

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL
DE HUAMANGA**

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROFORESTAL



Fases lunares y tipos de injertos en la propagación de cacao

(*Theobroma cacao* L.), vivero Pichari Alta

620 msnm, Cusco, 2018

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO AGROFORESTAL**

PRESENTADO POR:

Julio César Huaranca Aspur

Ayacucho – Perú

2019

A Dios, por haberme permitido llegar hasta este punto y darme salud para lograr mis objetivos

A mis padres: Julio Huarancca Anchahua y Sunilda Aspur Cisneros; quienes me guiaron y me dieron ejemplo de vida en todo momento para seguir estudiando.

A mis sobrinos: Danisa, Thais, Marco, Sulamita, Jordan, Usiel, Kiara.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, especialmente a la Escuela Profesional de Ingeniería Agroforestal, por haberme aceptado y abierto las puertas de su seno científico para poder estudiar mi carrera.

A mi asesor Ing. Juan Aníbal Galindo Galindo, a quien hago llegar mi reconocimiento sincero, por brindarme el tiempo necesario para el desarrollo de este trabajo de investigación y guiarme para concluirla satisfactoriamente.

A la comisión revisora, presidido por el M.Sc Fortunato Álvarez Aquis e integrada por los profesores: Ing. Juan Galindo Galindo, M.Sc. Yuri Gálvez Gastelú e Ing. Pelayo Carrillo Medina, quienes tuvieron la paciencia de revisar mi trabajo de investigación.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice general.....	iv
Índice de tablas	vi
Índice de figuras.....	vii
Índice de anexos.....	viii
RESUMEN	9
INTRODUCCIÓN	11
 CAPÍTULO I	
MARCO TEÓRICO	
13	
1.1. Antecedentes del trabajo de investigación	13
1.2. El cultivo de cacao	16
1.2.1. Origen de la planta de cacao	16
1.2.2. Taxonomía del cacao	17
1.2.3. Descripción morfológica del árbol de cacao.....	17
1.2.4. Variedades en el cultivo de cacao	21
1.2.5. Condiciones edafoclimáticas para el cultivo de cacao.....	22
1.2.6. Propagación del cacao.....	25
1.3. Estudio de las fases lunares.....	31
1.3.1. Las caras de la luna.....	31
1.3.2. El ciclo lunar	32
1.3.3. Fases de la luna	32
1.3.4. Incidencia de las fases de la luna sobre las plantas.....	33
1.3.5. Dinámica del movimiento de la savia en las plantas durante las diferentes fases lunares	34
1.3.6. Influencia de las fases lunares en la relación planta, insectos y microorganismos	35
 CAPÍTULO II	
METODOLOGÍA	
37	
2.1. Problemática del trabajo de investigación	37

2.2.	Del lugar del ensayo.....	37
2.3.	Material genético empleado	42
2.4.	Metodología experimental	42
2.5.	Instalación y conducción del experimento.....	43
2.6.	Parámetros evaluadas	47
2.7.	Análisis estadísticos efectuados	48

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN	49	
3.1.	Días al brotamiento de los tipos de injertos en plantas de cacao	49
3.2.	Porcentaje de prendimiento de los tipos de injertos.....	52
3.3.	Diámetro de los brotes de los injertos (mm).....	55
3.4.	Longitud del brote de los injertos (cm).....	56
3.5.	Número de hojas de plantas injertadas de cacao	58
CONCLUSIONES	61	
RECOMENDACIONES	62	
REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA	63	
ANEXOS.....	66	

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 2.1. Datos climatológicos correspondientes a la campaña agrícola 2017...	39
Tabla 2.2. Combinación de los factores en estudio.....	43
Tabla 2.3. Fechas de injertación en cada tratamiento.....	46
Tabla 3.1. Análisis de varianza de días al brotamiento de los injertos, bajo la influencia de fases lunares y tipos de injerto, en el cultivo de cacao..	49
Tabla 3.2. Análisis de varianza del porcentaje de prendimiento de injertos, bajo la influencia de fases lunares y tipos de injerto, en el cultivo de cacao.....	53
Tabla 3.3. Análisis de varianza del diámetro de brotes de los injertos, bajo la influencia de fases lunares y tipos de injerto, en el cultivo de cacao..	55
Tabla 3.4. Análisis de varianza de la longitud de brotes de los injertos, bajo la influencia de fases lunares y tipos de injerto, en el cultivo de cacao..	56
Tabla 3.5. Análisis de varianza de la longitud del número de hojas de los injertos, bajo la influencia de fases lunares y tipos de injerto, en el cultivo de cacao.....	58

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1.1. Las fases lunares y la dinámica de la savia en las plantas.....	35
Figura 2.1. Temperaturas ombrotermicas y balance hídrico, correspondiente a la campaña agrícola 2017 estación meteorológica de Pichari – La convención – Cusco.....	40
Figura 2.2. Ubicación del Vivero Pichari Alta	41
Figura 2.3. Distribución y croquis del experimento	44
Figura 3.1. Prueba de Tukey de días al brotamiento de los tipos de injertos en cada fase lunar, en el cultivo de cacao.....	50
Figura 3.2. Prueba de Tukey de días al brotamiento de las fases de lunación en cada clase de injertos, en el cultivo de cacao.....	51
Figura 3.3. Prueba de Tukey del porcentaje de prendimiento de los injertos en cada fase de lunación, en el cultivo de cacao.....	53
Figura 3.4. Prueba de Tukey de la longitud de brotes de los injertos en cada fase lunar, en el cultivo de cacao.....	57
Figura 3.5. Prueba de Tukey del número de hojas del injerto en cada fase lunar a los 56 días después del injerto, en el cultivo de cacao.....	59

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Momentos y tipos de injertos en el cacao por los agricultores del VRAEM	67
Anexo 2. Calendario de las fases lunares, correspondiente al año 2018.....	70
Anexo 3. Panel fotográfico.....	71

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se ejecutó en las instalaciones del vivero de Pichari Alta, ubicado en jurisdicción del distrito de Pichari, provincia de La Convención y región del Cusco, con el objetivo general de evaluar la influencia de las fases lunares y tipos de injertos en la propagación de cacao, bajo condiciones de vivero Pichari Alta a 620 msnm, Pichari, Cusco. El ensayo se condujo bajo un diseño completo al azar (DCA) con 8 tratamientos, con arreglo factorial, cuatro fases lunares (luna nueva, cuarto creciente, luna llena y cuarto menguante) y dos tipos de injertos (púa central y púa lateral), con tres repeticiones. Cada tratamiento estuvo conformado por 12 plantas de cacao, haciendo un total de 288 plantas. Los resultados del experimento permitieron arribar a las siguientes conclusiones. Las fases lunares si tienen influencia en la propagación vegetativa por injerto del cacao, siendo las fases de luna llena y cuarto menguante presentaron resultados favorables para los parámetros evaluados, días de brotación con 14.7 y 15.3 días después del injerto, porcentaje de prendimiento con 99.6% y 98.3%, longitud de brotes con 13.7cm y 15cm, número de hojas con 7.8 y 8.8 hojas por planta, respectivamente; y en cuanto a la luna nueva y cuarto creciente los resultados fueron menores para todo los parámetros evaluados. Los tipos de injerto de púa central y púa lateral, es indistinto estadísticamente para los parámetros evaluados, días a brotación, porcentaje de prendimiento, número de hojas, diámetro de brote y longitud de brote; sin embargo, cuantitativamente supera el injerto púa central. Los tratamientos que obtuvieron mejores resultados en la propagación vegetativa del cacao, sobresalieron la interacción de la fase de luna llena con injerto de púa central, y la interacción de la misma fase lunar con injerto de púa lateral.

Palabras clave: Fases lunares, *Theobroma cacao* L. e injerto.

INTRODUCCIÓN

El *Theobroma cacao* L. es una planta originaria de la cuenca del alto amazonas, límite fronterizo de Colombia, Ecuador, Perú, Bolivia y Brasil, región donde se encuentra la mayor variación de la especie (Motamayor, 2002).

En la Amazonía peruana particularmente en los departamentos de San Martín, Ucayali, Cusco, Ayacucho, Junín y Huánuco, existen condiciones climáticas que favorecen el crecimiento y desarrollo del cacao (ICT, 2004). Este cultivo tiene una superficie sembrada de 91, 497 ha (MINAG, 2012).

Conocer la influencia de las fases lunares y tipos de injertos en la masificación del cultivo de cacao es de suma importancia para los agricultores de cacao del ámbito del Valle de Río Apurímac, Ene y Mantaro, VRAEM; en la actualidad se ha dejado de lado las costumbres ancestrales donde nuestros antepasados consideraban a la luna como una deidad que regía en la vida cotidiana y en las labores del campo.

Las dificultades de obtener plántones de calidad de cacao injertado, es cotidiano en el distrito de Pichari, Cusco; razón por la cual los agricultores tienen problemas en la masificación de sus plantaciones, donde las instalaciones de los cacaotales con plantas no garantizadas contribuyen a la proliferación de plagas y enfermedades que conducen al deficiente crecimiento y desarrollo de las plantaciones de cacao. Según la experiencia de ciertos agricultores de la zona, existen aún la tradición de realizar las actividades de plantaciones y los injertos en el cultivo de cacao relacionando con las fases lunares, con la finalidad de producir plántones de calidad; frente a ésta realidad, se ha planteado los siguientes objetivos:

Objetivo general

Evaluar la influencia de las fases lunares y tipos de injerto en la propagación de cacao, bajo condiciones de vivero Pichari Alta a 620 msnm, Pichari, Cusco.

Objetivos específicos

1. Evaluar la influencia de las fases lunares en la propagación vegetativa del cacao, bajo condiciones de vivero Pichari Alta.
2. Evaluar la influencia de los tipos de injertos en la propagación vegetativa del cacao, bajo condiciones de vivero Pichari Alta.
3. Identificar los mejores tratamientos de propagación vegetativa del cacao, bajo condiciones de vivero Pichari Alta.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1 ANTECEDENTES DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

González (2017) en la investigación incidencia de las fases lunares en el prendimiento y desarrollo del cacao clon CCN-51 bajo diferentes tipos de injertos en Tocache, San Martín, los resultados obtenidos indican que el injerto inserción lateral (momia) obtuvo el mayor porcentaje de prendimiento en todas las fases lunares. El injerto tipo parche obtuvo el mayor promedio en altura de brote y número de hojas en la fase lunar del cuarto menguante. El injerto tipo parche obtuvo el mayor promedio del diámetro de brote en la fase del cuarto menguante.

Vela (2014) en "Influencia de las fases lunares en la propagación vegetativa del injerto tipo momia (Púa lateral) usando el clon CCN-51 en vivero en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.), en el distrito de Morales San Martín", fue llevada a cabo con la finalidad de evaluar la influencia de las fases lunares en el proceso de la injertación tipo momia y prendimiento del clon CCN-51 en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.), y determinar cuál de las fases lunares tiene mayor influencia en el proceso de la injertación y prendimiento. Los resultados obtenidos indican que la fase de la luna llena fue el tratamiento más determinante en comparación con las demás fases lunares y tuvo mayor influencia en el proceso de injertación y prendimiento del clon CCN-51 en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) en fase de vivero. Su influencia se tradujo en un incremento del porcentaje de prendimiento (92%), en un mayor número de brotes (4,49) en plantas injertadas y prendidas a los 90 días, mayor número de hojas (24,2) y mayor crecimiento del injerto (27,3 cm).

En la investigación de Unaicho (2014) titulado "evaluación de prendimiento de injerto de (*Theobroma cacao* L.) del cacao trinitario utilizando la influencia lunar en el Cantón Pujili año 2013" en Ecuador, donde empleó es el diseño completamente al azar (DCA)

con cuatro tratamientos, siete repeticiones y 10 unidades experimentales, donde llega al resultado en análisis económico el mayor beneficio neto se registró en la fase luna nueva.

Se deduce que en la luna nueva tubo bueno resultados con las variables planteadas, en injerto tipo nómina y luna nueva que hubo mayores ingresos económicos, que recomienda realizar en esta fase de luna como el mejor de sus tratamientos.

Acosta & Jaramillo (2001) en Costa Rica evaluó el crecimiento de las plantas de papaya en las diferentes fases de la luna, donde se midió la altura de la planta, el diámetro del tallo, y el número de hojas por planta tanto en vivero como en campo, así como también la germinación y la supervivencia. Los resultados demostraron que las semillas de papaya presentan un mayor porcentaje de germinación en la fase de luna nueva (57.5%), seguido por la fase de luna llena (40.8%) en cultivo de vivero. En cuanto a la altura, el diámetro en tallo y número de hojas, fue mayor en la fase de cuarto menguante.

Echeverria (2013) en “evaluación del prendimiento del injerto de naranjilla (*Solanum quitoense*) en dos porta injertos (*solanum arboreum*, *solanum hirtum*) en las cuatro fases lunares en la zona agroecológica de Caluma” en Ecuador. En el efecto del ciclo lunar ejerció influencia en el crecimiento y desarrollo de los injertos, recomienda realizar la propagación asexual del cultivo de naranjilla mediante la práctica del injerto, en la fase lunar de cuarto menguante, pues proporcionó mayor prendimiento, desarrollo y sobrevivencia del huésped.

Los resultados reflejan que la germinación de las semillas presentó diferencias estadísticas significativas, siendo mayores en parcelas sembradas en las fases de cuarto creciente y luna nueva. La variable altura, largo y peso de mazorca, no presentaron diferencias significativas según fase lunar. En el variable diámetro del tallo se encontró diferencia significativa; las plantas sembradas en luna nueva presentaron el mayor diámetro. El daño causado por enfermedades y herbívoros presentó un resultado variable para las cuatro fases lunares. El peso promedio del maíz sembrado en la fase de luna nueva fue mayor que en las otras fases, contrario a la creencia popular de los productores de la región.

Guevara (2011) indica en la investigación "efecto de dos tipos de injerto de hendidura con tres tipos de vara yemera y con dos formas de protección en cacao (*Theobroma cacao* L.) en Santa Lucia- Aucayacu" en Tingo María indica que el porcentaje de plantas brotadas a los 30 días post injertación con el tipo de púa central fue de 79.05% y con el tipo de púa lateral fue de 71.01%. Los mejores prendimientos se lograron con el uso de la vareta basal (76.76 %) y vareta media (75.83 %) en comparación con vareta terminal (72.50%). La protección del injerto con bolsita evita la deshidratación de la varetas por lo que permite una mayor brotación (90.54 %) en comparación con la protección con cera (59.52 %).

El 36.7% de los injertos latentes observados a los 15 días post injertación llegaron a brotar, mientras que el 52.96 % murieron; y el 10.34 % permanecieron en latencia hasta los 30 días, el cual se atribuye al efecto de la luminosidad (95.40 horas sol) que genera el reposo de las yemas causado por los días cortos. Por otro lado, la alta mortalidad (21.91 %) de los injertos para todos los factores evaluados probablemente se vio influenciado por las condiciones de temperatura (25.17°C) y humedad (88.1%) (Guevara, 2011)

El número de brotes por injerto es independiente del tipo de injerto, y de los tipos de vara; pero varía en función de las formas de protección. El número de hojas y el área foliar varía en función del tipo de injerto, independientemente del uso de las varetas y de las formas de protección. La protección del injerto con bolsita permitió un mayor prendimiento y brotación; sin embargo, la prolongación de su uso hasta los 30 días conllevó a una menor cantidad de hojas, debido al efecto del ambiente interno generado por la bolsita que ocasionó cierta privación de oxígeno al brote y a sus primeras hojas. El mayor número de hojas muestra una relación directa con la mayor área foliar, por lo tanto, los mejores crecimientos en altura y diámetro coincidieron con la máxima producción de hojas. La altura y diámetro de las plantas injertadas variaron de acuerdo al tipo de injerto, el tipo de vara y las formas de protección, observándose los máximos crecimientos con el tipo de púa central, y el uso de vareta basal y media, con bolsita. La acumulación de biomasa en el injerto es dependiente de los tipos de injerto y de los tipos de vara; obteniéndose un mayor peso fresco y seco con el tipo de púa central y el uso de vareta basal y media; independientemente de las formas de protección al injerto (Guevara, 2011).

Echeverría (2013) tratamientos con el porcentaje de sobrevivencia más alto fueron: T4 (A1B4) *Solanum hirtum* + cuarto menguante con el 96,63%; y T8 (A2B4) *Solanum arboreum* + cuarto menguante con el 95,63% a los 120 días

Vásquez (2018) estudio tres híbridos (trueno, insignia y 505) y cuatro fases de luna (cuarto menguante, luna nueva, cuarto creciente, luna llena). Se evaluaron las variables altura de planta (7, 14, 21, 28, 35 y 42 días después de la siembra), longitud de mazorca, peso de la mazorca, rendimiento. De acuerdo a los resultados se concluyó: 1) El híbrido 505 alcanzó el mayor peso de la mazorca y rendimiento con un promedio 98 gramos, 431 granos y 4068 kg/ha respectivamente; 2) En cuanto a las fases lunares cuarto creciente presentó el mayor rendimiento con un promedio de 4252 kg/ha; 3) luna llena obtuvo el mayor peso de la mazorca con un promedio de 55 gramos; 4) El híbrido 505 tiene una alta productividad basado en alto rendimiento de grano y peso de mazorca en las fases lunares de creciente, llena y menguante, superando a los materiales Insignia y Trueno.

1.2 EL CULTIVO DE CACAO

1.2.1 Origen de la planta de cacao

El cacao, *Theobroma cacao* L. es una planta de origen americano; debido al sistema vida nómada que siempre llevaron los primeros habitantes de este continente, es prácticamente imposible decir a ciencia cierta, cuál fue su lugar de origen (Enriquez & Paredes, 1989)

De acuerdo con los estudios de Pound, Cheesman y otros, el cacao es originario de América del sur, en el área del alto amazonas, que comprende países como Colombia, Ecuador, Perú y Brasil. Es definitivamente en esa área donde se ha encontrado la mayor variabilidad de la especie. (Enriquez & Paredes, 1989)

Indudablemente ese centro de origen ha dado una enorme cantidad de material resistente a diferentes enfermedades y plagas, y ha producido los mejores padres para transmitir características deseables para este cultivo, sin embargo, hay otros centros de dispersión de la especie muy importantes, que han jugado un papel sobresaliente en la domesticación y cultivo del cacao. Quizá el centro más importante en este aspecto es Mesoamérica, que fue el lugar en donde los españoles lo encontraron cultivado, y

también la cuenca del río Orinoco, donde se han encontrado tipos genéticos muy importantes. (Enriquez & Paredes, 1989)

La calidad del material encontrado originalmente por los españoles en México y luego en Mesoamérica fue indudablemente una de las razones por las que, posteriormente, se popularizó tanto. En esta zona se encuentran los materiales criollos que más influenciaron el desarrollo del cultivo, como fuentes de material de mejoramiento para la mayoría de las áreas donde hoy en día se produce cacao de calidad. (Enriquez & Paredes, 1989). El nombre de cacao proviene del maya “Kaj” que quiere decir amargo y “Kab” que quiere decir jugo. Estas dos palabras al pasar fonéticamente al castellano, sufrieron una serie de transformaciones que dieron la palabra “cacaotal” que luego pasó a “cacao” (Enriquez & Paredes, 1989)

1.2.2. Taxonomía del cacao

Según Batista (2009) menciona: Linneo, en el año 1737, clasificó el cacao como *Theobroma cacao*. Luego, Benthán y Hooker, en 1862, dieron una clasificación definitiva como especie de la familia Sterculiaceae, la cual actualmente pertenece al orden de las Malvales.

Según Salvador, Espinoza, & Rojas (2012) procede del griego “Theos” que significa Dios y “broma” alimento. Este nombre fue asignado por el botánico Linneo en referencia a la importancia de esta planta para los nativos americanos.

Reino	: Plantae
División	: Magnoliophyta
Clase	: Magnoliopsida
Orden	: Malvales
Familia	: Esterculiácea
Género	: Theobroma
Especie	: Cacao
Nombre científico	: <i>Theobroma cacao</i> L.

1.2.3 Descripción morfológica del árbol de cacao

El árbol del cacao normalmente alcanza una altura entre 6 a 8 metros, con excepción del cacao nacional del Ecuador y del amelonado de África Occidental, los que en ocasiones

alcanzan alturas hasta unos 12 metros. La altura del árbol depende de factores ambientales que influyen en el crecimiento. Cultivado con alta luminosidad el tamaño es más reducido que con exceso de sombra (Batista, 2009)

a) Sistema radicular

Con relación al sistema radicular, existe una zona de transición bien definida conocida como cuello de la raíz. En plantas reproducidas por semillas el sistema radicular está compuesto por una raíz principal denominada raíz pivotante o raíz primaria, la cual crece hacia abajo de forma recta (Batista, 2009). A partir de la raíz pivotante, inmediatamente debajo del cuello, se desarrollan la mayoría de las raíces secundarias a unos 15 a 20 cm de profundidad en la porción superior de la capa de humus. Éstas se extienden en forma horizontal a 5 y 6 metros del tronco del árbol, con raíces laterales que se dividen repetidamente. Las raíces secundarias que se encuentran en la parte inferior de la raíz pivotante, tienen un crecimiento hacia abajo en dirección a la roca madre o hacia la capa freática (Batista, 2009). Las plantas que son reproducidas por medios vegetativos o asexuales no desarrollan raíz pivotante, pero sí raíces primarias y secundarias, de crecimiento horizontal, según se describe en el párrafo anterior (Batista, 2009). La forma y desarrollo de las raíces del cacao dependen principalmente de la textura, estructura y consistencia del suelo, así como del modo de reproducción. En suelos profundos bien aireados su crecimiento puede alcanzar hasta 2 metros de profundidad; en suelos pedregosos su crecimiento es tortuoso. Cuando el suelo es de una estructura granular uniforme y de textura arcillosa, la raíz crece erecta o derecha (Batista, 2009)

b) Tallo y ramas del cacao

Batista (2009) las ramas del árbol de cacao, al igual que las de otras especies del género *Theobroma*, son dimórficas: Unas son de crecimiento vertical hacia arriba, denominadas ramas de crecimiento ortotrópico, y constituyen el tallo y/o los chupones. Otras son de crecimiento oblícuo hacia fuera, denominadas ramas de crecimiento plagiotrópico. Las plantas de cacao, reproducidas por semillas, desarrollan un tallo principal de crecimiento vertical que puede alcanzar 1 a 2 metros de altura a la edad de 12 a 18 meses. A partir de ese momento la yema apical detiene su crecimiento y del mismo nivel emergen de 3 a 5 ramas laterales. A este conjunto de ramas se le llama comúnmente verticilio u horqueta (Batista, 2009).

El cacao tipo criollo normalmente desarrolla un verticilio de 3 a 5 ramas laterales, las cuales presentan un espacio bien marcado entre sus puntos de origen. En el cacao forastero las ramas laterales del verticilio salen de un mismo punto. En ambos casos, cuando el árbol llega a adulto, las bases de las ramas laterales forman un solo anillo. Las ramas laterales se desarrollan formando un ángulo de 45° (Batista, 2009). Los troncos o tallos en su parte inferior solo producen hijos, llamados chupones basales, los cuales pueden producir en la base raíces verdaderas con el mismo hábito de crecimiento de las del tallo principal (Batista, 2009).

c) Las hojas del cacao

Durante su formación, crecimiento y estado adulto, las hojas exhiben pigmentaciones diferentes, cuya coloración varía desde muy pigmentadas hasta poca pigmentación. Generalmente, los tipos de cacao criollo y trinitario tienen pigmentación más coloreada que los del tipo forastero, los que son de muy poca pigmentación. En todos casos las hojas adultas son completamente verdes, de lámina simple, entera, de forma que va desde lanceolada a casi ovalada, margen entero, nervadura pinada, y ambas superficies glabras. El nervio central es prominente y el ápice de la hoja es agudo. Las hojas están unidas al tronco o a las ramas por medio a los pecíolos, siendo los del tronco más largos que los de las ramas. Las hojas tienen, tanto en la base como en la parte superior, una estructura abultada constituida por un tejido parenquimatoso, cargado de gránulos de almidón, denominada pulvino que, a consecuencia de estímulos de los rayos de luz solar, orientan las hojas mediante movimientos de rotación, buscando posición en relación con sus necesidades de luz (Batista, 2009). El tamaño de las hojas es variable; lo cual depende de caracteres genéticos y de su posición en el árbol. Las hojas de la periferia que están muy expuestas a la luz solar son más pequeñas que las que están ubicadas en el interior del árbol. Las hojas adultas del cacao criollo son más grandes que las del cacao forastero (Batista, 2009).

d) La inflorescencia y la flor en el cacao

Desde el punto de vista botánico, la inflorescencia del cacao es una cima decasiforme, la cual se forma directamente en la madera más vieja del tronco y de las ramas adultas del árbol y, de manera muy específica, en la base de una hoja, alrededor de la cicatriz y de la yema axilar que queda al caer la hoja. La inflorescencia, en su proceso de formación y crecimiento, se transforma en una masa densa que conforme se desarrolla

forma un cojín que agrupa entre 40 a 60 flores. Existe una marcada diferencia en el número de flores presentes en diferentes cojines de diferentes árboles, lo cual obedece a caracteres genéticos (Batista, 2009).

La flor del cacao es hermafrodita, pentámera, de ovario súpero, cuya fórmula floral es: $S_5, P_5, E_{5+5}, + G(5)$. Esto indica que la flor del cacao está constituida en su estructura floral por 5 sépalos, 5 pétalos; el androceo conformado por 10 filamentos de los cuales 5 son fértiles (estambres) y los otros 5 son infértiles (estaminoides); el gineceo (pistilo) está formado por un ovario súpero con 5 lóculos fusionado desde la base donde cada uno puede contener de 5 a 15 óvulos, dependiendo del genotipo (Batista, 2009).

e) El fruto del cacao

El fruto del cacao es el resultado de la maduración del ovario de la flor fecundada. En esta descripción es apropiado indicar que hay frutos que nunca maduran por falta de semillas y abortan; son llamados frutos partenocárpicos. Dentro de su clasificación botánica el fruto de cacao es una drupa normalmente conocido como mazorca. Tanto el tamaño como la forma de los frutos varían ampliamente dependiendo de sus características genéticas, el medio ambiente donde crece y se desarrolla el árbol, así como el manejo en la plantación. Las mazorcas de cacao por sus formas están clasificadas como: Amelonado, calabacillo, angoleta y cundeamor, variando según el tipo o la especie (Batista, 2009). El color también varía con muchas tonalidades, pero en realidad existen dos colores básicos, el verde y el color rojo. El color verde es específico del cacao forastero, mientras que los colores rojo y verde están presentes en el criollo y trinitario. Las superficies de las mazorcas se presentan desde lisas hasta fuertemente rugosas, con surcos superficiales o profundos y lomos individuales o pareados. Dependiendo de la variedad, los amelonados y calabacillos son de formas características del cacao forastero, mientras que las formas angoleta y cundeamor son representativas de los tipos criollo y trinitario en sus estados puros. Producto de la polinización cruzada ya se encuentra cualquier forma de mazorca en cualquiera de los tipos genéticos mencionados (Batista, 2009)

f) Semilla

Batista (2009), el fruto del cacao puede contener entre 20 a 60 semillas o almendras, cuyo tamaño y forma varían según el tipo genético. La semilla del cacao es más bien un

óvulo del interior del ovario de la flor fecundado y desarrollado, que luego de su desarrollo y maduración constituye la mazorca. En el cacao tipo criollo las semillas tienen de 3 a 4 cm de largo, casi ovaladas, alargadas, de color blanco o rosado más bien violeta pálido. En el cacao forastero, las semillas tienen de 2 a 3 cm de largo con formas aplanadas, redondeadas y de color violeta púrpura. La semilla del cacao está constituida por dos cotiledones y un embrión que está protegido por ambos cotiledones. El endosperma es sumamente reducido y toma la forma de una membrana conocida como testa, la cual es delgada y coriácea envuelta en su periferia por una pulpa ácida y azucarada que se llama mucílago (Batista, 2009)

1.2.4. Variedades en el cultivo de cacao

En el mundo existen diferentes variedades de cacao, originalmente eran sólo dos tipos; el criollo y el forastero, pero el cruce de estas dos especies dio origen al trinitario, y del cruce repetido entre ellos, se originaron los diferentes tipos de cacao que conocemos y utilizamos (Navarro & Mendoza, 2006).

a) Cacao criollo

Es originario de Centroamérica, Colombia y Venezuela. Se distingue por tener frutos de cáscara suave, con 10 surcos, combinando un surco profundo con otro de menor profundidad. Los lomos son brotados y borroñosos y terminan en una punta delgada. Las semillas son dulces y de color blanco a violeta. De esta variedad se produce el cacao fino o de mejor calidad. Actualmente no existe cacao criollo puro, sino lo que llamamos variedades acriolladas debido a que han tenido varios cruces con otras variedades (Navarro & Mendoza, 2006)

b) Cacao forastero

Es originario de América del sur y es el más cultivado en las regiones cacaoteras de África y Brasil. Se distingue porque tiene frutos de cáscara dura y más o menos lisa. Sus semillas o almendras son aplanadas de color morado y sabor amargo (Navarro & Mendoza, 2006)

c) Cacao trinitario

Surge del cruce del cacao criollo y forastero. Las mazorcas pueden ser de muchas formas y colores; las semillas son más grandes que las del cacao criollo y forastero; las

plantas son fuertes, de tronco grueso y hojas grandes. En la actualidad la mayoría de los cacaotales que existen en el mundo son trinitarios (Navarro & Mendoza, 2006).

d) Clones de cacao

Son plantas o grupos de plantas, con idéntico componente hereditario, que se ha derivado de una planta madre seleccionada, a través de la propagación asexual por estacas, acodos o injertos (García, 2000). Las principales características de los clones pertenecientes del VRAEM son:

d.1) Clon VRAE-99 (Valle del Río Apurímac y Ene)

Colección forastera, clon promisorio adaptado a suelos secos de la selva, color de mazorca; verde al estado inmaduro, amarillo al estado maduro pequeñas y redondas, peso de la semilla 0.9 gr, considerada como semilla pequeña, en comparación con las semillas de los demás clones estudiados. Forma de semilla en sección longitudinal: elíptica, forma de semilla en sección transversal: intermedia, fruto grande y ligeramente rugoso. Este clon es tolerante a las enfermedades de escoba de bruja, moniliasis y pudrición parda. Sembrados a alta densidad y conducidos con buen manejo técnico, puede alcanzar un rendimiento de 3000 Kglha; pero es un cacao de aroma media (Paredes, 2008)

d.2) Clon VRAE-15 (Valle del Río Apurímac y Ene)

Es un clon promisorio tipo forastero, adaptado a suelos húmedos de la selva, color de mazorca; rojo al estado inmaduro y rojo naranja cuando madura, peso de la semilla 1.3 gr y es considerada como semilla mediana, con una producción continua (todo el año), forma de semilla en sección longitudinal elíptica, forma de semilla en sección transversal aplanada, fruto grande y ligeramente rugoso. Este clon también es tolerante a las enfermedades de moniliasis, escoba de bruja y pudrición parda. Sembrados a alta densidad, según estudios realizados en Tingo María, puede alcanzar un rendimiento de 3000 kg/ha; pero es cacao de alta aroma (Paredes, 2008).

1.2.5. Condiciones edafoclimáticas para el cultivo de cacao

El crecimiento, desarrollo y la buena producción del cacao están estrechamente relacionados con las condiciones medioambientales de la zona donde se cultiva. Es por ello que los factores climáticos influyen en la producción de una plantación; por lo

tanto, las condiciones térmicas y de humedad deben ser satisfactorias para el cultivo por ser una planta perenne y que su periodo vegetativo como: la época de floración, brotamiento y cosecha está regulado por el clima, cuya relación del transcurso climático y el periodo vegetativo nos permite establecer los calendarios agroclimáticos. Las interacciones que existen entre la planta y el medio ambiente son difíciles de entender para mejorar el medio en que crece el cacao. Como un cultivo de trópico húmedo, el cacao es comercialmente cultivado entre las latitudes 15° N. y 15 S. del Ecuador. Excepcionalmente se encuentran en las latitudes sub tropicales a 23° y 25°S (Paredes, 2004).

Con relación a las necesidades térmicas, la temperatura es un factor de mucha importancia debido a su relación con el desarrollo, floración y fructificación del cultivo de cacao. La temperatura media anual debe ser alrededor de los 25°C. El efecto de temperaturas bajas se manifiesta en la velocidad de crecimiento vegetativo, desarrollo de fruto y en grado en la intensidad de floración (menor intensidad). Así mismo, controla la actividad de las raíces y de los brotes de la planta (Paredes, 2004).

Con relación a las necesidades edáficas, el crecimiento y la buena producción del cultivo de cacao no solo dependen de la existencia de las buenas condiciones físicas y químicas en los primeros 30 cm. De profundidad del suelo, donde se encuentra el mayor porcentaje de raíces fisiológicamente activas encargadas de la absorción de agua y nutrientes; sino también de las buenas condiciones físicas y químicas de los horizontes o capas inferiores del suelo que permitan una buena fijación de la planta y un crecimiento sin restricciones de la raíz principal que puede alcanzar hasta los 1.5 metros de profundidad si las condiciones del suelo lo permiten (Paredes, 2004). El drenaje del suelo, está determinado por las condiciones climáticas del lugar, la topografía, la susceptibilidad del área a sufrir inundación y la capacidad intrínseca del suelo para mantener una adecuada retención de humedad y disponer de una adecuada aireación (Paredes, 2004). El cacao se desarrolla eficientemente cuando el pH se encuentra en el rango de 6.0 a 6.5; permitiendo obtener buenos rendimientos. Sin embargo, también se adapta a rangos extremos desde los muy ácidos hasta los muy alcalinos cuyos valores oscilan de pH 4.5 hasta el pH de 8.5, donde la producción es decadente o muy deficiente, en estos suelos se debe aplicar correctivos (Paredes, 2004). La materia orgánica es uno de los elementos que favorece la nutrición del suelo y a través de ésta a

la planta. Su contenido en el suelo influye en las condiciones físicas y biológicas de la plantación. Así mismo, favorece la estructura del suelo posibilitando que éste se desmenuce con facilidad. Al mismo tiempo, evita la desintegración de los gránulos del suelo por efecto de las lluvias. Otro factor importante de la materia orgánica es que constituye el alimento del micro elementos del suelo que participan en forma activa en la formación y desarrollo del suelo. Producto de la descomposición de la materia orgánica en el suelo se obtiene el humus que constituye un depósito de calcio, magnesio y potasio (Paredes, 2004). Es otro elemento importante para el establecimiento de plantaciones de cacao, ya que una topografía accidentada impide la mecanización y la aplicación de técnicas modernas, además que estas zonas están sujetas a la erosión constante por efecto de las lluvias lo cual constituye un problema muy serio que ocasiona la pérdida de la capa arable del suelo. Con la finalidad de evitar que esto ocurra se deben realizar prácticas de conservación de suelos, como barreras vivas, barreras muertas, siembra a curvas a nivel, coberturas vegetales, etc.; Por lo general, en pendientes mayores al 15% las actividades agrícolas se realizan manualmente; en tanto que en pendientes menores se puede hacer uso de maquinarias y la aplicación de tecnologías moderna; se ha podido observar que la incidencia de la moniliasis es menor en terrenos con pendientes menores al 15% (Paredes, 2004).

Con relación a la luminosidad, la luz es otro de los factores ambientales de importancia para el desarrollo del cacao especialmente para la fotosíntesis, la cual ocurre a baja intensidad aun cuando la planta este a plena exposición solar; en la etapa de establecimiento del cultivo de cacao es recomendable la siembra de otras plantas para hacer sombra, debido a que las plantaciones jóvenes de cacao son afectadas por la acción directa de los rayos solares; para plantaciones ya establecidas, se considera que una intensidad lumínica menor del 50% del total de luz limita los rendimientos, mientras que una intensidad superior al 50% del total de luz los aumenta (Paredes, 2004).

Con relación a las necesidades hídricas, el cacao es una planta que necesita un adecuado suministro de agua para efectuar sus procesos metabólicos. En términos generales, la lluvia es el factor climático que más variaciones presenta durante el año. Su distribución varía notablemente de una a otra región y es el factor que determina las diferencias en el manejo del cultivo. La precipitación óptima para el cacao es de 1,600 a 2,500 mm

distribuidos durante todo el año. Las precipitaciones que excedan los 2,600 mm pueden afectar la producción del cultivo de cacao (Paredes, 2004).

De igual manera, el viento es el factor que determina la velocidad de evapotranspiración del agua en la superficie del suelo y de la planta. En las plantaciones expuestas continuamente a vientos fuertes se produce la defoliación o caída prematura de hojas. En plantaciones donde la velocidad del viento es del orden de 4 m/seg., y con muy poca sombra, es frecuente observar defoliaciones fuertes. Comparativamente, en regiones con velocidades de viento del 1 a 2 m/seg no se observa dicho problema (Paredes, 2004)

1.2.6. Propagación del cacao

Se obtienen individuos completos que proceden del desarrollo de embriones, que a su vez, se originaron por un proceso de fecundación. Los embriones están contenidos en el interior de las semillas (Pina, 2008). Es el método en la cual se utiliza semilla botánica o grano (almendra) para producir las nuevas plantas de cacao (MINAG, 2012).

a) Propagación 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. Preferentemente, las semillas deben ser adquiridas de campos productores oficiales. En caso de no contar con campos productores de semillas oficiales, se puede suplir esta carencia haciendo una buena selección de las “plantas madres” a partir de las cuales se obtendrá la semilla, (Paredes, 2004). La enfermedad que más estragos causa en el cacao es la moniliasis, seguido en importancia por la “Escoba de Bruja”. Con la finalidad de controlar y reducir el efecto pernicioso de estas enfermedades se ha encontrado en la tolerancia varietal una vía de solución y se ha contado con métodos bastante simples para seleccionar e identificar el material local tolerante. En toda plantación de cacao se encuentran árboles con características específicas a las que se denomina “plantas madre”, de donde se obtienen las semillas y varas yemas que conjuntamente con yemas provenientes de centros de producción o semilleros, servirán como fuente de propagación por injerto en chupones basales y plantones de viveros (Paredes, 2004).

La selección de las mazorcas, se hace cuando la planta alcanza su madurez, las semillas contenidas en su interior están fisiológicamente maduras y dispuestas a germinar, pero si el fruto sobre pasa la madurez se desarrolla la radícula en el interior. Se deben desechar las mazorcas pequeñas, deformadas por agentes externos como los insectos o la presión de ramas vecinas. Se escogerán mazorcas del tronco de las ramas primarias, pues ellas dan semillas uniformes y más vigorosas las que deben ser manipulados con mucho cuidado evitando el contacto con mazorcas enfermas y evitando los fuertes golpes (Paredes, 2004). Una vez abierta la mazorca, se debe evitar dañar la semilla; se divide en tres partes iguales; para seleccionar los granos más vigorosos, se escogen del tercio medio de la mazorca, desechando las semillas de los tercios extremos (Paredes, 2004). Se quita la pulpa a las semillas mediante frotación con cal, arena o aserrín. Luego se deja orear durante ocho horas aproximadamente, para posteriormente desinfectarlas y colocándolas en capas delgadas de aserrín (Paredes, 2004).

b) Propagación asexual

La propagación es realizada por medio de partes vegetativas de la planta. Este proceso no implica un cambio en la constitución genética de la nueva planta, ya que todas las características de la planta madre se mantienen en la nueva. Sin embargo, factores del clima, tipo de suelo, ataque de enfermedades pueden modificar la apariencia de la nueva planta en sus flores o de los frutos sin que se haya dado un cambio genético (MINAG, 2012). La propagación asexual del cacao se puede realizar por medio de estacas y por injerto. Este último no requiere instalaciones costosas y permite aprovechar el material vegetativo de la planta madre al máximo posible, (Rimache, 2008).

b.1) El injerto en el cacao

Consiste en juntar partes de la planta, de tal manera que se unen para continuar su crecimiento como una sola planta, que el injerto es un método de multiplicación vegetativa, que consiste en soldar una o más porciones de la variedad o cultivar que se desea reproducir en una planta de la misma especie o de una especie a fin, con el objetivo de obtener un nuevo individuo (Mainardi, 1996) y Pina (2008) afirma que el injerto es la operación por la que se unen tejidos procedentes de plantas distintas para formar una sola planta.

b.2) Características deseables en los portainjertos

Enciso y Villachica (1993) sostiene que las ventajas de la utilización de un patrón adecuado son múltiples, entre estas se pueden mencionar las siguientes:

- Mayor adaptabilidad a diferentes condiciones de suelo y clima.
- Mayor estabilidad en calidad de fruto y época de producción.
- Plantas más pequeñas y que producen más pronto que aquellas no injertadas.
- Resistente o tolerante a enfermedades fungosas, nematodos o virales.
- Posibilidad de utilizar para el injerto, material certificado libre de virus.

Hartman & Kester (1982), sostienen que en general, los patrones deben de provenir de viveros, donde los patrones deben tener de tres o cuatro meses de edad, y que las semillas hayan sido seleccionadas de frutos maduros, con la finalidad de obtener una mayor uniformidad. Diversos autores, citados por (Enciso y Villachica, 1993) consideran que en cítricos, el tipo de patrón utilizado es determinante en la manifestación de las características que presentan la combinación resultante. Así, el patrón influye en el vigor o crecimiento alcanzado por la planta injertada, en sus frutos y color de la cáscara. Todas estas consideraciones se deben tener en cuenta al seleccionar los patrones que formarán parte de la plantación, pues el éxito de ella depende de una gran parte del acierto en la selección.

b.3) Tipo de injerto usado en la propagación del cacao

Benito (1992) considera, que este método consiste, en unir una rama o yema a un portainjerto, de modo que el cambium del patrón y del injerto queden en contacto, para que se formen nuevos tejidos capaces de transportar; agua y nutrientes a través de la unión. Asegura que la propagación de cacao por injerto, es uno de los mejores medios para multiplicar las plantas madres, puesto que no requiere instalaciones y permite aprovechar el material vegetativo de las plantas madres al máximo posible. Paredes (2000) dice que con esta actividad se busca mejorar la producción de cacao en cantidad y calidad; encausando la rehabilitación, renovación de las plantaciones existentes, con la que se favorece la conservación de árboles precoces de alta fructificación. De los diferentes tipos de injerto conocidos, el más utilizado en vivero es el injerto de hendidura, lo mismo se describe a continuación:

Injerto púa central

Mendoza (2013) afirma que el injerto púa central consiste en insertar en el patrón una vara con tres yemas viables, las mismas que darán origen a la formación de ramas, las que con la poda de formación, darán lugar a la falsa horqueta. Para realizar este tipo de injerto se efectúan los siguientes pasos:

• Preparación del patrón

- ✓ Se corta horizontalmente la parte aérea del patrón (tallo) a una altura promedio entre 30-40 cm.
- ✓ A partir de este corte, se realiza otro corte vertical; por la parte céntrica del tallo del patrón, hasta 4cm aproximadamente hacia abajo

• Preparando las yemas

- ✓ Paralelamente se procede a preparar un segmento de vara (púa) que tenga tres yemas.
- ✓ Luego, hacer dos cortes laterales en el extremo inferior de la vara, de manera que se forme una cuña “púa”.

• Realizando el injerto, propiamente

- ✓ Esta cuña o púa se introduce en el tallo partido del patrón, haciendo coincidir el acople de las cortezas del patrón con la corteza de ésta. Generalmente, es poco probable encontrar varas y patrones del mismo grosor por lo que es suficiente que exista contacto entre cortezas en uno de los costados.
- ✓ Luego se procede a realizar el amarre utilizando rafia.
- ✓ Seguidamente, se cubre el injerto con una bolsa transparente de 5”x10” evitando el contacto directo con la yema.
- ✓ Posteriormente, el retiro de la bolsa se realiza cuando exista brote, pudiendo variar entre 16 a 20 días.
- ✓ Por último, realizar una fumigación preventiva contra el ataque de cualquier patógeno; hongos, insectos u otros.

Injerto púa lateral

A continuación se detalla cada pasos a seguir en este tipo de injerto, según nos indica el (INIAP, 2009)

- El día anterior coloque los patrones bajo techo plástico, para que, en caso de lluvias, se mantengan oreados.
- Descope el patrón para eliminar la mayor cantidad de hojas, deje 3 a 4 hojas y elimine las dos terceras partes de cada hoja.
- Elimine todas las hojas de la rama. De cada rama se puede obtener de dos a tres varetas con tres a cuatro yemas.
- Corte en forma de bisel el extremo basal de la vareta.
- Haga un corte en forma de lengüeta en el patrón bajo la cicatriz Introduzca la vareta en forma de cuña en la lengüeta. Realice esta operación en el menor tiempo posible para evitar la oxidación de ambos tejidos.
- Cubra con una lámina plástica toda la vareta y el corte realizado con la finalidad de crear un microclima para acelerar el prendimiento de la vareta y evitar la entrada de agua, que puede causar la pudrición.
- Coloque las plantas injertadas en el vivero en donde permanecerán de 3 a 4 meses.
- Veinte días después de la injertación, retire la lámina plástica que cubre al injerto.
- Cuando el injerto tenga de 4 a 5 hojas, proceda al corte del patrón 1 cm. bajo la cicatriz para evitar el desarrollo de los brotes del patrón.

b.4) Varas yemeras

Las estacas o varas yemeras deben de obtenerse de las ramas con hojas adultas sanas sin flores, colectándose estas en la mañana, señalan que estas deben estar desprovistas de yemas florales y tener por lo menos tres o cuatro yemas leñosas sanas, bien desarrolladas, y tener una buena circulación de la savia. Una buena rama para ser injertada no supera una longitud de 12 - 15 cm y como se ha dicho, lleva tres o cuatro yemas leñosos (MINAG, 2012). Para seleccionar deben presentar hojas bien desarrolladas, sanas y maduras de color verde oscuro. Deben estar sin presencia de plagas y enfermedades. Deben tener una edad de 3 a 5 meses de desarrollo con los brotes en las yemas, a punto de emerger. La vara o rama de cacao entra en madurez, para floración a partir de los 6 meses, no se recomienda utilizar varas de esa edad (MINAG, 2012). Es recomendable al seleccionar las varas yemeras, evitar las ramas cortas de crecimiento lento, de la parte exterior del árbol, debido a que pueden llevar principalmente yemas florales en vez de yemas vegetativas. Las yemas florales son generalmente redondas y gordas, mientras que las yemas vegetativas son más pequeñas y puntiagudas. En la rama las mejores yemas para injertar son generalmente aquellas de

las proporciones basal y media. Las yemas de la porción terminal suculenta deben ser descartadas (MINAG, 2012)

b.5) Factores que influyen en la soldadura del injerto

La temperatura, es el factor ambiental determinante en la rapidez de formación del tejido del callo, así a los 4°C el desarrollo del callo es lento y escaso; a 32°C, o más la producción del callo se retarda haciendo más potente las lesiones celulares, hasta que a los 40°C, ocurre la muerte de las células; sin embargo entre los 4° C y 32°C, la velocidad de formación de tejido del callo, aumenta en proporción directa la temperatura. Las temperaturas óptimas para el injertado, oscilan entre 15°C a 18°C (Hartman & Kester, 1982).

De igual manera, la humedad atmosférica inferior al punto de saturación inhibe la formación del callo, aumentando la tasa de desecación de las células a medida que disminuye la humedad, la humedad del aire permite mantener turgente las células de las dos partes y favorece la formación del callo; cuando más elevado sea el porcentaje de humedad atmosférica, más rápidamente se detendrá la formación del callo del injerto (Hartman & Kester, 1982).

Para la producción del tejido de callo es necesaria la presencia de oxígeno en una unión de injertos; esto es de esperarse ya que la división y el crecimiento rápido de las células van acompañados de una respiración relativamente elevada, la cual requiere oxígeno. Para algunas plantas es suficiente una cantidad de oxígeno menor a la que hay presente naturalmente en el aire, pero en otros resulta mejor si la unión del injerto se deja sin encerar, pero se coloca en un medio húmedo. Esto indicaría que dichas partes tienen una mayor demanda de oxígeno para la formación de callo. El encerado reduce el movimiento del aire (Hartman & Kester, 1982).

Otro factor para la soldadura del injerto, es la técnica aplicada, pues una buena injertación debe permitir un perfecto encaje del cambium de la yema injertada con el cambium del patrón para que la soldadura no dé lugar a malas formaciones, algunas veces la técnica de injerto es tan mala que solo se pone en contacto una pequeña porción de las regiones cambiales del patrón y de la púa; aunque hay cicatrización en esa región y puede iniciarse el crecimiento del injerto, éste posteriormente muere. También existen

otros errores en la técnica del injerto, como el encerado malo o el empleo de púas desecadas, que pueden producir una falla en el injerto (Hartman & Kester, 1982). La compatibilidad entre patrón e injerto es la capacidad de las plantas diferentes, injertadas entre sí, para formar una unión exitosa y desarrollarse satisfactoriamente como una planta compuesta (Hartman & Kester, 1982).

Pina (2008), asegura que cuando hay una afinidad entre dos materiales puestos en contacto el cambium de ambos, es posible su soldadura, para formar un solo individuo. Generalmente esta afinidad es mayor cuando las plantas están botánicamente más cercanas sin que existan reglas seguras; que las condiciones que influyen en la formación de una sólida unión entre el portainjerto y la vara yemera, están relacionadas con la biología y la fisiología vegetal. Existe afinidad entre dos individuos pertenecientes a la misma variedad o cultivares diferentes a la misma variedad o cultivares diferentes de la misma especie. Otro aspecto importante es la incompatibilidad que puede derivarse de las diferencias en tasa de crecimiento del portainjerto y la vara yemera, debido: a la incapacidad de las células de diferenciarse o rediferenciarse; al acoplamiento deficiente de sus sistemas vasculares, a la deshidratación; infección virosica, al rechazo fisiológico entre los tejidos, el mismo que implica la senescencia y muerte, menciona que la incompatibilidad del injerto es la incapacidad de la planta injertada para producir una unión satisfactoria y desarrollarse normalmente (Pina, 2008)

1.3. ESTUDIO DE LAS FASES LUNARES

La luna es un cuerpo celeste que gira alrededor de la tierra, de lo cual constituye el único satélite. Está situada a 384.400 Km de nuestro planeta y su diámetro es de 3.476 Km. Lleva a cabo además un movimiento de rotación alrededor de su eje, que completa en 27 días 7 horas, 43 minutos 11,5 segundos. Es el mismo tiempo que emplea en completar la órbita que recorre alrededor de nuestro planeta (en sentido oeste-este), y por eso muestra la misma cara al observador terrestre (Gassos, 2002).

1.3.1. Las caras de la luna

a) La cara próxima

La luna se demora en girar sobre su eje un tiempo similar al que tarda en recorrer su órbita en torno a la Tierra; esto es 27 días, 7 horas, 43 minutos 11,5 segundos,

denominándose como revolución sideral, en consecuencia, presenta siempre la misma cara a la tierra. Desprovista de luz propia, que sólo refleja la luz que puede percibir del Sol, y permanece constantemente con un hemisferio oscuro y un iluminado, denominado la cara próxima (Restrepo, 2005).

b) La cara oculta

Hemisferio que permanece opuesto a la tierra que no posee gravedad, atmósfera y posibilidades de vida (Restrepo, 2005).

1.3.2. El ciclo lunar

A la secuencia dinámica de la aparición completa de todas las fases de la luna se denomina “ciclo lunar” o “lunación”, que consiste en, la revolución de la luna en torno de la tierra, y con relación al sol que tiene una duración de 29 días, 12 horas, 44 minutos y 2.8 segundos. Lo que se conoce como revolución sideral y, en consecuencia, presenta siempre la misma cara a la tierra.

Este Fenómeno se le conoce como “mes sinódico”, estableciéndose como la base de los primeros calendarios de la humanidad (Restrepo, 2005)

1.3.3. Fases de la luna

Las fases lunares son los cambios de la forma de la parte iluminada de la luna cuando es vista por un observador en la tierra.

Estos cambios son cíclicos de acuerdo a la posesión de la luna respecto a la tierra y el sol. (Geoinciclopedia, 2017)

a) Luna nueva o novilunio

Es cuando la luna se interpone entre la tierra y el sol. La luz solar cae por completo sobre la cara oculta la cara próxima a la tierra queda totalmente a oscuras y no se ve desde la tierra. Sucede cuando la luna se interpone entre la tierra y el sol, período conocido también como “conjunción”. Este fenómeno entre la luna y el sol puede ocurrir solamente una vez por mes. Así el sol y la luna se encuentran en un punto diferente del firmamento en cada luna nueva, y luego de ocho años vuelven a encontrarse exactamente en el mismo lugar (Restrepo, 2005).

b) Cuarto creciente

La luna ha recorrido un cuarto de su órbita, pudiéndose observar desde la tierra la mitad iluminada. También se dice que la luna está en “cuadratura” porque las rectas que unen respectivamente a la tierra con la luna y el sol forman un ángulo de 90° (este fenómeno acontece aproximadamente una semana después de la luna nueva) (Restrepo, 2005).

c) Luna llena o plenilunio

Cuando la luna está detrás de la tierra (pero no en su sombra), mientras el sol ilumina totalmente la cara de la luna más próxima a la tierra, tiempo en el que vemos la “luna llena”, período conocido también como oposición, es decir, la tierra se encuentra entre la luna y el sol. Momento de la máxima luminosidad lunar, apareciendo al Este exactamente cuando el sol se está ocultando en el Oeste. La claridad que proporciona la luna llena es 12 veces mayor que cuando se encuentre en su primer cuarto, y no el doble como erradamente se suponía en algunas épocas. Es justamente el fenómeno de la gran luminosidad que recibe la tierra desde el cuarto creciente hasta el plenilunio, es lo que acredita a las fases de la luna como uno de los factores de alta relevancia en el incremento de la fotosíntesis en los vegetales (Restrepo, 2005).

d) Cuarto menguante

Cuando la luna está retrayéndose en línea con el sol, ha recorrido tres cuartos de su órbita, tiempo en el que podemos ver su luminosidad solo por la mañana. Se encuentra en cuadratura formando un ángulo de 90° , en esta ocasión por el lado opuesto al anterior, ahora el astro va tomando la forma de una “C” (Restrepo, 2005).

1.3.4. Incidencia de las fases de la luna sobre las plantas

La fuerza de atracción de la luna más la del sol, ejercen en determinados momentos un fuerte poder de movimiento sobre todo líquido que se encuentra en la superficie de la tierra, con amplitudes muy diversas según sea la naturaleza, el estado físico y la plasticidad de las sustancias. En algunas posiciones de la luna el agua de los océanos asciende hasta alcanzar una altura máxima, para descender a continuación. Similar a este fenómeno ocurre en la savia de las plantas, comenzando su actividad desde la parte más elevada para ir descendiendo gradualmente a lo largo de todo el tallo, hasta llegar a las raíces (Restrepo, 2005).

Según Restrepo (2005) la luminosidad lunar es esencial para el desarrollo de la vida de las plantas, a diferencia de la luz solar, la luz lunar ejerce directamente una fuerte influencia sobre la germinación de las semillas, ya que sus rayos penetran con relativa profundidad contrario a lo que sucede con los rayos solares que no penetran en su intimidad. De igual manera está demostrado que la actividad de la fotosíntesis es superior en todas las plantas a partir de la luna creciente hacia la luna llena donde se da el mayor incremento del proceso fotosintético en las plantas, fenómeno atribuido científicamente al incremento de la luz lunar sobre la tierra.

Esto se observa con menor intensidad cuando está relacionado con plantas de gran altura y tallos duros, que tienen numerosos canales de irrigación entrelazados entre sí; o en plantas de escasa altura donde es muy reducida la separación entre el área foliar y la raíz, esto se manifiesta con énfasis en aquellos vegetales de tallo largo, con escasos canales para circulación de la savia y poca comunicación entre ellos (Restrepo, 2005). Así la influencia de la luna actúa sobre la actividad, la formación y calidad de los azúcares en los vegetales. Estableciéndose la luna creciente como la que conduce, proyecta, admite, construye, absorbe, inhala, almacena energía, acumula fuerza, invita al cuidado y al establecimiento; mientras la menguante es considerada como la luna que aclara, seca, suda o transpira, exhala, invita a la actividad y al gasto de energía (Restrepo, 2005).

1.3.5. Dinámica del movimiento de la savia en las plantas durante las diferentes fases lunares

Sin duda alguna la fuerza de atracción de la luna, más la del sol, sobre la superficie de la Tierra en determinados momentos ejerce un elevado poder de atracción sobre todo líquido que se encuentre en la superficie terrestre, con amplitudes muy diversas según sea la naturaleza, el estado físico y la plasticidad de las sustancias sobre las que actúan estas fuerzas (Restrepo, 2005).

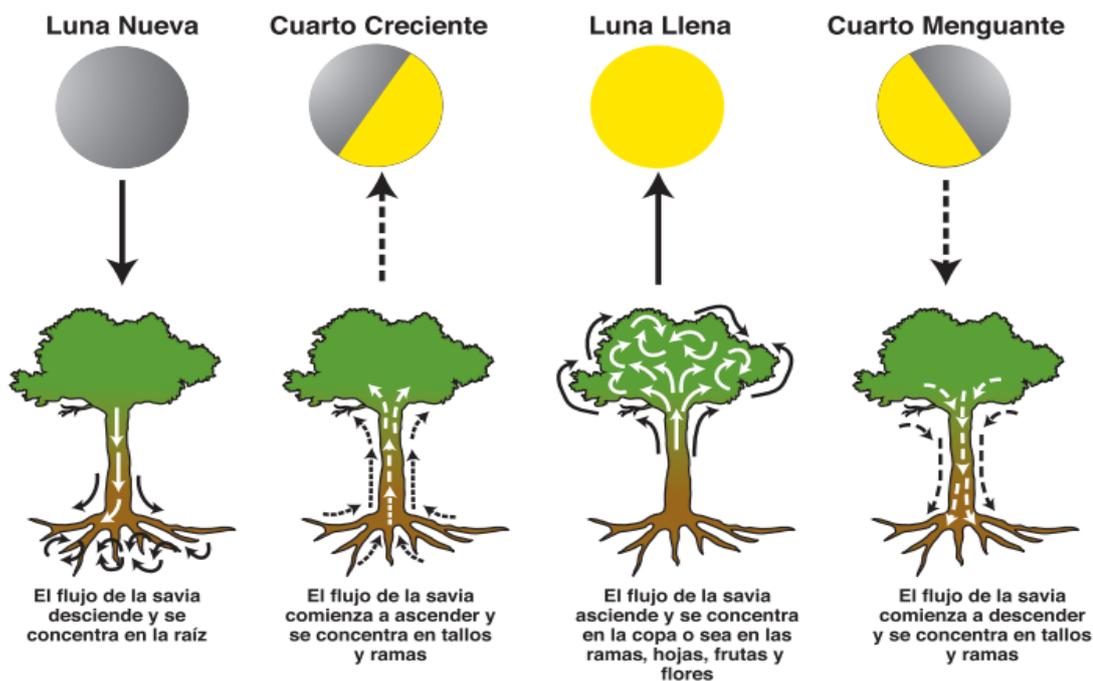


Figura 1.1. Las fases lunares y la dinámica de la savia en las plantas (Restrepo, 2005).

Según la dinámica de la savia en luna nueva, el flujo de la savia desciende y se concentra en la raíz de la planta; en la luna cuarto creciente el flujo de la savia comienza a ascender y se concentra en los tallos y ramas; en la luna llena el flujo de la savia asciende y se concentra en la copa o sea en las ramas, hojas, frutos y flores; en la luna cuarto menguante el flujo de la savia comienza a descender y se encuentra en los tallos y las ramas (Patricia, 2018).

1.3.6. Influencia de las fases lunares en la relación planta, insectos y microorganismos

En la fase lunar comprendida entre creciente y luna llena es cuando las plantas presentan una mayor dinámica en la circulación de la savia y, al mismo tiempo, pueden mostrarse más propensas a la visita de insectos y microorganismos, por la riqueza nutricional que la savia puede ofrecerles (Restrepo, 2005).

CAPÍTULO II METODOLOGÍA

2.1. PROBLEMÁTICA DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Una de las dificultades de obtener plantones de calidad de cacao injertado, es muy cotidiano en el Valle de Rio Apurímac, Ene y Mantaro – VRAEM, razón por la cual los agricultores no masifican sus plantaciones, porque la instalación de cacaotales con plantas no garantizadas, contribuyen a la proliferación de plagas y enfermedades, así contribuye a deficiente crecimiento y desarrollo de las plantaciones de cacao.

Por otro lado, existen aún la tradición de realizar las plantaciones y los injertos en el cultivo de cacao, relacionando con las lunaciones, con el fin de producir plantones de calidad. Frente a esta problemática, se ha identificado los siguientes interrogantes:

Problema general

¿Cómo las fases lunares y tipos de injerto influyen en la propagación de cacao, bajo condiciones de vivero Pichari Alta a 620 msnm, Pichari, Cusco?

Problemas específicos

- a) ¿Cómo las fases lunares influyen en la propagación vegetativa del cacao, clon VRAE 99?
- b) ¿Cómo los tipos de injertos influye en la propagación vegetativa del cacao, clon VRAE 99?
- c) ¿Cuáles son los mejores tratamientos en la propagación vegetativa del cacao, bajo condiciones de vivero Pichari Alta?

2.2. DEL LUGAR DEL ENSAYO

a) Ubicación geográfica del lugar del experimento

El presente trabajo de investigación se ejecutó en las instalaciones del Vivero de Pichari

Alta, ubicado a 1.5 km del centro de la población de Pichari, jurisdicción del Distrito de Pichari, Provincia de La Convención y Región del Cusco. El vivero de Pichari Alta, se encuentra geográficamente entre las coordenadas 12°13'00" LS y 73°49'30" LO, a una altitud de 620 m.s.n.m.

b) Características climatológicas del lugar de ensayo

Las condiciones climatológicas del vivero de Pichari Alta, está catalogada como selva baja, que se caracteriza por ser una zona de vida “Bosque muy Húmedo Premontano Tropical”.

En la tabla 2.1, reporta el comportamiento climático registrado durante la campaña agrícola 2017, observándose las siguientes características:

- La temperatura máxima media mensual fluctuó entre 30°C y 32°C, correspondiente a los meses de abril y octubre, respectivamente, y una máxima media anual de 30.92°C. Los meses más calurosos correspondieron entre octubre a abril. Con relación a la temperatura mínima media mensual osciló entre 16°C y 20°C, registrados durante los meses de junio y julio respectivamente. La temperatura media anual fue de 24.54°C.
- La precipitación pluvial total, durante el año 2017, fue de 2,519 mm; mientras que la precipitación efectiva, aquella que es útil para cubrir las necesidades hídricas del cultivo, fue de 983.70 mm.

Con relación al Balance Hídrico, mostrado en la figura 2.1, se ha observado que durante los meses de julio, setiembre y noviembre, se presentó un déficit hídrico en el suelo; mientras que el resto de los meses del año 2017, el balance hídrico fue positivo, lo que significa, que en estos meses, el suelo contiene cantidades adecuadas de agua en el sustrato de la bolsa, capaz de satisfacer sus necesidades hídricas de la planta.

Durante el periodo de investigación, en el vivero de Pichari Alta, se contó con cantidades adecuadas del recurso hídrico, lo que facilitó el crecimiento y desarrollo de las plantas de cacao. Algunas veces, evaluando las condiciones agronómicas de los plantones injertados, fue necesario realizar la dotación hídrica artificial, mediante riego por aspersión, con el fin de garantizar un normal crecimiento y desarrollo de los plantones de cacao.

Tabla 2.1: Datos Climatológicos correspondiente a la campaña agrícola 2017.

Estación Meteorológica : Pichari Distrito : Pichari
 Altitud : 540 msnm Provincia : La Convención
 Latitud : 12°13' LS Departamento : Cusco
 Longitud : 73°49'30 LW

DATOS CLIMATICOS	AÑO 2017												TOTAL ANUAL	TEMP MED		
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC				
T° Max med-men (°C.)	31.00	31.00	31.00	32.00	31.00	30.00	30.00	31.00	30.00	32.00	31.00	31.00	31.00	31.00		30.92
T° MIn med-men (°C.)	20.00	20.00	19.00	19.00	17.00	16.00	16.00	17.00	17.00	19.00	19.00	19.00	19.00	19.00		18.17
T° Med-men (°C.)	25.50	25.50	25.00	25.50	24.00	23.00	23.00	24.00	24.00	25.50	25.00	25.00	25.00	25.00		24.54
Precipitación total (mm)	305.90	381.20	354.6	432.9	105.7	125.6	40.5	139	72.8	216.8	106.8	237.5	2519.30			
Precipitación efectiva (mm)	101.75	101.75	101.75	101.75	70.46	83.27	14.73	89.30	44.27	101.75	71.17	101.75	983.70			
Evapotranspiración potencial (mm)	342.02	297.80	299.40	256.36	220.98	192.08	205.65	240.18	266.00	320.63	324.35	340.96	3306.39			
Fc (corrección)	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30				
Evapotranspiración corregida (mm)	101.76	89.34	89.82	76.91	66.29	57.62	61.69	72.05	79.80	96.19	97.31	102.29				
Humedad del suelo (mm)	-0.01	12.41	11.93	24.84	4.17	25.65	-46.96	17.25	-35.53	5.56	-26.14	-0.54				
Exeso de humedad (mm)		12.41	11.93	24.84	4.17	25.65		17.25		5.56						
Deficit de Humedad (mm)	0.01						46.96		35.53		26.14	0.54				

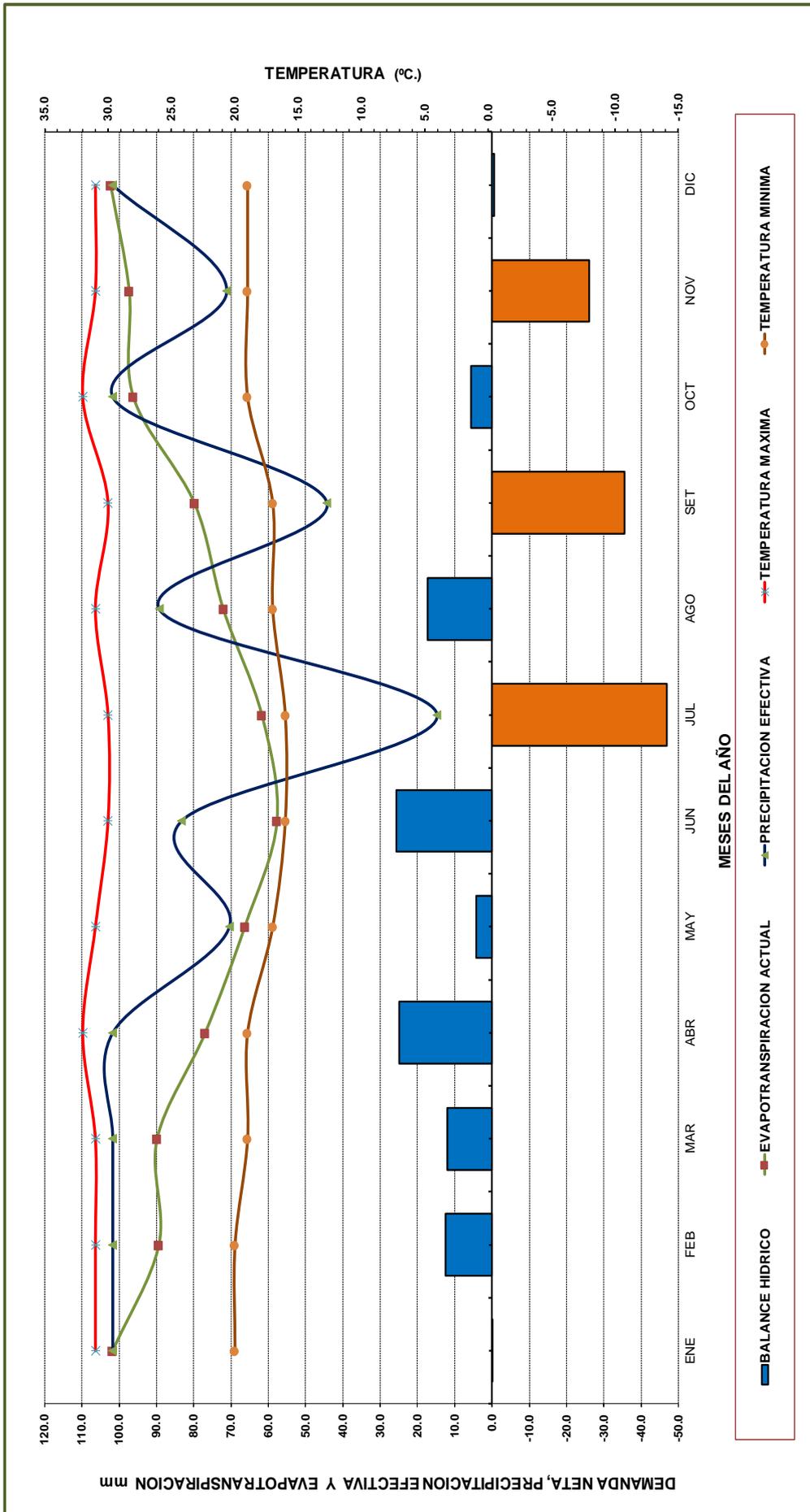


Figura 2.1. Temperaturas ombrotermicas y balance hídrico, correspondiente a la campaña agrícola 2017. Estación Meteorológica de Pichari – La Convención – Cusco.

c) Características del vivero Pichari Alta

El vivero de Pichari Alta, se encuentra a 1.5 km del centro de la población de Pichari, situado geográficamente entre las coordenadas 12°13'00" LS y 73°49'30" LO, a una altitud de 620 m.s.n.m.



Figura 2.2. Ubicación del Vivero Pichari Alta

Orientación del vivero. El largo del vivero está en dirección norte a sur esto permite una distribución uniforme de la luz del sol.

Pendiente del terreno. La pendiente del terreno, lugar donde se ubica el vivero tienen aproximadamente 10%. Sin embargo el invernadero, ambiente de propagación de los plántones de cacao, topográficamente es plana, con un adecuado drenaje.

Dimensiones del vivero-invernadero

El invernadero tiene un ancho de 28 m y 44 m de largo, con un área total de 1232 m², tiene una altura 2.7 m, el soporte es madera rolliza empotradas a una distancia de 4.0 m, con un total de 96 maderas rollizas, que cumplen la función de soporte de las vigas de carrizo y de la malla raschel de 70% de sombra.

2.3. MATERIAL GENÉTICO EMPLEADO

El material genético que se empleó en el presente trabajo experimental fue el clon VRAEM 99, cuyas características son:

Es de la colección forastero, clon promisorio adaptado a suelos secos de la selva, color de mazorca; verde al estado inmaduro, amarillo al estado maduro pequeñas y redondas, cuyo peso de la semilla es de 0.9 gr en promedio, considerada como de semilla pequeña. La forma de semilla en sección longitudinal es elíptica; mientras que, la forma de semilla en sección transversal es intermedia. El fruto es grande y ligeramente rugoso.

Este clon es tolerante a las enfermedades como: escoba de bruja, moniliasis y pudrición parda. Sembrados a alta densidad y conducidos con buen manejo técnico, puede alcanzar un rendimiento de 3000 kg/ha. Es también considerada como un cacao de aroma media.

2.4. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

a) Diseño experimental

El presente trabajo de investigación se desarrolló bajo un diseño completamente al azar (DCA) con arreglo factorial, estudiándose dos tipos de injertos y cuatro fases lunares, resultando ser 8 tratamientos, con 3 repeticiones, haciendo un total de 24 unidades experimentales.

b) Factores en estudio

Los factores en estudio, estuvieron conformados por las siguientes variables:

VARIABLES INDEPENDIENTES:

Fase lunar (f), sus indicadores, fueron:

f₁: Luna nueva.

f₂: Cuarta creciente.

f₃: Luna llena.

f₄: Cuarto menguante

Tipos de injerto (i), sus indicadores, fueron:

i₁: Injerto de púa central.

i₂: Injerto de púa lateral.

VARIABLES DEPENDIENTES:

- Días a la brotación
- Porcentaje de prendimiento
- Número de hojas
- Diámetro de brote
- Longitud del brote

c) **Tratamientos en estudio**

De la combinación de los variables independientes, resulto 8 tratamientos, según el siguiente detalle:

Tabla 2.2. Combinación de los factores en estudio

Tratamiento	Combinación de factores	Código
T – 1	Luna nueva con injerto tipo púa central	f_1i_1
T – 2	Luna nueva con injerto tipo púa lateral	f_1i_2
T – 3	Cuarto creciente con injerto tipo púa central	f_2i_1
T – 4	Cuarto creciente con injerto tipo púa lateral	f_2i_2
T – 5	Luna llena con injerto tipo púa central	f_3i_1
T – 6	Luna llena con injerto tipo púa lateral	f_3i_2
T – 7	Cuarto menguante con injerto tipo púa central	f_4i_1
T – 8	Cuarto menguante con Injerto tipo púa lateral	f_4i_2

d) **Unidades experimentales**

La unidad experimental estuvo conformada por 12 plantas de cacao. Considerando 24 unidades experimentales, resultado de 8 tratamientos por 3 repeticiones, se ha manejado un total de 288 plantas de cacao injertado.

2.5. INSTALACIÓN Y CONDUCCIÓN DEL EXPERIMENTO

a) **Selección de área en vivero, limpieza y demarcación del campo experimental**

La selección, limpieza y demarcación del campo experimental dentro del vivero, se realizó el 02 de febrero de 2018, utilizando herramientas y equipos manuales, tales como azadón, machete, cordel, wincha, estacas y entre otros, eligiendo un lugar apropiado a fin de garantizar la protección de efectos adversos climáticos y de daños que puedan causar a los plantones de cacao objeto de estudio.

b) Distribución y croquis del experimento

La distribución de las unidades experimentales, cuyo croquis se muestra en la figura 2.2, realizado el 04 de febrero de 2018, se efectuó de acuerdo al diseño experimental utilizado (DBA), ubicadas en tres columnas y 8 filas, haciendo un total de 24 unidades experimentales, Donde cada unidad experimental está constituida por 12 plantas de cacao.

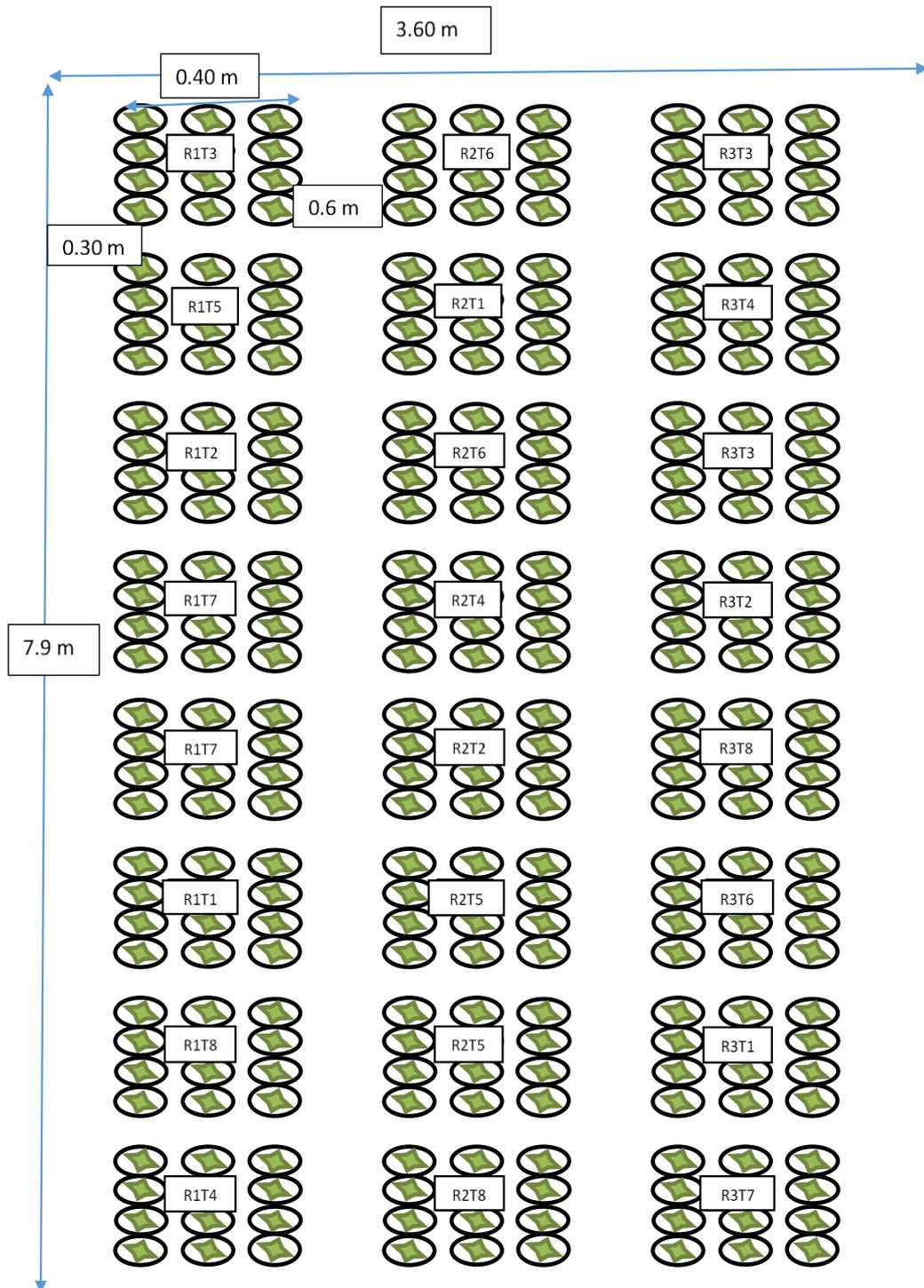


Figura 2.3. Distribución y croquis del experimento

c) Distribución de bolsas de patrones en cada unidad experimental

La distribución de las bolsas de patrones dentro de cada unidad experimental, se muestra en la figura 2.2, donde cada planta cacao en promedio tiene una altura de 70 cm, listo para el injerto.

d) Riego

Se realizó el riego un día antes de efectuar el injerto y cada dos días después del injertado. Considerando que en la zona de estudio las lluvias son frecuentes, razón por la cual en ciertas ocasiones no se aplicó el riego correspondiente.

e) Deshierbo

La eliminación de las plantas invasoras de las bolsas y del suelo, se realizó manualmente y utilizando una lampa con una frecuencia de 20 días, a fin de evitar la competencia y presencia de agentes patógenos.

f) Selección de material vegetativo para el injerto

Las varetas fueron seleccionadas de plantas maduras existentes en la localidad de Otari San Martín y cosechadas en cada fase lunar propuesta para la investigación. Este trabajo se realizó utilizando tijera de podar, y para la protección y transporte de varetas se utilizó plástico stretch film mojada.

g) Labores de injerto en los patrones de cacao

Las labores del injerto, se realizaron en cada fase lunar, de acuerdo a los tratamientos establecidos, procediéndose de la siguiente manera:

g.1) Injerto púa central

- Se cortó la púa (vara yemera) con 3 o 4 yemas que dan origen a ramas plagiotrópicas para formar la estructura de la nueva planta.
- Cortar el patrón dejando un tocón.
- Se realizó un corte o hendidura en el tocón del patrón, hasta una profundidad dependiente del grosor o calibre de la púa.
- En la púa se hace un corte en bisel de ambos lados, hasta que va adelgazado gradualmente y terminado en una punta.

- Mantener abierta la hendidura para la inserción de la púa. Esta se colocó con cuidado haciendo coincidir las capas del cambium.
- Colocada apropiadamente la púa, se realizó una sujeción con una cinta plástica y luego se procedió a cubrir completamente con una bolsa de 3x8.

g.2) Injerto púa lateral

- Cortar las hojas de parte aérea del patrón hasta una altura de 30 a 40 cm.
- Se realizó una incisión en el patrón a una altura de 10 a 15 cm.
- Posteriormente, preparamos la vara con 3 a 4 yemas viables. Se hace cortes a uno de los lados más grande que la otra en forma de bisel.
- Se introdujo en la corteza del patrón una vara dependiendo del grosor del patrón.
- Luego se amarró con la cinta plástica hasta cubrir totalmente la vara.
- Se retiró la bolsa plástica, cuando el injerto ha empezado a brotar y las hojas tuvo entre 3 a 5 cm.

h) Fecha de los injertos en los patrones de cacao

El momento de las labores de injerto, se realizaron de acuerdo al calendario lunar, en función a cada tratamiento.

Para uniformizar el momento adecuado de las labores de injerto, se realizó en horas de la mañana, para evitar la deshidratación, tanto de la pluma como del patrón. En la tabla 2.3, se muestra la fecha exacta de los injertados, según el momento de lunación.

Tabla 2.3. Fechas de injertación en cada tratamiento

Tratamiento	Combinación de factores	Fecha de injerto
T1	Púa central en luna nueva	15 de febrero de 2018
T2	Púa lateral luna nueva	15 de febrero de 2018
T3	Púa central en cuarto creciente	23 de febrero de 2018
T4	Púa lateral en cuarto creciente	23 de febrero de 2018
T5	Púa central en luna llena	02 de marzo de 2018
T6	Púa lateral en luna llena	02 de marzo de 2018
T7	Púa central en cuarto menguante	09 de marzo de 2018
T8	Púa lateral en cuarto menguante	09 de marzo de 2018

i) Control de patógenos

Para asegurar la viabilidad y resistencia del injerto se realizó un control preventivo de hongos, para lo cual se aplicó un funguicida a base de cobre “cupravit”, preparando 10 gr para una mochila de fumigar de 20 litros. Esta labor se realizó una semana antes del primer injerto, con el fin de no perjudicar el prendimiento de las plumas. Así mismo, se hizo una segunda aplicación fitosanitaria, luego de terminado los injertos, con el fin de proteger de la presencia de “mancha parda” (*Phithophtora* sp.), como en el primer caso, se aplicó “cupravit” en las mismas dosis.

j) Fertilización química

Se aplicó un fertilizante foliar “Nutrimax” cuya riqueza es 20-20-20, aplicando al patrón con una pulverizadora cuando la planta llegó a una longitud de 60 cm.

2.6. PARÁMETROS EVALUADAS

Los parámetros evaluados son:

a) Días a la brotación

Los días a la brotación de los injertos, se determinó cuando más del 50% de las plantas evaluadas presentaron brotes desarrollados en cada unidad experimental. Esta evaluación se realizó en días después del injerto (DDI), iniciándose entre los 15 hasta los 21 DDI, en cada tratamiento.

b) Porcentaje de prendimiento de injertos

Se registró la cantidad de injertos prendidos, tomando como indicador la presencia de brotes desarrollados. La evaluación se determinó en porcentaje de plantas prendidas, teniendo como referencia la cantidad de plantas prendidas, sobre cantidad de plantas sin brotar, en cada unidad experimental.

c) Número de hojas

Cuando la presencia de hojas se presentó a partir de los 15 días después del injerto, se contó el número de hojas, iniciando en la primera hoja hasta la última que se encuentre completamente abierta del ápice vegetativo terminal. Esta evaluación se realizó a los 56 DDI, en cada tratamiento.

d) Diámetro de brote

Se realizó con ayuda de vernier, registrando en milímetros (mm) a partir de los cincuenta y seis días después del injerto a una altura de 01 cm de distancia del brote de la madre del injerto. La evaluación final del diámetro de los brotes se realizó el mismo día de la evaluación del número de hojas.

e) Longitud del brote

La longitud del brote se evaluó el mismo día de las evaluaciones anteriores. Para determinar la longitud se utilizó un vernier y también un flexómetro, registrando en centímetros, desde la base del brote injertado hasta el ápice vegetativo terminal.

2.7. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS EFECTUADOS

Con los datos de las variables evaluadas, se realizaron el Análisis de Variancia y la Prueba de Contraste Tukey.

En el análisis estadístico, con los datos de los parámetros en evaluación y variables respuesta, se efectuó el análisis de variancia (ANVA). Y con la significación estadística obtenida se procedió la aplicación de la prueba contraste Tukey con un nivel de significación de 1% % (P=0.01) y 5 % (P=0.05) (Calzada, 1982).

CAPÍTULO III RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. DÍAS AL BROTAMIENTO DE LOS TIPOS DE INJERTOS EN PLANTAS DE CACAO

En la tabla 3.1, el Análisis de varianza denota que las fuentes de variación fases lunares, tipos de injerto y la interacción entre fases lunares con tipos de injertos resultaron con alta significación estadísticas, demostrando que el brotamiento de los tipos de injertos en plantas de cacao están influenciado por cada una de las fases lunares y que las fases lunares influyen en cada tipo de injertos. El coeficiente de variabilidad fue de 3.64%, demostrando que los datos obtenidos en la evaluación fueron adecuados.

Tabla 3.1. Análisis de varianza de días al brotamiento de los injertos, bajo la influencia de fases lunares y tipos de injerto, en el cultivo de cacao.

Fuente de variación	GL	Suma cuad.	Cuad. medio	F Calc.	Pr>F	Sig
Repetición	2	0.08333333	0.04166667	0.11	0.8956	N.S
Fases lunares (F)	3	96.45833333	32.15277778	85.74	<.0001	**
Tipos de injertos (I)	1	3.37500000	3.37500000	9.00	0.0096	**
F * I	3	16.79166667	5.59722222	14.93	0.0001	**
Lunación en injerto púa central	3	64.91666667	21.63888889	57.70	<.0001	**
Lunación en injerto púa lateral	3	48.33333333	16.11111111	42.96	<.0001	**
Tipo de injerto en luna nueva	1	2.66666667	2.66666667	7.11	0.0184	*
Tipo de injerto en cuarto creciente	1	16.66666667	16.66666667	44.44	<.0001	**
Tipo de injerto en luna llena	1	0.16666667	0.16666667	0.44	0.5158	N.S
Tipo de injerto en cuarto menguante	1	0.66666667	0.66666667	1.78	0.2037	N.S
Error	14	5.25000000	0.37500000			
Total	23	121.9583333				

C. V. = 3.64%

La Prueba de Tukey, graficado en la figura 3.1, correspondiente a la influencia de los tipos de injertos en cada una de las fases lunares, resultaron que al utilizar el tipo de injerto púa central, los días del brotamiento fueron de 14,7; 14,7; y 16,0 DDI (días después del injerto) para la lunación cuarto menguante, luna llena y cuarto creciente, respectivamente, sin denotar diferencias estadísticas; mientras que en luna nueva, la brotación se produjo a los 20,3 DDI.

Así mismo, al utilizar el tipo de injerto púa lateral en cuarto menguante y luna llena, el brotamiento de los injertos se presentó a los 15,0 y 15,3 DDI, respectivamente, sin demostrar diferencias estadísticas; mientras que en luna nueva y cuarto creciente el brotamiento se produjo a los 19 y 19,3 DDI, respectivamente, sin demostrar diferencias estadísticas.

Los resultados denotan que el tiempo de brotamiento de los injertos púa central y púa lateral están influenciados por las fases lunares; observándose que el brotamiento de los injertos se presente en menor tiempo en la fase lunar luna llena y cuarto menguante.

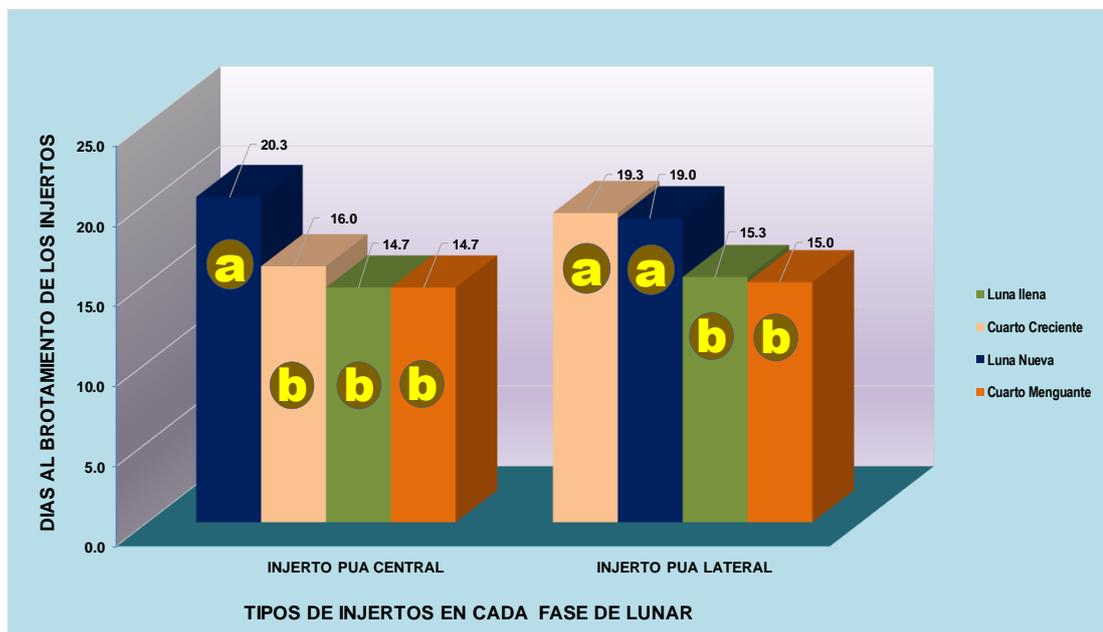


Figura 3.1. Prueba de Tukey de días al brotamiento de los tipos de injertos en cada fase lunar, en el cultivo de cacao

La Prueba de Tukey, graficado en la figura 3.2, correspondiente a la influencia de las fases lunares en cada tipo de injertos, resultó que al injertar en la fase lunar cuarto creciente el injerto púa central brota a los 16 DDI, mientras que el tipo púa lateral brota

a los 19.3 DDI, demostrando diferencias estadísticas entre ambos.

De igual manera, los injertos realizados en la fase lunar luna nueva, denota que el injerto tipo púa lateral y la púa central brotan a los 20.3 y 19 DDI, respectivamente, sin denotar diferencias estadísticas entre ambos. Así mismo, al injertar en la fase lunar luna llena, con los tipos púa central y púa lateral, el brotamiento se produjo 14.7 y 15.0 DDI, respectivamente, sin denotar diferencias entre estos dos valores. Finalmente, en la fase lunar cuarto menguante, los injertos tipo púa lateral y púa central brotaron a los 15.3 y 14.7 DDI, respectivamente, sin denotar diferencias estadísticas.

Estos resultados evidencian que los injertos en el cacao, deben realizarse en la fase lunar luna llena y cuarto menguante, utilizando el tipo púa central con la cual se tiene un brotamiento en menor tiempo.

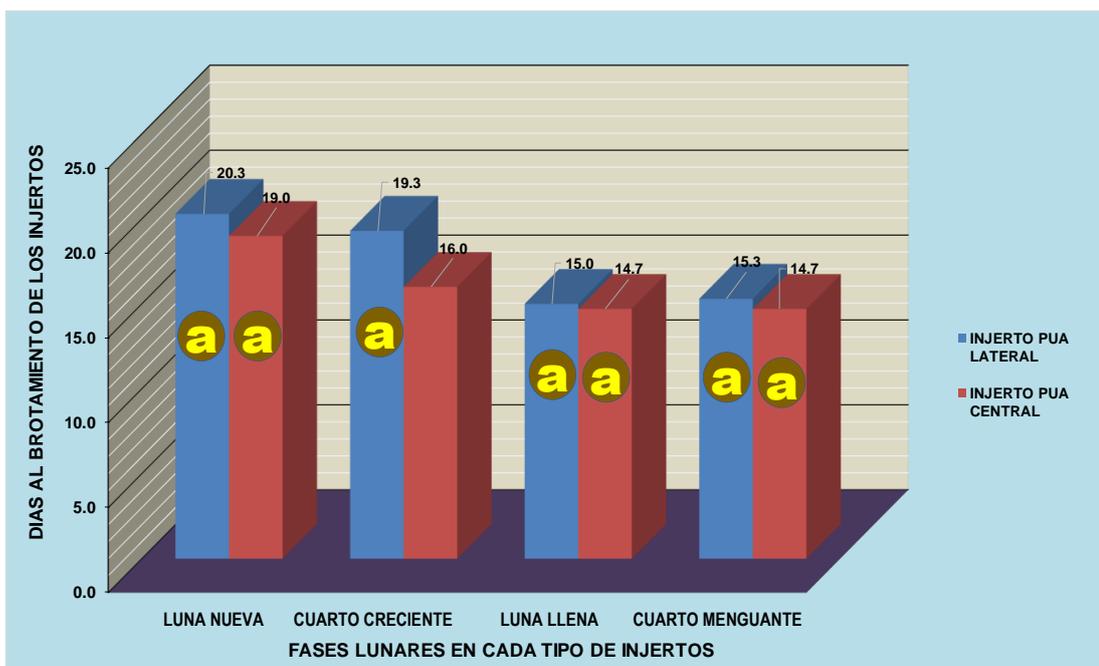


Figura 3.2. Prueba de Tukey de días al brotamiento de las fases de lunación en cada clase de injertos, en el cultivo de cacao

Millan y Salvador (2018) reporta que el transporte de sustancias a través de las plantas, se ve influenciado por las fases lunares. Menciona a Torres (2012) señalando que la luna ejerce un elevado poder de atracción sobre todo líquido que se encuentra en la superficie terrestre, en especial cuando la luna es capaz de atraer la savia hacia la parte más alta de las plantas en la fase de luna llena, y posteriormente esta savia descienda a

lo largo de los tallos hasta llegar a la raíz cuando se encuentra en fase de luna nueva. Dicho fenómeno se presenta con menor intensidad en plantas de elevado porte y troncos recios, los cuales se encuentran provistos de numerosos canales de irrigación entrelazados entre sí (caso contrario se presenta cuando las plantas tienen escasos canales de circulación, y por ende la savia va a responder más rápido a la atracción que ejerza la fase lunar sobre ella). Así mismo, señala a Torres (2012) mencionando que se ha dado una controversia sobre el traumatismo o herida que se genera en una planta a la hora de realizarle un injerto, por lo cual se han dado diferentes posiciones sobre el tema, en donde algunos sientan su posición sobre la conveniencia de efectuar los injertos en la fase de luna menguante para evitar al máximo la pérdida de savia, y por otro lado se encuentran los que piensan que los injertos se deben de realizar en luna llena para evitar infecciones y favorecer la cicatrización.

Estas propuestas justifican el injerto en la fase lunar cuarto menguante y luna llena, donde la savia está concentrada en el tronco o tallo de la planta, ayudando rápidamente al intercambio de savia entre injerto y patrón, con el fin de producir el prendimiento en menor tiempo.

3.2. PORCENTAJE DE PRENDIMIENTO DE LOS TIPOS DE INJERTOS

Al realizar el análisis de varianza en la tabla 3.2, las fuentes de variación tipos de injerto y la interacción entre fases lunares con tipos de injerto resultaron no significativos, mientras que la fuente de variación fases lunares, resultó con significación estadística, demostrando que las distintas fases lunares influyen directamente en el porcentaje de prendimiento de los tipos de injertos en el cultivo de cacao. El coeficiente de variabilidad fue 3.34%, demostrando un adecuado registro de los datos obtenidos en la evaluación.

La prueba de Tukey, realizado en la figura 3.2 demuestra que los injertos realizados en las fases lunares luna llena y cuarto menguante, presentaron 99.6% y 98.3% de prendimiento, respectivamente, sin demostrar diferencias estadísticas; mientras que, al realizar los injertos en la fase lunar cuarto creciente y luna nueva, se obtuvo 92.0 y 87.9% de prendimiento, respectivamente, sin demostrar diferencias estadísticas.

Tabla 3.2. Análisis de varianza del porcentaje de prendimiento de injertos, bajo la influencia de fases lunares y tipos de injerto, en el cultivo de cacao.

Fuente de variación	G.L.	Suma cuad.	Cuad. medio	F calc.	Pr>F	Sig
Repetición	2	2.3010333	1.1505167	0.11	0.8922	N.S
Fases lunares (F)	3	544.4225458	181.4741819	18.13	<.0001	*
Tipos de injertos (I)	1	3.8001042	3.8001042	0.38	0.5476	N.S
F * I	3	4.6334458	1.5444819	0.15	0.9252	N.S
Error	14	140.0993667	10.0070976			
Total	23	695.2564958				

C. V. = 3.34%

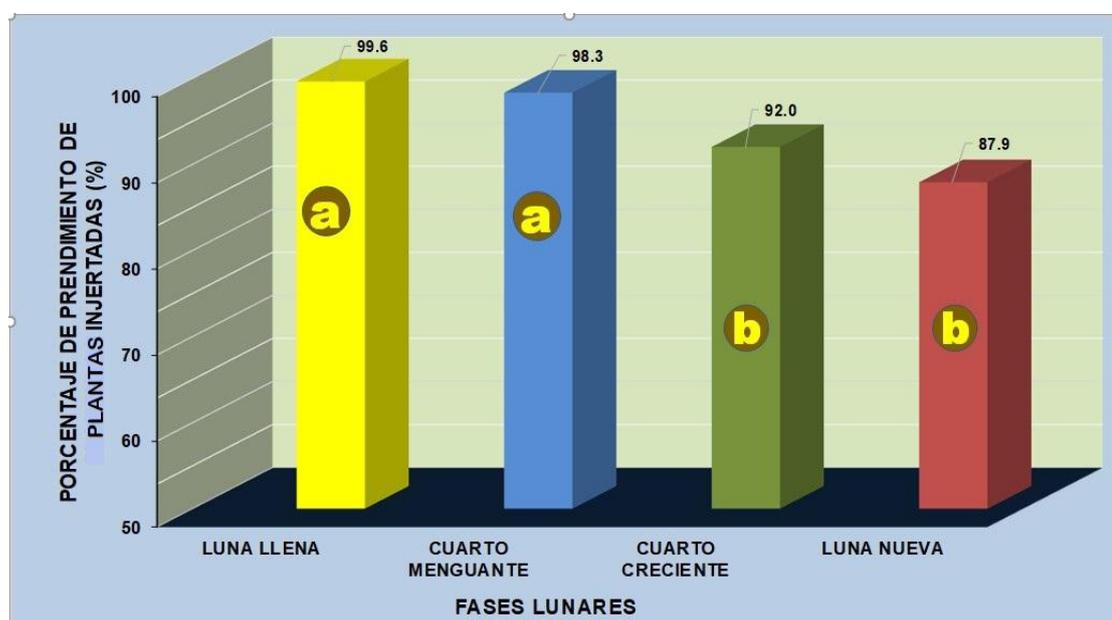


Figura 3.3. Prueba de Tukey del porcentaje de prendimiento de los injertos en cada fase de lunación, en el cultivo de cacao

Los resultados obtenidos señalan que los injertos en el cacao, se deben realizar en la fase lunar luna llena y fase cuarto menguante, con las cuales se tiene mayor éxito en los prendimientos de los injertos. Los injertos en la fase lunar cuarto creciente y luna nueva, no son recomendables porque el porcentaje de prendimiento es bajo.

Molina (2016) en un trabajo realizado sobre brotamiento de ramillas de cacao con influencia de fases lunares, evaluado a los 35 días después de la siembra, reportan que las ramillas brotan en un 95.50% y 95.0% en la fase lunar luna llena al utilizar el clon cacao nacional y el clon CCN-51; mientras que en la fase lunar cuarto creciente los mencionados clones brotan en un 95%.

Gonzales (2017) señala que la incidencia de las fases lunares en el prendimiento y desarrollo del cacao clon CCN-51 bajo diferentes tipos de injertos en Tocache, San Martín, indican que el injerto inserción lateral (momia) obtuvo el mayor porcentaje de prendimiento en todas las fases lunares.

Vela (2014) al utilizar el injerto tipo púa lateral en el clon CCN-51 obtuvo un porcentaje de prendimiento de 92% con la fase lunar luna llena.

Millan y Salvador (2018) al evaluar cuatro tipos de injertos, bajo la influencia lunar, en la especie *Sapindus saponaria* L. reportan que la fase lunar cuarto menguante y luna llena tiene un efecto positivo de 28,8% y 19,8%, respectivamente; mientras que la fase lunar cuarto creciente y luna nueva, solo influye en un 7.3% y 13,5%, respectivamente.

Molina (2016) quien determinó la influencia de las fases lunares en la reproducción vegetativa de ramillas de diferentes variedades de *Theobroma cacao* L., en la zona de Babahoyo (Perú), encontrando que en luna llena se presentó el mayor porcentaje de prendimiento.

Millan y Salvador (2018) haciendo referencia a Ángeles (1996), afirman que el injerto debería realizarse durante el período de luna llena, ya que los cortes hechos sobre esta época evidencian poca actividad en el desarrollo de las yemas debido a la baja concentración de fluidos sobre estas partes favoreciendo así la unión del injerto. De igual manera Millan y Salvador (2018), refiriendo a los resultados relacionados con la injertación en la fase lunar creciente señala que Gimeno (2009) recomienda efectuar los injertos en dicho momento debido, que la influencia que la luna ejerce en la savia, permite que esta suba a la parte aérea de la planta y ello conlleve a generar los primeros rebrotes en el injerto. Para Torres (2012) los injertos se deben realizar cuando la luna se encuentra en creciente y el plenilunio, siendo los siete días en los que hay mayor probabilidad de que los injertos prendan, lo que se conoce como el “periodo intensivo de aguas arriba”.

Estos resultados corroboran que el mayor porcentaje de prendimiento de los injertos se obtiene en la fase lunar luna llena.

3.3. DIÁMETRO DE LOS BROTES DE LOS INJERTOS (mm)

Tabla 3.3. Análisis de varianza del diámetro de brotes de los injertos, bajo la influencia de fases lunares y tipos de injerto, en el cultivo de cacao.

Fuente de variación	G.L.	Suma cuad.	Cuad. medio	F calc.	Pr>F	Sig
Repetición	2	0.20500833	0.10250417	0.79	0.4736	N.S
Fases lunares (F)	3	0.69243333	0.23081111	1.78	0.1978	N.S
Tipos de injertos (I)	1	0.00240000	0.00240000	0.02	0.8938	N.S
F * I	3	0.06730000	0.02243333	0.17	0.9131	N.S
Error	14	1.81939167	0.12995655			
Total	23	2.78653333				

C. V. = 8.58 %

Los resultados del análisis de varianza de la tabla 3.3, han demostrado que las fuentes de variación fases lunares, tipos de injertos y la interacción entre fases lunares con tipos de injerto no presentaron significaciones estadísticas, denotando que los diámetros de los brotes de los injertos no están influenciados por las fases lunares, tampoco por el tipo de injerto que se utilizó en el cultivo de cacao. El coeficiente de variabilidad fue 8.58 %, demostrando un adecuado registro de los datos obtenidos en la evaluación.

El promedio general que se obtuvo del diámetro de brote fue 4.20 mm, indistintamente de la influencia de las fases lunares y los tipos de injerto utilizados en el cultivo de cacao. Aun cuando no exista significación estadística de ANVA, es necesario señalar que al injertar en la fase lunar luna llena se consiguió un diámetro de brote de 4.5 mm; superando numéricamente al diámetro de brote de los injertos en la fase lunar cuarto menguante que alcanzó un diámetro de 4.2 mm y en la fase lunar luna nueva y cuarto creciente, presentó 4,1 mm, respectivamente. Así mismo, el diámetro de brote fue de 4.2 mm al injertar con los tipos injerto púa lateral y púa central.

Molina (2016), al evaluar diferentes clones de cacao reporta que a los 45 DDS el clon cacao nacional y el clon CCN-51, presentaron 0.27 y 0.26 cm de diámetro de brote con la influencia de la fase lunar luna llena; mientras que los mismos clones presentaron 0.16 cm y 0.17 cm, respectivamente, cuando se hizo la siembra en la fase lunar luna nueva. El mismo autor, reporta que la siembra de ramillas bajo condiciones de luna

llena, estimula porcentajes de prendimiento mucho más consistentes en relación con otras fases lunares utilizadas en el proceso probablemente por el efecto sobre el tejido. También hace referencia a Guisbert (2011), quien indica que el periodo de luna llena posee mayor radiación lumínica, siendo su gravedad de mayor influencia en la tierra. El crecimiento es rápido en el follaje y raíces, el movimiento de la savia interna favorece a la planta.

3.4. LONGITUD DEL BROTE DE LOS INJERTOS (cm)

Tabla 3.4. Análisis de varianza de la longitud de brotes de los injertos, bajo la influencia de fases lunares y tipos de injerto, en el cultivo de cacao.

Fuente de variación	G.L.	Suma cuad.	Cuad. medio	F calc.	Pr>F	Sig
Repetición	2	7.81442500	3.90721250	1.04	0.3801	N.S
Fases lunares (F)	3	51.49550000	17.16516667	4.56	0.0199	*
Tipos de injertos (I)	1	2.29401667	2.29401667	0.61	0.4481	N.S
F * I	3	31.95801667	10.65267222	2.83	0.0767	N.S
Error	14	52.7270417	3.7662173			
Total	23	146.2890000				

C. V. = 14.87 %

Al procesar el análisis de varianza en la tabla 3.4, denota que las fuentes de variación tipos de injertos y la interacción entre fases lunares con tipos de injertos, resultaron no significativos. Mientras que para fases lunares resulto con significación estadística. Por los resultados se concluye que las longitudes de los brotes están influenciadas por las fases lunares, independientemente del tipo de injerto utilizado en el cultivo de cacao. El coeficiente de variabilidad fue 14.87 %, demostrando un adecuado registro de los datos obtenidos en la evaluación.

La prueba de Tukey graficado en la figura 3.4, reporta que las longitudes de los brotes del cacao en las fases lunares luna llena, cuarto menguante y cuarto creciente fueron 15.0, 13.7, y 12.4 cm, respectivamente, sin demostrar diferencias estadísticas entre estos valores; mientras que en la fase lunar luna nueva, la longitud de brote fue 11.1 cm, diferenciándose estadísticamente con los resultados anteriores.



Figura 3.4. Prueba de Tukey de la longitud de brotes de los injertos en cada fase lunar, en el cultivo de Cacao

Molina (2016) al evaluar diferentes clones de cacao reportan que a los 45 DDS el clon cacao nacional y el clon CCN-51, presentaron 22.25 y 21.75 cm de altura e planta con la influencia de la fase lunar luna llena; mientras que los mismos clones presentaron 19.50 y 20.25 cm, respectivamente, cuando se hizo la siembra en la fase lunar luna nueva.

Hidrobo (2016) señala que la fase lunar de plenilunio provoca el crecimiento en altura de plantas y producción de biomasa, donde se puede afirmar que la luna interviene directamente en la germinación, por la capacidad de los rayos lunares para penetrar en el suelo. Así mismo, señala que en luna llena, es cuando más savia se produce en tejidos de las plantas, sus células son más activas, se incrementa concentración hormonal, lo cual es conveniente para la diferenciación celular, maduración y cosecha.

Por las razones expuestas, se concluye que al injertar el cultivo de cacao en la fase lunar luna llena, se obtendrá longitud de brotes más desarrollados, sin embargo, también se puede realizar los injertos en las fases lunares cuarto menguante y cuarto creciente, obteniéndose brotes con una longitud aceptable; pero no es recomendable el injerto del cacao en la fase lunar luna nueva, porque no favorece el desarrollo de los brotes.

3.5. NUMERO DE HOJAS DE PLANTAS INJERTADAS DE CACAO

El análisis de varianza de la tabla 3.5 denota una alta significación estadística para la fuente de variación fases lunares; mientras que, para las fuentes de variación tipos de injerto y la interacción entre fases lunares con tipos de injerto resultaron no significativos, demostrando que las distintas fases lunares influyen significativamente en el número de hojas de los injertos en el cultivo de cacao. El coeficiente de variabilidad fue 10.68 %, demostrando un adecuado registro de los datos obtenidos en la evaluación.

Tabla 3.5. Análisis de varianza de número de hojas de los injertos, bajo la influencia de fases lunares y tipos de injerto, en el cultivo de cacao

Fuente de variación	G.L.	Suma cuad.	Cuad. medio	F calc.	Pr>F	Sig
Repetición	2	2.46215833	1.23107917	1.77	0.2059	N,S
Fases lunares (F)	3	15.13231250	5.04410417	7.26	0.0036	**
Tipos de injertos (I)	1	2.40033750	2.40033750	3.46	0.0841	N,S
F * I	3	3.19511250	1.06503750	1.53	0.2495	N,S
Error	14	9.72217500	0.69444107			
Total	23	32.91209583				

C. V. = 10.68 %

La prueba de Tukey, realizado en la figura 3.4, demuestra que los injertos realizados en la fase lunar: luna llena, cuarto menguante y cuarto creciente, presentaron 8.8, 8.0 y 7.8 hojas por planta, respectivamente, sin demostrar diferencias estadísticas entre estas evaluaciones; mientras que, en la fase lunar luna nueva se obtuvo solo 6.6 hojas por planta, diferenciándose estadísticamente del resto.

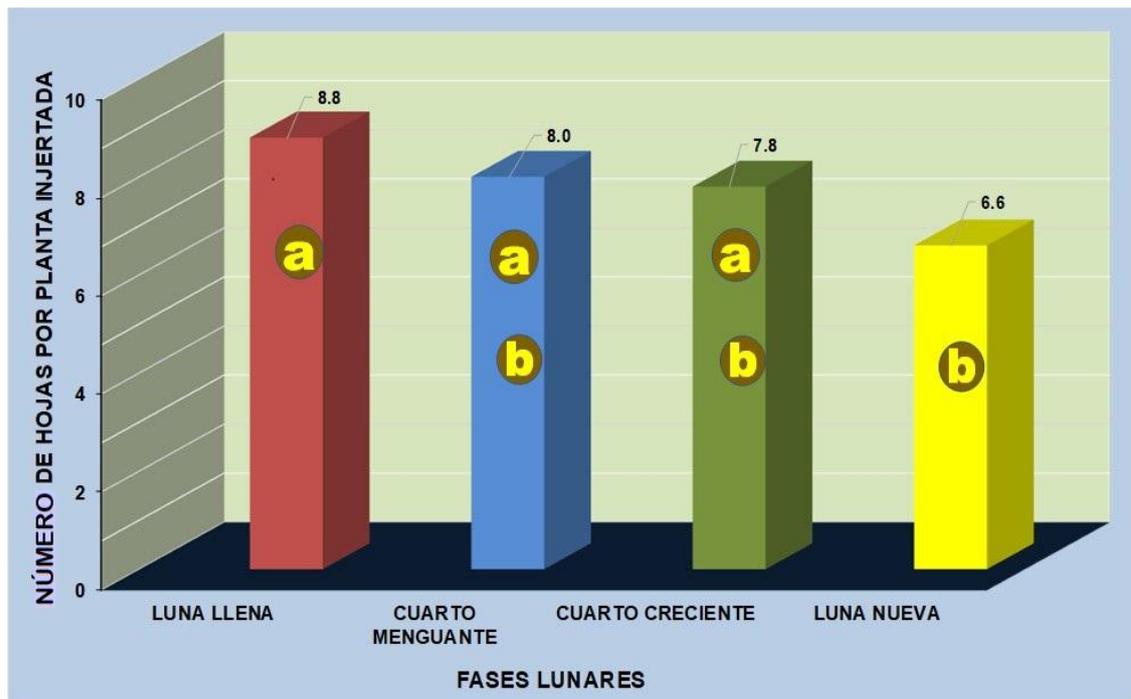


Figura 3.5. Prueba de Tukey del número de hojas del injerto en cada fase lunar a los 56 días después del injerto, en el cultivo de cacao.

Ángeles (1996), afirma que el injerto debería realizarse durante el período de luna llena, ya que los cortes hechos sobre esta época evidencian poca actividad en el desarrollo de las yemas debido a la baja concentración de fluidos sobre estas partes favoreciendo así la unión del injerto. Por otro lado, refiriéndonos a los resultados relacionados con la injertación en la fase lunar creciente Gimeno (2009), recomienda efectuar los injertos en dicho momento debido, que la influencia que la luna ejerce en la savia, permite que esta suba a la parte aérea de la planta y ello conlleve a generar los primeros rebrotes en el injerto y la formación de hojas. Para Torres (2012), los injertos se deben realizar cuando la luna se encuentra en creciente y el plenilunio, siendo los siete días en los que hay mayor probabilidad de que los injertos prendan, lo que se conoce como el “período intensivo de aguas arriba”. Además, Vinueza (2015) determinó la influencia de las cuatro fases lunares en la calidad de los injertos de rosas (*Rosa sp.*), donde empleó únicamente el injerto por parche (yema). Los resultados del experimento, permitieron determinar que el mayor porcentaje de prendimiento se dio en luna llena (94%), seguidos por cuarto creciente (90%), cuarto menguante (89%), y luna nueva (88%).

De acuerdo a los resultados obtenidos se concluye que las plantas de cacao injertados en las fases de lunación luna llena, cuarto menguante y cuarto creciente desarrollaron

mayor número de hojas, en comparación con la fase de luna nueva, donde produjo el menor número de hojas. En estos resultados la influencia del tipo de injerto empleado, no tuvo ninguna repercusión directa.

CONCLUSIONES

1. Las fases lunares sí tiene influencia en la propagación vegetativa por injerto del cacao, donde las fases de luna llena y cuarto menguante presentan resultados favorables para los parámetros, días a la brotación con 14.7 y 15.3 DDI, indistintamente del tipo de injerto, porcentaje de prendimiento con 99.6% y 98.3%, longitud de brotes con 15cm y 13.7cm, número de hojas con 8.8 y 7.8 hojas por planta y en cuánto a la luna nueva y cuarto creciente los resultados fueron menores para los mismos parámetros evaluados.
2. Los tipos de injertos utilizados injerto púa central y púa lateral, es indistinto estadísticamente en los parámetros evaluados, días a la brotación, porcentaje de prendimiento, número de hojas, diámetro de brote y longitud de brote; sin embargo, cuantitativamente el injerto púa central tiene mejores resultados para todos los parámetros evaluados.
3. Los mejores tratamientos en la propagación vegetativa por injerto del cacao, para todos los parámetros evaluados, se ha encontrado con la interacción de fase de luna llena con el injerto púa central y con la interacción de la fase de luna llena con el injerto púa lateral.

RECOMENDACIONES

1. Realizar labores de injerto en cacao, durante la fase lunar luna llena y cuarto menguante, con el método de injerto púa central, para lograr un alto porcentaje de brotamiento de la pluma y garantizar mejor desarrollo agronómico en la propagación vegetativa del cultivo de cacao.
2. Evaluar la influencia de las fases lunares en las distintas labores agronómicas en el manejo del cultivo de cacao, con la finalidad de evaluar su producción y productividad de los distintos clones de cacao, en el Valle de Rio Apurímac, Ene y Mantaro-VRAEM

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- Acosta, A., & Jaramillo, 2001. Crecimiento de la papaya (*Carica papaya*) en las diferentes fases de la luna en la zona atlántica de Costa Rica: 2001. 68 h.
- Angles, J. (1996). Influencia de la luna en la agricultura. (5 ed.). Mundi-Prensa.
- Batista, L. 2009. Guía técnica el cultivo de cacao. República Dominicana: Editorial Ingráfica C. por A.
- Benito, F 1992. Tecnificación del cacao en la selva alta peruana.
- Echeverría, V. 2013. Evaluación del prendimiento del injerto de naranjilla (*Solanum quitoense*) en dos porta injertos (*Solanum arboreum*, *Solanum hirtum*) en las cuatro fases lunares en la zona agroecológica de caluma. Guaranda, Ecuador: Universidad Estatal de Bolívar.
- Enciso, & Villachica. 1993. comportamiento en vivero de cuatro portainjertos para naranja valencia en Chanchamayo. Lima.
- Enriquez, G., & Paredes, A. 1989. El Cultivo del cacao. San José, Costa Rica: Editorial Universidad Estatal a Distancia.
- García, C. L.2000. El cultivo del cacao en la Amazonía Peruana. Tingo María: Ministerio de Agricultura.
- Gassos, 2002. Enciclopedia estudiantil lexis. Barcelona: Editorial sacramento nieto.
- Geoinciclopedia. Obtenido de Geoinciclopedia:(13 de diciembre de 2017). www.geoinciclopedia.com
- Gimeno, V. (2009). Influencia lunar en los cultivos y consejos prácticos. Fito agrícola, S.L. Distribuidor de Semillas y Plaguicidas. Disponible en <http://static.plenummedia.com/40767/files/20091021001319-es-influencia-de-la-luna-en-los-cultivos.pdf>
- González, A. 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. San Martín, Perú: Universidad Nacional de San Martín.
- Guevara, A. 2011. "Efecto de dos tipos de injerto de hendidura con tres tipos de vara yemera y con dos formas de protección en cacao (*Theobroma cacao* L.) En Santa Lucia- Aucayacu". Tingo María, Perú: Universidad Nacional Agraria de la Selva.
- Guisbert, G (2011). La luna y sus caras en la agronomía y algo más. disponible en <https://es.slideshare.net/waldoguisbert/la-luna-y-sus-jcaras-en-la-agronomia-y-algo-masguisbert-garcia-grover-waldo>.

- Hartman, & Kester. 1982. Propagación de plantas.
- Hidrobo (2016) Influencia de la luna en los procesos fisiológicos de las plantas Universidad Central del Ecuador. Facultad de Ciencias Agrícolas. Ciudadela Universitaria. Quito, Ecuador. Disponible en https://www.usfq.edu.ec/publicaciones/archivosacademicos/Documents/archivos_academicos_007.pdf
- INIAP. 2009. Manual de cultivo de cacao para la amazonia ecuatoriana. Estación experimental central de la Amazonía. Denaref. Manual Técnico N°76. Ecuador.
- ICT. 2004. Cacao. Manejo integrado del cultivo y transferencia de tecnología en la Amazonía peruana.
- Jaimes, Y., & Aranzazu, F. 2010. Manejo de las enfermedades del cacao (*Theobroma cacao* L.) en Colombia, con énfasis en monilia (*Moniliophthora roreri*). Colombia: Diagramación e impresión.
- Mainardi, F. 1996. Guía ilustrada de la poda y de los injertos. De Vecchi.
- Mendoza, C. 2013. El cultivo de cacao. Lima.
- Millan y Salvador (2018) evaluación de cuatro tipos de injertos, bajo la influencia de las fases lunares para la especie forestal *Sapindus Saponaria* L. en el área del plan piloto de restauración ecológica en bosque seco Universidad Distrital Francisco José de Caldas Facultad de Medio Ambiente y Recursos Naturales Ingeniería Forestal Bogotá, Colombia, 2018 disponible en <http://repository.udistrital.edu.co/bitstream/11349/13080/1/MillanRamosCristianCamilo2018.pdf>
- MINAG. 2012. Manual manejo técnico del cultivo de cacao blanco de Piura. Disponible en: http://infocafes.com/portal/wp-content/uploads/2016/05/manual_cacao_blanco_piura.pdf
- Motamayor (2002). Cacao domesticación I. Disponible en https://www.researchgate.net/publication/11063678_Cacao_domestication_I_The_origin_of_the_cacao_cultivated_by_the_Mayas
- Molina. 2016. Fases lunares en la reproducción vegetativa de cacao (*Theobroma cacao* L.), Babahoyo, Ecuador. Disponible en <https://eujournal.org/index.php/esj/article/view/7757>
- Navarro, M., & Mendoza, I. 2006. Guía técnica del cultivo de cacao en sistemas agroforestales. Nicaragua, Río San Juan.

- Ojeda, E. (2015). Influencia de las fases lunares en el comportamiento agronómico de injertos de naranjilla (*Solanum quitoense* Lam.), santa clara, provincia de Pastaza, 2014. Ecuador, Quevedo.
- Paredes, M. 2004. Manual de Cultivo del cacao. Perú.
- Paredes, M. 2008. Clones promisorios de cacao peruano. Tingo María, Perú.
- Pina, J. 2008. Propagación de plantas. Valencia: Editorial de la Universidad Politécnica de Valencia.
- Restrepo, J. 2005. El sol nocturno en los trópicos y su influencia en la agricultura.
- Rimache, M. 2008. Cultivo del cacao. Lima: Macro.
- Salvador, N., Espinoza, E., & Rojas, J. C. 2012. Manual del cultivo de cacao blanco de Piura.
- Unaicho, M.2014 "Evaluación de prendimiento de injerto de (*Theobroma cacao* L.) del cacao trinitario utilizando la influencia lunar en el Cantón Pujili. Ecuador.
- Vásquez, A. 2018. Efecto de las fases lunares en el cultivo de tres híbridos de maíz (*Zea mays* L.). Guayaquil: Universidad de Guayaquil.
- Torres M (2014) Determinar la influencia de la luna en la agricultura – Ecuador. Disponible en <https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/3078/1/mag136.pdf>
- Vela, E. D. 2014. "Influencia de fases lunares en la propagación vegetativa del injerto tipo momia (púa lateral) usando el clon CCN-51, en vivero en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) en el distrito de Morales - San Martín". Distrito De Morales - San Martín: Universidad Nacional de San Martín, Tarapoto.
- Vinueza, M. (2015). Comportamiento de las plántulas de rosas (*Rosa* sp.) injertadas en las diferentes fases de la luna. Tesis previa a la obtención del título de ingeniero agropecuario. Universidad Politécnica Salesiana. Quito (Ecuador).

ANEXOS

ANEXO 1

Momentos y tipos de injertos en el cacao por los agricultores del VRAEM

Tabla 1. Resultado de las encuestas a los agricultores del VRAEM, sobre los tipos y los momentos que realizan el injerto en sus cultivos de cacao.

Nº	Agricultor encuestado	Distrito	Injerto en fase lunar	Tipo de injerto practicado
01	Agricultor 01	Canaire	Luna llena	Púa central
02	Agricultor 02	Canaire	Luna llena	Púa lateral
03	Agricultor 03	Canaire	Luna llena	Púa lateral
04	Agricultor 04	Canaire	Luna llena	Púa lateral
05	Agricultor 05	Canaire	Cuarto menguante	Púa lateral
06	Agricultor 01	Vizcatan del Ene	Cuarto creciente	Púa lateral
07	Agricultor 02	Vizcatan del Ene	Cuarto menguante	Púa central
08	Agricultor 03	Vizcatan del Ene	Cuarto creciente	Púa lateral
09	Agricultor 04	Vizcatan del Ene	Luna llena	Púa lateral
10	Agricultor 05	Vizcatan del Ene	Luna llena	Púa lateral
11	Agricultor 01	Pichari	Luna creciente	Púa central
12	Agricultor 02	Pichari	Luna menguante	Púa lateral
13	Agricultor 03	Pichari	Luna nueva	Púa lateral
14	Agricultor 04	Pichari	Luna menguante	Púa lateral
15	Agricultor 05	Pichari	Luna llena	Púa lateral

Con la finalidad de comparar los resultados del presente trabajo de investigación, con las prácticas que realizan los agricultores cacaoteros del valle de Rio Apurimac, Ene y Mantaro –VRAEM, se hizo una encuesta a 5 pobladores, por cada distrito, a los que practican el manejo de plantas según las fases de la luna, llegándose a los siguientes resultados que se muestran en la figura 3.5.

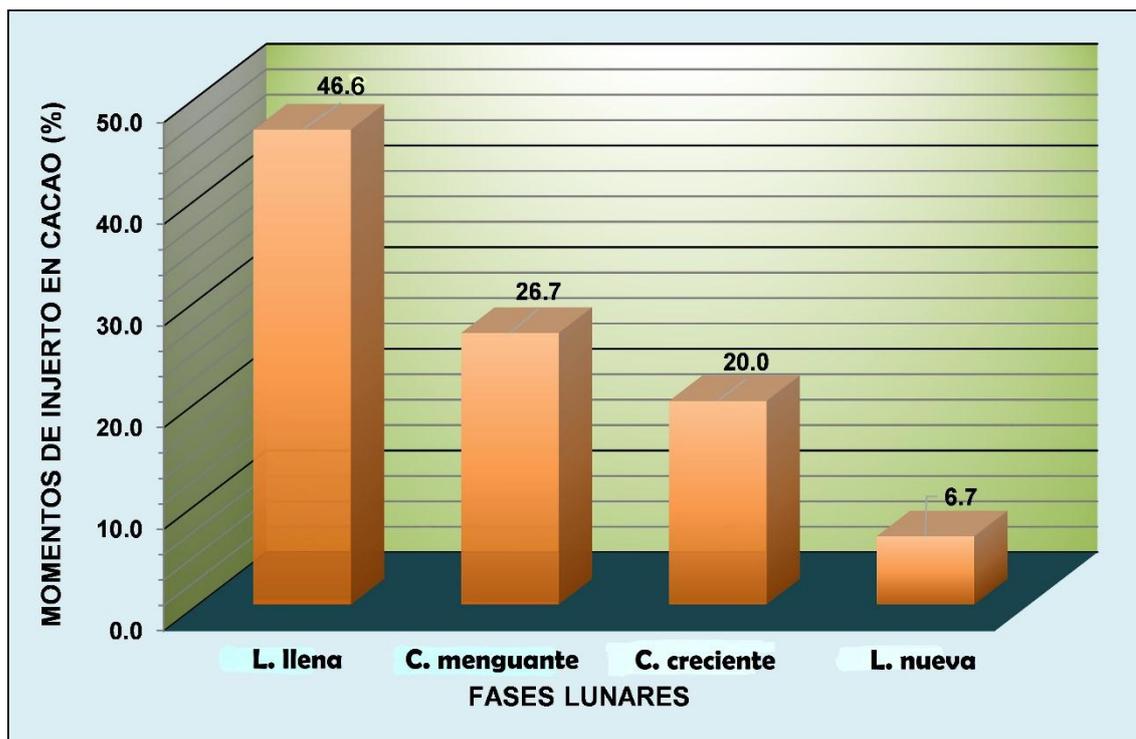


Figura 1. Histograma de frecuencias, del momento de injerto, según las fases lunares, practicados por los agricultores del VRAEM, en el cultivo de cacao.

De acuerdo al histograma de frecuencias, de la figura 3.5, el 46.6% de los pobladores manifiestan que el momento del injerto lo realizan en la fase lunar luna llena; mientras que un 26.7% lo hace en la fase cuarto menguante y el 20% en cuarto creciente. Un menor porcentaje de la población (6.7%) lo hace en la fase lunar luna nueva.

De igual manera, los resultados de la encuesta sobre el tipo de injerto que practican, graficado en la figura 3.6, señalan que el 80% de los agricultores, practican el injerto tipo púa lateral, mientras que solo un 20% practica el tipo púa central.

Entre las justificaciones que manifiestan es la garantía de prendimiento y rápido desarrollo del injerto tipo lateral realizado en campo definitivo, mientras que el injerto púa central en campo definitivo es afectado por los rayos solares, y la consecuencia es mayor porcentaje de mortandad con este tipo de injerto. Las practicas del conocimiento ancestral de los agricultores, en cuanto al momento del injerto en cacao, en función a la fase lunar y del tipo de injerto, son validados de alguna manera con los resultados del presente trabajo de investigación que concuerdan los resultados.

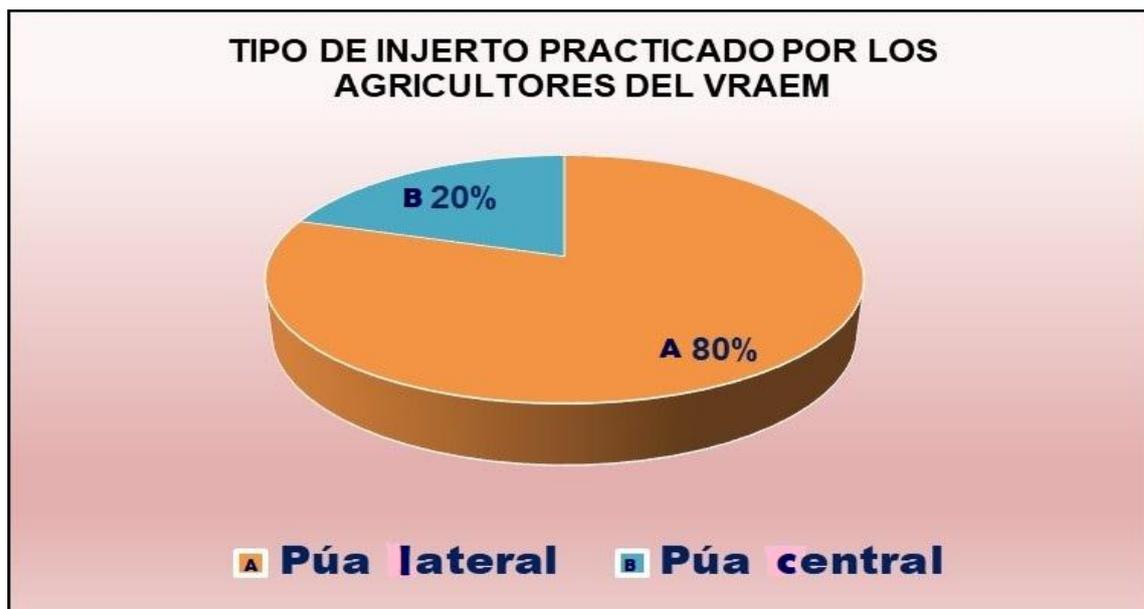


Figura 2. Porcentaje de tipo de injertos practicados por los agricultores del VRAEM, en el cultivo de cacao.

ANEXO 2

Calendario de las fases lunares, correspondiente al año 2018

Año mes día	Hora/minutos de ocurrencia	Fase lunar	Año mes día	Hora/minutos de ocurrencia	Fase lunar
2018 01 02	02:24	LL	2018 07 06	07:50	CM
2018 01 08	22:25	CM	2018 07 13	02:47	LN
2018 01 17	02:17	LN	2018 07 19	19:52	CC
2018 01 24	22:20	CC	2018 07 27	20:20	LL
2018 01 31	13:26	LL	2018 08 04	18:18	CM
2018 02 07	04:19	CM	2018 08 11	09:57	LN
2018 02 15	00:33	LN	2018 08 18	07:48	CC
2018 02 23	19:33	CC	2018 08 26	11:56	LL
2018 03 02	00:51	LL	2018 09 03	02:37	CM
2018 03 09	11:20	CM	2018 09 09	18:01	LN
2018 03 17	13:11	LN	2018 09 16	23:15	CC
2018 03 24	15:35	CC	2018 09 25	02:52	LL
2018 03 31	12:37	LL	2018 10 02	09:45	CM
2018 04 08	07:17	CM	2018 10 09	03:47	LN
2018 04 16	01:57	LN	2018 10 16	18:01	CC
2018 04 22	21:45	CC	2018 10 24	16:45	LL
2018 04 30	00:58	LL	2018 10 31	16:40	CM
2018 05 08	02:08	CM	2018 11 07	16:02	LN
2018 05 15	11:48	LN	2018 11 15	14:54	CC
2018 05 22	03:49	CC	2018 11 23	05:39	LL
2018 05 29	14:19	LL	2018 11 30	00:19	CM
2018 06 06	18:31	CM	2018 12 07	07:20	LN
2018 06 13	19:43	LN	2018 12 15	11:49	CC
2018 06 20	10:51	CC	2018 12 22	17:48	LL
2018 06 28	04:53	LL	2018 12 29	09:49	CM

LL = Luna llena
 LM = Cuarto menguante
 LC = Cuarto creciente
 LN = Luna nueva

ANEXO 3
Panel fotográfico



Fotografía 01. Varas yemas de cacao VRAE 99 – localidad de Otari, San Martín, distrito de Pichari.



Fotografía 02. Herramientas básicas para realizar el proceso de injertado de cacao



Fotografía 03. Obtención de varetas, para realizar el proceso de injertado



Fotografía 04. Embalado con stretch film de las varas yemas para el transporte.



Fotografía 05. Práctica del injertado en plántulas de cacao.



Fotografía 06. Vista frontal de plantas injertadas de cacao, distribuidas según tratamiento.



Fotografía 07. Medición del diámetro de brote en la investigación



Fotografía 08. Vivero con plantas de cacao injertadas, según tratamiento.



Fotografía 09. Retiro de las bolsas que cubren los injertos.



Fotografía 10. Medición de la longitud de brote de las plantas injertadas de cacao.