



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIAPAS
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS
CAMPUS V



Fenología de floración, producción y comportamiento de injertos de genotipos de *Theobroma cacao* L. en proceso de selección

TESIS

Que para obtener el grado de
**MAESTRA EN CIENCIAS EN PRODUCCIÓN AGROPECUARIA
TROPICAL**

Presenta

ING. SATURNINA GÓMEZ GARCÍA

Director de tesis

DR. ORLANDO LOPEZ BAEZ

Villaflores, Chiapas, México, Febrero, 2019



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIAPAS
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
CAMPUS V
DIRECCIÓN



VILLAFLORES, CHIAPAS
22 DE FEBRERO DE 2019
OFICIO N° D/92/19

ING. SATURNINA GÓMEZ GARCÍA
PASANTE DE LA MCPAT
DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
P R E S E N T E.

En atención a que usted ha presentado los votos aprobatorios del Honorable Jurado, designado para su evaluación de grado, de la tesis titulada: **“Fenología de floración, producción y comportamiento de injertos de genotipos de *Theobroma cacao* L. en proceso de selección”**, por este conducto le comunico que se le autoriza la impresión del documento, de acuerdo a los lineamientos vigentes de la Universidad.

Sin otro particular, le envío un cordial saludo.

ATENTAMENTE
“POR LA CONCIENCIA DE LA NECESIDAD DE SERVIR”

M. C. ROBERTO REIMUNDO COUTIÑO RUIZ
DIRECTOR



C. c. p. Archivo

DEDICATORIA

Adiós

Por guiar mis pasos y ayudarme en las adversidades, por ser mi luz en medio de la oscuridad.

A mis padres

Por darme su apoyo incondicional y para lograr este proyecto de vida, por enseñarme los valores que me formaron para ser una gran persona.

A mi hijo Josafat

Que es el gran amor de mi vida que impulso para continuar en este camino y lograr mi meta de ser maestra.

A mis hermanos(a)

Por apoyarme en los momentos más difíciles, por los consejos que me dieron para continuar con mis estudios.

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por el financiamiento brindado en el desarrollo y conclusión del proyecto de investigación.

A la Universidad Autónoma de Chiapas por la formación profesional.

A la Dra. Sandra Isabel Ramírez González; por su rigurosidad y orientación para terminar el proyecto de investigación, por ser colega y amiga.

Al Dr. Orlando López Báez por ser mi director de tesis y apoyarme para poder terminar con el trabajo de investigación, por sus consejos y experiencias compartidas, por creer en mí como profesional.

A la M.C. María de los Ángeles Rosales Esquinca, por ser mi asesora de tesis para desarrollar el trabajo de investigación, por su apoyo brindado y sus consejos.

Dra. Hilda María Jiménez Acevedo por ser mi asesor y brindarme su apoyo para la culminación de la tesis.

A mis amigos por brindarme su amistad y apoyo durante el tiempo que duro la maestría por creer en mí.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIAPAS
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS
CAMPUS V



Esta tesis titulada Fenología de floración, producción y comportamiento de injertos de genotipos de *Theobroma cacao* L. en proceso de selección registrado en la Coordinación de Investigación y Posgrado de la Facultad de Ciencias Agronómicas, Financiado, por el proyecto titulado: “Paisajes que alimentan el alma: cacao, tradiciones y selva”, con la clave: 06/CUE/CIM/2087/15, cuyo Responsable Técnico es: Dr. Orlando López Báez.

Se incluye en la Línea de Generación y Aplicación del Conocimiento: Manejo agroecológicos de cultivos, del Cuerpo Académico Sustentabilidad, Agricultura y Negocios.

Se incluye en la Línea de Generación y Aplicación del Conocimiento: Manejo agroecológico de cultivos, del Programa de Maestría en Ciencias en Producción Agropecuaria Tropical.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIAPAS
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS
CAMPUS V



Esta tesis titulada Fenología de floración, producción y comportamiento de injertos de genotipos de *Theobroma cacao* L. en proceso de selección, fue realizada por la Ing. SATURNINA GOMEZ GARCÍA bajo la dirección y asesoría del Comité Tutorial indicado, como requisito parcial para obtener el grado de MAESTRA EN CIENCIAS EN PRODUCCIÓN AGROPECUARIA TROPICAL.

COMITÉ

COMITÉ TUTORIAL

DIRECTOR

DR. ORLANDO LÓPEZ BÁEZ

ASESORES

DRA. SANDRA ISABEL RAMÍREZ GONZÁLEZ

DRA. HILDA MARÍA JIMÉNEZ ACEVEDO

M.C MARÍA DE LOS ÁNGELES ROSALES
ESQUINCA



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIAPAS
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS
CAMPUS V



Esta tesis titulada Fenología de floración, producción y comportamiento de injertos de genotipos de *Theobroma cacao* L. en proceso de selección, realizada por la Ing. SATURNINA GOMEZ GARCÍA ha sido aprobada por la Comisión Revisora indicada, como requisito parcial para obtener el grado de MAESTRA EN CIENCIAS EN PRODUCCIÓN AGROPECUARIA TROPICAL.

COMISIÓN REVISORA

DRA. SANDRA ISABEL RAMÍREZ GONZÁLEZ

DRA. HILDA MARÍA JIMÉNEZ ACEVEDO

M.C MARÍA DE LOS ÁNGELES ROSALES
ESQUINCA

ÍNDICE

	Pagina
ÍNDICE DE CUADROS.....	x
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xii
RESUMEN.....	xiii
ABSTRAC.....	xv
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Objetivos.....	3
Objetivo general.....	3
1.2 Hipótesis.....	3
2. REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
2.1 Aspectos generales del cacao.....	4
2.2 Producción de cacao.....	4
2.3 Descripción botánica del cultivo del Cacao.....	5
2.3.1 Sistema radicular.....	5
2.3.2 Tallo y Ramas.....	5
2.3.3 Hojas.....	5
2.3.4 Flor.....	5
2.3.5 Semilla.....	5
2.3.6 Fruto.....	6
2.4 Propagación sexual o por semilla del cacao.....	6
2.4.1 Propagación asexual.....	6
2.5 Alternativa para la rehabilitación de plantaciones de cacao.....	7
2.6 Injerto.....	7
2.6.1 Injerto de renovación.....	8

2.7 Técnicas de injerto.....	8
2.7.1 Injertos en chupón basal.....	8
2.7.2 Injerto de púa.....	8
2.7.3 Injerto de púa lateral en chupón basal.....	9
2.7.4 Injerto púa central.....	9
2.7.5 Injerto de parche.....	9
2.8 Épocas de injertación.....	9
2.8.1 Tiempo de injertación.....	10
2.9 Prendimiento.....	10
2.10 Principales enfermedades del cacao.....	10
2.10.1 Monilia.....	10
2.10.2 Mazorca negra.....	10
2.10.3 Escoba de bruja.....	11
2.10.4 Mal de machete.....	11
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	12
3.1 Ubicación del área de estudio.....	12
3.2 Diseño de la investigación.....	12
3.3 Material genético.....	13
3.4 Metodología para el estudio de la fenología selección de árboles seleccionados	14
3.5 injertado en chupones basales	15
3.5.1 Variables cuantificadas en plantas injertadas.....	16
3.5.2 Longitud del injerto.....	17
3.5.3 Grosor del injerto.....	17
3.5.4 Número de ramas	18
3.5.5 Número de hojas.....	18

3.9 Metodología experimental para la etapa de injerto.....	18
3.10 Manejo de la vieja plantación.....	19
3.11 Manejo post injerto.....	19
3.12 Costos.....	20
4. RESULTADOS	21
4.1 Comportamiento fenológico de las plantas “originales”.....	21
4.2 Comportamiento de los injertos.....	26
4.3 Costo de la tecnología.....	37
5. DISCUSIÓN	39
6. CONCLUSIONES	46
7. LITERATURA CITADA	47
8. ANEXOS	51

ÍNDICE DE CUADROS

	Página
Cuadro 1. Origen de 15 genotipos de cacao.....	14
Cuadro 2. Porcentaje de prendimiento de injertos en 15 genotipos de <i>Theobroma cacao</i> L.....	26
Cuadro 3. Datos climáticos acumulados por mes en Tecpatán, Chiapas.....	31
Cuadro 4. Valores promedio de la variable longitud del tallo del mes de enero de 2017 a julio del 2018.....	32
Cuadro 5. Valores promedio de la variable grosor del tallo del mes de enero de 2017 a julio del 2018.....	33
Cuadro 6. Valores promedio de la variable número de ramas del mes de enero de 2017 a julio del 2018.....	34
Cuadro 7. Valores promedio de la variable número de hojas del mes de enero de 2017 a julio del 2018.....	35
Cuadro 8. Plantas en floración (%) y edad después del injertado.....	36
Cuadro 9. Plantas en edad de producción (%) después del injertado	36
Cuadro 10. Costos del primer año de la implementación de la tecnología de renovación en una hectárea de cacao.....	37

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Diseño metodológico de la investigación.....	13
Figura 2. Vareta seleccionada.....	15
Figura 3. Injerto de corona realizado en campo.....	16
Figura 4. Medición longitud del injerto.....	17
Figura 5. Medición grosor del tallo.....	18
Figura 6. Fenología de floración de cacao de 14 genotipos estudiados.....	21
Figura 7. Fenología de producción de chilillos sanos de cacao de 14 genotipos estudiados	22
Figura 8. Fenología de producción de chilillos enfermos de cacao de 14 genotipos estudiados	23
Figura 9. Fenología de producción de mazorcas sanas de cacao de 14 genotipos estudiados.....	24
Figura 10. Fenología de producción de mazorcas enfermas de cacao de 14 genotipos estudiados.....	25
Figura 11. Crecimiento de longitud del tallo de injertos de 15 genotipos de cacao injertados en chupones basales.....	27
Figura 12. Grosor del tallo de injertos de 15 genotipos de cacao injertados en chupones basales.....	28
Figura 13. Número de ramas de injertos de 15 genotipos de cacao injertados en chupones basales.....	29
Figura 14. Número de hojas de injertos de 15 genotipos de cacao injertados en chupones basales.....	30

ÍNDICE DE ANEXOS

	Página
Cuadro A 1. Análisis de varianza de la variable longitud del tallo de los injertos realizados de los genotipos de cacao.....	58
Cuadro A 2. Análisis de varianza de la variable grosor del tallo de los injertos realizados de los genotipos de cacao.....	60
Cuadro A 3. Análisis de varianza de la variable número de ramas de los injertos realizados de los genotipos de cacao.....	62
Cuadro A 4. Análisis de varianza de la variable número de hojas de los injertos realizados de los genotipos de cacao.....	66

RESUMEN

El cacao es cultivado dentro un sistema agroforestal y contribuye al cuidado del medio ambiente. Uno de los problemas que ha venido afectando la baja producción son las altas incidencia de enfermedades, además que son plantaciones viejas cuya edad rebasa los 40 años sin manejo agronómico, una forma de recuperarlas es mediante el injertado en los chupones basales con genotipos de alto potencial agronómico, es por ello que se planteó la siguiente investigación sobre la fenología de floración, producción y comportamiento de injertos de genotipos de *Theobroma cacao*, L. el cual tiene cuatro objetivos: obtener información de la fenología de floración y producción de los genotipos estudiados; obtener información del crecimiento inicial de clones de cacao bajo las condiciones de los productores de Tecpatán, Chiapas con fines de su utilización en la recuperación de las plantaciones improductivas; seleccionar de manera preliminar clones de cacao de alto rendimiento y calidad para su difusión a los productores para su utilización en la renovación de plantaciones; y establecer los costos de aplicación de la tecnología. Se trabajó con 15 genotipos de cacao de los municipios de Tecpatán y Tapachula en Chiapas y Comalcalco, Tabasco; el estudio de la fenología se hizo mediante un análisis descriptivo de las variables número de flores por metro, número de chilillos sanos, enfermos, mazorcas sanas y enfermas.

Se estudió el crecimiento inicial de 14 clones de cacao, con base en un diseño experimental completamente al Azar y 12 repeticiones por clon; la unidad de muestreo consistió en una planta obtenida mediante el método de injerto de corona utilizando el chupón basal como portainjerto.

Las plantas injertadas recibieron el manejo agronómico de aplicación de aspersiones de fungicidas y bioabono foliar para controlar monilia y mancha negra, además se llevó a cabo un registro mensual durante el periodo de enero de 2017 a julio de 2018, de las variables longitud del tallo, grosor del tallo, número de ramas, número de hojas.

Respecto a la variable longitud del tallo, de acuerdo con los datos obtenidos los genotipos que mostraron mayor crecimiento fueron UNACH 271 de Tapachula y UNACH 88 de Comalcalco, en cuanto a grosor del tallo los que presentaron mayor crecimiento fueron UNACH 370, UNACH 344 y UNACH 271 de Comalcalco, para la variable con mayor número de ramas destacan UNACH 304, UNACH 370 y UNACH 271 de Comalcalco. Con la variable número de hojas los que produjeron mayor brotación fueron UNACH 271 y UNACH 333. En cuanto a la fenología del cacao el genotipo que resultó ser el mejor en producción de flores a través del año fue UNACH 88 de Tapachula. Para la variable chilillos sanos los genotipos con mayor producción fueron UNACH 3337, UNACH 333 y UNACH 88 de Tapachula y los meses donde hubo menor incidencia de enfermedades fue de enero a junio de 2018. En cuanto a la variable producción de mazorcas sanas los mejores genotipos fueron UNACH 302, UNACH 304 de Tecpatán y UNACH 88 de Tapachula y UNACH 3 de Comalcalco, donde se presentó mayor incidencia de enfermedad fue en los meses de enero-mayo de 2017 en los genotipos UNACH 302 de Tecpatán y UNACH 3 de Comalcalco. El análisis de varianza que se realizó para los injertos indica que variables como son longitud del tallo, grosor del tallo número de ramas, los genotipos que mejor resultaron con promedios más altos fueron UNACH 370 y UNACH 304, y con la variable número de hojas con los promedios más altos fueron UNACH 344, UNACH 370 y UNACH 304. Los genotipos que presentaron mayor precocidad en el inicio de floración a los 12 meses de injertado fueron UNACH 304, UNACH 341, UNACH 344 y UNACH 271 estos mismos genotipos empezaron el desarrollo de su potencial de producción. Con relación al costo de la tecnología para la renovación de una hectárea de cacao se estimó un total de \$ 14,009.00 pesos.

Los resultados obtenidos indican que la estrategia de injertado en chupones basales constituye una alternativa para la renovación de plantaciones improductivas.

Palabras claves: Chupón basal, genotipo, precocidad.

ABSTRACT

Cocoa is grown in an agroforestry system and contributes to the care of the environment. One of the problems that have been affecting the low production are the high incidence of diseases, in addition to old plantations whose age exceeds 40 years without agronomic management, one way to recover them is by grafting on the basal suckers with high potential genotypes agronomic, that is why the following research on the flowering phenology, production and behavior of grafts of *Theobroma cacao*, L. genotypes was proposed, which has four objectives: to obtain information on the flowering phenology and production of the genotypes studied; obtain information on the initial growth of cocoa clones under the conditions of the producers of Tecpatán, Chiapas for the purpose of their use in the recovery of unproductive plantations; select, in a preliminary way, high quality and quality cocoa clones for dissemination to producers for use in the renewal of plantations; and establish the costs of application of the technology. We worked with 15 cocoa genotypes from the municipalities of Tecpatán and Tapachula in Chiapas and Comalcalco, Tabasco; the study of the phenology was made through a descriptive analysis of the variables number of flowers per meter, number of healthy chillillos, sick, healthy and diseased ears.

The initial growth of 14 cocoa clones was studied, based on a completely randomized experimental design and 12 replications per clone; the sampling unit consisted of a plant obtained by the crown grafting method using the basal sucker as rootstock.

The grafted plants received the agronomic management of application of fungicide sprays and foliar bioabundance to control monilia and black spot, in addition a monthly record was carried out during the period from January 2017 to July 2018, of the stem length variables, Stem thickness, number of branches, number of leaves.

Regarding the stem length variable, according to the data obtained, the genotypes that showed the highest growth were UNACH 271 from Tapachula and UNACH 88 from Comalcalco. In terms of stem thickness, the ones that showed the highest growth were UNACH 370, UNACH 344 and UNACH 271 of Comalcalco, for the variable with the greatest number of branches, UNACH 304, UNACH 370 and UNACH 271 of Comalcalco stand out. With the variable number of leaves, the ones that produced the most sprouting were UNACH 271 and UNACH 333. Regarding the phenology of the cacao, the genotype that turned out to be the best in flower production throughout the year was UNACH 88 from Tapachula. For the variable chilillos healthy the genotypes with higher production were UNACH 3337, UNACH 333 and UNACH 88 of Tapachula and the months where there was lower incidence of diseases was from January to June 2018. Regarding the variable production of healthy ears the best genotypes were UNACH 302, UNACH 304 from Tecpatán and UNACH 88 from Tapachula and UNACH 3 from Comalcalco, where the highest incidence of illness was found was in the months of January-May 2017 in the genotypes UNACH 302 from Tecpatán and UNACH 3 from Comalcalco. The analysis of variance that was carried out for the grafts indicates that variables such as stem length, stem thickness, number of branches, genotypes that better resulted with higher averages were UNACH 370 and UNACH 304, and with the variable number of leaves with the highest averages were UNACH 344, UNACH 370 and UNACH 304. The genotypes that showed greater precocity at the beginning of flowering 12 months after grafting were UNACH 304, UNACH 341, UNACH 344 and UNACH 271 these same genotypes began the development of its production potential. In relation to the cost of the technology for the renovation of one hectare of cocoa, a total of \$ 14,009.00 pesos was estimated.

The results obtained indicate that the strategy of grafting on basal suckers constitutes an alternative for the renewal of unproductive plantations.

Keywords: Basal pacifier, genotype, precocity.

1. INTRODUCCIÓN

El cultivo de cacao en el estado de Chiapas está incluido dentro de los 16 sistemas productos más importantes de la entidad, siendo el sexto considerando su importancia en superficie cultivada con 19,717.75 ha.

Es un cultivo de gran trascendencia cultural e histórica para Chiapas y México, además de la aportación a la preservación y equilibrio del medio ambiente, influenciando de manera positiva las cuencas donde se ubica el cultivo, que promueve la generación de agua, la captura de carbono, la conservación del suelo y fomenta la diversidad de flora y fauna.

Potencialmente el cacao es una buena alternativa ante las nuevas perspectivas económicas y ambientales para México y los países de América Latina. La comercialización del cacao a nivel mundial experimenta una demanda creciente con buenas predicciones de potencial para el futuro.

Entre los problemas que afectan la producción de cacao en Chiapas destacan la baja densidad de plantado con un promedio de 500 árboles/ha, el alto porcentaje de plantaciones viejas e improductivas cuya edad rebasa los 40 años y la enfermedad conocida como moniliasis causada por el hongo *Moniliophthora roreri*, lo que hace que en promedio una ha de cacao produzca alrededor de 400 kg al año.

Considerando los aspectos sociales, económicos y el reducido tamaño de la plantación de cacao la cual en promedio es de 1 a 2 ha por familia, una alternativa para la recuperación de la capacidad productiva de la plantación es la renovación mediante el injertado en chupones basales.

El 80% de los 90 mil ha de plantaciones de cacao existentes en México tienen más de 40 años por lo que su potencial productivo es reducido; por lo tanto, la renovación de las plantaciones es urgente para recuperar la rentabilidad de este cultivo y garantizar el abasto de la industria nacional. Sin embargo, la renovación de plantaciones se ve limitada por factores culturales, sociales y económicos. Por una parte, el productor se opone al derribo de la vieja plantación e incorporar nuevas tecnologías, y por otra no dispone de grandes volúmenes de cosecha que le permitan financiar la renovación de la plantación.

En otro contexto, una seria limitante es la falta de materiales mejorados adaptados a las condiciones ambientales de las regiones de producción de los estados de Tabasco y Chiapas.

El árbol de cacao posee la capacidad de regenerar plantas viejas e improductivas a partir de explantes vegetativos de clones mejorados que son injertados en renuevos que se originan en la base del tronco.

Por otra parte, considerando que el mejoramiento genético tiene un amplio potencial dada la gran diversidad y variabilidad genética existente en el cacao en forma natural, la UNACH implementó un programa de mejoramiento participativo en comunidades de productores de cacao del municipio de Tecpatán; el cual ha dado como resultado la selección de árboles con características de alto rendimiento y calidad (López y Ramírez 2009).

La tecnología de renovación desarrollada por la Agencia Universitaria de Desarrollo (AUDES) Cacao-chocolate de la UNACH consiste en la utilización de chupones basales, sobre los que se injerta una vareta de 10-15 cm, la cual es protegida con una bolsa de polietileno (Ramírez *et al.*, 2014).

La combinación del mejoramiento participativo para selección de árboles elite y la renovación mediante injertada en chupones basal a gran escala puede constituir una estrategia de recuperación de la producción nacional, ya que es adaptable a productores de escasos recursos.

El germoplasma, producto de la etapa de selección participativa, representa un alto potencial para su difusión a los productores e incorporación en programas de renovación de plantaciones, con la ventaja adicional de ser material adaptado a las condiciones ambientales de cada localidad.

1.1 Objetivos

Objetivo general

Generar información del comportamiento de clones de cacao durante su utilización en la renovación de plantaciones.

Objetivos específicos

- a) Obtener información de la fenología de floración y producción de los genotipos estudiados.
- b) Obtener información del crecimiento inicial bajo las condiciones de los productores, de clones de cacao con fines de su utilización en la recuperación de las plantaciones improductivas.
- c) Seleccionar de manera preliminar clones de cacao de alto rendimiento y calidad para su difusión a los productores para su utilización en la renovación de plantaciones.
- d) Establecer los costos de aplicación de la tecnología.

1.2 Hipótesis

Existe al menos un clon con capacidad de crecimiento y producción, adaptable como germoplasma mejorado para la renovación de plantaciones improductivas.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Aspectos generales del cacao

El género *Theobroma* es originario de la cuenca alta del río Amazonas que comprende países como Colombia, Ecuador, Perú, Bolivia y Brasil, siendo en esta región donde la especie *Theobroma cacao* presenta la mayor variación. No obstante, su cultivo se dio en tiempos precolombinos desde México hasta Costa Rica, aunque no está claro si su expansión se dio de manera natural o con la ayuda del hombre. Gracias a un importante movimiento transoceánico de germoplasma, en la actualidad es cultivado en las regiones húmedas de ambos hemisferios. En estado natural, se encuentra en los pisos inferiores de las selvas húmedas de los trópicos, desde los 20° latitud norte hasta los 20° latitud sur y a una altitud por debajo de los 1 250 m (Enríquez, 2004).

El género *Theobroma* pertenece al orden Malvales y a la familia Malvaceae, posee algunas especies de gran importancia económica como *T. cacao*, así como *T. grandiflorum* y *T. bicolor* en un menor grado. El cacao era considerado por las culturas nativas de la región azteca como el “alimento de los dioses” y además de utilizar sus granos como moneda lo consumían como bebida. A pesar de ser un cultivo estrictamente tropical, se elabora y se consume más en regiones templadas como bebida estimulante y alimento energético; además, su grasa es un subproducto importante en la preparación de cosméticos y productos farmacéuticos (León, 2000).

2.2 Producción de cacao

Tabasco y Chiapas son los principales productores de cacao en nuestro país. El 1% de la producción total de cacao en México se exporta a Estados Unidos y países de la Unión Europea. Cada año nuestro país produce 28 mil toneladas de cacao, eso lo coloca como el octavo productor de este alimento en el mundo. México está enfocado a rescatar sus cacaos nativos, más que sembrar clones productivos. Alrededor de 37 mil productores conforman la producción de cacao en México; ésta se lleva a cabo en la zona sur y sureste, cultivándose solamente en los estados de Tabasco, Chiapas y Guerrero, aunque también hay producción a menor escala en Oaxaca, Veracruz y Yucatán. Tabasco es el principal productor de cacao a nivel nacional, los municipios de Comalcalco, Cárdenas, Cunduacán y Huimanguillo producen en conjunto el 87% de la producción de dicho estado. El estado de Tabasco aporta el 66.9% del volumen de producción nacional, con un poco más de 17 mil 281 toneladas cosechadas de una superficie de 41 mil hectáreas, le sigue Chiapas con el 32.9%, representado 9 mil 346 toneladas y Guerrero solamente con 236 toneladas, lo que representa el 0.2% según el Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP, 2018).

2.3 Descripción botánica del cultivo del Cacao

2.3.1 Sistema radicular

La forma y desarrollo de las raíces del cacao dependen principalmente de la textura, estructura y consistencia del suelo. En suelos profundos bien aireados su crecimiento puede alcanzar hasta dos 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 (Batista, 2006).

2.3.2 Tallo y Ramas

El tronco tiene un hábito de crecimiento dimórfico, con brotes ortotrópicos o chupones y ramas plagiotrópicas o en abanico. Las ramas primarias se forman en verticilos terminales con 3 a 6 ramillas; al conjunto se le llama "molinillo". Las flores aparecen insertadas sobre el tronco o las viejas ramificaciones es cauliflora (Enríquez, 2004).

2.3.3 Hojas

En las ramas, las hojas están posicionadas en dos filas, una a cada lado de la rama, son grandes, alternas, colgantes, elípticas u oblongas, de 20 a 35 cm de largo por 4 a 15 cm de ancho, de punta larga, ligeramente gruesas, margen liso, verde oscuro en el haz y más pálidas en el envés, cuelgan de un pecíolo (Somarriba, 2006).

2.3.4 Flor

La flor del cacao es individual y tiene un pedicelo largo y fino aproximadamente de 1 a 1,5 cm de longitud, se compone de cinco sépalos agudos y rosados, de seis a ocho mm de largo, pubescentes, que en la flor abierta se expanden formando ángulo recto con el pecíolo. La corola consiste de cinco pétalos blancos de seis a ocho mm de largo (Enríquez, 2004).

2.3.5 Semilla

Las semillas son grandes del tamaño de una almendra, color chocolate o purpúreo, de 2 a 3 cm de largo y de sabor amargo. No tiene albumen y están recubiertas por una pulpa mucilaginoso de color blanco y de sabor dulce y acidulado. Todo el volumen de la semilla en el interior está prácticamente ocupado por los dos cotiledones del embrión. Se les llama vulgarmente "granos" de cacao. Son ricas en almidón, en proteínas, en materia grasa, lo cual les confiere un valor nutritivo real (Batista, 2006).

2.3.6 Fruto

El fruto del cacao es una drupa denominada mazorca, de 30 cm de largo y 10 cm de diámetro, siendo lisos o acostillados, de forma elíptica y de color rojo, amarillo, morado o café. La pared del fruto es gruesa, dura o suave y de consistencia como de cuero. La pulpa es blanca, rosada o café, de sabor ácido a dulce y aromática. El contenido de semillas por fruto es de 20 a 40 y son planas o redondeadas, de color blanco, café o morado, de sabor dulce o amargo (Enríquez, 2004).

2.4 Propagación sexual o por semilla del cacao

La propagación sexual es la forma más generalizada y fácil de reproducir el cacao. Consiste en utilizar la semilla seleccionada de los árboles que han sido elegidos como los mejores, a estos árboles se les llama árboles élitos, árboles madres o árboles productores de semillas porque tienen mejores cualidades en cuanto su vigor y forma de desarrollo, la producción y la resistencia a enfermedades y plagas (Somarriba, 2006).

Ventajas de la propagación por semilla

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

Desventaja de la propagación por semilla

- a) La producción no presenta las características de la planta madre.
- b) No conserva la variabilidad genética.
- c) Aparecen nuevas características no deseables.

2.4.1 Propagación asexual

Este tipo de propagación es por medio de partes vegetativas de la planta seleccionada. No implica un cambio en la constitución genética de la nueva planta ya que todas las características de la planta madre se presentan en la nueva planta; sin embargo, factores del clima, el tipo de suelo y el ataque de enfermedades pueden modificar la

aparición de la planta, flores o de los frutos sin que se haya dado un cambio genético. La propagación asexual se puede realizar por medio de estacas o ramillas. Existen varios métodos siendo el más usado el de los injertos ya que no requiere de instalaciones costosas y permite aprovechar el material vegetativo de la “planta madre” al máximo posible (Lama, 2003).

Entre las principales ventajas de la propagación vegetativa tenemos:

- La nueva planta conserva todas las características que se encuentran en la planta madre.
- La producción es precoz o temprana, comparada con la planta obtenida de semilla común. Después de haberse injertado, las primeras flores aparecen a los 12 meses en los chupones basales y a los 18 meses en los plantones.
- El desarrollo de la planta es relativamente menor comparado con el árbol de semilla, lo cual facilita su mantenimiento.
- Permite mantener con seguridad las cualidades que se desea transmitir tolerancia a plagas y enfermedades y alta producción (Corral, 2012).

2.5 Alternativa para la rehabilitación de plantaciones de cacao

Existen varios métodos de podas de rehabilitación que se pueden aplicar en árboles o grupos de árboles dentro de un mismo lote: la rehabilitación por reducción de altura, la renovación total de la copa, la regeneración del árbol por medio de un chupón basal con o sin injerto, prácticas que se deben hacer parcialmente con la finalidad de conservar las mejores ramas, estimular brotes basales para ser injertados con materiales sobresalientes (Palencia y Mejía, 2000).

2.6 Injerto

Es una práctica de multiplicación que consiste en unir porciones distintas en la planta, de tal manera que haya soldadura y pase la savia, con la formación de una especie de simbiosis, que constituye un único individuo capaz de crecer y desarrollarse (Muñoz, 2013).

2.6.1 Injerto de renovación

El injerto es una metodología de propagación vegetativa eficiente y de bajo costo que impulsa el desarrollo agrícola del cultivo. Con esta actividad se busca mejorar la producción de cacao en cantidad y calidad. La propagación vegetativa por injertos es de beneficio para los programas de mejoramiento genético, pues ayuda a conservar en forma más eficiente la pureza genética ganada y permite obtener resultados alentadores en un plazo más corto (Paredes, 2000).

2.7 Técnicas de injerto

Si se pone en contacto sólo una reducida porción de las regiones cambiales del patrón y de la variedad, la unión será deficiente. Aunque haya una buena cicatrización y comience el crecimiento de la variedad, cuando éste alcance un desarrollo importante, una unión tan escasa impedirá el movimiento suficiente del agua y se producirá el colapso de la planta injertada. La elección de la correcta técnica de injerto es muy importante a la hora de aumentar el éxito en la unión (Corral, 2012).

2.7.1 Injertos en chupón basal

El chupón basal que va a ser injertado debe estar lo más cerca posible al suelo, ser vigoroso, tener el diámetro de 1 a dos cm. y de altura no mayor de 20 cm. La corteza debe presentar coloración marrón clara, característica que de cierto modo asegura una alta probabilidad de prendimiento. La vara porta yemas debe ser lo más fresca posible, sus yemas pueden ser utilizadas hasta cuatro días después de haber sido extraída de la planta madre. Se debe tener especial cuidado en el tiempo de manipulación ya que por cada día que transcurre disminuye el grado de prendimiento (Ramírez *et. al* 2009).

2.7.2 Injerto de púa

Es otra alternativa para la propagación de clones tolerantes y de alta producción. Este método consiste en lo siguiente: el chupón basal debe tener como mínimo un centímetro de diámetro. Se debe realizar al centro del tallo un corte transversal a 40 cm. del suelo, La vara o pluma debe tener como mínimo 3 yemas libres, cuyo extremo de encaje debe ser adelgazado de manera que entre en contacto el cambium de la pluma con el patrón. Seguidamente debe ser amarrado con rafia para que la pluma no se mueva. Luego se coloca una bolsa que cubre a la pluma, la misma que debe ser sujeta ligeramente suelta, por debajo del injerto para que la exudación no entre en contacto con la pluma. Finalmente, cuando el injerto ha “prendido” y las hojas tienen unos 5 cm. de longitud se retira la bolsa. Se debe desatar el amarre cuando el “callo” este bien formado (Corral, 2012).

2.7.3 Injerto de púa lateral en chupón basal

El injerto lateral consiste básicamente en colocar en la parte lateral de un patrón el extremo terminal de una vareta, de la cual se han seleccionado tres o cuatro yemas funcionales. Luego se hace una abertura en el costado del patrón, de aproximadamente dos centímetros de profundidad. En la vareta porta yema se hacen dos cortes lisos a los lados, de la misma longitud de la inserción hecha en el patrón que da forma de una cuña, de tal manera que penetre en la hendidura y coincida con el corte del patrón, luego se amarra fuerte el injerto y se cubre con plástico transparente dentro de un tiempo se retira el plástico (Paredes, 2000).

2.7.4 Injerto púa central

El injerto de púa central consiste en insertar en el patrón un segmento de vareta con 3 a 4 yemas activas. Los mismos que posteriormente darán origen a brotes que forman las ramas de la planta injertada; experiencias de campo permiten recomendar este tipo de injerto en vivero y en chupones basales, para rehabilitar y renovar plantaciones viejas (Arévalo *et al.*, 2005).

2.7.5 Injerto de parche

El injerto del tipo parche es el más antiguo que se lo realiza en el cacao, como su nombre lo indica tiene la forma de un parche; para su ejecución se necesita un cuchillo, tijera de podar, cintas plásticas y varas yemeras. Una vez seleccionado los patrones con un diámetro adecuado y preparada la vara yemera, se procede a eliminar las hojas inferiores del patrón. El injerto de parche consiste en injertar una sola yema adherida a una sección de corteza en el patrón a una altura de 10 cm (Lama, 2003).

2.8 Épocas de injertación

Las épocas favorables para injertar se condicionan a la clase de plantas, estado vegetativo, así como las condiciones edafoclimáticas del lugar. Dependiendo de la época, clase de injerto que se adopte y de las precauciones que se pueden tomar; los meses de febrero a mayo generalmente son las mejores épocas para realizar la labor de injerto (Paredes, 2010).

2.8.1 Tiempo de injertación

En el caso del cacao (*Theobroma cacao*), el tiempo máximo que debe transcurrir al realizar los procedimientos de injertación por individuo no debe exceder de 30 segundos en promedio, para evitar oxidación de los tejidos factor indispensable para obtener éxito en el injertado (Muñoz, 2013).

2.9 Prendimiento

El prendimiento es la respuesta manifestada por un injerto cuando los tejidos de una vareta se adhieren a los tejidos del patrón, existiendo entre ellos intercambio de nutrientes. El prendimiento de la vareta al patrón se facilita mucho por el movimiento normal del agua y nutrientes en ambos sentidos, del tallo al patrón. Dependiendo de las condiciones de desarrollo en un injerto bien ejecutado, la vareta debe haberse unido al patrón en un plazo de dos a tres semanas (Cruz, 2005).

2.10 Principales enfermedades del cacao

2.10.1 Monilia

La monilia del cacao es una enfermedad causada por el hongo *Moniliophthora roreri* el cual es nativo del trópico de América, donde ha invadido once países, constituyendo uno de los principales obstáculos para la producción de cacao (Phillips-Mora 2003). En condiciones naturales, el hongo ataca solamente los frutos de cacao y otras especies de los géneros *Theobroma* y *Herrania* de cualquier edad y cuya severidad varía de acuerdo a la zona y época del año según las condiciones climáticas. En México, esta enfermedad esta presente desde 2005 y se encuentra diseminada en todas las plantaciones, causando grandes perdidas en las cosechas.

2.10.2 Mazorca negra

La mazorca negra del cacao, causada por el hongo *Phytophthora palmivora* y otros hongos del mismo género, es la enfermedad responsable de más pérdidas en las cosechas en todas las áreas cacaoteras del mundo, pues ha causado pérdidas hasta de un 50-60%. Su incidencia varía según las condiciones de precipitación, humedad y temperatura; ataca principalmente el fruto, aunque también destruye hojas, chupones, yemas, raíces, cojines florales y en menos casos los tallos (Enríquez, 2004).

2.10.3 Escoba de bruja

La escoba de bruja, cuyo agente causal es el hongo *Moniliophthora perniciosa*, es originaria del norte de Sudamérica, donde ha provocado la muerte de muchos cultivos principalmente en Surinam y Guyana. Esta enfermedad puede ser transmitida tanto por semillas como por las partes vegetativas de las plantas e incluso por la mazorca, ya que el patógeno se establece en tejidos maduros por largos períodos hasta su desarrollo (Aime y Phillips-Mora 2005).

2.10.4 Mal de machete

Es causada por el hongo *Ceratocystis fimbriata* destruye árboles enteros y por lo tanto las pérdidas pueden ser muy altas. Se considera que los insectos del género *Xyleborus* están asociados a la dispersión de la enfermedad. Los primeros síntomas visibles son marchitez y amarillamiento de las hojas, en un plazo de 2 – 4 semanas, la copa entera se seca, permaneciendo las hojas muertas adheridas al árbol por un tiempo (Cruz, 2005).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Ubicación del área de estudio

La investigación se realizó en la Colonia Emiliano zapata del Municipio de Tecpatán Chiapas en la plantación del señor Abinael Gómez Gómez que está situada a 356 metros de altitud.

3.2 Diseño de la investigación

En la Figura 1 se presenta el diseño de la investigación que comprende desde la selección de germoplasma con la participación de los productores, y su posterior utilización en el proceso de renovación. Durante el periodo 2014-2016, aplicando el mejoramiento con la participación de los productores, investigadores de la AUDES Cacao-chocolate realizaron la primera etapa de selección de árboles con potencial en plantaciones de productores.

Posteriormente, de enero de 2016 a julio 2018, se realizó la investigación motivo de esta tesis, la cual, comprendido tres etapas, mismas que se describen a continuación:

- Fenología de los genotipos seleccionados de los municipios de Tecpatán, Tapachula y Comalcalco.
- Comportamiento de genotipos de cacao seleccionados, propagados mediante el injertado en chupones basales.
- Estimación de los costos de la tecnología.

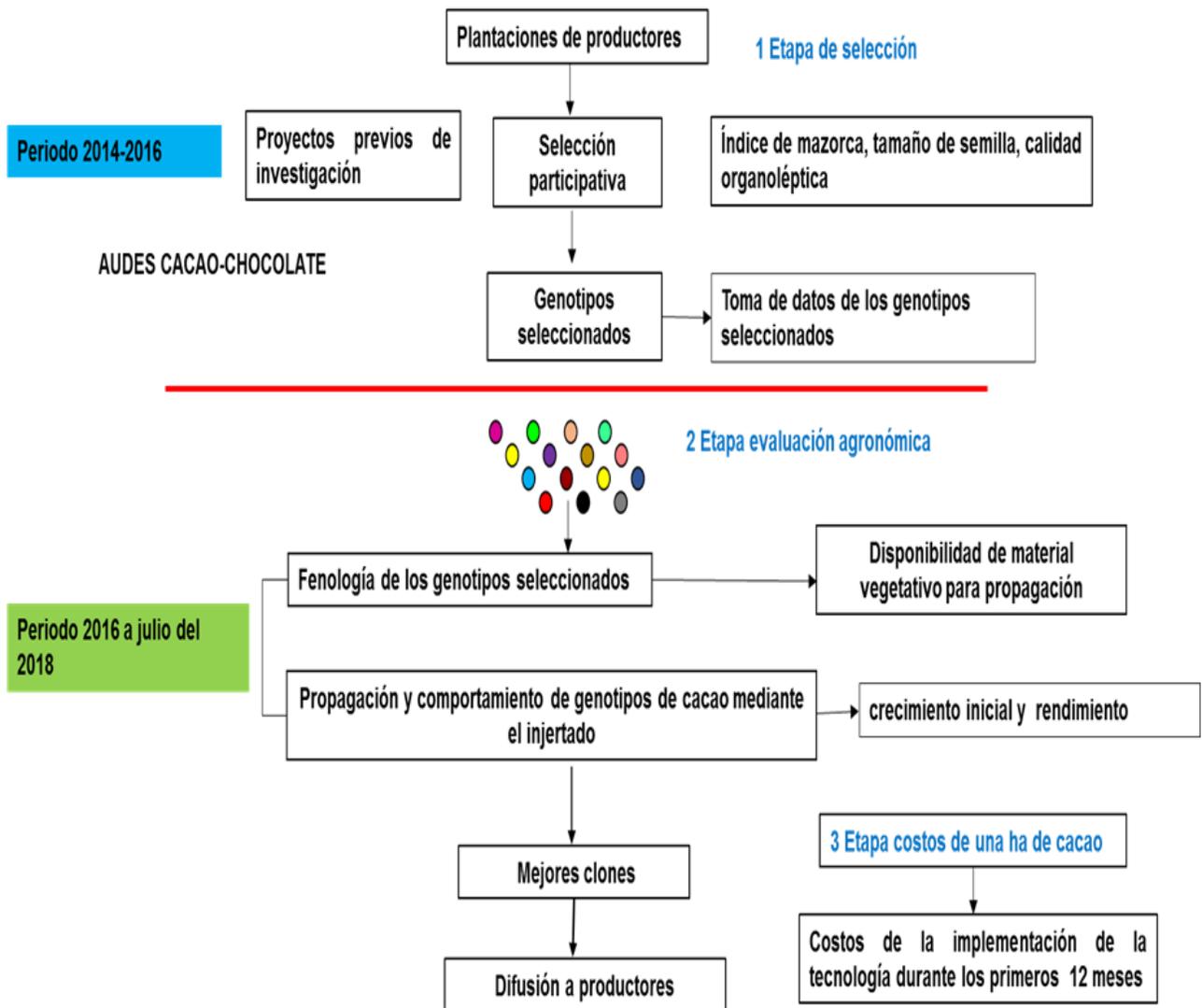


Figura 1. Diseño metodológico de la investigación.

3.3 Material genético

El material genético estudiado comprendió 15 genotipos seleccionados en diferentes plantaciones de Tapachula y Tecpatán en Chiapas, y de Comalcalco, Tabasco; cabe hacer la aclaración que el genotipo UNACH 271 procedente de Tapachula y considerado inicialmente en el estudio, fue posteriormente descartado debido a que no fue posible obtener los datos de la fenología, ya que el productor con el que se

estaba trabajando no continuo dentro del grupo de productores participantes en el proyecto y no permitió el acceso a su plantación; aunque la propagación de este germoplasma si fue posible.

Cuadro 1. Origen de 15 genotipos de cacao.

Número	Genotipos	Origen	Número	Genotipos	Origen
1	UNACH 302	Tecpatán	9	UNACH 341	Tecpatán
2	UNACH 303	Tecpatán	10	UNACH 343	Tecpatán
3	UNACH 304	Tecpatán	11	UNACH 344	Tecpatán
4	UNACH 305	Tecpatán	12	UNACH 370	Tecpatán
5	UNACH 333	Tecpatán	13	UNACH 88	Tapachula
6	UNACH 335	Tecpatán	14	UNACH 271	Tapachula
7	UNACH 336	Tecpatán	15	UNACH 3	Comalcalco, Tabasco
8	UNACH 337	Tecpatán			

3.4 Metodología para el estudio de la fenología de árboles seleccionados

De enero de 2017 a junio de 2018 se realizó un registro mensual de las siguientes variables:

- Número de chilillos sanos, enfermos.
- Mazorcas (sanas, enfermas).
- Número de flores por metro lineal en ramas.

Para contabilizar el número de flores por metro, inicialmente se delimitó con la ayuda de un flexómetro, un metro lineal en ramas en las que existían flores visibles; posteriormente se procedió a contar las flores de manera manual.

Análisis de la información: los datos recopilados fueron sometidos a un análisis descriptivo, y se diseñaron gráficas con cada variable.

3.5 Injertado en chupones basales

Para el injertado, se recolectaron varetas de genotipos seleccionados con alto potencial productivo que estuvieran sanas, libre de plagas y enfermedades, en horas de la mañana y se hidrataron con agua; posteriormente se envolvieron con papel periódico para mantenerlas húmedas para ser injertadas (Figura 2).



Figura 2. Vareta seleccionada para injertar.

El método de injertado consistió del “injerto de corona” colocando un explante de 5 a 6 cm de largo conteniendo al menos dos yemas, material que fue tomado de una rama plagiotrópica de los genotipos seleccionados, como se ilustra en la Figura 3.



Figura 3. Injerto de corona realizado en campo.

3.5.1 Variables cuantificadas en plantas injertadas

En las plantas injertadas se cuantificaron las variables siguientes:

- Porcentaje de prendimiento de injertos realizados
- Crecimiento
- Longitud del brote principal
- Grosor de tallo
- Número de brotes o ramas nuevas
- Número de hojas

3.5.2 Longitud del injerto

La medición de la longitud del injerto se realizó con la ayuda de un flexómetro a partir de la unión del injerto y el portainjerto tomando siempre la rama de mayor longitud hasta la parte apical del brote principal se hizo mensualmente.



Figura 4. Medición longitud del injerto.

3.5.3 Grosor del injerto

La variable grosor del tallo se midió con la ayuda de un vernier a partir de la unión del injerto y el porta injerto.



Figura 5. Medición grosor del tallo.

3.5.4 Número de ramas

El número de ramas se contó manualmente desde la aparición de las primeras ramas y se realizó mensualmente.

3.5.5 Número de hojas

Para el conteo de número de hojas se realizó de manera manual a partir de la aparición de las primeras hojas verdaderas.

3.6 Metodología experimental para la etapa de injerto

Diseño experimental:

- Completamente al Azar:

- Tratamientos: 15 genotipos de cacao y un tratamiento testigo (plantas sin injertar que recibieron el manejo convencional de parte del productor).
- 12 repeticiones por genotipos.
- La unidad de muestreo: una planta (injerto).

A los datos obtenidos se les realizó un análisis de varianza y comparación de medias a través de la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$). El análisis estadístico se realizó con el programa SPSS® versión 17 para Windows.

3.7 Manejo de la vieja plantación

Previo al injertado en chupones basales, la plantación recibió el siguiente manejo agronómico:

- **Poda de descope en árboles productivos:** Esta actividad se realizó para que entrara más luz en la plantación y así lograran un mejor desarrollo los injertos.
- **Recepado de árboles improductivos o enfermos:** Se realizó con el propósito de derribar los árboles enfermos y para injertar nuevos genotipos.
- **Injertado en chupones basales:** Se realizó con la finalidad de renovar la plantación improductiva, utilizando los quince genotipos seleccionados.
- **Manejo de la moniliasis mediante aspersión de fungicidas:** Se realizó la fumigación para controlar la enfermedad de monilia y mancha negra.
- **Aplicación de aspersiones de bioabono foliar:** Se realizó para el amarre de frutos y mejorar la producción.
- **Remoción de frutos enfermos:** Se realizó con la finalidad de que no se esparciera la monilia en toda la plantación y no hubiera daño tanto en chillillos como en las mazorcas.
- **Limpia del lote experimental:** Esta actividad se realizó de manera manual, mensualmente.

3.8 Manejo post injerto

- **Poda de formación:** se podaron algunas ramas para darle forma al injerto.
- **Manejo de la moniliasis mediante aspersión de fungicidas:** esto se hizo como medio de control, mensualmente.

- **Aplicación de aspersiones de bioabono foliar:** se realizó para que los injertos crecieran y se desarrollaran mejor.
- **Limpia del lote experimental:** se realizó mensualmente para monitorear el crecimiento de los injertos.

3.9 Costos

Estimación de costos durante los primeros 12 meses de establecimiento de una hectárea de cacao, de la aplicación e innovación de la tecnología mediante el injertado en chupones basales.

4. RESULTADOS

4.1 Comportamiento fenológico de las plantas “originales”

La fenología de la floración de los genotipos estudiados se presenta en la Figura 6, en la cual se observa que la floración ocurrió durante todo el año; en el periodo de septiembre de 2017 a marzo de 2018 se observa una baja en la producción de flores, destacándose los genotipos UNACH 370, UNACH 304, UNACH 344 de Tecpatán y UNACH 88 de Tapachula como los de mayor floración. Se determinó que el genotipo UNACH-302 presentó la menor floración.

Fenología de floración de 14 genotipos de cacao durante el periodo enero de 2017 a julio de 2018

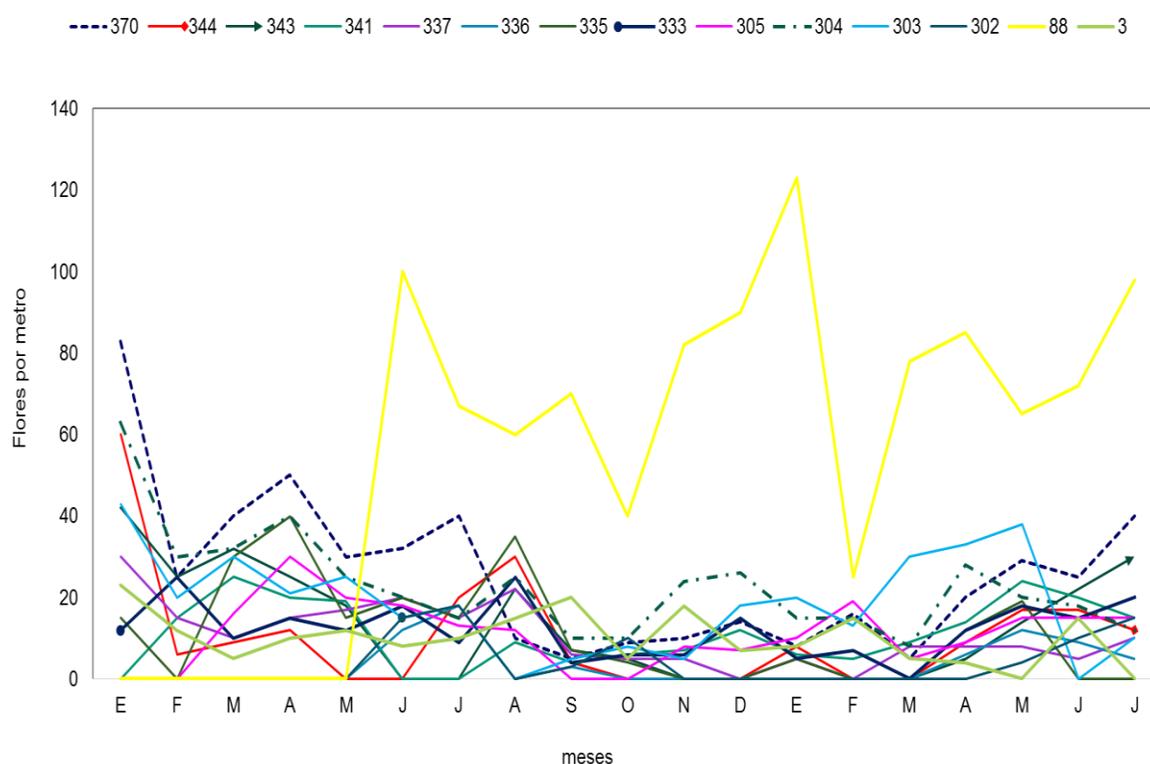


Figura 6. Fenología de floración de cacao de 14 genotipos estudiados.

En la Figura 7 se presentan los datos correspondientes a la producción de chilillos sanos, se observa que a través del año es posible cuantificar chilillos variando la cantidad según el genotipo, también es posible diferenciar en el periodo de diciembre a junio dos picos de mayor fructificación, dependiendo del genotipo estudiado.

En lo que respecta al comportamiento de los genotipos, destaca el UNACH 88 en el cual durante el periodo de enero a junio no presentó fructificación en relación al resto de los genotipos, la fructificación de este genotipo se presentó entre los meses de marzo a abril.

Destacan por su mayor fructificación los genotipos UNACH 337, UNACH 333 y UNACH 88 de Tapachula, Chiapas, ya que en el periodo de septiembre de 2017 a julio de 2018 manifestaron la mayor cantidad de frutos jóvenes.

Fenología de producción de 14 genotipos de cacao valores por mes durante el periodo enero 2017 a julio 2018

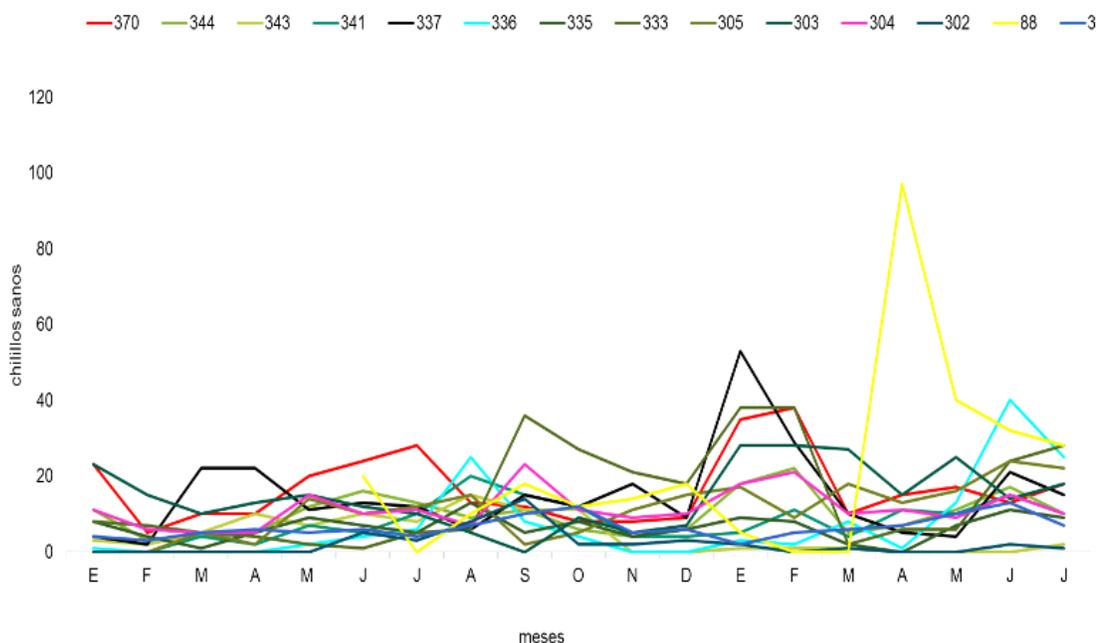


Figura 7. Fenología de producción de chilillos sanos de cacao de 14 genotipos estudiados.

En la Figura 8 se presentan los datos correspondientes a la variable chilillos enfermos por “moniliasis y mancha negra”, se observa que durante los meses de enero a junio de 2018 ocurre la menor incidencia de chilillos enfermos en los genotipos UNACH 302, UNACH 343, UNACH 337, UNACH 335, UNACH 304, UNACH 370 de Tecpatán y UNACH 3 de Tapachula. Durante el periodo que duro la investigación, se cuantifico que la mayor incidencia de chilillos enfermos por moniliasis se presentó en los meses de agosto de 2017 a junio de 2018.

Fenología de producción de 14 genotipos de cacao valores por mes durante el periodo enero 2017 a julio 2018

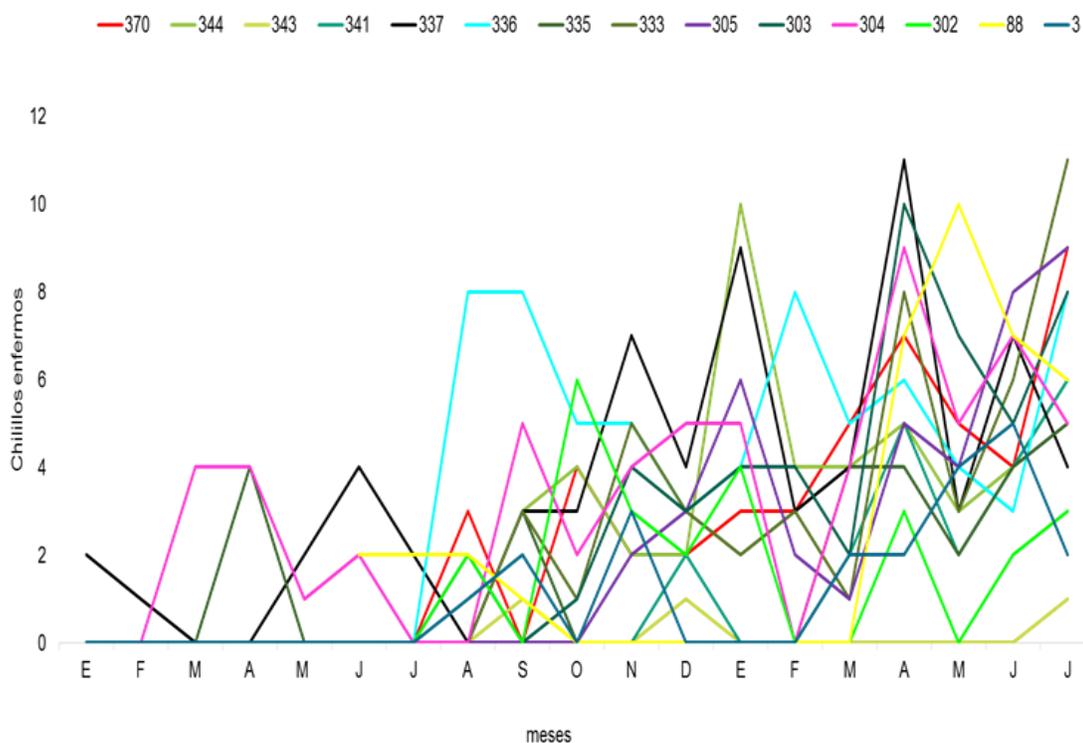


Figura 8. Fenología de producción de chilillos enfermos de cacao de 14 genotipos estudiados.

Respecto a la variable producción de mazorcas sanas, se puede observar en la Figura 9 como se comportaron los genotipos estudiados durante el periodo de enero de 2017 a julio de 2018; se observa que la producción de mazorcas ocurre todo el año pero se diferencian periodos de mayor cantidad de frutos, según este punto de vista entre los meses de agosto a diciembre se presenta el pico de mayor producción, después se presentan dos periodos febrero – mayo y junio – julio cuya cantidad de mazorcas es menor. El comportamiento de los genotipos estudiados es similar y siguen el patrón de producción a través del año, observándose que algunos manifiestan una mayor capacidad productiva que otros. Entre los genotipos de mayor capacidad productiva se distinguen UNACH 88, UNACH 302, UNACH 304 y UNACH 3.

Fenología de producción de 14 genotipos de cacao valores por mes durante el periodo enero 2017 a julio de 2018

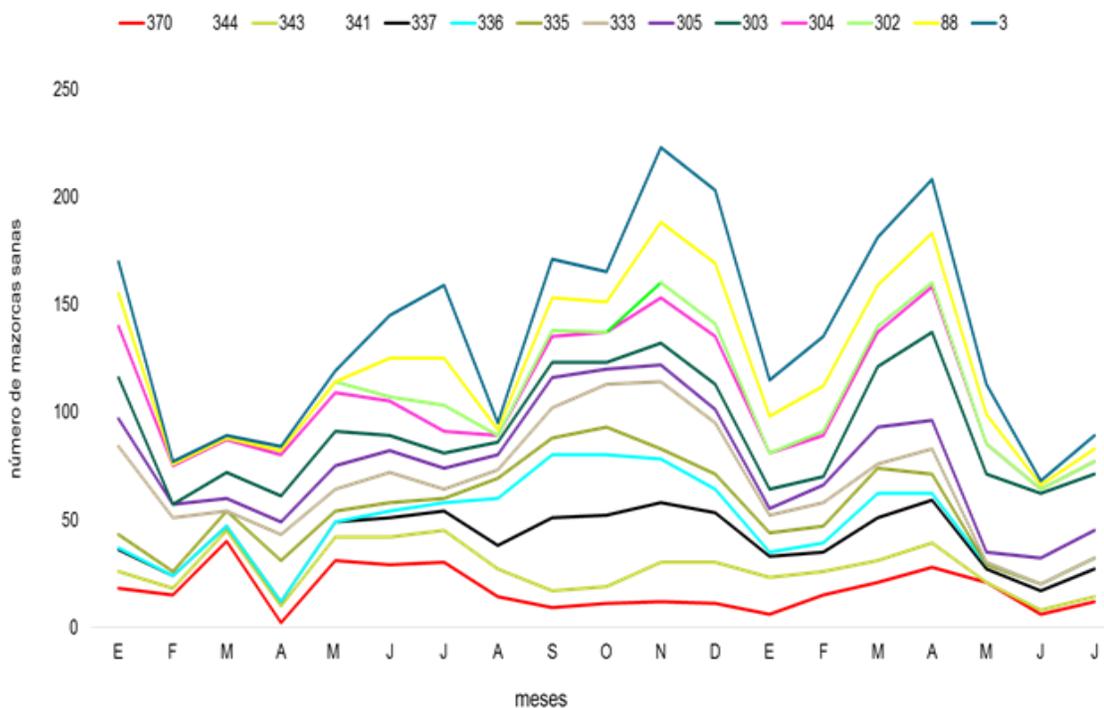


Figura 9. Fenología de producción de mazorcas sanas de cacao de 14 genotipos estudiados.

Respecto a la cantidad de mazorcas enfermas presentes se puede observar en la Figura 10 que en los meses que hubo menor incidencia de enfermedad fue de enero a mayo de 2017 en los genotipos UNACH 302 y UNACH 3 de Comalcalco y donde se presentó la mayor incidencia fue en los meses de junio 2017 a julio 2018; el genotipo UNACH 303 fue el que presentó la mayor cantidad de frutos enfermos.

Fenología de producción de 14 genotipos de cacao valores por mes durante el periodo enero 2017 a julio 2018

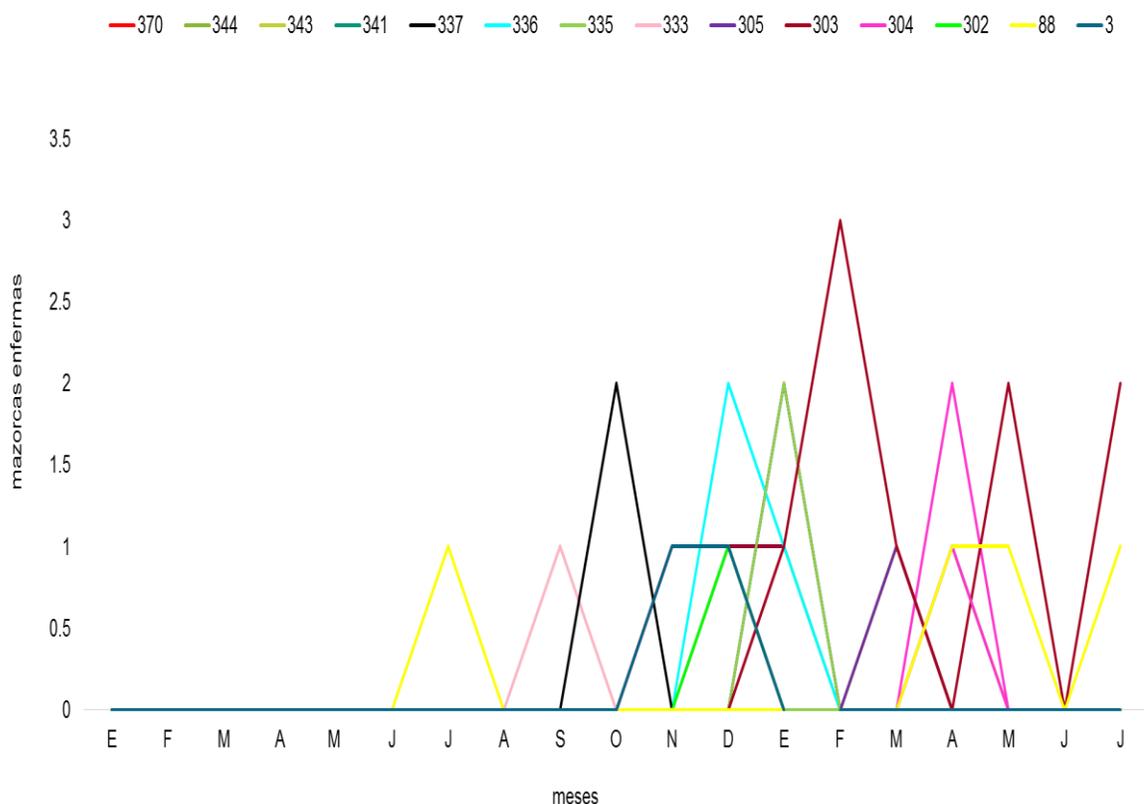


Figura 10. Fenología de producción de mazorcas enfermas de cacao de 14 genotipos estudiados.

4.2 Comportamiento de los injertos

El porcentaje de prendimiento de los injertos se puede observar en el Cuadro 2, los resultados indican que durante el periodo de injertación en todos los genotipos hubo éxito en el prendimiento de los tejidos, en los genotipos UNACH 343, UNACH 305, UNACH 370, UNACH 344 y UNACH 304 se alcanzó un porcentaje de éxito igual o superior al 50%; en los 10 genotipos restantes el porcentaje de prendimiento resulto inferior al 50%, y en el caso de los clones UNACH 302 y 88, estos presentaron los valores más bajos.

Cuadro 2. Porcentaje de prendimiento de injertos en 15 genotipos de *Theobroma cacao* L.

Genotipos	INJERTOS		
	Realizados	Prendidos	Porcentaje %
343	45	27	60
305	45	25	56
370	45	24	53
344	45	24	53
304	45	23	51
337	45	21	47
303	45	17	38
3	45	17	38
335	45	15	33
336	45	15	33
271	45	12	27
333	45	9	20
341	45	7	16
302	45	5	11
88	45	5	11
Total	675	246	

En lo que corresponde al crecimiento de los injertos, en la Figura 11 se presentan los resultados correspondientes a la longitud del tallo durante el periodo de enero de 2017 a julio de 2018; se puede observar que los genotipos que presentaron un mejor crecimiento fueron UNACH 271 y UNACH 88 de Tapachula y UNACH 370 de Tecpatán; el menor crecimiento fue registrado en los genotipos UNACH 341, UNACH 337 y UNACH 335 seleccionados en Tecpatán.

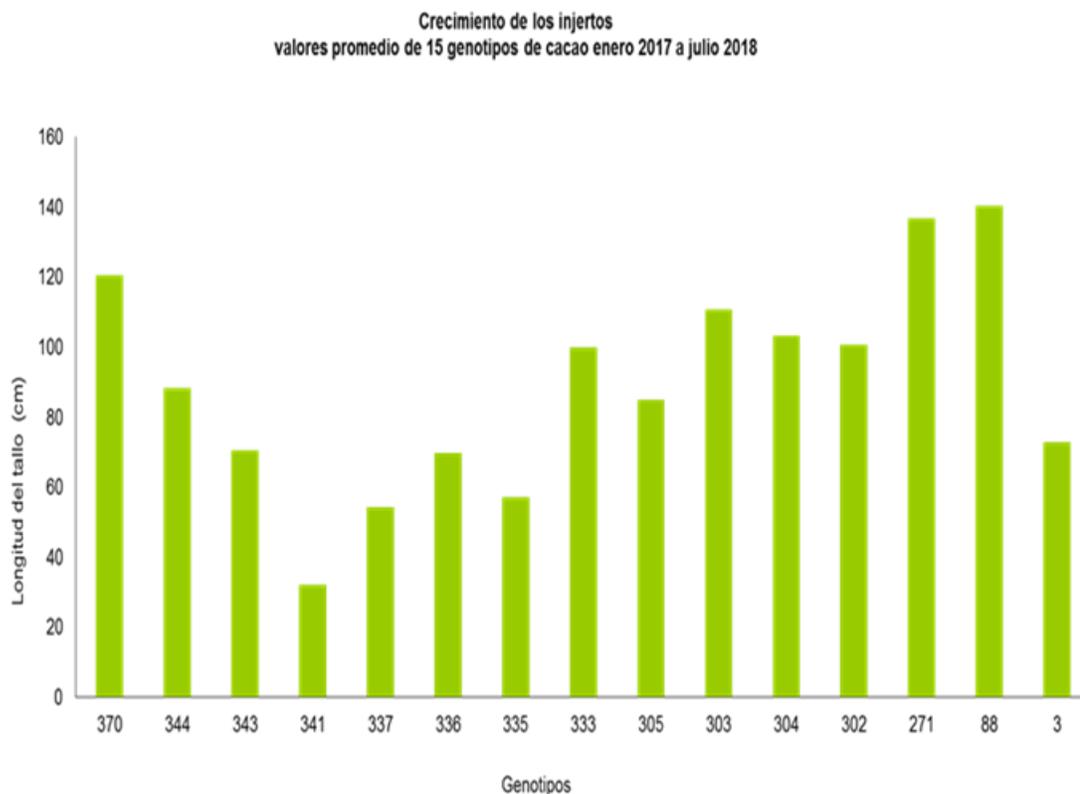


Figura 11. Crecimiento de longitud del tallo de injertos de 15 genotipos de cacao injertados en chupones basales.

El análisis de varianza de la variable longitud del tallo presentado en Cuadro 1A del anexo, muestra que no se detectaron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos durante los 19 meses de estudio. En el Cuadro 4 se pueden observar los valores promedios de la variable longitud del tallo de los injertos de cada uno de los genotipos, durante los meses de estudio de enero del 2017 a julio de 2018; donde se puede observar los promedios más altos de los cuales destacaron UNACH 370 y UNACH 304 de Tecpatán.

En la Figura 12 se presentan los datos correspondientes a la variable grosor del tallo en donde se observa el comportamiento durante el periodo de evaluación de enero de 2017 a julio de 2018, se puede apreciar que los genotipos UNACH 341 y UNACH 337 resultaron los de menor crecimiento y por lo tanto con tallo de menor grosor, por el contrario los genotipos UNACH 370, UNACH 271 y UNACH 344 fueron los que presentaron el mayor crecimiento en cuanto a grosor del tallo con valores más altos.

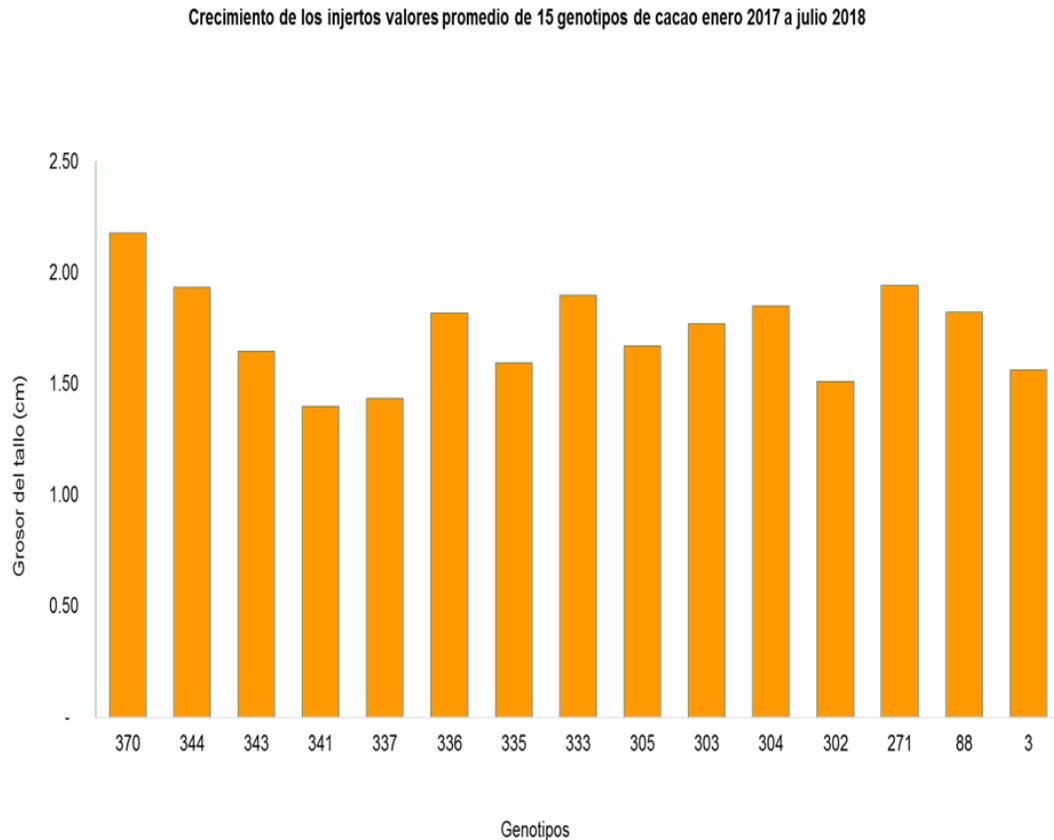


Figura 12. Grosor del tallo de injertos de 15 genotipos de cacao injertados en chupones basales.

En el análisis de varianza, Cuadro 2A del anexo, practicado para esta variable no se detectaron diferencias estadísticas significativas entre los entre los genotipos estudiados.

En cuanto al número de ramas producidas por planta, en la Figura 13 se observa cómo se comportaron los genotipos durante el periodo de estudio resaltando los genotipos UNACH 370, UNACH 304 y UNACH 271 con más de cuatro ramas por planta,

comparativamente los genotipos UNACH 341 y UNACH 3, de Tapachula y Comalcalco respectivamente, presentaron el valor más bajo en cuanto al número de ramas por planta.

De acuerdo al análisis de varianza (Cuadro 3A) que se encuentra en el anexo, para el número de ramas, se detectaron diferencias estadísticas significativas y se aplicó la prueba de comparación de medias de Tukey al ($P \leq 0.05$), de acuerdo con esta prueba (Cuadro 5) los genotipos con los valores promedios más altos resultaron UNACH 370 y UNACH 304; durante el periodo enero de 2017 a julio de 2018.

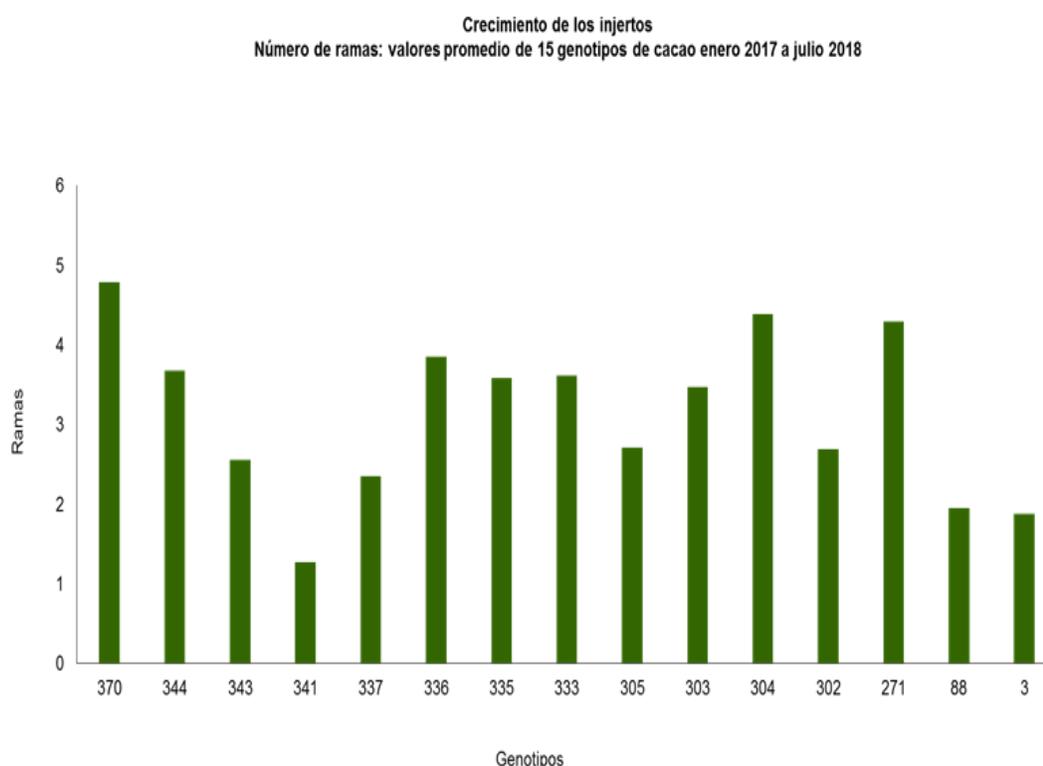


Figura 13. Número de ramas de injertos de 15 genotipos de cacao injertados en chupones basales.

De acuerdo con la prueba de Tuckey se pueden observar en el Cuadro 6, que si hubo diferencias estadísticas significativas entre los genotipos, los promedios más altos fueron cuantificados en UNACH 370 y UNACH 304.

En la Figura 14 se presentan los datos obtenidos de la variable número de hojas por planta durante el periodo de enero de 2017 a julio de 2018; en los cuales resaltaron

los genotipos UNACH 271 y UNACH 333 con una mayor producción de hojas por planta, los de menor producción de hojas por planta resultaron UNACH 341, UNACH 337 y UNACH 343.

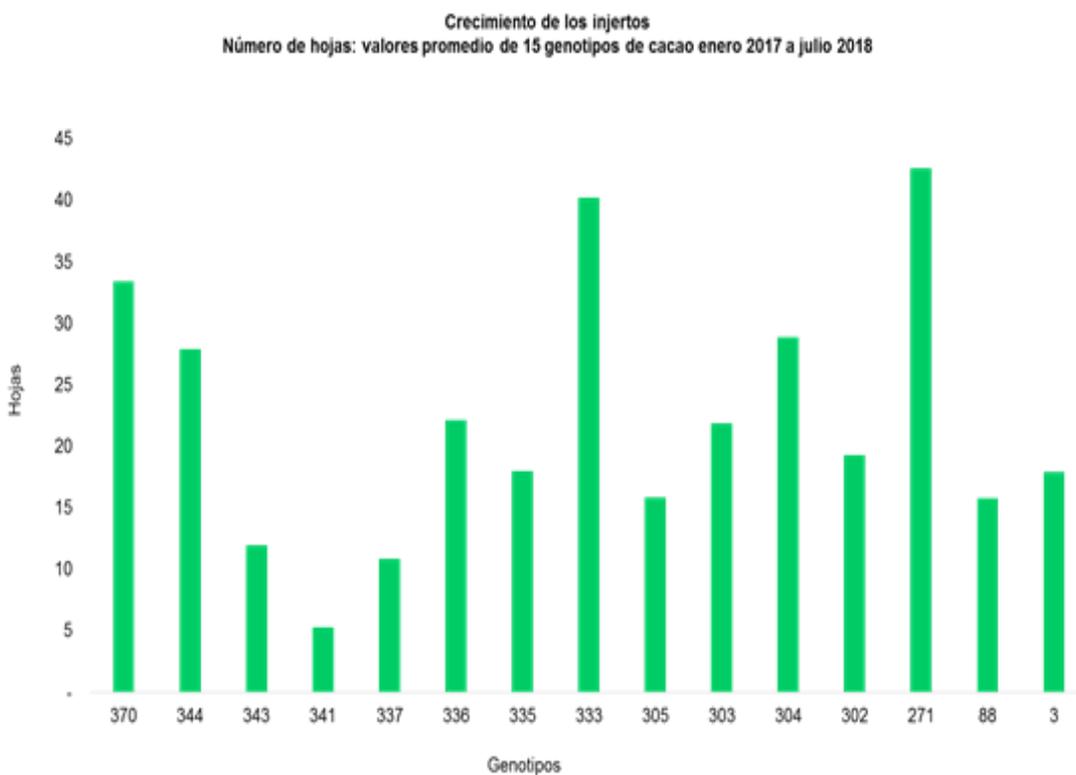


Figura 14. Número de hojas de injertos de 15 genotipos de cacao injertados en chupones basales.

En el análisis de varianza practicado a esta variable (Cuadro 4A del anexo), se puede observar que si se manifestaron diferencias significativas entre los genotipos que se estudiaron, por lo que se aplicó la prueba de comparación de medias de Tukey al ($P \leq 0.05$), destacan los genotipos UNACH 344, UNACH 370 y UNACH 304 durante los 19 meses de estudio.

En el área de donde se desarrolló la investigación en el municipio de Tecpatán, Chiapas, no fue posible recopilar directamente la información climática; esta se obtuvo por fuentes secundarias (<https://es.weatherspark.com/y/10036/Clima-promedio-en-Tecpat%C3%A1n-M%C3%A9xico-durante-todo-el-a%C3%B1o>).

En el Cuadro 3 se observan los valores de los datos climáticos acumulados por mes en Tecpatán, Chiapas. De acuerdo con esta fuente, la temporada calurosa va de abril a junio y la temperatura máxima promedio diaria es de 32 °C y la temperatura mínima promedio de 23 °C. La temporada fresca va de noviembre a febrero, y la temperatura máxima promedio diaria es de 28 °C, la temperatura mínima promedio es de 17 °C y máxima promedio de 26 °C.

Cuadro 3. Datos climáticos acumulados por mes en Tecpatán, Chiapas.

Factor	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Temperatura media (°C)	21.6	22.7	24.5	26.4	27.2	26.5	25.9	26.1	25.7	24.4	23	22
Temperatura min. (°C)	16	16.3	17.8	19.7	20.6	20.7	20.4	20.5	20.5	19.4	17.6	16.5
Temperatura máx. (°C)	27.3	29.2	31.2	33.2	33.8	32.4	31.4	31.7	30.9	29.4	28.4	27.5
Precipitación (mm)	118	90	45	64	109	235	193	241	336	281	178	119

Cuadro 4. Valores promedio de la variable longitud del tallo del mes de enero de 2017 a julio del 2018.

Genotipos	meses																		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
3	0.00 a	0.00 a	0.00 a	0.00 a	0.00 a	0.00 a	0.00 a	43.29 abc	51.08 abcd	54.58 abcde	58.50 abcd	62.50 abcde	67.00 abcde	71.50 abc	75.92 abcd	80.75 abcd	84.33 abcd	88.58 abcd	93.50 abcd
88	0.00 a	0.00 a	0.00 a	0.00 a	0.00 a	0.00 a	0.00 a	0.00 a	0.00 a	28.45 abc	29.45 ab	30.29 ab	31.29 ab	28.92 a	26.67 a	30.67 a	31.50 a	32.33 a	33.17 a
303	0.00 a	0.00 a	0.00 a	0.00 a	0.00 a	30.91 ab	32.83 ab	62.66 bcd	89.16 de	93.08 de	96.75 cd	100.66 de	104.33 de	108.83 bc	113.17 cd	117.25 cd	121.58 cd	125.67 cd	131.4 2cd
341	0.00 a	0.00 a	0.00 ab	0.00 a	0.00 a	6.95 a	7.21 a	8.29 ab	10.75 ab	11.33 a	18.20 a	19.37 a	21.12 a	34.17 a	36.25 ab	38.92 ab	43.17 ab	47.50 ab	51.17 ab
343	0.00 a	2.50 a	2.66 a	2.75 a	2.91 a	3.00 a	3.08 a	53.83 abcd	56.91 abcde	58.91 abcde	60.50 abcd	63.58 abcde	66.75 abcde	69.92 abc	73.83 abcd	78.00 abcd	84.00 abcd	87.75 abcd	93.17 abcd
337	3.00 a	3.08 a	3.25 a	3.41 a	3.58 a	28.00 ab	29.20 a	44.79 abc	46.33 abcd	47.25 abcd	48.16 abc	50.25 abcd	52.66 abcd	53.58 ab	58.33 abc	59.83 abc	62.08 abc	64.67 abc	69.58 abc
305	24.33 ab	25.00 ab	25.00 ab	26.16 ab	26.66 abc	52.83 abc	54.00 abc	77.66 cd	82.00 cde	83.75 bcde	86.16 bcd	88.16 bcde	92.08 bcde	95.75 abc	99.25 bcd	100.83 bcd	104.33 bcd	107.58 bcd	112.6 7bcd
302	8.29 a	8.29 a	8.41 a	8.66 a	8.87 ab	9.20 a	9.54 a	13.66 ab	25.00 abc	25.91 ab	40.95 abc	42.41 abcd	44.91 abcd	63.58 ab	68.33 abcd	69.33 abc	74.08 abcd	78.17 abc	82.83 abcd
335	5.50 a	5.75 a	6.00 a	6.16 a	6.41 a	38.66 ab	41.16 ab	42.66 abc	40.75 abcd	43.16 abcd	48.00 abc	54.91 abcd	56.16 abcd	59.92 ab	64.50 abc	68.67 abc	72.33 abc	76.75 abc	81.58 abc
344	10.58 a	11.08 a	11.33 ab	12.00 ab	12.58 abc	76.16 bc	79.16 bc	85.58 cd	88.75 de	91.75 de	95.75 cd	99.41 cde	103.00 de	106.67 bc	110.75 cd	115.25 cd	119.25 cd	122.58 cd	128.0 8cd
370	29.33 ab	58.91 b	60.91 b	62.83 b	65.08 c	102.16 c	105.9 1c	109.58 d	112.75 e	116.08 e	120.8 d	123.41 e	127.58 e	131.33 c	135.58 d	139.75 d	144.50 d	150.58 d	156.0 d
271	30.66 ab	30.91 ab	31.16 ab	31.50 ab	31.75 abc	32.00 ab	32.33 ab	32.66 abc	33.08 abcd	33.50 abcd	34.25 abc	34.83 abc	35.83 abc	36.75 a	37.67 ab	38.58 ab	39.58 ab	40.92 ab	42.50 ab
333	29.87 ab	30.45 ab	30.75 ab	30.95 ab	31.25 abc	34.50 ab	34.75 ab	53.50 abcd	54.25 abcd	54.75 abcde	55.50 abc	56.58 abcd	58.41 abcd	60.25 ab	65.92 abc	68.42 abc	67.67 abc	77.17 abc	82.33 abcd
336	16.58 a	12.20 ab	18.04 ab	19.00 ab	20.75 abc	51.41 abc	53.16 abc	57.45 abcd	59.62 bcde	61.41 abcde	61.75 abcd	63.41 abcde	71.50 abcde	76.08 abc	80.75 abcd	84.25 abcd	86.25 abcd	86.42 abcd	102.4 2abcd
304	57.83 b	59.00 b	60.25 b	61.41 b	62.33 bc	79.50 bc	81.20 bc	83.08 cd	84.50 de	89.50 cde	91.75 bcd	95.16 bcde	98.75 cde	107.50 bc	112.17 cd	116.75 cd	119.50 cd	125.33 cd	130.3 3cd

*Medias con letra en común en columna no son significativamente diferentes (P>0.05)

Cuadro 5. Valores promedio de la variable grosor del tallo del mes de enero de 2017 a julio del 2018.

Genotipos	meses																		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
3	0.00	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00	0.00	1.20	1.36	1.39	1.41	1.43	1.47	1.49	1.54	1.56	1.64	1.66	1.66
	a	a	a	a	a	a	a	bcdef	bcde	bcd	abcde	abcde	abcd	abcd	cd	cd	cde	cd	cd
88	6.50	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.62	0.62	0.63	0.64	0.31	0.33	0.33	0.33	0.35
	b	a	a	a	a	a	a	a	a	a	ab	ab	a	a	a	a	a	a	a
303	0.00	0.00	0.00	0.000	0.00	0.45	0.45	1.07	1.58	1.59	1.64	1.67	1.74	1.80	1.80	1.88	1.89	1.95	1.95
	a	a	a	a	a	abc	abc	cde	de	cd	cde	cde	bcd	bcd	cd	cd	cde	cd	cd
341	0.00	0.00	0.00	0.000	0.00	0.66	0.70	0.74	0.55	0.55	0.90	0.90	0.91	1.30	1.38	1.30	1.41	1.44	1.44
	a	a	a	a	a	abcd	abcd	abcd	ab	ab	abc	abc	ab	abc	bc	bc	bcd	bc	bc
343	0.00	0.06	0.06	0.000	0.08	0.10	0.10	1.45	1.50	1.54	1.53	1.57	1.62	1.64	1.70	1.72	1.76	1.82	1.83
	a	a	a	a	a	ab	ab	def	cde	cd	bcde	bcde	bcd	bcd	cd	cd	cde	cd	cd
337	0.05	0.07	0.08	0.080	0.09	0.91	0.96	1.37	1.39	1.41	1.42	1.45	1.45	1.42a	1.43	1.28	1.43	1.45	1.45
	a	a	a	a	a	bcde	bcd	cdef	bcde	bcd	abcde	abcde	abcd	bc	bc	bc	bcd	bc	bc
305	0.15	0.15	0.15	0.180	0.18	0.72	0.75	1.55	1.57	1.60	1.62	1.65	1.68	1.71	1.77	1.76	1.80	1.80	1.80
	a	a	ab	ab	ab	abcde	abcd	cdef	de	cd	cde	cde	bcd	bcd	cd	cd	cde	cd	cd
302	0.18	0.19	0.20a	0.20	0.22	0.24	0.24	0.28	0.60	0.60	1.11	1.15	1.15	1.56	1.58	1.60	1.65	1.67	1.67
	a	ab	b	ab	ab	abc	abc	ab	abc	ab	abcd	abcd	abc	bcd	cd	cd	cde	cd	cd
335	0.25	0.25	0.25	0.25	0.27	1.11	1.15	1.35	1.25	1.27	1.33	1.35	1.38	1.38	1.45	1.46	1.50	1.64	1.64
	a	ab	b	ab	ab	cdef	cde	cdef	bcde	bcd	abcde	abcde	abc	abc	bc	bc	bcde	cd	cd
344	0.28	0.33	0.30	0.30	0.30	1.50	1.55	1.78	1.86	1.91	1.91	1.96	2.00	2.06	2.06	2.15	2.15	2.17	2.10
	a	abc	ab	ab	ab	def	de	ef	de	cd	de	de	cd	cd	cd	cd	de	cd	cd
370	0.66	1.15	1.16	1.20	1.24	1.90	1.97	2.03	2.10	2.15	2.26	2.29	2.33	2.34	2.39	2.41	2.44	2.47	2.47
	a	c	c	c	c	f	e	f	e	d	e	e	d	d	d	d	e	d	d
271	0.30	0.32	0.33	0.35	0.36	0.38	0.40	0.50	0.51	0.52	0.53	0.55	0.56	0.58	0.59	0.61	0.64	0.64	0.64
	a	ab	abc	abc	ab	abc	abc	bcdef	ab	ab	a	a	a	a	ab	ab	ab	ab	ab
333	0.48	0.50	0.53	0.57	0.60	0.69	0.73	0.98	1.02	1.03	1.05	1.06	1.08	1.08	1.20	1.34	1.14	1.65	1.65
	a	abc	abc	abc	abc	abcd	abcd	bcde	bcd	bc	abcd	abcd	abc	ab	abc	bc	abc	cd	cd
336	0.49	0.51	0.51	0.55	0.59	1.59	1.61	1.52	1.59	1.62	1.55	1.59	1.87	1.88	1.92	1.93	1.95	1.90	2.00
	a	abc	abc	abc	abc	ef	de	def	de	cd	bcde	bcde	cd	bcd	cd	cd	cde	cd	cd
304	0.88	0.93	0.99	1.03	1.09	1.51	1.59	1.65	1.70	1.88	1.90	1.90	1.92	1.95	1.97	1.99	2.01	2.04	2.04
	a	bc	c	bc	bc	def	de	def	de	cd	de	de	cd	bcd	cd	cd	cde	cd	cd

*Medias con letra en común en columna no son significativamente diferentes (P>0.05).

Cuadro 6. Valores promedio de la variable número de ramas del mes de enero de 2017 a julio del 2018.

Genotipos	meses																		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
3	0.00 a	0.00 a	0.00 a	0.33 a	0.00 a	0.00 a	0.00 a	0.00 a	1.75 abc	2.33 abcd	2.42 abcd	2.33 abc	2.33 abc	2.33 ab	2.25 ab	3.08 abc	3.25 abc	3.33 abc	3.33 abcd
88	0.00 a	0.00 a	0.00 a	0.00a	0.00 a	0.00 a	0.00 a	0.00 a	0.00 a	0.00 a	0.25 a	0.25 a	0.33 a	0.33 a	0.42 a	0.42 a	0.42 a	0.67 a	0.67 a
303	0.00 a	0.00 a	0.00 a	0.00 a	0.00 a	0.50 abc	0.58 abcd	2.00 cd	3.00 bcd	3.17 bcd	3.08 bcd	3.08 abcd	3.58 bbcd	4.08 bcd	4.08 abc	4.33 abc	3.58 abcd	4.42 abcd	4.42 abcd
341	0.00 a	0.00 a	0.00 a	0.00 a	0.00 a	0.00 a	0.08 a	0.08 ab	0.50 a	0.50 a	0.92 ab	1.17 ab	1.08 ab	1.33a b	1.33 ab	1.33 ab	1.83 ab	2.08 ab	2.00 ab
343	0.00 a	0.17 a	0.25 ab	0.17 ab	0.17 ab	0.25 ab	0.25 ab	1.67 abcd	2.08 abc	2.25 abcd	2.25 abc	2.25 abc	2.25 abc	2.58 abc	2.75 abc	3.08 abc	3.08 abc	3.25 abc	3.25 abcd
337	0.17 ab	0.08 a	0.00 a	0.08 ab	0.33 ab	0.92 abc	1.42 abcde	2.08 cd	2.08 abc	2.33 abcd	2.17 abc	2.17 abc	2.17 abc	2.00 ab	2.25 ab	3.83 abc	2.50 abc	2.67 abc	2.57 abc
305	0.17 ab	0.25 a	0.33 ab	0.33 ab	0.17 ab	0.8 abc	1.17 abcde	2.17 cd	2.00 abc	2.00 abc	2.42 abcd	2.75 abcd	2.75 abcd	3.00 abcd	3.42 abc	3.25 abc	3.42 abcd	3.33 abc	3.50 abcd
302	0.25 ab	0.25 a	0.25 ab	0.33 ab	0.42 ab	0.40 abc	0.50 abc	0.58 abc	1.17 ab	1.33 ab	1.75 abc	1.83 abc	1.83 abc	2.83 abcd	3.00 abc	3.00 abc	3.25 abc	3.33 abc	3.33 abcd
335	0.42 ab	0.42 ab	0.50 ab	0.50 abc	0.58 abbc	1.8 cd	2.17 cdef	2.58 d	2.17 abc	2.25 abcd	2.58 abcd	2.58 abcd	2.58 abc	3.25 abcd	4.75 bc	4.67 abc	4.92 bcd	5.17 bcd	5.17 bcd
344	0.17 ab	0.33 ab	0.33 ab	0.50 abc	0.67 abc	2.5 de	2.92 ef	2.92 de	3.00 bcd	3.25 bcd	4.00 cd	4.00 bcd	4.00 bcd	4.33 bcd	5.00 bc	5.08 bc	5.42 bcd	5.42 bcd	5.42 bcd
370	0.75 ab	1.50 b	1.50 b	1.92 c	2.25 c	3.8 e	3.83 f	4.58 e	4.75 d	4.75 d	5.00 d	5.42 d	5.75 d	6.25 d	6.42 c	6.42 c	6.58 cd	6.83 cd	6.83 cd
271	0.50 ab	0.50 ab	0.50 ab	0.58 abc	0.67 abc	0.7 abc	0.75 abcd	0.67 abc	0.92 ab	1.08 ab	1.25 ab	1.25 ab	1.50 ab	1.58 ab	1.58 ab	1.58 ab	1.58 ab	1.75 ab	1.83 ab
333	0.67 ab	0.67 ab	0.67 ab	1.00 abc	1.00 abc	0.92 abc	1.17 abcde	1.50 abcd	1.92 abc	1.92 ab	2.00 abc	2.00 abc	2.00 abc	2.25 ab	2.25 ab	2.83 abc	3.58 abcd	4.17 abcd	4.75 abcd
336	0.67 ab	0.67 ab	0.67 ab	0.67 abc	1.00 abc	1.67 bcd	2.00 bcde	1.83 bcd	2.00 abc	2.00 abc	2.17 abc	2.00 abc	2.67 abcd	3.42 abcd	4.33 bc	4.67 abc	4.92 bcd	4.92 bcd	5.17 bcd
304	1.08 b	1.08 ab	0.17 b	1.50 bc	1.75 bc	1.67 bcd	2.33 def	3.08 de	4.08 cd	4.33 cd	4.33 cd	4.75 cd	4.75 cd	6.08 cd	6.08 c	7.25 c	7.50 d	7.58 d	7.17 d

*Medias con letra en común en columna no son significativamente diferentes (P>0.05).

Cuadro 7. Valores promedio de la variable número de hojas del mes de enero de 2017 a julio del 2018.

Genotipos	meses																		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
3	0.00 a	0.00 a	0.00 a	0.00 a	0.00 a	0.00 a	0.00 a	0.00 a	5.17 ab	8.58 abc	10.08 abc	11.25 abc	12.08 abc	13.58 abc	15.50 abcd	19.00 abc	25.58 abc	33.50 abcd	34.67 abcd
88	0.00a	0.00a	0.00 a	0.00 a	0.00 a	0.00 a	0.00 a	0.00 a	0.00 a	0.17 a	0.42 a	0.75 a	1.00 a	1.83 a	2.42 a	4.00 a	4.75 a	6.08 a	6.25 a
303	0.00 a	0.00 a	0.00 a	0.00 a	0.00 a	4.00 a	4.67 ab	9.58 ab	11.83 abc	13.33 abc	15.00 abc	15.75 abc	17.00 abc	22.00 abc	26.17 abcd	28.25 abc	31.25 abc	37.50 abcd	39.17 abcd
341	0.00 a	0.00 a	0.00 a	0.00 a	0.00 a	0.00 a	0.08 a	0.08 a	0.50 a	0.50 ab	1.17 ab	1.58 ab	2.17 ab	5.42 ab	6.08 ab	6.83 a	10.00 a	12.92 ab	14.50 ab
343	0.00 a	0.17 a	0.33 a	0.42 a	0.50 a	0.58 a	0.67 a	5.92 ab	6.67 abc	8.00 abc	8.08 abc	9.00 abc	10.33 abc	12.50 abc	17.75 abcd	17.7 5abcd	25.00 abc	33.08 abcd	35.17 abcd
337	0.17 a	0.17 a	0.17 a	0.17 a	0.17 a	3.42 a	4.58 ab	7.25 ab	7.50 abc	7.67 abc	9.33 abc	9.92 abc	11.58 abc	12.67 abc	14.75 abcd	16.25 ab	19.91 abc	20.92 abc	23.33 abc
305	0.50 a	0.83 a	1.08 a	1.42 a	1.58 a	5.08 a	6.00 ab	12.25 ab	12.83 abc	12.83 abc	12.33 abc	12.42 abc	13.25 abc	18.67 abc	21.95 abcd	21.33 abc	21.83 abc	26.50 abcd	27.75 abc
302	0.58 a	0.67 a	1.5 a	4.08 a	4.58 a	5.00 a	5.42 ab	3.83 a	6.33 abc	6.50 abc	8.42 abc	8.75 abc	9.92 abc	13.50 abc	17.00 abcd	17.67 abc	26.92 abc	30.75 abcd	32.25 abcd
335	1.42 ab	1.83 a	2.42 a	2.75 a	3.17 a	8.25 ab	9.50 abc	10.67 ab	9.83 abc	9.50 abc	11.08 abc	11.08 acb	12.17 abc	13.00 abc	23.50 abcd	25.92 abc	28.42 abc	31.25 abcd	32.92 abcd
344	1.92 ab	2.83 a	3.17 a	3.58 a	4.08 a	14.5 ab	16.67 abc	20.67 ab	27.33 bc	29.00 c	24.58 bc	24.92 abc	26.33 bc	31.75 bc	34.42 cd	42.08 bc	43.42 bc	47.25 bcd	48.92 bcd
370	2.25 ab	7.17 a	7.33 a	18.83 b	20.00 b	23.33 b	27.08 c	26.42 b	29.25 c	27.42 c	30.25 c	31.42 c	34.75 c	40.42 d	44.33 c	47.92 c	51.92 c	62.75 d	67.83 d
271	2.33 ab	2.58 a	4.58 a	5.5 ab	6.08 ab	6.08 a	6.08 ab	11.08 ab	12.08 abc	12.50 abc	11.75 abc	12.25 abc	12.75 abc	13.00 abc	14.25 abc	15.42 ab	16.67 ab	21.33 abc	23.92 abc
333	2.92 ab	4.42 a	4.75 a	9.00 ab	9.75 ab	14.08 ab	15.67 abc	20.42 ab	22.83 acb	24.5 bc	24.58 abc	25.00 bc	26.75 bc	29.50 abc	31.50 abcd	32.83 abc	33.50 abc	37.42 abcd	41.50 abcd
336	3.50 ab	3.25 a	5.25 a	8.00a b	8.50 ab	14.50 ab	14.58 abc	16.83 ab	17.83 abc	17.83 abc	16.83 abc	16.83 abc	19.08 abc	24.67 abc	28.17 abcd	30.33 abc	31.33 abc	32.58 abcd	36.75 abcd
304	5.92 b	7.17 a	7.25 a	11.08 ab	12.33 ab	16.00 ab	19.92 bc	25.17 b	26.75 bc	26.33 c	26.33 c	27.33 c	29.08 c	34.25 c	34.92 bcd	42.50 bc	47.67 bc	52.83 cd	56.08 cd

*Medias con letra en común en columna no son significativamente diferentes (P>0.05).

En el Cuadro 8 se observa la precocidad en el crecimiento de los injertos de algunos genotipos, las plantas injertadas han iniciado la etapa de floración, donde estaca el genotipo UNACH 304 con el mayor porcentaje de flores 66.67% a los 12 meses de establecido comparados con los demás genotipos estudiados.

Cuadro 8. Plantas en floración (%) y edad después del injertado.

Genotipo	Plantas en floración (%) y meses después del injertado		
	10	11	12
344	33.3	58.33	41.67
341	8.33	16.67	33.33
304	58.33	50.00	66.67
271	33.3	66.67	33.33

En el Cuadro 9 se observa el crecimiento de los injertos donde los más precoces comenzaron a desarrollar su potencial de producción a los 12 meses, destacando el genotipo UNACH 304 de mayor porcentaje con 58.33% comparados con los demás genotipos estudiados.

Cuadro 9. Plantas en edad de producción (%) después del injertado.

Genotipo	Plantas en floración (%) y meses después del injertado		
	10	11	12
344	16.67	25.00	33.33
341	16.67	25.00	33.33
304	50.00	50.00	58.33
271	0.33	25.00	33.33

4.3 Costo de la tecnología

En el Cuadro 10 se presentan los datos estimados del costo del primer año de la implementación de la tecnología para la renovación de una hectárea de cacao, en el cual se obtuvo un total de \$ 14,009.00 pesos, esto indica que se puede implementar esta tecnología para renovar mediante injertado en chupones basales y con un buen manejo rescatar las plantaciones abandonadas.

Cuadro 10. Costos del primer año de la implementación de la tecnología de renovación en una hectárea de cacao.

Costos	unidad	valor unitario	cantidad	costo
a) Materiales e insumos				
Bolsa de ½ kilogramo	kg	\$ 15.00	3	\$ 45.00
Ligas	paquete	\$ 15.00	6	\$ 90.00
Plástico autoadherible Scellopak	rollo	\$ 20.00	2	\$ 40.00
Combustible para aspersora	litros	\$ 18.50	16	\$ 296.00
Lubricante para aspersora	litros	\$ 250.00	1	\$ 250.00
Caldo sulfocalcico	litros	\$ 18.00	36	\$ 648.00
Bioabono foliar	litros	\$ 150.00	20	\$ 3,000.00
b) Mano de obra				
Deshierbe	jornal	\$ 120.00	4	\$ 480.00
Poda del cacao viejo	jornal	\$ 120.00	6	\$ 720.00
Saneamiento: Remoción de frutos y ramas enfermas	jornal	\$ 120.00	7	\$ 840.00
Injerto en renuevos	jornal	\$ 200.00	23	\$ 4,600.00
Aplicación de abono foliar	jornal	\$ 120.00	6	\$ 720.00
Aplicación de fungicida	jornal	\$ 120.00	6	\$ 720.00
Poda de formación del cacao injertado	jornal	\$ 120.00	3	\$ 360.00
c) Equipo				
Aspersora motorizada (amortización anual con un costo total de \$ 6000.00)	unidad	\$ 1,200.00	1	\$ 1,200.00
			Total	\$ 14,009.00

En cuanto al injertado, se realizaron un total de 675 injertos, de los que se obtuvieron una cantidad de 246 plantas efectivas que equivale a una tasa de 36.4 % de éxito en la compatibilidad entre portainjerto y el material injertado. El costo de propagación incluye 23 jornales y los materiales requeridos, lo que hace un total estimado en \$ 4,775.00 pesos; con base en estos cálculos se estima un costo promedio de \$ 19.41 pesos por planta obtenida por injerto en chupón basal, este recurso puede reducirse si el productor mismo aprende a injertar y el mismo realiza esta actividad.

5. DISCUSIÓN

El estudio de los eventos periódicos naturales involucrados en la vida de las plantas o variedades o genotipos de estas, se denomina fenología Yzarra y López (2011). Dado que el producto final de un cultivo “la cosecha” no es sino la consecuencia de un proceso derivado de las actividades agrícolas efectuadas durante todo el ciclo, para los investigadores y productores se hace necesario el conocimiento de la fenología agrícola y la posible duración de las diferentes etapas.

El estudio de las observaciones fenológicas cada día adquiere mayor importancia, ya que el uso de la información permite definir prácticas o planes de manejo del cultivo en una etapa de desarrollo determinado.

En el caso del cacao, el crecimiento y desarrollo de la 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, brotación y cosecha está regulado por el clima, cuya relación del transcurso climático y el periodo vegetativo nos permite establecer los calendarios agroclimáticos (Hardy, 1969).

El cacao es una planta que necesita un adecuado suministro de agua para efectuar sus procesos metabólicos, 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.

Según Enríquez (2006), entre los factores que más importancia tienen, desde el punto de vista del cacao, la temperatura y la lluvia son sin duda los que pueden limitar la zona para el cultivo, puesto que éstos son considerados como los factores climáticos críticos para su desarrollo; la precipitación óptima para el cacao es de 1,600 a 2,500 mm distribuidos durante todo el año. Precipitaciones que excedan los 2,600 mm pueden afectar la producción del cultivo de cacao.

En cuanto a precipitación, en Tecpatán llueve todo el año, se estima que la precipitación acumulada anual es de aproximadamente 3000 mm, distribuidos en 10 meses (<https://www.meteored.mx/luis-espinoza/graficas>).

De acuerdo con la información precedente, se puede concluir que las condiciones ambientales presentes en el área de estudio, son satisfactorias para un buen crecimiento del cacao.

Cerda (2008), señala que la disponibilidad de agua es indispensable para el desarrollo y funcionamiento de la planta de cacao; cuando hay déficit hídrico significa que la evaporación es superior a la precipitación, retardando el crecimiento vegetativo, emisión y crecimiento foliar, deshidratación y caída de hojas y flores, además causa problemas fisiológicos a la floración y al desarrollo de los frutos. La temperatura es un factor de mucha importancia debido a su relación con el desarrollo, floración y fructificación del cultivo de cacao. El efecto de temperaturas bajas se manifiesta en la velocidad de crecimiento vegetativo, desarrollo de fruto y en grado en la intensidad de floración. Así mismo, controla la actividad de las raíces y de los brotes de la planta. Las altas temperaturas pueden afectar las raíces superficiales de la planta del cacao limitando su capacidad de absorción, por lo que se recomienda proteger el suelo con la hojarasca existente. Del mismo modo, la rápida descomposición de la materia orgánica en el suelo a través de la oxidación y en presencia de la humedad está determinada por la temperatura (Paredes, 2004).

Así mismo, cabe mencionar que existe muy poca información sobre estudios de la fenología del cacao en México y su relación con las condiciones climáticas de las regiones productoras. Los resultados obtenidos en esta investigación indican que la fenología de los genotipos de cacao estudiados es similar y con pocas diferencias; la variable de número de flores por planta en algunos meses presento una mayor producción y en otros fue muy baja. La fenología de la floración es fundamental en la producción del cacao, para que esto suceda se tiene que tomar en cuenta varios factores como son la temperatura, la precipitación, viento, sol, y una buena nutrición del cultivo, especialmente en elementos como son calcio, boro, magnesio, manganeso, fierro entre otros.

De acuerdo con Alvin (1997) la floración es influenciada por mecanismos endogenos tales como la accion de fitohormonas y la competencia entre frutos y flores por los productos de la fotosíntesis. Los resultados en este estudio pemiten suponer que el mecanismo que controla la floracion es endogeno. La producción de flores de los árboles que se estudiaron en esta investigación fue constante en todo el año, pero en algunos genotipos fue menos, También en las variables como son chilillos sanos, chilillos enfermos, mazorcas sanas y mazorcas enfermas resaltaron genotipos de mayor producción y menor incidencia de enfermedades.

De igual forma se observó que en los meses en que ocurrió mayor precipitación se presentó una mayor incidencia de las enfermedades tanto de monilia como de mancha negra, observaciones que resultan concordantes con los señalamientos de Estrada *et al.* (2010) quienes mencionan que la temperatura influye en el desarrollo, floración y fructificación del cultivo de cacao, así como también en el tiempo de maduración de los frutos y en la manifestación de enfermedades. En los meses más calurosos, los frutos maduran entre 140 y 175 días, mientras que los más frescos tardan entre 165 a 205 días.

Una parte fundamental en la producción de flores es que las plantas estén bien nutridas, ya que si no tienen los elementos necesarios no habrá producción de flores y por lo tanto se tendrá una baja producción de chilillos es por ello que coincido con el autor Gaspar (2008) ,quien señala que la presencia del fósforo es fundamental en la floración, cuajado y maduración de frutos, también revela que el potasio (K) es un elemento que cumple un rol relevante en todo proceso de traslado de azúcares fotosintetizados, utilizados para los distintos procesos fenológicos que atraviesa la planta.

Cuando una plantación de cacao se encuentra envejecida o su producción es decadente y ya no es rentable, se plantean diferentes posibles formas de intervención como pueden ser el derribo de esta y realizar una nueva siembra, cortar o recepar los arboles viejos para inducir nuevas copas, o bien la renovación mediante la poda fuerte de la copa o arquitectura aérea, el injertado en chupones basales; y eventualmente complementada con la resiembra para alcanzar una densidad optima (Jiménez, 2008; Ramírez *et al.*, 2009).

La implementación de un proceso de renovación mediante el injertado en chupones basales, permite al productor obtener beneficios económicos durante el tiempo que la plantación se está renovando, ya que la planta vieja no deja de producir, permitiéndole así renovar éstas y mejorar la producción (Ramírez *et al.*, 2009). Los resultados, aunque preliminares muestran la factibilidad de renovar una plantación de cacao vieja e improductiva mediante la injertación en campo utilizando como porta injerto los renuevos o chupones inducidos de la base los árboles. Si bien, se encontraron diferencias entre la compatibilidad injerto-portainjerto, lo que se reflejó en la cantidad de injertos efectivos variando estos de acuerdo al genotipo.

El chupón basal inducido a través del manejo de la planta vieja, ubicado entre los primeros 5 cm del tronco podado, es relativamente fácil de injertar. Por otra parte, en general el desarrollo observado y expresado como longitud y grosor del injerto, es muy vigoroso y la floración y producción ocurrió en promedio en los primeros 12

meses de injertado, precocidad muy importante ya que permite obtener frutos a pocos meses de haber sido injertados.

La utilización de injertos es recomendada para evitar la variabilidad que presentan árboles provenientes de semilla, a través de la utilización de injertos se pueden seleccionar yemas provenientes de árboles considerados buenos productores, así también se seleccionan híbridos que sean tolerantes o resistentes plagas y enfermedades evitando pérdidas y bajas producciones de cacao (Dubón y Sánchez, 2011).

La luz lunar coadyuva a la cicatrización de vegetales que han sido amputados y desgajados. La luz solar a veces es tan intensa que llega a interrumpir este proceso o puede dañar las amputaciones expuestas; se propicia la interacción nutritiva de las plantas y resulta benéfico porque los nutrientes fluyen más rápido, en las cortezas de los injertos y se acelera el proceso de formación de callo. La luz lunar acelera el crecimiento de muchos vegetales, entre ellos las yemas de las púas injertadas. El rápido crecimiento de las yemas es fundamental en este arte de los injertos (Montes, 2010).

El injertado en chupones basales es una opción para renovar las plantaciones improductivas ya que se seleccionan los mejores genotipos para ser propagadas; además de ello trae mayores beneficios al iniciar su producción a temprana edad y que tienen las mismas características de la planta madre comparadas con los que se siembran por semilla que tardan más años en producir. El cacao al ser una planta alógama, su reproducción por semilla presenta alta variabilidad genética, especialmente si los frutos son de “polinización libre”, porque las nuevas plantas descendientes en su mayoría no conservaran las características de la planta madre, afectando directamente en el rendimiento o producción; así que, reproducir asexualmente un material, permite reproducir individuos con características genética y fenotípicas idéntico a la planta madre, las que sembradas bajo las mismas condiciones medio ambientales va a producir en el mismo grado que su progenitor (Quiroz, 2012).

Es importante que el injertador tenga las habilidades y conocimientos necesarios para lograr el mayor porcentaje de prendimiento. La rapidez, la perfección de los cortes, la coincidencia del corte del patrón con los de la yema y la estrecha unión de los tejidos injertados, hacen parte del éxito de un injertador. El nivel de la limpieza de las manos y de las herramientas es importante para evitar la infección de los cortes bien sea por hongos o por bacterias.

Existen diversos factores que influyen en el prendimiento del injerto tales como temperatura, sombra, humedad, viento, oxígeno, compatibilidad, técnicas de injerto, tiempo de injertación, hora de injertación, grosor del tallo entre otros. Uno de los trabajos fundamentales antes de injertar es seleccionar las mejores varetas para no tener problemas como el estado de latencia de las yemas, causa que justificaría la diferencia de brotación entre los clones, pero no de los patrones. En esta investigación pudo influir que algunas varetas eran jóvenes, vigorosas y otras eran viejas.

En este estudio se observó que en el periodo más seco marzo- abril no hubo mayor éxito en los injertos, además de ello no se dio la aceptación del injerto y porta injerto es por eso la importancia de tomar en cuenta que época del año es la mejor para injertar.

Uno de los factores que influyó en el prendimiento de los injertos fue el clima ya que en los meses de mayor precipitación hubo mayor presencia de hongos y pudrición de los tejidos; comparados con los meses de menor precipitación se tuvo una mejor adaptación del injerto. Fuentes (1988), asegura que a una temperatura elevada, la cicatrización se produce con mucha rapidez y resulta un tejido esponjoso en el callo, y poco consistente. Cuando la temperatura es baja, la cicatrización se produce con lentitud e incluso se detiene. Se pueden considerar temperaturas óptimas de 15 a 25 °C., y una humedad moderada; si el ambiente es demasiado seco se mueren las células próximas a los cortes, y si es excesivamente húmedo se pudren las zonas heridas.

En este trabajo no se estudiaron las fases lunares, pero es importante saber los cambios que se dan para tener una mejor efectividad en el proceso de injertado. Algunos estudios recomiendan que las labores de injertación, se realicen durante el período de luna llena, esto se debe básicamente a que los cortes hechos en luna llena conservan la madera, por tanto frena el desarrollo de las yemas, de esta manera favorece la unión del injerto (Márquez, 2001).

Con relación al crecimiento de longitud de los injertos realizados algunos tuvieron mayor crecimiento que otros, esto pudo ser a la capacidad de aceptación del genotipo.

En los resultados del grosor del tallo también se observaron diferentes crecimientos, algunos genotipos fueron más acelerados, esto se debió principalmente a las características genéticas de cada genotipo.

Con relación a la brotación de número de ramas algunos genotipos presentaron los valores más altos ya que se adaptaron con mayor facilidad y otros estuvieron en estado de latencia. Estas diferencias observadas en cada una de las variables mencionadas y estudiadas son solo numéricas y no así estadísticas.

Con la variable número de hojas en algunos genotipos mostraron mayor número de brotes, en otros fue muy escaso esto pudo ser provocado por la lluvia o la sequía ya que hay genotipos que se benefician con la lluvia o probablemente otro factor como mencionan Azcón y Talón (2003) la emergencia de las hojas se asocia a un aumento en la producción de Etileno, probablemente hay acumulación de Etileno dentro de la bolsa y el Parafilm, utilizados para proteger los materiales injertados.

Por su parte Jiménez (2008), en la evaluación de tres tipos de injertos en chupones basales para la rehabilitación de parcelas improductivas, obtuvo resultados con un coeficiente de variación de 17,46%, lo cual indico que hubo un manejo aceptable del ensayo, se observa que los tipos de injerto influyen significativamente en los promedios de número de hojas de los brotes. En cambio, el efecto de la interacción entre clones e injerto no influye en el número de hojas por brote, por lo cual se estableció que los factores en estudio actúan de manera independiente en su efecto para el número de hojas.

Con respecto a los efectos de las fases lunares en los dos tipos de injertos no se encontró evidencia estadística que demuestre que existan diferencias significativas entre los tratamientos fases lunares puesto que ($p=0.950>0,05$). Es en la fase de luna menguante en la cual es más evidente que se logran mejores estimaciones de prendimiento para ambas técnicas de injertación agrupadas, pues algunos autores consideran que es más conveniente realizar los injertos en la fase de luna menguante.

Con el análisis de varianza que se realizó de los injertos propagados se encontró diferencias significativas entre los genotipos, las variables como son longitud del tallo, grosor del tallo, número de ramas, de los cuales fueron destacadas con los promedios más altos UNACH 370 y UNACH 304.

Con el análisis de varianza realizado de la variable número de hojas se observó que los genotipos en mayor producción de hojas y que tuvieron los promedios más altos fueron UNACH 344, UNACH 370 y UNACH 304.

Molina (2008), indica que dentro de los diferentes tipos de injertos que se pueden practicar en cacao, el que mejor resultado ha dado es el de yema, ya sea de escudete o parche. El método de injertación que mayor porcentaje de prendimiento

presenta es el método de “parche” el cual registra un porcentaje muy alto respecto a otros métodos utilizados (lateral y aproximación), manteniéndose en un rango del 88% al 100% de prendimiento (Cantero, 2012).

Aunque el injerto de parche no es el único método para propagar el cacao, actualmente se cuenta con el tipo escudete, púa doble o simple (lateral) cuyos resultados varían de acuerdo al país. Así por ejemplo, mientras en Ecuador se han obtenido resultados bastante buenos, los reportados en Costa Rica no son satisfactorios (Molina, 2008).

En esta investigación, el injerto practicado llamado de “corona” desarrollado por Ramírez y colaboradores (2009) presento una efectividad promedio superior al 50% de prendimiento como se muestra en el Cuadro 2, destacando que esta tecnología de injertado en campo utilizando un renuevo como portainjerto fue diseñada para la renovación de plantaciones. En la investigación bibliográfica realizada, no se encontraron trabajos similares que permitan establecer un comparativo de la eficiencia de este método de injertado aplicado al cacao.

Respecto al costo de la tecnología, la implementación de esta estrategia de renovación, indica que presenta un costo inferior a los costos de establecimiento de una nueva siembra, los cuales oscilan alrededor de los \$ 70,000 pesos mexicanos; además a tan solo dos años de edad destacan algunos genotipos por una mayor precocidad en crecimiento y en el inicio de la floración y la producción.

6. CONCLUSIONES

La producción de flores de cacao de los árboles originales ocurrió durante todo el año; y los genotipos que registraron la mayor producción fueron: UNACH 370, UNACH 304 de Tecpatán y UNACH 88 de Tapachula, se consideran una alternativa de gran potencial para la renovación de plantaciones decadentes o bien el establecimiento de futuras plantaciones.

Los genotipos UNACH 370 y UNACH 304 expresan mayor adaptabilidad que los demás por lo tanto son aptos para propagarlos en las plantaciones de Tecpatán.

Los genotipos UNACH 370, UNACH 343, UNACH 344, UNACH 304 y UNACH 305 seleccionados en Tecpatán, presentaron el mayor porcentaje de prendimiento en la etapa de propagación por injertado en chupones basales.

El mejor comportamiento agronómico inicial de plantas obtenidas mediante injertos en chupones basales, expresado en longitud y grosor del tallo y número de ramas fue observado en los genotipos UNACH 370 y UNACH 304.

Los genotipos que menos se adaptaron a las condiciones de Tecpatán, fueron UNACH 88 de Tapachula y UNACH 3 de Comalcalco.

Entre los materiales seleccionados, los genotipos UNACH 304, UNACH 370, UNACH 344, UNACH 341, y UNACH 271, de Tapachula resultaron los más precoces para el inicio de floración y producción, las primeras flores fueron visibles a diez meses del injertado.

El costo de la tecnología con los datos obtenidos indica que si es rentable propagar el cultivo del cacao mediante injertos en chupones basales. Finalmente se concluye que para renovar una plantación de cacao se debe utilizar el injerto de corona ya que las plantas obtenidas presentan un desarrollo bastante rápido.

7. LITERATURA CITADA

- Aimé, M., & Phillips-Mora. (2005). The causal agents of witches broom and frosty pod rot of cacao (chocolate, *Theobroma cacao*).
- Alvim. PT. (1997). Environmental effects on growth and flowering in: Alvim, PT: Kozłowski, TT. Eds. Ecophysiology of Tropical Crops London, GB, Academic Press. p 229-313.
- Arévalo, E., Zuñiga, L., Arévalo, C., & J, A. (2005). Manejo integrado del cultivo y transferencia de tecnología en la Amazonia Peruana. ICT.CICAD.NASA, 183.
- Azcón, J; Talón M, (2003). Fundamentos de fisiología Vegetal. Madrid. ES. Mc Graw-Hill. p 522.
- Batista, L. (2006). Descripción de Cultivares de Cacao. Centro de Producción Genética de Plantas y Semillas. Bonaó.
- Cerda, (2008). Calidad de suelos en plantaciones de cacao (*Theobroma cacao*), banano (Musa AAA) y plátano (Musa AAB) en el valle de Talamanca, Costa Rica. Tesis Mag. Scientiae, Programa de Educación para el Desarrollo y la Conservación del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE, Turrialba, Costa Rica. 66 p.
- Consultado 15/02/2019. Disponible en <https://es.weatherspark.com/y/10036/Clima-promedio-en-Tecpat%C3%A1n-M%C3%A9xico-durante-todo-el-a%C3%B1o>.
- Consultado 15/02/2019. Disponible en <https://www.meteored.mx/luis-espinoza/graficas>.
- Consultado 14/02/2019. Disponible: <https://es.climate-data.org/america-del-norte/mexico/chiapas/tecpatan-766491/>
- Cantero, J. L. (2012). Comportamiento ecofisiológico de cuatro clones de cacao (*Theobroma cacao*) propagados mediante tres métodos de enjertación en el CURDN en Armero Guayabal.

- Corral, J. (2012). Influencia del portainjertos en la calidad del pimiento "tipo ramiro" en invernadero. Almeira, España.
- Cruz, G. (2005). Cultivos de cacao en sistemas agroforestal. pp.48.
- Dubón, A; Sánchez, J. (2011). Manual de producción de cacao. Eds. R Tejada; MT Bardales. La Lima, HN, FITIA. p 208.
- Enríquez, G. (2004). Guía para productores ecuatorianos. Manual N° 54. Instituto Nacional Autónomo de investigaciones Agropecuarias. Quito, EC. 360 p.
- Enríquez, G. A. (2006). Fenología y fisiología del cultivo del cacao. Seminario Taller Internacional, Producción, Calidad y Mercadeo de cacaos especiales Universidad Técnica Estatal de Quevedo Facultad de Ciencias Agrarias Escuela de Ingeniería Agronómica Quevedo, Ecuador 21 – 23 de Noviembre del 2006.
- Estrada, F.; Raessens, G.; Mantilla, J. (2010). El cultivo de cacao en el trópico de Cochabamba. Serie Protocolos Blancos. Cochabamba, Bolivia. pp 5 – 24.
- Fuentes, J. (1988). Botánica Agrícola. Barcelona, España, Mundi-Prensa.261 p.
- Gaspar, L. (2008). Fertilización del cultivo de la vid. Agro estrategias – Consultores. Consultado 01/03/2015. Disponible en: <http://www.agroestrategias.com.pdf>
- Hardy, F. (1969). Manual de Cacao. Turrialba, Costa Rica. Editorial Antonio Lehmann. p. 13-14.
- Jiménez, J. 2008. Tesis de grado. Evaluación de tres tipos de injerto en chupones basales para la rehabilitación de parcelas improductivas de cacao (*Theobroma cacao* L.) en Sapecho Alto Beni. La Paz, Bolivia. pp 1 – 51
- Lama, D. (2003). Eco fisiología del cultivo de cacao, Universidad Agraria de la Selva Tingo María-Perú.
- León, J. (2000). Botánica de los cultivos tropicales. (3.Ed.) San José, CR: Agroamérica del ICA.
- López, B.O. y Ramírez, G.S.I. (2009). Mejoramiento genético y propagación como estrategia para la sustentabilidad del cacao *Theobroma cacao* L. en México. *In:* Congreso Internacional de Cacao en Investigación, Transferencia de

- Tecnología, Comercialización: Presente y Futuro. 21-23 de octubre del 2009, Bucaramanga, Colombia. Memorias. 25 p.
- Márquez, A. A. (2001). Crecimiento de la papaya (carica papaya) en las diferentes fases de la luna en la zona atlántica de Costa Rica. Guácimo, Costa Rica.
- Montes, A. F. (2010). Manual agroclimático, para la realización de injertos en árboles frutales caducifolios de clima frío-templado, para principiantes. México.
- Molina, T. I. (2008). Estudio de diferentes sistemas de injerto examinado al efecto de las fases lunares sobre la multiplicación asexual de cacao (*Theobroma cacao* L.)
- Muñoz, V. D. (2013). Evaluación del prendimiento del injerto de naranjilla (*Solanum quitoense*) en dos porta injertos (*solanum arboreum*, *solanum hirtum*) en las cuatro fases lunares en la zona agroecológica de caluma. Guaranda, Ecuador.
- Paredes, R. (2010). Propagación vegetativa por injerto de Boloina blanca (*Guazuma crinita* Mart) bajo condiciones controladas en Pucallpa.
- Paredes, AM. (2004). Manual del Cultivo del Cacao. Ministerio de Agricultura. Programa para el Desarrollo de la Amazonía. Perú, PROAMAZONIA. Cacao WRAE S.A. 130 pp.
- Paredes, A. M. (2000). Renovación en Cacao, Convenio USAID/CONTRADROGAS.
- Palencia, C., & L, M. F. (2000). La poda del árbol de cacao. In Tecnología para el mejoramiento del sistema de producción de cacao. 294 p.
- Phillips-Mora, W. (2003). Nuevas expectativas en la lucha contra la moniliasis del cacao: origen, dispersión y diversidad genética del hongo *Moniliophthora roreri* incorporación de fuentes de resistencia a través de mejoramiento genético. 3 p.
- Quiroz, V., J. y Mestanza, V. S. (2012) Injertación de cacao. Estación experimental litoral del Sur. Programa Nacional de Cacao. Boletín técnico. 148 p.
- Ramírez, G.S.I., López, B.O., Espinosa, Z.S., Hernández, M.I.E., García, G.S. (2014). Implementación de la metodología de selección participativa de cacao en el municipio de Tecpatán, Chiapas- México. Revista Espacio I + D (UNACH) 6(4): 11-29.

- Ramírez, G.S.I., López, B.O., Espinosa, Z.S., Villareal, F.J.M. (2009). Guía práctica para la renovación de plantaciones improductivas de cacao.1ª ed. Tuxtla Gutiérrez Chiapas, México: Universidad Autónoma de Chiapas, fundación produce Chiapas.33 p.
- Somarriba, E. (2006). Como Analizar y mejorar la sombra en los cacaotales. CATIE, Bolivia. Taller Regional de Aplicación Tecnológica en el Cultivo de Cacao. Quevedo, Los Ríos, Ecuador. ACCESO, IICA, USAID, WCF, CICAD/OEA. 6-8 marzo 2006.
- SIAP. (2018). Cierre de la producción agrícola por cultivo SAGARPA. México. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). Consultado en línea en <http://www.siap.gob.mx/cierre-de-la-produccion-agricola-por-estado/>
- Yzarra, W y López, F. (2011). Manual de Observación Fenológicas. Ministerio de Agricultura (MINAG), Ministerio del Ambiente (MINAN) y Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI). Perú.

8. ANEXOS

Cuadro A 1. ANOVA de la variable largo del tallo de los injertos realizados de los genotipos de cacao.

		Suma de cuadrados	df	Cuadrado medio	F	Sig.
Largo 1	Entre grupos	48177.908	14	3441.279	2.986	0.000
	Dentro de grupos	190161.792	165	1152.496		
	Total	238339.700	179			
Largo 2	Entre grupos	69079.911	14	4934.279	3.830	0.000
	Dentro de grupos	212572.604	165	1288.319		
	Total	281652.515	179			
Largo 3	Entre grupos	72466.769	14	5176.198	3.881	0.000
	Dentro de grupos	220042.312	165	1333.590		
	Total	292509.082	179			
Largo 4	Entre grupos	75786.258	14	5413.304	3.900	0.000
	Dentro de grupos	229023.979	165	1388.024		
	Total	304810.237	179			
Largo 5	Entre grupos	79288.619	14	5663.473	3.913	0.000
	Dentro de grupos	238812.729	165	1447.350		
	Total	318101.349	179			
Largo 6	Entre grupos	165122.286	14	11794.449	6.966	0.000
	Dentro de grupos	279365.458	165	1693.124		
	Total	444487.744	179			
Largo 7	Entre grupos	176123.383	14	12580.242	7.180	0.000
	Dentro de grupos	289106.354	165	1752.160		
	Total	465229.738	179			
Largo 8	Entre grupos	154583.083	14	11041.649	6.198	0.000
	Dentro de grupos	293950.667	165	1781.519		
	Total	448533.750	179			
Largo 9	Entre grupos	167000.019	14	11928.573	6.902	0.000
	Dentro de grupos	285183.896	165	1728.387		
	Total	452183.915	179			
Largo10	Entre grupos	148951.453	14	10639.389	5.304	0.000
	Dentro de grupos	330996.563	165	2006.040		
	Total	479948.015	179			
Largo 11	Entre grupos	141677.061	14	10119.790	4.833	0.000
	Dentro de grupos	345486.188	165	2093.856		
	Total	487163.249	179			
Largo 12	Entre grupos	148996.375	14	10642.598	4.873	0.000
	Dentro de grupos	360389.125	165	2184.177		
	Total	509385.500	179			
Largo 13	Entre grupos	158475.103	14	11319.650	5.087	0.000
	Dentro de grupos	367151.125	165	2225.158		
	Total	525626.228	179			
Largo 14	Entre grupos	157294.033	14	11235.288	4.938	0.000
	Dentro de grupos	375382.917	165	2275.048		

	Total	532676.950	179			
Largo 15	Entre grupos	165402.444	14	11814.460	5.002	0.000
	Dentro de grupos	389712.417	165	2361.893		
	Total	555114.861	179			
Largo 16	Entre grupos	175487.367	14	12534.812	5.151	0.000
	Dentro de grupos	401541.583	165	2433.585		
	Total	577028.950	179			
Largo 17	Entre grupos	184439.278	14	13174.234	5.183	0.000
	Dentro de grupos	419365.500	165	2541.609		
	Total	603804.778	179			
Largo 18	Entre grupos	193779.800	14	13841.414	5.243	0.000
	Dentro de grupos	435581.000	165	2639.885		
	Total	629360.800	179			
Largo 19	Entre grupos	207841.300	14	14845.807	5.353	0.000
	Dentro de grupos	457645.250	165	2773.608		
	Total	665486.550	179			

Cuadro A 2. ANOVA de la variable grosor del tallo de los injertos realizados de los genotipos de cacao.

		Suma de cuadrados	df	Cuadrado medio	F	Sig.
Grosor 1	Entre grupos	446.782	14	31.913	27.187	0.000
	Dentro de grupos	193.681	165	1.174		
	Total	640.463	179			
Grosor 2	Entre grupos	20.751	14	1.482	4.277	0.000
	Dentro de grupos	57.188	165	0.347		
	Total	77.940	179			
Grosor 3	Entre grupos	21.893	14	1.564	4.361	0.000
	Dentro de grupos	59.167	165	.359		
	Total	81.061	179			
Grosor 4	Entre grupos	23.776	14	1.698	4.289	0.000
	Dentro de grupos	65.341	165	0.396		
	Total	89.117	179			
Grosor 5	Entre grupos	25.710	14	1.836	4.291	0.000
	Dentro de grupos	70.611	165	0.428		
	Total	96.321	179			
Grosor 6	Entre grupos	64.598	14	4.614	11.511	0.000
	Dentro de grupos	66.143	165	0.401		
	Total	130.741	179			
Grosor 7	Entre grupos	69.092	14	4.935	11.560	0.000
	Dentro de grupos	70.438	165	0.427		
	Total	139.530	179			
Grosor 8	Entre grupos	55.386	14	3.956	9.004	0.000
	Dentro de grupos	72.500	165	.439		
	Total	127.886	179			
Grosor 9	Entre grupos	57.303	14	4.093	9.339	0.000
	Dentro de grupos	72.318	165	0.438		
	Total	129.621	179			
Grosor 10	Entre grupos	62.222	14	4.444	10.259	0.000
	Dentro de grupos	71.480	165	0.433		
	Total	133.702	179			
Grosor 11	Entre grupos	38.670	14	2.762	5.842	0.000
	Dentro de grupos	78.012	165	0.473		

	Total	116.682	179			
Grosor 12	Entre grupos	39.855	14	2.847	5.859	0.000
	Dentro de grupos	80.173	165	0.486		
	Total	120.028	179			
Grosor 13	Entre grupos	43.376	14	3.098	6.791	0.000
	Dentro de grupos	75.284	165	0.456		
	Total	118.661	179			
Grosor 14	Entre grupos	40.092	14	2.864	6.826	0.000
	Dentro de grupos	69.226	165	0.420		
	Total	109.318	179			
Grosor 15	Entre grupos	48.585	14	3.470	8.225	0.000
	Dentro de grupos	69.617	165	0.422		
	Total	118.202	179			
Grosor 16	Entre grupos	50.156	14	3.583	8.231	0.000
	Dentro de grupos	71.820	165	0.435		
	Total	121.976	179			
Grosor 17	Entre grupos	51.368	14	3.669	7.915	0.000
	Dentro de grupos	76.488	165	0.464		
	Total	127.855	179			
Grosor 18	Entre grupos	49.941	14	3.567	8.645	0.000
	Dentro de grupos	68.087	165	0.413		
	Total	118.028	179			
Grosor 19	Entre grupos	49.338	14	3.524	8.841	0.000
	Dentro de grupos	65.772	165	0.399		
	Total	115.110	179			

Cuadro A 3. ANOVA de la variable número de ramas de los injertos realizados de los genotipos de cacao.

		Suma de cuadrados	df	Cuadrado medio	F	Sig.
Número de ramas 1	Entre grupos	19.033	14	1.360	2.495	0.003
	Dentro de grupos	89.917	165	0.545		
	Total	108.950	179			
Número de ramas 2	Entre grupos	32.078	14	2.291	3.234	0.000
	Dentro de grupos	116.917	165	0.709		
	Total	148.994	179			
Número de ramas 3	Entre grupos	33.000	14	2.357	2.930	0.001
	Dentro de grupos	132.750	165	0.805		
	Total	165.750	179			
Número de ramas 4	Entre grupos	55.578	14	3.970	3.734	0.000
	Dentro de grupos	175.417	165	1.063		
	Total	230.994	179			
Número de ramas 5	Entre grupos	75.533	14	5.395	3.537	0.000
	Dentro de grupos	251.667	165	1.525		
	Total	327.200	179			
Número de ramas 6	Entre grupos	195.411	14	13.958	11.780	0.000
	Dentro de grupos	195.500	165	1.185		
	Total	390.911	179			
Número de ramas 7	Entre grupos	225.611	14	16.115	10.286	0.000
	Dentro de grupos	258.500	165	1.567		
	Total	484.111	179			

Número de ramas 8	Entre grupos	284.467	14	20.319	11.970	0.000
	Dentro de grupos	280.083	165	1.697		
	Total	564.550	179			
Número de ramas 9	Entre grupos	263.978	14	18.856	6.230	0.000
	Dentro de grupos	499.417	165	3.027		
	Total	763.394	179			
Número de ramas 10	Entre grupos	276.033	14	19.717	6.230	0.000
	Dentro de grupos	522.167	165	3.165		
	Total	798.200	179			
Número de ramas 11	Entre grupos	268.744	14	19.196	5.248	0.000
	Dentro de grupos	603.583	165	3.658		
	Total	872.328	179			
Número de ramas 12	Entre grupos	306.311	14	21.879	5.054	0.000
	Dentro de grupos	714.333	165	4.329		
	Total	1020.644	179			
Número de ramas 13	Entre grupos	329.444	14	23.532	4.877	0.000
	Dentro de grupos	796.083	165	4.825		
	Total	1125.528	179			
Número de ramas 14	Entre grupos	447.978	14	31.998	4.992	0.000
	Dentro de grupos	1057.667	165	6.410		
	Total	1505.644	179			
Número de ramas 15	Entre grupos	515.578	14	36.827	5.055	0.000
	Dentro de grupos	1202.083	165	7.285		
	Total	1717.661	179			

Número de ramas 16	Entre grupos	566.644	14	40.475	3.975	0.000
	Dentro de grupos	1680.000	165	10.182		
	Total	2246.644	179			
Número de ramas 17	Entre grupos	597.911	14	42.708	4.719	0.000
	Dentro de grupos	1493.333	165	9.051		
	Total	2091.244	179			
Número de ramas 18	Entre grupos	584.644	14	41.760	4.721	0.000
	Dentro de grupos	1459.417	165	8.845		
	Total	2044.061	179			
Número de ramas 19	Entre grupos	561.467	14	40.105	4.538	0.000
	Dentro de grupos	1458.333	165	8.838		
	Total	2019.800	179			

Cuadro A 4. ANOVA de la variable número de hojas de los injertos realizados de los genotipos de cacao.

		Suma de cuadrados	df	Cuadrado medio	F	Sig.
Número de hojas 1	Entre grupos	501.033	14	35.788	2.702	0.001
	Dentro de grupos	2185.167	165	13.243		
	Total	2686.200	179			
Número de hojas 2	Entre grupos	1051.644	14	75.117	2.873	0.001
	Dentro de grupos	4314.417	165	26.148		
	Total	5366.061	179			
Número de hojas 3	Entre grupos	1217.744	14	86.982	2.324	0.006
	Dentro de grupos	6175.167	165	37.425		
	Total	7392.911	179			
Número de hojas4	Entre grupos	4942.144	14	353.010	3.702	0.000
	Dentro de grupos	15735.167	165	95.365		
	Total	20677.311	179			
Número de hojas 5	Entre grupos	5678.633	14	405.617	3.755	0.000
	Dentro de grupos	17823.917	165	108.024		
	Total	23502.550	179			
Número de hojas 6	Entre grupos	8689.144	14	620.653	4.337	0.000
	Dentro de grupos	23613.500	165	143.112		
	Total	32302.644	179			
Número de hojas 7	Entre grupos	11511.578	14	822.256	4.791	0.000
	Dentro de grupos	28318.083	165	171.625		
	Total	39829.661	179			

Número de hojas 8	Entre grupos	13306.311	14	950.451	4.179	.000
	Dentro de grupos	37522.333	165	227.408		
	Total	50828.644	179			
Número de hojas 9	Entre grupos	15505.133	14	1107.510	4.058	0.000
	Dentro de grupos	45035.417	165	272.942		
	Total	60540.550	179			
Número de hojas 10	Entre grupos	14877.411	14	1062.672	3.644	0.000
	Dentro de grupos	48123.833	165	291.660		
	Total	63001.244	179			
Número de hojas 11	Entre grupos	13416.700	14	958.336	3.381	0.000
	Dentro de grupos	46766.250	165	283.432		
	Total	60182.950	179			
Número de hojas 12	Entre grupos	13781.467	14	984.390	3.310	0.000
	Dentro de grupos	49065.083	165	297.364		
	Total	62846.550	179			
Número de hojas 13	Entre grupos	15702.300	14	1121.593	3.504	0.000
	Dentro de grupos	52810.250	165	320.062		
	Total	68512.550	179			
Número de hojas 14	Entre grupos	20378.633	14	1455.617	3.592	0.000
	Dentro de grupos	66859.917	165	405.212		
	Total	87238.550	179			
Número de hojas 15	Entre grupos	22256.244	14	1589.732	3.543	0.000
	Dentro de grupos	74036.333	165	448.705		
	Total	96292.578	179			

Número de hojas 16	Entre grupos	27255.133	14	1946.795	3.922	0.000
	Dentro de grupos	81907.417	165	496.409		
	Total	109162.550	179			
Número de hojas 17	Entre grupos	28233.983	14	2016.713	3.702	0.000
	Dentro de grupos	89343.659	164	544.778		
	Total	117577.642	178			
Número de hojas 18	Entre grupos	35728.611	14	2552.044	3.805	0.000
	Dentro de grupos	110665.833	165	670.702		
	Total	146394.444	179			
Número de hojas 19	Entre grupos	40178.200	14	2869.871	4.014	0.000
	Dentro de grupos	117963.000	165	714.927		
	Total	158141.200	179			
