

Etapa inicial de renovación de una plantación improductiva de *Theobroma cacao* L. mediante injertado en renuevos basales de 15 genotipos

Dr. Orlando López Báez¹, Dra. Sandra Isabel Ramírez González², M.C. Saturnina Gómez García³, M.C. Jorge Luis Ruiz Rojas⁴, M.C. Gabriel Velázquez Castillejos⁵

Resumen: La edad avanzada de las plantaciones y la poca tecnificación limitan la producción de cacao en México, por lo que la producción es decadente. Una alternativa para su renovación es injertar yemas de material mejorado en renuevos inducidos en la base del tronco; en esta investigación se planteó estudiar el desarrollo inicial de 15 genotipos de cacao obtenidos mediante mejoramiento participativo en plantaciones de productores. El ensayo se estableció en una plantación de 50 años de establecida de un productor cooperante del municipio de Tecpatan, Chiapas. Los materiales fueron propagados por injertado de corona usando vareta de 15 cm. Durante la propagación, los genotipos UNACH370, UNACH343, UNACH344, UNACH304 y UNACH-05 presentaron el mayor prendimiento. El mejor comportamiento en longitud y grosor del tallo y número de ramas fue observado en UNACH304, UNACH370, UNACH344, UNACH341, y UNACH27, que mostraron precocidad en floración y producción; las primeras flores fueron visibles en plantas a diez meses del injertado. El costo de esta etapa inicial de renovación de una hectárea se estima en \$14,369 pesos mexicanos equivalentes a \$736 US Dolares.

Palabras clave: Renuevo basal, genotipo, renovación de plantaciones

Introducción

El cacao es un cultivo de gran trascendencia cultural e histórica para México, además de la aportación a la preservación y equilibrio del medio ambiente, influenciando de manera positiva las cuencas donde se ubican las plantaciones de este 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. En México se reportan 61,531 ha en los estados de Tabasco y Chiapas (SIAP, 2018); dentro de los problemas que afectan la producción de cacao, 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, las enfermedades moniliasis causada por el hongo *Moniliophthora roreri*, y mancha negra causada por el complejo del hongo *Phytophthora* spp. y la poca tecnificación, lo que hace que en promedio una ha de cacao produzca alrededor de 100 kg de cacao seco al año. El 80% de las plantaciones de cacao de México tienen más de 40 años de establecidas por lo que su potencial productivo es reducido; por lo tanto, la renovación de estas es urgente para recuperar la rentabilidad de este cultivo y garantizar el abasto de la industria nacional.

Sin embargo, la renovación de plantaciones enfrenta limitantes culturales, tecnológicos, 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 recursos para financiar la renovación de la plantación. A estas limitantes, cualquiera que fuera la estrategia de renovación, se agrega la poca disponibilidad de material genético mejorado adaptado a las condiciones ambientales de las regiones de producción de los estados de Tabasco y Chiapas.

¹ El Dr. Orlando López Báez es investigador de la AUDES cacao Chocolate, forma parte del Grupo de Investigación "Sustentabilidad, Agricultura y Negocios" y del núcleo docente del programa de posgrado de "Agricultura Familiar y Negocios" del CEUNE, de la Universidad Autónoma de Chiapas, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México. olopez@unach.mx (autor corresponsal)

² La Dra. Sandra Isabel Ramírez González es investigadora de la AUDES cacao Chocolate, es integrante del Grupo de Investigación "Sustentabilidad, Agricultura y Negocios" y del núcleo docente del programa de posgrado de "Agricultura Familiar y Negocios" del CEUNE de la Universidad Autónoma de Chiapas, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México. sanirg@yahoo.com

³ La M.C. Saturnina Gómez García curso el Programa de "Maestría en Ciencias en Producción Agropecuaria Tropical" de la Universidad Autónoma de Chiapas, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México.

⁴ El M.C. Jorge Luis Ruiz Rojas, Integrante del Grupo de Investigación "Sustentabilidad, Agricultura y Negocios" y del núcleo docente del programa de "Especialidad en Agricultura Familiar y Negocios" del CEUNE de la Universidad Autónoma de Chiapas, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. jrojas89@hotmail.com

⁵ El M.C. Gabriel Velázquez Castillejos es integrante del Grupo de Investigación "Sustentabilidad, Agricultura y Negocios" y forma parte del núcleo docente del programa de "Especialidad en Agricultura Familiar y Negocios" del CEUNE de la Universidad Autónoma de Chiapas, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. vgabriel1x@hotmail.com

Considerando los aspectos sociales, económicos y el reducido tamaño de la plantación de cacao, la cual varía de 1 a 2 ha por familia, una alternativa tecnológica para la recuperación de la capacidad productiva de la plantación es la renovación mediante el injertado utilizando como portainjerto renuevos de la base del tronco también llamados “chupones basales”.

El árbol de cacao posee la capacidad de regenerar plantas viejas e improductivas a partir de explantes vegetativos que son injertados en renuevos que se originan en la base del tronco. Aprovechando esta particularidad, la Agencia Universitaria para el desarrollo (AUDES) Cacao-chocolate de la Universidad Autónoma de Chiapas (UNACH) ha desarrollado una tecnología para la renovación de plantaciones viejas e improductivas que consiste en utilizar como portainjerto los renuevos basales sobre los que se injerta una varetta de 10 a 15 cm de longitud, la cual es protegida con una bolsa de polietileno (Ramírez et al., 2009).

En complemento, considerando que el mejoramiento genético tiene un amplio potencial dada la gran diversidad y variabilidad genética presente en el cacao en forma natural, la UNACH implementó un programa de mejoramiento participativo en comunidades de productores de cacao del municipio de Tecpatán, Chiapas, el cual ha dado como resultado la selección de árboles con características de alto rendimiento y calidad (Ramírez et al., 2014). La combinación del mejoramiento participativo para selección de árboles elite y la renovación mediante injertado en renuevos basales a gran escala puede constituir una estrategia de recuperación de la producción nacional, ya que es adaptable a productores de escasos recursos. Por otra parte, el material genético obtenido mediante mejoramiento participativo 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.

Tomando los antecedentes anteriores, en esta investigación se planteó estudiar el crecimiento inicial de injertos de 15 clones de cacao obtenidos mediante mejoramiento participativo en plantaciones de productores en municipios de Chiapas y Tabasco.

Desarrollo

Metodología

La investigación se realizó en la comunidad Emiliano Zapata del Municipio de Tecpatán Chiapas, México, en la plantación del señor Abinael Gómez Gómez. Considerando la densidad de siembra inicial de 4x4 m a 4x5 m en un arreglo de marco real con una población media de 500 árboles/ha, en cada uno de estos se implanto un injerto por renuevo.

Se utilizó el método de “injerto de corona” que consiste en colocar una varetta o explante de aproximadamente 15 cm de largo con al menos dos yemas. El material vegetativo fue extraído de ramas plagiotrópicas de los clones seleccionados. El material genético estudiado consistió de los genotipos: UNACH271, UNACH333, UNACH370, UNACH304, UNACH337, UNACH305, UNACH336, UNACH302, UNACH344, UNACH347, UNACH232, UNACH303, UNACH88, UNACH335, UNACH3, UNACH341; estos genotipos fueron obtenidos mediante mejoramiento participativo con la intervención de los productores, en plantaciones de municipios de Chiapas y Tabasco, como se muestra en la Tabla 1.

El diseño experimental en campo fue completamente al azar, con 15 genotipos de cacao y 12 repeticiones por clon (injertos) distribuidas en toda la plantación; la unidad de muestreo fue un árbol. Previo al establecimiento del ensayo, se aplicó una poda de descopado, el manejo integral de la moniliasis mediante la remoción de frutos enfermos complementada con la aspersión de fungicidas, la aplicación de aspersiones foliares de bioabono líquido obtenido por fermentación anaeróbica, y deshierbe manual.

Las variables cuantificadas fueron: 1) El porcentaje de prendimiento de injertos: Este porcentaje se determinó a partir del total de injertos prendidos o efectivos por tratamiento, los cuales fueron llevados a porcentaje teniendo en cuenta el número de plantas injertadas. Los datos se tomaron a los 30 días después del injertado; 2) Crecimiento del injerto: Fue determinado por la longitud del brote principal, el grosor de tallo, el número de brotes o ramas nuevas y el número de hojas.

Los datos se registraron mensualmente, las variables se procesaron mediante el análisis de varianza y se aplicó la prueba de comparación de medias de tukey al 0.5. Los datos se procesaron con el programa SPSS® versión 17 para Windows.

Resultados y Análisis

En la Tabla 1 se muestra el prendimiento de los injertos en cada genotipo. Se observa que en todos se obtuvo éxito en el prendimiento de los tejidos. Se destacan los genotipos UNACH343, UNACH305, UNACH370, UNACH344 y UNACH304 que alcanzaron un porcentaje de éxito igual o superior al 50%; en los 10 genotipos restantes, la cantidad

de prendimiento resulto inferior a este valor, y es de hacerse notar que los genotipos UNACH302 y UNACH88 presentaron los valores más bajos.

Para esta etapa de la renovación, la mano de obra utilizada consistió en 55 jornales a un costo de \$ 160.00 pesos mexicanos, haciendo un costo de mano de obra de \$ 8800 más el importe de los materiales requeridos que hizo un total de \$ 4,369.00 pesos, más \$ 1200 pesos de amortización del equipo de aspersión motorizado; La suma de estos costos parciales estima un costo total de \$14,369 pesos para injertar una ha. Con base en estos cálculos, se estimó un costo promedio de \$ 19.41 pesos por planta obtenida mediante injertado en renuevo basal. Este recurso puede reducirse si el productor aprende a injertar y realiza el mismo esta actividad.

Tabla 1. Injertos totales realizados y prendimiento en 15 genotipos de *Theobroma cacao* L.

Genotipo UNACH	Origen	Injertos realizados	Injertos prendidos	Prendimiento %
343	Tecpatán, Chiapas	45	27	4
305	Tecpatán, Chiapas	45	25	60
370	Tecpatán, Chiapas	45	24	56
344	Tecpatán, Chiapas	45	24	53
304	Tecpatán, Chiapas	45	23	53
337	Tecpatán, Chiapas	45	21	51
303	Tecpatán, Chiapas	45	17	47
3	Comalcalco, Tabasco	45	17	38
335	Tecpatán, Chiapas	45	15	38
336	Tecpatán, Chiapas	45	15	33
271	Tapachula, Chiapas	45	12	33
333	Tecpatán, Chiapas	45	9	27
341	Tecpatán, Chiapas	45	7	20
302	Tecpatán, Chiapas	45	5	16
88	Tapachula, Chiapas	45	5	11

En cuanto al crecimiento de los injertos, según la Tabla 2, la longitud del tallo a 18 meses de injertado resulto mayor en UNACH344, UNACH304, UNACH303 y UNACH370 que alcanzaron una longitud de tallo superior al metro; el menor crecimiento se registró en UNACH341, UNACH337 y UNACH335. Respecto al grosor de tallo, los genotipos UNACH370, UNACH336, UNACH304, UNACH303 y UNACH344 presentaron el mayor grosor de tallo con valores de 1.90 a 2.47 cm, a diferencia de UNACH341 y UNACH337 que mostraron el menor valor de esta variable del tallo.

Tabla 2. Crecimiento de injertos en longitud de ramas, grosor del tallo, numero de brotes y hojas durante el periodo de enero de 2017 a julio de 2018.

Genotipos UNACH	Longitud del injerto (cm) a meses de injertado					
	3	6	9	12	15	18
3	0.0a	0.0a	51.08abcd	62.50abcde	75.92abcd	88.58abcd
88	0.0a	0.0a	0.0a	30.29ab	26.67a	32.33a
303	0.0a	30.9ab	89.16de	100.66de	113.17cd	125.67cd
341	0.0ab	6.95a	10.75ab	19.37a	36.25ab	47.50ab
343	2.7a	3.00a	56.91abcde	63.58abcde	73.83abcd	87.75abcd
337	3.25a	28.0ab	46.33abcd	50.25abcd	58.33abc	64.67abc
305	25.0ab	52.83abc	82.0cde	88.16bcde	99.25bcd	107.58bcd
302	8.4a	9.20a	25.00abc	42.41abcd	68.33abcd	78.17abc
335	6.0a	38.66ab	40.75abcd	54.91abcd	64.50abc	76.75abc
344	11.3ab	76.16bc	88.75de	99.41cde	110.75cd	122.58cd
370	60.9b	102.16c	112.75e	123.41e	135.58d	150.58d
371	31.16ab	32.00ab	33.08abcd	34.83abc	37.67ab	40.92ab
333	30.75ab	34.50ab	54.25abcd	56.58abcd	65.92abc	77.17abc
336	18.04ab	51.41abc	59.62bcde	63.41abcde	80.75abcd	86.42abcd
304	60.25b	79.50bc	84.50de	95.16bcde	112.17cd	125.33cd
Genotipos	Grosor del injerto (cm) a meses de injertado					
	3	6	9	12	15	18
3	0.0a	0.0a	1.36bcde	1.43abcde	1.54cd	1.66cd
88	0.0a	0.0a	0.0a	0.62ab	0.31a	0.33a

303	0.0a	0.45abc	1.58de	1.67cde	1.80cd	1.95cd
341	0.0a	0.66abcd	0.55ab	0.90abc	1.38bc	1.44bc
343	0.06a	0.10ab	1.50cde	1.57bcde	1.70cd	1.82cd
337	0.08a	0.91bcde	1.39bcde	1.45abcde	1.43bc	1.45bc
305	0.15ab	0.72abcde	1.57de	1.65cde	1.77cd	1.80cd
302	0.20ab	0.24abc	0.60abc	1.15abcd	1.58cd	1.67cd
335	0.25b	1.11cdef	1.25bcde	1.35abcde	1.45bc	1.64cd
344	0.30ab	1.50def	1.86de	1.96de	2.06cd	2.17cd
370	1.16c	1.90f	2.10e	2.29e	2.39d	2.47d
371	0.33abc	0.38abc	0.51ab	0.55a	0.59ab	0.64ab
333	0.53abc	0.69abcd	1.02bcd	1.06abcd	1.20abc	1.65cd
336	0.51abc	1.59ef	1.59de	1.59bcde	1.92cd	1.90cd
304	0.99c	1.51def	1.70de	1.90de	1.97cd	2.04cd
Genotipos	Numero de brotes por injerto a meses de injertado					
	3	6	9	12	15	18
3	0.0a	0.0a	1.75abc	2.33abc	2.25ab	3.33abc
88	0.0a	0.0a	0.0a	0.25a	0.42a	0.67a
303	0.0a	0.50abc	3.00bcd	3.08abcd	4.08abc	4.42abcd
341	0.0a	0.0a	0.50a	1.17ab	1.33ab	2.08ab
343	0.25ab	0.25ab	2.08abc	2.25abc	2.75abc	3.25abc
337	0.0a	0.92abc	2.08abc	2.17abc	2.25ab	2.67abc
305	0.33ab	0.83abc	2.00abc	2.75abcd	3.42abc	3.33abc
302	0.25ab	0.42abc	1.17ab	1.83abc	3.00abc	3.33abc
335	0.50ab	1.83cd	2.17abc	2.58abcd	4.75bc	5.17bcd
344	0.33ab	2.58de	3.00bcd	4.00bcd	5.00bc	5.42bcd
370	1.50b	3.83e	4.75d	5.42d	6.42c	6.83cd
371	0.50ab	0.75abc	0.92ab	1.25ab	1.58ab	1.75ab
333	0.67ab	0.92abc	1.92abc	2.00abc	2.25ab	4.17abcd
336	0.67ab	1.67bcd	2.00abc	2.00abc	4.33bc	4.92bcd
304	0.17b	1.67bcd	4.08cd	4.75cd	6.08c	7.58d
Genotipos	Numero de hojas por injerto a meses de injertado					
	3	6	9	12	15	18
3	0.0a	0.0a	5.17ab	11.25abc	15.50abcd	33.50abcd
88	0.0a	0.0a	0.0a	0.75a	2.42a	6.08a
303	0.0a	4.0a	11.83abc	15.75abc	26.17abcd	37.50abcd
341	0.0a	0.0a	0.50a	1.58ab	6.08ab	12.92ab
343	0.33a	0.58a	6.67abc	9.00abc	17.75abcd	33.08abcd
337	0.17a	3.42a	7.50abc	9.92abc	14.75abcd	20.92abc
305	1.08a	5.08a	12.83abc	12.42abc	21.95abcd	26.50abcd
302	1.5a	5.00a	6.33abc	8.75abc	17.00abcd	30.75abcd
335	2.42a	8.25ab	9.83abc	11.08acb	23.50abcd	31.25abcd
344	3.17a	14.5ab	27.33bc	24.92abc	34.42cd	47.25bcd
370	7.33a	23.33b	29.25c	31.42c	44.33d	62.75d
371	4.58a	6.08a	12.08abc	12.25abc	14.25abc	21.33abc
333	4.75a	14.08ab	22.83acb	25.00bc	31.50abcd	37.42abcd
336	5.25a	14.50ab	17.83abc	16.83abc	28.17abcd	32.58abcd
304	7.25a	16.00ab	26.75bc	27.33c	34.92bcd	52.83cd

Los resultados de la precocidad de los genotipos UNACH344, UNACH341, UNACH304, Y UNACH271 se muestran en la Tabla 3.

Tabla 3. Precocidad de plantas en floración y producción (%) y meses después del injertado de plantas de cacao.

Genotipo	Plantas en floración (%) y meses después del injertado		
	10 meses	11 meses	12 meses
UNACH 344	33.3	58.3	41.7
UNACH 341	8.3	16.7	33.3
UNACH 304	58.3	50.0	66.7
UNACH 271	33.3	66.7	33.3

Al realizar el análisis de varianza de las variables relacionadas con el crecimiento de los injertos, se encontraron diferencias significativas entre los genotipos, en las variables como longitud y grosor del tallo, y el número de ramas. Los genotipos que se destacaron por valores promedios más altos fueron UNACH370 y UNACH304.

Los resultados del análisis de la varianza del número de hojas por planta mostraron que los genotipos de mayor producción de hojas y que presentaron los valores más altos fueron UNACH344, UNACH370 y UNACH304.

Conclusiones

En esta investigación se planteó estudiar el desarrollo inicial de 15 genotipos de cacao obtenidos mediante mejoramiento participativo en plantaciones de productores. Los genotipos UNACH343, UNACH305, UNACH370, UNACH344 y UNACH304 presentaron el mejor porcentaje de prendimiento cuando fueron injertados en renuevos basales inducidos en plantas adultas. El mejor comportamiento inicial de plantas obtenidas mediante injertos en chupones basales, expresado en longitud, grosor del tallo y número de brotes o ramas fue observado en los genotipos UNACH344, UNACH304, UNACH303 y UNACH370. Los genotipos UNACH 304, UNACH 370, UNACH 344, UNACH 341, y UNACH 271, presentaron precocidad 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 el injertado utilizando renuevos basales como portainjertos.

Desde el punto de vista económico, la vida productiva y rentabilidad de una plantación de cacao se estima en 20 años; en este estado, cierta cantidad de árboles mueren, otros envejecen y se deterioran, a lo cual se suma el efecto acumulativo de enfermedades como la moniliasis (*Moniliophthora roreri*) y la pudrición negra (*Phytophthora* spp.) que se hacen más evidentes; entonces la producción es decadente y la plantación ya no es rentable, y para la recuperación de la producción se hace necesaria la renovación (Enríquez 1985; Larson 1986).

Para la renovación, se plantean diferentes posibles formas de intervención como pueden ser el derribo de esta y realizar una nueva siembra de árboles, cortar o recepar los troncos de los árboles viejos para inducir nuevas copas, o bien la renovación mediante la poda fuerte de la copa o arquitectura aérea; esta última puede complementarse con el injertado en chupones basales y eventualmente la resiembra para alcanzar una densidad mayor de árboles por superficie (Enríquez, 1985; Ramírez et al., 2009).

La implementación de un proceso de renovación mediante una combinación de podas de la copa con 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 implementar esta innovación para renovar plantaciones de cacao viejas e improductiva mediante la injertación en campo utilizando como portainjerto los renuevos o chupones inducidos de la base los árboles (Figura 1). Si bien, se observaron diferencias entre la compatibilidad del injerto y el portainjerto, lo que se reflejó en la cantidad de injertos efectivos variando estos de acuerdo al genotipo injertado.



a) Renuevo basal (portainjerto)



b) Injerto de corona sobre el portainjerto



c) Injerto efectivo



d) Desarrollo del injerto



e) Inicio de la floración del injerto



f) Fructificación del injerto

Figura 1. Renovación por injertado en renuevos basales, plantas injertadas y crecimiento.

El criterio de aprovechar como portainjertos los renuevos basales inducidos a través de la poda de la planta vieja, ubicado entre los primeros 5 cm del tronco podado, ha sido señalado por diversos investigadores (Enríquez, 1985; Moreira, 1994; Napitulu y Pamin, 1994; Ramírez et al., 2009) lo cual ha sido constatado en esta investigación. Además, 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; esta precocidad expresada por los injertos es muy importante ya que permite obtener cosecha a pocos meses de la renovación.

La utilización de la técnica de injertado es recomendable para evitar la variabilidad que presentan las plantas provenientes de semilla; el material a injertar se puede obtener de varetas portadoras de yemas provenientes de árboles considerados buenos productores, también es posible seleccionar árboles en poblaciones híbridas que sean tolerantes o resistentes plagas y enfermedades que afectan al cultivo de cacao (Dubón y Sánchez, 2011). El injertado en chupones basales es una opción viable para renovar las plantaciones improductivas de cacao ya que se seleccionan los mejores genotipos para ser propagados; dentro de los beneficios para el productor estaría el de obtener buenas cosechas aprovechando la producción temprana o precocidad expresada por los injertos. También tiene la ventaja adicional de que estos expresan las mismas características de la planta madre comparadas con los que se siembran por semilla que tardan más años en producir (Corven y Villanueva, 1991). Desde el punto de vista genético, la planta de cacao es de naturaleza alógama, es decir de polinización abierta, por lo que su reproducción por semilla presenta el inconveniente de generar poblaciones de alta variabilidad y segregación genética, esto hace que la mayoría de las plantas no conserven las características de la planta original, afectando directamente su comportamiento como el rendimiento o producción, la calidad, etc. Por lo que, propagar asexualmente un árbol con ciertos atributos, permite reproducir

individuos con características genéticas y fenotípicas idénticas a la planta madre, las que cultivadas bajo condiciones similares van a producir en el mismo grado que su progenitor (Quiroz y Mestanza, 2012).

La tecnología de propagación de plantas por injerto requiere para su factibilidad del cumplimiento de ciertas condiciones imprescindibles, entre las que se pueden señalar la dependencia del injertador, de la técnica y de las condiciones o ambiente en el cual se desarrolla. Es importante que el injertador tenga las habilidades, destrezas y los conocimientos necesarios para lograr el mayor porcentaje de prendimiento. La rapidez, la perfección de los cortes, la coincidencia del corte del portainjerto con los del explante a injertar y la estrecha unión de los tejidos injertados, hacen parte del éxito de la técnica. La sanidad y limpieza de las manos y de las herramientas es importante para evitar la contaminación e infección de los tejidos bien sea por hongos o por bacterias. Existen factores ambientales que influyen en el prendimiento del injerto tales como la temperatura, el sombreado, la humedad, el viento, la hora, compatibilidad, tiempo y la hora de injertación, entre otros. Uno de los trabajos fundamentales antes de injertar es seleccionar las mejores varetas con yemas inducidas o brotadas para evitar el inconveniente generado por el estado de latencia de las yemas, causa que justificaría la diferencia de brotación entre los materiales injertados, pero no de los portainjertos.

Uno de los factores ambientales que influyo en el prendimiento de los injertos fue relacionado a las condiciones climáticas. En este estudio se observó que en el periodo más seco del año que ocurrió entre los meses de marzo a abril no se obtuvo alto porcentaje de éxito en los injertos, lo cual reafirma la importancia de tomar en cuenta la época del año más propicia para injertar. Cuando los injertos se realizaron en los meses de mayor precipitación, se observó la presencia de hongos y la pudrición de los tejidos. En los injertos realizados en los meses de menor precipitación se obtuvo una mejor eficiencia en el prendimiento de los tejidos. Fuentes (1988) asegura que, a una temperatura elevada, la cicatrización de los cortes se produce con mucha rapidez y resulta un tejido esponjoso en el callo, y poco consistente, por el contrario, a temperaturas bajas, la cicatrización se produce con lentitud e incluso se detiene. Se podría considerar como temperaturas óptimas para injertar el rango 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 se considera importante conocer los efectos y los cambios que se originan para alcanzar una mejor efectividad en el proceso de injertado. Algunos estudios recomiendan que las labores de injertación se realicen durante las fases de luna llena y menguante, probablemente esto se deba a que los cortes practicados a los tejidos en luna llena promueven la unión de los tejidos injertados (Quiroz y Mestanza, 2012) y el desarrollo de las yemas.

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 o a la naturaleza genética de cada material injertado.

Dentro de las diferentes técnicas de injertado que se pueden aplicar en cacao, destaca el de “parche con yema brotada” como el más común para planta en etapa de vivero y se reportan prendimientos muy alto en relación a otros métodos utilizados, como el injertado lateral y el de aproximación (Cantero, 2012); sin embargo, los resultados varían de acuerdo al país y la región. Así, por ejemplo, en Ecuador se han obtenido resultados bastante buenos, pero los reportados en Costa Rica no son satisfactorios; y la eficiencia de esta técnica de injertado cuando se practica en condiciones de campo ha sido cuestionada dado el bajo prendimiento (Quiroz y Mestanza, 2012; Corven y Villanueva, 1991).

En esta investigación, la técnica de injerto practicada fue la de “injerto de corona” desarrollado por Ramírez y colaboradores (2009) que 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 basal como portainjerto fue diseñada para la renovación de plantaciones estructuradas por arboles viejos. 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.

Así, la posibilidad de injertar material mejorado en renovos inducidos a partir de la planta adulta presenta una alternativa viable para la recuperación de la producción y rentabilidad de las actuales plantaciones de México y países en condiciones similares, y permitiría incrementar la producción nacional de cacao seco al año. Evidentemente, esto tendría un fuerte impacto social ya que se beneficiarían directamente a las familias que dependen de este cultivo.

En otro punto de vista, el injertado en renovos basales constituye una alternativa para la multiplicación rápida y masiva de materiales de potencial genético superior como es el caso de clones e híbridos, y de esta forma establecer jardines clonales de multiplicación para la producción de material vegetativo a utilizarse en programas de producción masiva de plantas de cacao.

Referencias

- Cantero, J.L. (2012). Comportamiento ecofisiológico de cuatro clones de cacao (*Theobroma cacao*) propagados mediante tres métodos de injertación en el CURDN en Armero Guayabal. <http://repository.ut.edu.co/bitstream/001/1049/1/RIUT-FAA-spa-2014>.
- Corven J. y Villanueva G. (ed) 1991. Rehabilitación de cacao para altos rendimientos en Centroamérica. IICA, Coronado, San Jose, Costa Rica. 146p.
- Dubón, A. y Sánchez, J. (2011). Manual de producción de cacao. Eds. R.Tejada y M.T. Bardales. La Lima, Honduras, FITIA. 208p.
- Enríquez G.A. (1985). Curso sobre le cultivo del cacao. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 240p.
- Fuentes, J. (1988). Botánica Agrícola. Barcelona, España, Mundi-Prensa. 261p.
- Larson, L.E. (1986). Cocoa raw problems, production and problems. In: Dimick S. P: (ed). Cacao Biotechnology Symposium. Pennsylvania State University, University Park, PA. Proceedings: 3-16.
- Moreira D.M. (1994). Selección de chupones como método alternativo para rehabilitar plantaciones de cacao. In: 11ava. Conf. Int. De Invest. En cacao, Yamoussoukro, Côte D'Ivoire. Proceedings: 815-821.
- Napitulu L.A., Pamin K. (1994). Prospect of the application of side grafting technique on mature plants for cocoa rehabilitation in Indona In: Malaysian Int. Cocoa Conference, Kuala Lumpur, Malaysia. 1994. Proceedings: 54-57.
- 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.
- 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.
- Reyes, M.M., Lesther M.I., Montalván C.O. 2015. Prendimiento de dos tipos de injertos en cacao en distintas fases lunares. Ciencia e Interculturalidad 17 (2): 92 – 105.
- Quiroz V.J. y Mestanza V.S. (2012). Injertación de cacao. Estación experimental litoral del Sur. Programa Nacional de Cacao. Boletín técnico, INIAP, Ecuador. 148 p.
- SIAP. SAGARPA (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/>

Notas Biográficas

El Dr. Orlando López Báez es investigador de la AUDES cacao Chocolate de la UNACH, forma parte del Grupo de Investigación “Sustentabilidad, Agricultura y Negocios” y es Profesor del programa de posgrado en “Agricultura Familiar y Negocios” del CEUNE, de la Universidad Autónoma de Chiapas, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México. olopez@unach.mx. (**autor corresponsal**).

La Dra. Sandra Isabel Ramírez González es investigadora de la AUDES cacao Chocolate, forma parte del Grupo de Investigación “Sustentabilidad, Agricultura y Negocios” y es Profesora del programa de posgrado en “Agricultura Familiar y Negocios” del CEUNE de la Universidad Autónoma de Chiapas, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México. sanirg@yahoo.com.

La M.C. Saturnina Gómez García cursó el Programa de “Maestría en Ciencias en Producción Agropecuaria Tropical” de la Universidad Autónoma de Chiapas, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México.

El M.C. Jorge Luis Ruiz Rojas es Integrante del Grupo de Investigación “Sustentabilidad, Agricultura y Negocios” y profesor del programa de “Especialidad en Agricultura Familiar y Negocios” del CEUNE de la Universidad Autónoma de Chiapas, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. jlrojas89@hotmail.com

El M.C. Gabriel Velázquez Castillejos es integrante del Grupo de Investigación “Sustentabilidad, Agricultura y Negocios” y es profesor del programa de Posgrado en “Agricultura Familiar y Negocios” del CEUNE de la Universidad Autónoma de Chiapas, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. vgabriel1x@hotmail.com.