS AGRÍCOLAS (IICA). 2008. Cuidado posterior del injerto, tratamiento de la planta injertada. Turrialba, Costa Rica. 156 p.
30. JIMÉNEZ-BORJAS, J. 2009. Manejo integral del cultivo de tomate en Invernadero. Ed. Universidad UNIVER del Pacífico Nueva Hortitec Fertri Invernaderos y Casas sombras.
31. MÁRQUEZ, A.A. 2001. Crecimiento de la papaya (*Carica papaya*) en las diferentes fases de la luna en la zona atlántica de Costa Rica. Guácimo, Costa Rica. 6 p.
32. MEXAL, J.G., LANDIS, T.D. 1990. Target seedling concepts: height and diameter. In: Target seedlings symposium. Gen. Tech. Rep. USDA Forests. 13:105-119.
33. MINISTERIO DE AGRICULTURA. 2000. El cultivo de cacao en la Amazonía Peruana. FIRMAT S.A.C. Lima, Perú. 105 p.
34. MOLINA, V. 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 agropecuaria. Escuela de Ingeniería Agropecuaria. Universidad Técnica de Babahoyo. Ecuador. 49 p.
35. MOLINA, V., CHAVEZ, R., DUEÑAS, D. 2016. Fases lunares en la reproducción vegetativa de cacao (*Theobroma cacao* L.) Babahoyo, Ecuador. Universidad Técnica de Babahoyo. Volumen 12. Ecuador. 14 p.

36. MONTES, A.F. 2010. Manual agroclimático, para la realización de injertos en árboles frutales caducifolios de clima frio-templado, para principiantes. México. 32 p.
37. MORAN, E., VERA, J., 2012. Influencia de la edad del patrón de cacao (*Theobroma cacao* L.) sobre el prendimiento de los injertos EET-575, EET- 576 y EET-103 ESPAM-MFL. Tesis Agrícola. Calceta. Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí. 113 p.
38. MORE, M. 2003. Inducción e injertación de brotes ortotrópicos con fines de renovación en el cacaotero (*Theobroma cacao* L) en Tingo María. Tesis Ing. Agrónomo. Universidad Nacional Agraria de la Selva. 98 p.
39. MUSE, J.A. 2012. Evaluación de métodos de injertación para generar nuevo material productivo para la vid de mesa. Santiago, Chile. 23 p.
40. NEKAZARITZA, S. s.d. Injertos frutales. Bizkaia, España. Bizkaiko Foru Aldundia y Departamento de Agricultura. 20 p.
41. NORKYS, M., DÁMASO, B. 1999. Estimación del área foliar en plantas jóvenes de níspero *Manilkara achras* Miller, sometidas a dos ambientes de luz. Universidad Centro Occidental Lisandro Alvarado. Venezuela. [En línea]: UCLA, ([http://cdcht.ucla.edu.ve./bioagro/Rev11\(1\)/3%20Estimaci%C3%B3n%20del%20%C3%A1rea%20foliar.pdf](http://cdcht.ucla.edu.ve./bioagro/Rev11(1)/3%20Estimaci%C3%B3n%20del%20%C3%A1rea%20foliar.pdf), artículo, 6 Set. 2017).
42. PALENCIA, J. 2006. El cultivo de cacao. [En línea]: Corpoica, (<http://www.corpoica.org.co/Librería/libropreg.asp>., documentos, 19 May. 2017).

43. PALMA, M.M. 2009. Evaluación de métodos de injertación en genotipos de tomate (*Lycopersicon* spp). Xoxocotlán, Oaxaca, México. Oaxaca, México. 23 p.
44. PAREDES, A.M. 2004. Manual del cultivo del cacao. Ministerio de Agricultura. Programa para el Desarrollo de la Amazonía. PROAMAZONIA. Cacao VRAE S.A. 130 p.
45. PAREDES, A.M. 2000. Rehabilitación – Renovación en cacao WINROCK. Internacional – USAID, Convenio USAID – CONTRADROGAS. Lima, Perú. 60 p.
46. PAREDES, O. 2010. Propagación vegetativa por injerto de bolaina blanca (*Guazuma crinita* Mart.) bajo condiciones controladas en Pucallpa, Perú. Tesis Ing. Agrónomo. Departamento Académico de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Pucallpa, Perú. 155 p.
47. PEREA, A., MARTÍNEZ, N., ARÁNZAZU, F., CADENA, T. 2013. Características de calidad del cacao e Colombia. Catálogo de 26 cultivares. 1 ed. Bucaramanga, Colombia: División de publicaciones UIS. s.p.
48. PIRE, R., VALENZUELA, I. 1995. Estimación del área foliar en *Vitis nenífera* L. “French Colombard” a partir de mediciones lineales en las hojas. *Agronomía Tropical*. 45(1):143-154.
49. PUENTES, Y.J., MENJIVAR, J.C., GÓMEZ, A., ARANZAZU, F. 2014. Absorción y distribución de nutrientes en clones de cacao y sus efectos en el rendimiento. *Acta Agronómica*. 63(2):145-152.

50. QUINTANA, L.F., GÓMEZ, S., GARCÍA, A., MARTÍNEZ, N. 2015. Caracterización de tres índices de cosecha de cacao de los clones CCN51, ICS-60 e ICS-95, en la montaña santandereana, Colombia. Revista de Investigación Agraria y Ambiental. 6(1):253-265.
51. QUIRÓS, C. 2005. El injerto: Alternativa de propagación vegetativa el cultivo de la uva (*Vitis vinifera* L.). Información técnica. Rev. Agro. No 35 Costa Rica. 6 p.
52. RENGIFO, K. 1996. Caracterización y evaluación botánica - agronómica de 14 clones de cacao de la colección Huallaga del banco de germoplasma de cacao (*Theobroma cacao* L) en Tingo María. Tesis Ing. Agrónomo. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú. 103 p.
53. RESTREPO, J. 2005. La Luna y su influencia en la agricultura, Colombia-Brasil México: Fundación Juquira Candirú. 86 p.
54. REYES, F.J. 2016. Factores que influyen en el crecimiento y desarrollo de las plantas: repotencialización de estudios tecnológicos. [En línea]: Fulreyes, (<http://fulreyes3.blogspot.com.co/>, blogs, 02 Jun 2018).
55. REYES, M. 2014. Prendimiento de dos tipos de injertos en cacao en distintas fases lunares, Siuna. Agropecuario. Volumen 17 Ciencia e Interculturalidad. Costa Rica. 14 p.
56. REYES, M., MARÍN, L., MONTALVAN, O. 2015. Prendimiento de dos tipos de injerto en cacao en distintas fases lunares, Siuna, 2014. Ciencia Interculturalidad, Nicaragua. 17(2):92-105.

57. RIVERA, J. 2004. La luna: El sol nocturno en los trópicos y su influencia en la agricultura. 1 ed. Managua: Servicio de Información Mesoamericano sobre Agricultura Sostenible, (Colección Saberes y Haceres del Mundo Rural). 214 p.
58. ROCHA, M.C., TAFUR, V.D. 2018. Factores claves para la exportación de cacao orgánico por parte de los pequeños productores en la provincia de Marañón–Huánuco. Tesis Lic. Administración de Negocios Internacionales. Universidad de San Martín de Porres. Lima, Perú. 113 p.
59. ROJAS, O. 2010. Propagación vegetativa por injerto de bolaina blanca (*Guazuma crinita* Mart.) bajo condiciones controladas en Pucallpa, Perú. 33 p. [En línea]: IIAP, (<http://www.iiap.org.pe/cdpublicaciones2011/documentos/pdf/probosques/pu/73.pdf>, documentos, 30 May. 2018).
60. ROJAS, R.J. 2016. Identificación de las podas según las fases lunares. Instituto Técnico Agrícola. s.p.
61. SANTANA, W.M. 2013. Determinación del tipo de injerto y la hora efectiva de realización, sobre el prendimiento de yemas en plántulas de cacao en la zona de pueblo viejo, provincia de los ríos. Babahoyo, Ecuador. 43 p.
62. SENAMHI (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú, Lima). 2017. Boletín hidroclimático. Condiciones climáticas, hidrológicas y ambientales en la región Huánuco, Ucayali y provincia de Tocache.

- Dirección Zonal 10. Huánuco, Perú. [En línea]: SENAMHI, (<http://huanuco.senamhi.gob.pe/?p=boletin-hidroclimatico>, 05 Abr. 2018).
63. SEQUEIRA, A., PAVÓN, J., LÓPEZ, H., FUENTES, C., GUIDO, A., LÓPEZ, O. 2014. Técnicas de injertación; Guía Tecnológica 25. Nicaragua, INTA. 36 p.
64. SPARKS, J.P., CAMPBELL, G.S., BLACK, R.A. 2001. Water content, hydraulic conductivity, and ice formation in winter stems of *Pinus contorta*: a TDR case study. *Oecologia*. 127:468-475.
65. TENAZOA, A.J. 2016. Influencia de las edades del patrón de *Theobroma cacao* L. (cacao) y la desinfección de varas yemeras ICS - 95 y CCN - 51, en el prendimiento del injerto, bajo condiciones de San Alejandro. Tesis Ing. Agroforestal Acuícola. Yarinacocha, Perú. Universidad Nacional Intercultural de la Amazonía. Yarinacocha, Perú. 65 p.
66. TERUEL, D.A. 1995. Modelo de índice de área foliar de caña de azúcar en diferentes regímenes hídricos. Escuela Superior de Agricultura, ESALQ, Piracicaba, S.P., Brasil. 93 p.
67. TORRES, A. 2012. Determinar la influencia de la luna en la agricultura. Tesis Ing. Agrónomo. Universidad de Cuenca. Ecuador. 79 p.
68. UEHLEIN, N., KALDENHOFF, R. 2006. Aquaporins and biological rhythms *Biological Rhythm Research*. 37:315-322.
69. UNAUCHO, M. 2014. Evaluación de prendimiento de injerto de (*Theobroma cacao* L.) del cacao trinitario utilizando la influencia lunar en el cantón Pujili. Universidad Técnica de Cotopaxi. La Maná, Ecuador. 72 p.

70. UPAWANSA, K. 2003. Agricultura antigua y ciencia moderna. Revista Compas. 6:35- 37.
71. VARELA, S.A., WEIGANDT, M.N., WILLEMS, P., BIANCHI, E., DIEZ, J.P., GYENGÉ, J.E., 2016. Physiological status of conifer seedlings treated with radiation, drought and frost stress mitigation techniques: a laboratory assess. New Forest. 1(47):87-103.
72. VILLAVICENCIO, A. 2000. Guía práctica calendario lunar. Fuente MCCH Esmeraldas, Ecuador. pp. 1 - 5.
73. YAZDANBAKHSI, N., FISAHN, J. 2011. Stable diurnal growth rhythms modulate root elongation of *Arabidopsis thaliana*. Pl. Root. 5:17-23.
74. ZAPATA, S., TAMAYO, A., ROJANO, B.A. 2013. Efecto de la fermentación sobre la actividad antioxidante de diferentes clones de cacao colombiano. Rev. Cub. Plant. Med. 18(3):391-404.
75. ZÜRCHER, E., CANTIANI, M.G., SORBETTI-GUERRI, F., MICHEL, D. 1998. Tree stem diameters fluctuate with tide. Nature. 392:665-66.
76. ZÜRCHER, E., SCHLAEPFER, R. 2014. Lunar Rhythmicities in the Biology of Trees, Especially in the Germination of European Spruce (*Picea abies* Karst.): A New Statistical Analysis of Previously Published Data. Journal of Plant Studies. 3(1):105-113.

IX. ANEXO

Anexo A. Datos registrados.

Cuadro 30. Porcentaje de prendimiento en injertos de cacao Clon ICS-95.

Tratamiento	Repetición	Prendimiento (%)	Porcentaje obtenido
T ₁	1	60	64.00
T ₁	2	70	
T ₁	3	60	
T ₁	4	60	
T ₁	5	70	
T ₂	1	90	90.00
T ₂	2	90	
T ₂	3	100	
T ₂	4	80	
T ₂	5	90	
T ₃	1	80	80.00
T ₃	2	80	
T ₃	3	80	
T ₃	4	80	
T ₃	5	70	
T ₄	1	90	92.00
T ₄	2	90	
T ₄	3	100	
T ₄	4	90	
T ₄	5	90	

T ₅	1	90	
T ₅	2	90	
T ₅	3	100	92.00
T ₅	4	90	
T ₅	5	90	
T ₆	1	90	
T ₆	2	90	
T ₆	3	90	92.00
T ₆	4	90	
T ₆	5	100	
T ₇	1	80	
T ₇	2	90	
T ₇	3	90	86.00
T ₇	4	80	
T ₇	5	90	
T ₈	1	80	
T ₈	2	90	
T ₈	3	80	82.00
T ₈	4	80	
T ₈	5	80	

Se consideró al T₁: fase de luna llena e injerto en púa central; T₂: fase de cuarto menguante e injerto en púa central; T₃: fase de luna nueva e injerto en púa central; T₄: fase de cuarto creciente e injerto en púa central; T₅: fase de luna llena e injerto en púa lateral (momia); T₆: fase de cuarto menguante e injerto en púa lateral (momia); T₇: fase de luna nueva e injerto en púa lateral (momia) y T₈: Fase de cuarto creciente e injerto en púa lateral (momia).

Cuadro 31. Morfometría y volumen radicular el injerto de cacao Clon ICS-95.

Tratamiento	Repetición	Diámetro injerto (mm)	Volumen radicular (cm ³)
T ₁	1	7.28	14
T ₁	2	5.29	17
T ₁	3	6.83	19
T ₁	4	6.10	17
T ₁	5	5.56	14
T ₁	6	6.12	17
T ₁	7	5.35	12
T ₁	8	5.69	18
T ₁	9	6.26	17
T ₁	10	6.13	20
T ₂	1	5.54	12
T ₂	2	6.78	14
T ₂	3	5.35	15
T ₂	4	5.67	11
T ₂	5	5.40	10
T ₂	6	5.62	21
T ₂	7	5.33	9
T ₂	8	5.28	11
T ₂	9	6.27	6
T ₂	10	6.35	19
T ₃	1	8.01	13
T ₃	2	5.15	10

T ₃	3	6.25	22
T ₃	4	4.8	12
T ₃	5	7.14	11
T ₃	6	6.19	18
T ₃	7	5.81	14
T ₃	8	5.36	17
T ₃	9	5.44	12
T ₃	10	5.03	9
T ₄	1	7.72	24
T ₄	2	5.43	20
T ₄	3	6.01	26
T ₄	4	6.45	15
T ₄	5	5.48	16
T ₄	6	6.86	20
T ₄	7	6.16	16
T ₄	8	7.01	14
T ₄	9	5.85	13
T ₄	10	6.32	22
T ₅	1	7.75	11
T ₅	2	6.24	11
T ₅	3	5.20	11
T ₅	4	6.19	10
T ₅	5	6.89	21
T ₅	6	6.22	18
T ₅	7	5.38	11

T ₅	8	4.77	11
T ₅	9	6.04	18
T ₅	10	6.12	12
T ₆	1	6.35	7
T ₆	2	5.57	11
T ₆	3	4.27	8
T ₆	4	4.44	5
T ₆	5	5.30	6
T ₆	6	3.12	6
T ₆	7	4.98	5
T ₆	8	5.29	8
T ₆	9	6.64	11
T ₆	10	5.68	7
T ₇	1	5.67	11
T ₇	2	4.36	9
T ₇	3	5.01	3
T ₇	4	6.90	9
T ₇	5	6.79	18
T ₇	6	5.30	13
T ₇	7	5.13	11
T ₇	8	6.44	6
T ₇	9	7.68	13
T ₇	10	5.28	13
T ₈	1	5.70	12

T ₈	2	6.44	11
T ₈	3	5.99	12
T ₈	4	5.13	9
T ₈	5	6.61	10
T ₈	6	6.35	13
T ₈	7	7.14	13
T ₈	8	5.63	10
T ₈	9	5.20	10
T ₈	10	6.6	10

Se consideró al T₁: fase de luna llena e injerto en púa central; T₂: fase de cuarto menguante e injerto en púa central; T₃: fase de luna nueva e injerto en púa central; T₄: fase de cuarto creciente e injerto en púa central; T₅: fase de luna llena e injerto en púa lateral (momia); T₆: fase de cuarto menguante e injerto en púa lateral (momia); T₇: fase de luna nueva e injerto en púa lateral (momia) y T₈: Fase de cuarto creciente e injerto en púa lateral (momia).

Cuadro 32. Número de hojas en el injerto de cacao Clon ICS-95.

Tratamiento	Repetición	Cantidad de hojas
T ₁	1	8
T ₁	2	24
T ₁	3	18
T ₁	4	11
T ₁	5	23
T ₁	6	16
T ₁	7	8
T ₁	8	20
T ₁	9	19
T ₁	10	18
T ₂	1	13
T ₂	2	10
T ₂	3	14
T ₂	4	7
T ₂	5	9
T ₂	6	8
T ₂	7	11
T ₂	8	11
T ₂	9	8
T ₂	10	15
T ₃	1	12
T ₃	2	14
T ₃	3	6

T ₃	4	13
T ₃	5	18
T ₃	6	10
T ₃	7	11
T ₃	8	16
T ₃	9	12
T ₃	10	12
T ₄	1	12
T ₄	2	16
T ₄	3	8
T ₄	4	22
T ₄	5	15
T ₄	6	7
T ₄	7	20
T ₄	8	12
T ₄	9	12
T ₄	10	12
T ₅	1	8
T ₅	2	15
T ₅	3	11
T ₅	4	13
T ₅	5	10
T ₅	6	10
T ₅	7	12
T ₅	8	10
T ₅	9	7

T ₅	10	11
T ₆	1	14
T ₆	2	13
T ₆	3	13
T ₆	4	10
T ₆	5	11
T ₆	6	12
T ₆	7	18
T ₆	8	15
T ₆	9	11
T ₆	10	14
T ₇	1	11
T ₇	2	13
T ₇	3	15
T ₇	4	14
T ₇	5	9
T ₇	6	12
T ₇	7	4
T ₇	8	14
T ₇	9	7
T ₇	10	16
T ₈	1	15
T ₈	2	16
T ₈	3	11
T ₈	4	13

T ₈	5	17
T ₈	6	11
T ₈	7	7
T ₈	8	10
T ₈	9	19
T ₈	10	14

Se consideró al T₁: fase de luna llena e injerto en púa central; T₂: fase de cuarto menguante e injerto en púa central; T₃: fase de luna nueva e injerto en púa central; T₄: fase de cuarto creciente e injerto en púa central; T₅: fase de luna llena e injerto en púa lateral (momia); T₆: fase de cuarto menguante e injerto en púa lateral (momia); T₇: fase de luna nueva e injerto en púa lateral (momia) y T₈: Fase de cuarto creciente e injerto en púa lateral (momia).

Cuadro 33. Biomasa de los plantones injertados de cacao Clon ICS-95.

Tratamiento	Repetición	B. hojas (g)	B. tallo (g)	B. raíz (g)
T ₁	1	2.68	4.66	3.65
T ₁	2	8.42	9.02	7.22
T ₁	3	6.18	7.78	5.76
T ₁	4	3.88	5.68	4.55
T ₁	5	8.02	8.84	6.46
T ₁	6	4.96	5.86	4.24
T ₁	7	2.88	5.12	4.00
T ₁	8	7.12	8.12	5.35
T ₁	9	6.64	7.46	5.13
T ₁	10	6.32	6.86	4.74
T ₂	1	6.42	9.64	6.12
T ₂	2	5.14	7.64	5.35
T ₂	3	6.48	9.78	6.32
T ₂	4	3.34	5.67	3.22
T ₂	5	4.52	6.81	5.10
T ₂	6	3.88	6.56	3.92
T ₂	7	5.40	7.92	5.54
T ₂	8	5.22	8.42	5.67
T ₂	9	3.94	6.12	4.50
T ₂	10	7.36	9.94	6.46
T ₃	1	5.08	6.95	5.28
T ₃	2	6.12	8.68	6.18

T ₃	3	2.42	5.21	3.36
T ₃	4	5.74	7.56	5.68
T ₃	5	7.96	9.67	7.10
T ₃	6	3.98	5.72	3.82
T ₃	7	4.44	6.34	4.76
T ₃	8	6.82	9.33	6.42
T ₃	9	5.10	6.11	4.60
T ₃	10	4.94	7.13	5.10
T ₄	1	4.22	6.94	5.70
T ₄	2	5.66	8.81	7.30
T ₄	3	2.84	4.79	3.60
T ₄	4	7.98	8.54	7.68
T ₄	5	5.74	7.46	5.94
T ₄	6	2.38	4.48	3.26
T ₄	7	6.62	7.77	6.64
T ₄	8	4.24	5.32	4.16
T ₄	9	3.98	5.67	4.78
T ₄	10	3.64	6.52	5.44
T ₅	1	3.12	3.34	3.28
T ₅	2	5.62	6.59	6.74
T ₅	3	4.22	3.48	3.45
T ₅	4	4.92	6.27	6.40
T ₅	5	4.12	3.76	3.76
T ₅	6	3.86	4.32	4.54
T ₅	7	4.58	5.57	5.46

T ₅	8	3.94	4.08	4.24
T ₅	9	2.54	2.95	2.58
T ₅	10	4.38	5.14	5.25
T ₆	1	4.02	3.86	2.85
T ₆	2	3.58	3.67	2.66
T ₆	3	2.98	2.66	1.74
T ₆	4	2.22	1.98	1.12
T ₆	5	2.86	3.22	2.10
T ₆	6	3.18	3.54	2.34
T ₆	7	4.78	4.81	3.86
T ₆	8	4.22	4.52	3.55
T ₆	9	3.30	2.22	1.38
T ₆	10	3.86	4.12	3.20
T ₇	1	4.42	3.56	2.78
T ₇	2	4.88	4.08	3.84
T ₇	3	5.54	5.45	5.65
T ₇	4	5.12	4.77	4.36
T ₇	5	3.26	3.86	3.25
T ₇	6	4.66	4.23	4.28
T ₇	7	1.32	2.94	1.96
T ₇	8	5.24	4.98	4.64
T ₇	9	2.88	3.36	2.44
T ₇	10	6.08	5.67	5.90
T ₈	1	4.38	4.76	3.88

T ₈	2	4.74	4.85	4.34
T ₈	3	3.34	3.44	2.56
T ₈	4	3.74	3.87	3.10
T ₈	5	4.98	5.38	4.76
T ₈	6	3.16	2.84	2.25
T ₈	7	2.12	1.95	1.15
T ₈	8	2.90	2.58	1.65
T ₈	9	5.56	5.67	5.45
T ₈	10	4.18	3.96	3.26

Se consideró al T₁: fase de luna llena e injerto en púa central; T₂: fase de cuarto menguante e injerto en púa central; T₃: fase de luna nueva e injerto en púa central; T₄: fase de cuarto creciente e injerto en púa central; T₅: fase de luna llena e injerto en púa lateral (momia); T₆: fase de cuarto menguante e injerto en púa lateral (momia); T₇: fase de luna nueva e injerto en púa lateral (momia) y T₈: Fase de cuarto creciente e injerto en púa lateral (momia).

Cuadro 34. Área foliar de los injertos de cacao Clon ICS-95.

Tratamiento	Repetición	Peso fresco (g)	Área foliar (cm ²)
T ₁	1	7.40	5.25
T ₁	2	21.48	15.23
T ₁	3	15.86	11.25
T ₁	4	9.94	7.05
T ₁	5	20.00	14.18
T ₁	6	14.64	10.38
T ₁	7	7.80	5.53
T ₁	8	18.20	12.91
T ₁	9	16.78	11.90
T ₁	10	16.10	11.42
T ₂	1	13.68	10.86
T ₂	2	10.34	8.21
T ₂	3	14.60	11.59
T ₂	4	7.16	5.68
T ₂	5	9.26	7.35
T ₂	6	8.48	6.73
T ₂	7	11.52	9.14
T ₂	8	11.20	8.89
T ₂	9	8.68	6.89
T ₂	10	15.48	12.29
T ₃	1	11.20	9.03
T ₃	2	13.42	10.57
T ₃	3	5.86	4.61

T ₃	4	11.78	9.28
T ₃	5	16.86	13.28
T ₃	6	9.22	7.26
T ₃	7	10.06	7.92
T ₃	8	14.90	11.73
T ₃	9	11.34	8.93
T ₃	10	10.96	8.63
T ₄	1	11.12	8.97
T ₄	2	14.20	11.45
T ₄	3	7.56	6.10
T ₄	4	20.48	16.52
T ₄	5	14.26	11.50
T ₄	6	5.88	4.74
T ₄	7	18.64	15.03
T ₄	8	11.66	9.40
T ₄	9	10.98	8.85
T ₄	10	10.72	8.65
T ₅	1	7.74	5.30
T ₅	2	14.66	10.04
T ₅	3	10.70	7.33
T ₅	4	12.68	8.68
T ₅	5	9.94	6.81
T ₅	6	9.46	6.48
T ₅	7	11.72	8.03
T ₅	8	9.68	6.63
T ₅	9	6.78	4.64

T ₅	10	10.64	7.29
T ₆	1	9.34	8.57
T ₆	2	8.36	7.67
T ₆	3	7.42	6.81
T ₆	4	7.52	6.90
T ₆	5	6.64	6.09
T ₆	6	7.24	6.64
T ₆	7	12.20	11.19
T ₆	8	10.26	9.41
T ₆	9	7.04	6.46
T ₆	10	8.98	8.24
T ₇	1	9.20	6.76
T ₇	2	10.84	7.97
T ₇	3	13.74	10.10
T ₇	4	11.50	8.46
T ₇	5	7.24	5.32
T ₇	6	9.92	7.29
T ₇	7	3.34	2.46
T ₇	8	12.12	8.91
T ₇	9	5.24	3.85
T ₇	10	13.86	10.19
T ₈	1	12.18	10.32
T ₈	2	12.26	10.39
T ₈	3	7.96	6.75
T ₈	4	9.82	8.32

T ₈	5	13.10	11.10
T ₈	6	7.72	6.54
T ₈	7	4.60	3.90
T ₈	8	7.32	6.20
T ₈	9	14.02	11.88
T ₈	10	10.72	9.08

Se consideró al T₁: fase de luna llena e injerto en púa central; T₂: fase de cuarto menguante e injerto en púa central; T₃: fase de luna nueva e injerto en púa central; T₄: fase de cuarto creciente e injerto en púa central; T₅: fase de luna llena e injerto en púa lateral (momia); T₆: fase de cuarto menguante e injerto en púa lateral (momia); T₇: fase de luna nueva e injerto en púa lateral (momia) y T₈: Fase de cuarto creciente e injerto en púa lateral (momia).

Anexo B. Panel fotográfico.



Figura 18. Varas yemeras empacadas de cacao Clon ICS-95.



Figura 19. Varas yemeras del cacao Clon ICS-95.



Figura 20. Desarrollo de las primeras yemas.



Figura 21. Brotes nuevos en el injerto púa central.



Figura 22. Injertos prendidos en púa lateral “momia” con brote de las hojas del injerto o color verde de la vara yemera al realizar el raspado.



Figura 23. Injertos no prendidos en púa central con tejido seco de la vara yemera injertada o color marrón oscuro al realizar el raspado.



Figura 24. Injertos no prendidos en púa lateral “momia” con tejido seco de la vara yemera injertada o color marrón oscuro al realizar el raspado.



Figura 25. Evaluación del prendimiento de cacao Clon ICS-95 en la parcela experimental.



Figura 26. Evaluación de la biomasa del injerto de cacao Clon ICS-95.



Figura 27. Aplicación del método del sacabocado para estimar área foliar.



Figura 28. Visita a la parcela experimental por parte del presidente de jurado:
Dr. Hugo Alfredo Huamaní Yupanqui.



Figura 29. Panel informativo de la tesis en la parcela experimental.

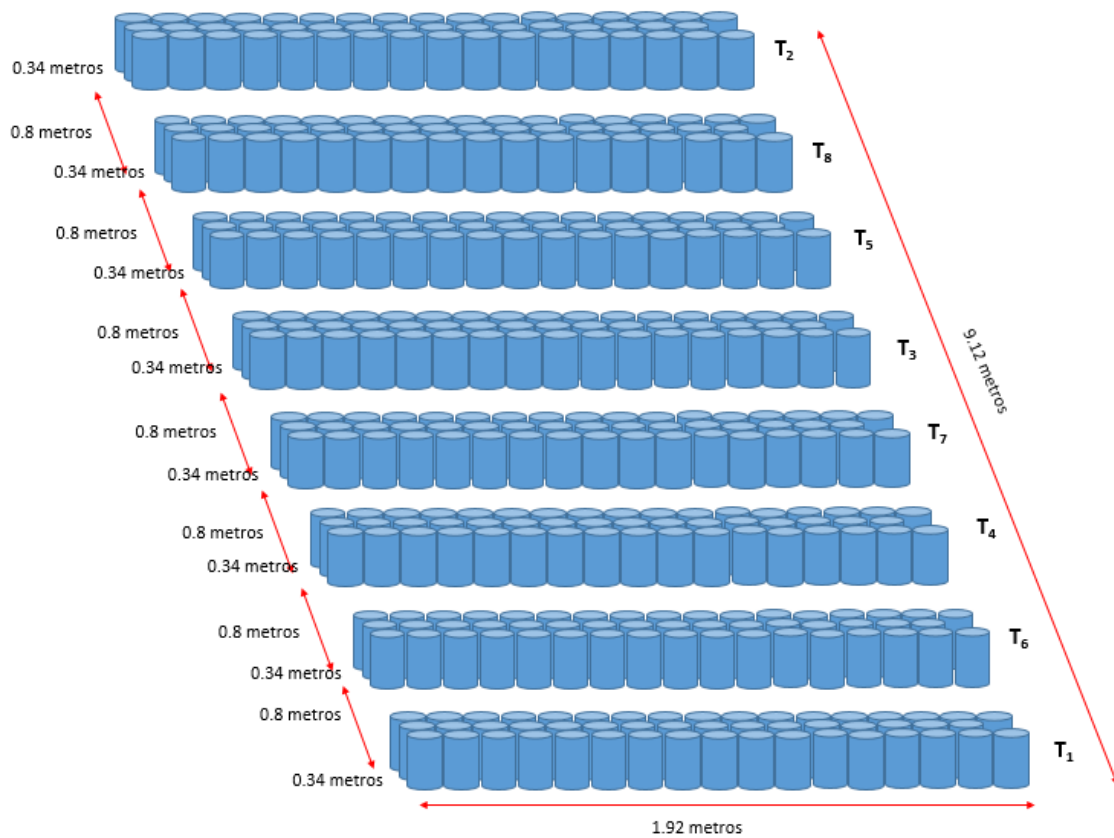


Figura 30. Croquis de la parcela experimental.

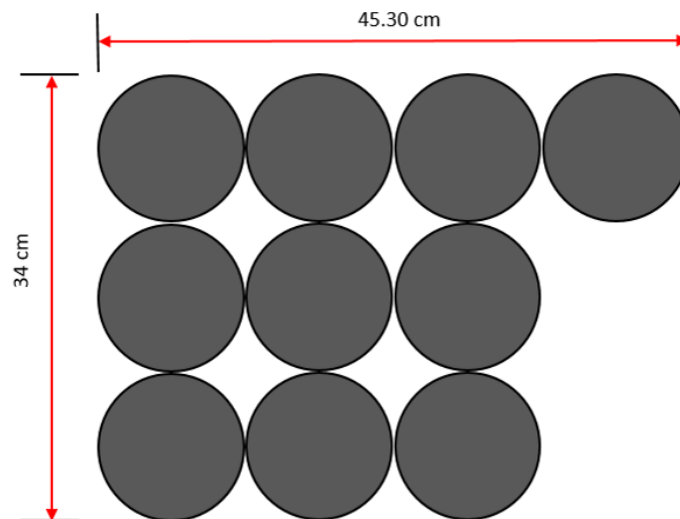


Figura 31. Distribución de la unidad experimental.

Anexo C. Mapa

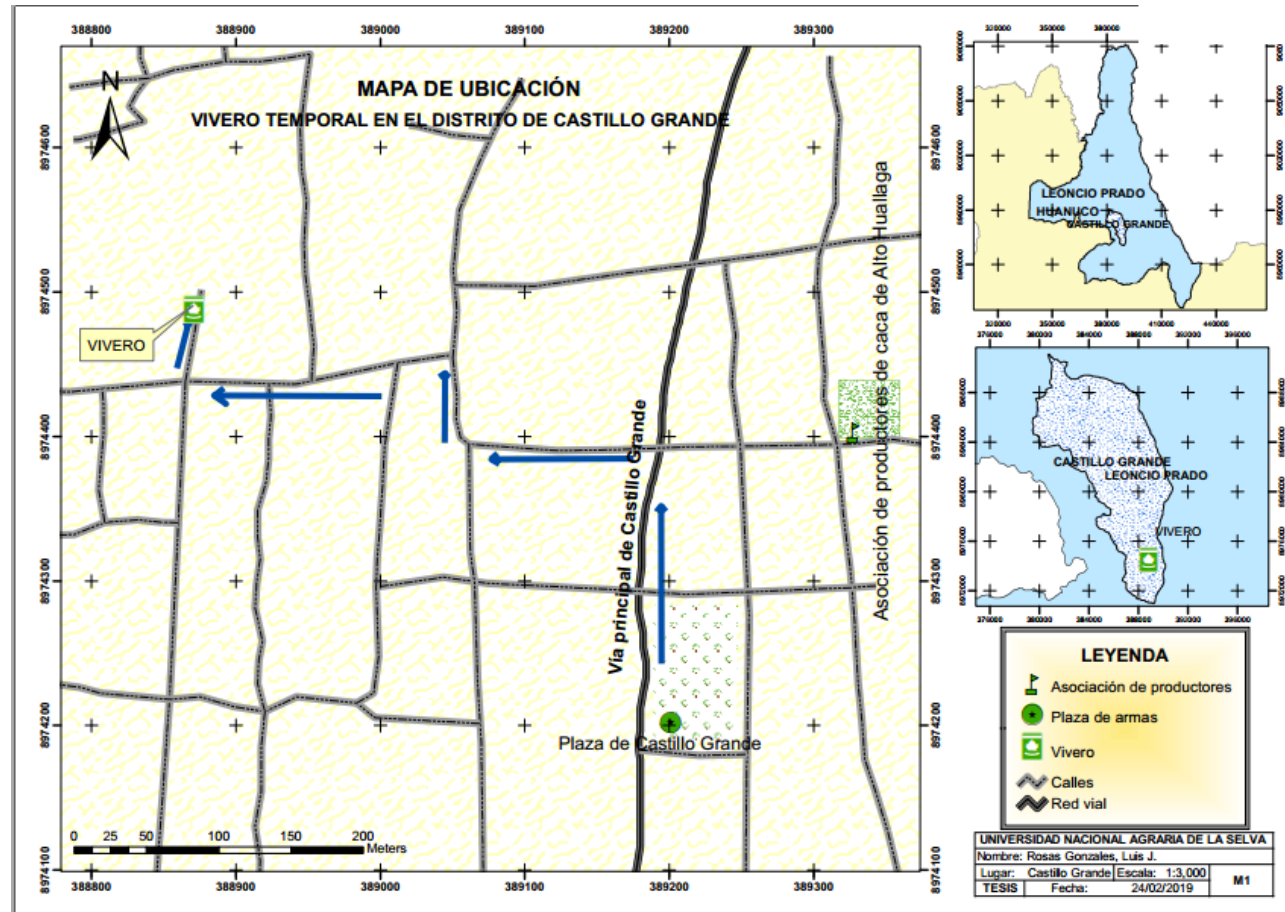


Figura 32. Ubicación del lugar de ejecución del experimento.