



<https://revistaagrocienza.wordpress.com/>

Artículo de investigación

Evaluación de cuatro tipos de injertos de cacao (*Theobroma cacao* L.) utilizando como injerto el clon ICS-95 en portainjertos de dos años de edad establecidos en campo en la Cooperativa Santa Clara, San Luis Talpa, La Paz, El Salvador.

Evaluation of four types of cocoa grafts (*Theobroma cacao* L.) using as a graft the ICS-95 clone in two-year-old rootstocks established in the field at Cooperativa Santa Clara, San Luis Talpa, La Paz, El Salvador.

Vásquez-Osegueda, EA¹; Parada-Berríos, FA¹; Rodríguez-Urrutia, EA²; Lovo-Lara, LM¹.

RESUMEN

Con el objetivo de evaluar diferentes tipos de injerto para identificar el más prometedor por su éxito en el prendimiento en portainjertos desarrollados en campo en la Asociación Cooperativa de Producción Agrícola Santa Clara No. 2 de R.L., municipio de San Luis Talpa, La Paz; se ejecutó una investigación, empleando los siguientes injertos: enchapado lateral, malayo, cuña o púa terminal y parche. Se utilizó un experimento con un diseño completamente al azar, con cinco repeticiones, utilizando 5 plantas como unidad experimental, totalizando 100 plantas. La injertación se realizó en el mes de septiembre de 2018, evaluando las siguientes variables: altura, diámetro de la vareta y portainjerto, éxito del prendimiento del injerto, grados días de desarrollo (GDD), número de hojas y brotes del injerto. Para analizar los resultados se utilizó el programa estadístico InfoStat® con su respectiva prueba de Tukey para la comparación de medias, de igual forma se determinó la correlación entre las variables haciendo uso del coeficiente de correlación de Pearson. Como resultados se encontró que el mayor éxito en el prendimiento de injertos fue el enchapado lateral, seguido del injerto malayo, cuña terminal y con menor éxito el de parche. Con respecto al número de hojas y número de brotes, que más desarrollo presentó fue el de cuña terminal, seguido del enchapado lateral y el malayo, y en menor proporción el de parche. Se recomienda usar el injerto de enchapado lateral y malayo para las plantaciones de cacao de dos años de edad o más, los cuales mostraron favorecer el éxito en el prendimiento de los injertos.

Palabras Claves: injertos de cacao en campo, cambio de copa de cacao.

SUMMARY

With the objective of evaluating different types of grafting to identify the most promising for its success in the development of rootstocks developed in the field in the Cooperative Association of Agricultural Production Santa Clara No. 2 of R.L., municipality

1 Departamento de Fitotecnia, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador.

2 Departamento de Desarrollo Rural, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador.

of San Luis Talpa, La Paz; An investigation was carried out, using the following grafts: lateral veneer, Malay, terminal spike and patch. An experiment with a completely randomized design was used, with five repetitions, using 5 plants as an experimental unit, totaling 100 plants. The grafting was performed in september 2018, evaluating the following variables: height, diameter of the stem and rootstock, success of graft seizure, degrees of development days (GDD), number of leaves and buds of the graft. To analyze the results, the statistical program InfoStat® was used with its respective Tukey test for the comparison of means, in the same way the correlation between the variables was determined using the Pearson correlation coefficient. As a result, it was found that the greatest success in the graft seizure was the lateral veneer, followed by the Malay graft, terminal spike and with less success the patch. With respect to the number of leaves and number of shoots, the one with the most development was the terminal wedge, followed by the side veneer and the Malay, and to a lesser extent the patch. It is recommended to use the lateral and Malay veneer graft for cocoa plantations of two years of age or older, which were shown to favor the graft seizure success.

Key words: cocoa grafts in the field, change of cocoa cup.

INTRODUCCIÓN

En el cacao se dan los dos tipos de reproducción: sexual, que consiste en la unión de dos células cigóticas (el polen y óvulos), que después de esa unión forman semillas y el conjunto de semillas forma un fruto, no obstante de cada 100 árboles de una plantación establecida por semilla, unos 30 son excelentes productores, otra cantidad son regulares y encontramos un porcentaje de árboles que producen muy pocas mazorcas y en ocasiones ninguna. A esto se le conoce como variabilidad genética (IPADE 2016)

La reproducción asexual se utilizan cuando se desea mantener las características de la planta madre, es decir que no hay variabilidad genética, y los métodos son el enraizamiento de estacas y esquejes, el injerto y el cultivo de tejidos. Dentro de estos métodos los injertos son los más utilizados, se pueden realizar en plantas que se encuentran en vivero o bien en árboles adultos (cambio de copa) considerados no deseables en la plantación por una circunstancia determinada según Molina y Parada-Berríos (2016).

El injerto es una práctica habitual en agricultura y horticultura, aunque su conocimiento a nivel general está poco extendido, sin esta práctica tan antigua, sería imposible en la actualidad y lo hubiera sido en tiempos pasados mantener muchas de las variedades de plantas de cultivo, especialmente la clonación de árboles frutales (Boutelou 2007).

Los injertos en cacao son una técnica de propagación

vegetativa o asexual que consiste en unir una rama o parte de ella (vareta) a un patrón reproducido por semilla, con la finalidad que la vareta o yema se una al patrón quedando en íntimo contacto, los nuevos tejidos, provenientes de la división celular de ambos, quedan unidos y pueden transportar, sin impedimento de agua y nutrientes para la nueva planta a través de esta unión (MAG s.f.)

Las ventajas de la injertación es mantener características genéticas (color de fruto, tamaño de fruto, tamaño de semilla, resistencia a plagas, sabor), inicio temprano de producción, reducción de tamaño de árbol (Valentini 2003).

El cultivo de cacao en el país ha tenido una tendencia creciente en los últimos años, expandiéndose las áreas de siembra a nivel nacional. Sin embargo la baja calidad y poca disponibilidad del material genético de cacao fino y de aroma (Criollo) sumado con el poco conocimiento de labores del cultivo y manejo, está afectando directamente a las familias de pequeños productores y productoras, quienes están abandonando las plantaciones de dos a tres años de edad por el poco porcentaje de prendimiento en la injertación.

La mayor parte de injertos se realizan en viveros cuando los árboles tienen de 4 a 6 meses de edad y un grosor inferior a 1 cm aproximadamente. Sobre los injertos en árboles de cacao de dos años de edad establecidos en campo se ha investigado muy poco, he de ahí la importancia de esta investigación.

MATERIALES Y MÉTODOS

Lugar del Estudio

El ensayo se ejecutó de septiembre hasta diciembre de 2018, en las plantaciones de cacao de la Asociación Cooperativa de Producción Agrícola Santa Clara N°2 de R.L. con coordenadas N 13°25'08.9" y W 89°04'53.3" y 12 metros sobre el nivel del mar en el municipio de San Luis Talpa, La Paz.

Materiales

Se utilizaron 100 árboles de cacao de dos años de edad como portainjertos establecidos en campo, a los cuales inicialmente se les tomaron datos de altura total, altura y diámetro de injertación. Las varetas para la injertación fueron seleccionadas del clon ICS 95 cortadas al momento de la injertación tomándose los datos previos de longitud y diámetro de vareta. Para la realización de los injertos fue necesario utilizar herramientas como: tijeras de podar, cintas plástica para amarre, bolsas plásticas transparentes para charamusca de 3 x 6", navajas para injertar, piedra de afilar y corrector para rotular. Además para la toma de datos se utilizó pie de rey digital marca Mytocoyo y cinta métrica.

Análisis de datos

Se utilizó un diseño completamente al azar con cuatro tratamientos (tipos de injerto) (Cuadro 1). Para cada una de las variables se realizó el análisis de varianza individual y su respectiva prueba de Tukey. Estos datos se analizaron usando el programa estadístico

InfoStat® con su respectiva prueba de Tukey y la comparación de medias, de igual forma se determinó la correlación entre las variables haciendo uso del coeficiente de correlación de Pearson con un nivel de confianza del 95%.

Variables en estudio

Las variables evaluadas fueron:

- Porcentaje de prendimiento (%)
- Grados días de desarrollo (GDD)
- Número de hojas
- Número de brotes

Los valores utilizados para la obtención de resultados están relacionados con el promedio de las temperaturas medias diarias desde el momento del injerto hasta el momento del éxito del mismo, siendo necesaria la utilización de la fórmula siguiente:

GDD: $(T_i - T_b)$ donde: GDD = Constante térmica en grados días de desarrollo, T_i = Temperatura promedio, T_b = Temperatura base del cultivo

Toma de datos

La toma de datos se realizó al inicio del experimento, con las mediciones de altura del portainjerto, altura y diámetro de injertación, longitud y diámetro de varetas. A partir de los 15 días se comenzó a monitorear el prendimiento de los injertos y se tomaron datos a los 15, 20, 25, 30 y 60 días después de injertar. Se utilizaron cuatro tipos de injertos de cacao (Figura 1, 2, 3 y 4).

Cuadro 1. Descripción de los tratamientos

Tratamiento	Descripción	Árboles	Datos tomados al inicio				
			Altura del portainjerto (cm)	Altura de injertación (cm)	Diámetro de injertación (mm)	Largo de vareta (cm)	Diámetro de vareta (mm)
T ₁	Injerto malayo	25	89.68	23.82	12.21	22.88	5.81
T ₂	Cuña terminal	25	98.56	54.08	11.17	16.64	6.18
T ₃	Yema	25	96.80	27.88	12.77	1.0	1.0
T ₄	Enchape lateral	25	87.60	42.24	9.56	16.40	5.71



Figura 1. Proceso de injerto enchapado lateral a y b) corte de 3 – 5 cm en portainjerto, c) corte de 45° o con chaflán en varetta, d) corte de 3 – 5 cm para descubrir cambium en varetta, e) amarre, f) envoltura con bolsa de charamusca, g) rotulación, h) injerto de un mes.



Figura 2. Proceso de injerto de cuña terminal a, b y c) cortes de preparación del portainjerto, d) cortes en varetta, e) colocación de varetta sobre el portainjerto, f) amarre, g) colocación de bolsa de charamusca, h) injerto de un mes.

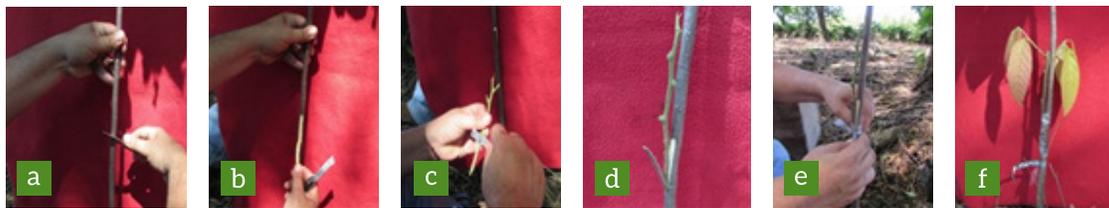


Figura 3. Proceso de injerto malayo a) corte horizontal en el portainjerto de 0.5 cm de largo aproximadamente, b) desprendimiento de la corteza, c) cortes de preparación en varetta, d) colocación de varetta en el patrón, e) amarre, f) injerto de un mes.

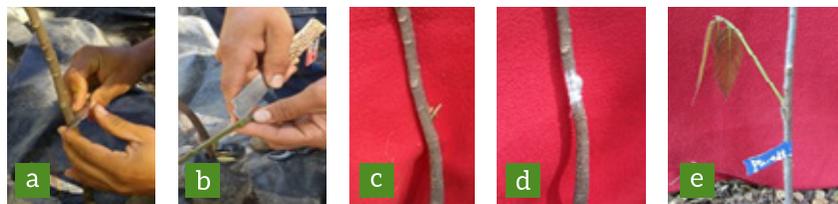


Figura 4. Proceso de injerto de parche a) cortes de preparación del portainjerto, b) cortes para extracción de yema en forma de parche, c) colocación de parche en portainjerto, d) amarre, e) injerto de un mes de edad.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Éxito en el prendimiento de los injertos y grados días de desarrollo (GDD)

Los resultados obtenidos en esta investigación fueron muy representativos para cada tipo de injerto como se muestra en la figura 5 a, en cuanto a la variable éxito del prendimiento, el injerto enchapado lateral fue el que mostró el mayor porcentaje de prendimiento con el 92% (T_4), seguido del injerto malayo con 80% (T_1) y con resultados aceptables el injerto de cuña terminal con el 56% (T_2), mientras que en el injerto de parche solo hubo un 32% de prendimiento (T_3). Ramos *et al.*

(2015) evaluaron dos tipos de injertos, obteniendo resultados con enchape lateral del 70% y cuña terminal con 65% de éxito del injerto en fase de vivero, prendimiento en su investigación, siendo superados en la presente investigación probablemente por el diámetro y altura de los portainjertos utilizados desarrollados en campo durante dos años. Al analizar la información de manera global se alcanzó un 65% de éxito como se muestra en la figura 5 b, con un 35% de pérdida y con resultados poco prometedores para el injerto de parche que solamente obtuvo 32% de éxito, al respecto en otra investigación en vivero es reportó solamente el 17.33% para el injerto de parche (Meza y Menjívar, 2019).

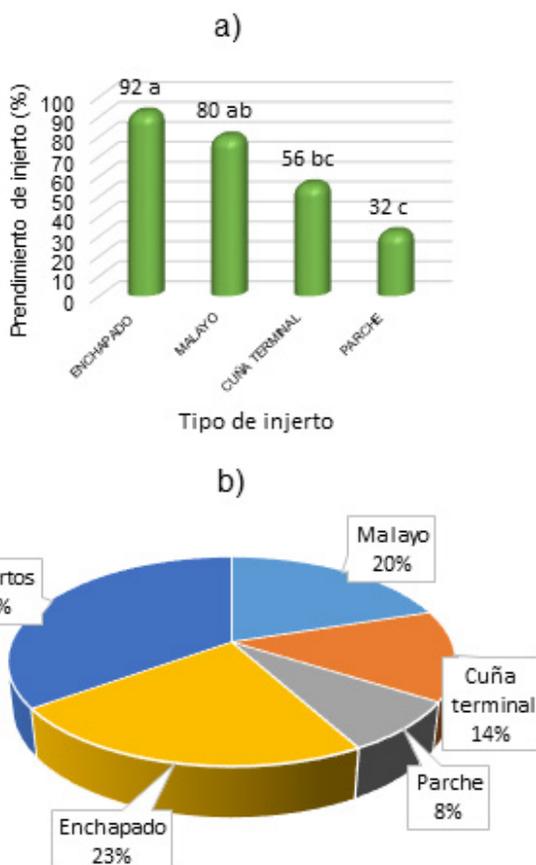
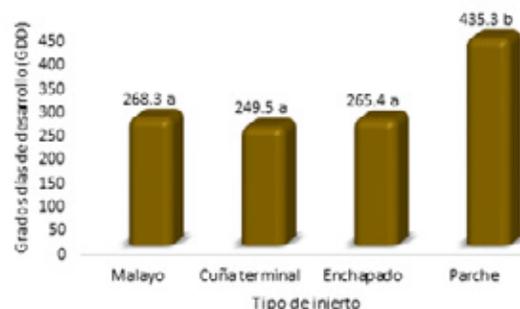


Figura 5. Éxito del prendimiento de cuatro tipos de injertos de cacao evaluados en portainjertos de dos años de edad.

El coeficiente de correlación de Pearson demostró que existe una alta correlación positiva entre el prendimiento y el tipo de injerto con una $r = 0.78$, entre el prendimiento y la longitud de vareta de $r = 0.81$, entre el prendimiento y la altura de injertación de $r = 0.99$, deduciendo que al menos dos o tres tipos de injerto favorecen al prendimiento, siendo el injerto de enchape lateral, el malayo y el de púa central los que mejores resultados mostraron, ya que por el área de contacto de los cambium entre la vareta y el patrón sumado con la reserva de nutrientes que presentan las varetas aumentan las posibilidades de prendimiento en campo, mientras que el injerto de parche el material vegetal utilizado es más pequeño y el área de contacto de los cambium de la vareta y el patrón es menor comparado con los demás injertos afectando así el prendimiento en condiciones de campo y en patrones de dos años de edad.

Al analizar los grados días de desarrollo (GDD)

se encontraron diferencias estadísticamente significativas en la prueba de Tukey, lo que demuestra que si hay diferencias en la variable GDD, y que son la acumulación de requerimientos de calor para completar una etapa fenológica determinada, porque el crecimiento vegetativo de una planta o porción de ella, está influenciado por las temperaturas prevalecientes en el ambiente (Snyder 1985). En la figura 6 se evidencia que los injertos que menores unidades de calor necesitaron para completar la brotación fueron los injertos de: cuña terminal, enchapado lateral y malayo con 249.5, 268.3 y 265.4 GDD respectivamente, acumulándose estos GDD en un intervalo de 16-20 días aproximadamente; mientras que el injerto de parche necesitó 435.3 GDD, indica que necesita más días para completar su etapa prendimiento y emisión de brotes, alrededor de 30 días o más, en comparación con los otros tipos de injerto. Los resultados encontrados para esta variable, son similares con los injertos evaluados por Meza y Menjívar *et al.* (2019) quienes determinaron que los requerimientos de GDD para los injertos de enchapado lateral y cuña terminal con un intervalo de 245 - 398 GDD (20 - 30 días), para la brotación y los injertos de cacao criollo donde se usa yema se requiere 403-522 GDD, Ramos *et al.* (2015) determinó que el injerto de cuña terminal en cacao criollo fue el tratamiento que necesitó menos unidades calor expresadas con 233 GDD y 395 GDD para los injertos de enchapado lateral.



(Barras con la misma letra son estadísticamente iguales al 5% de significancia).

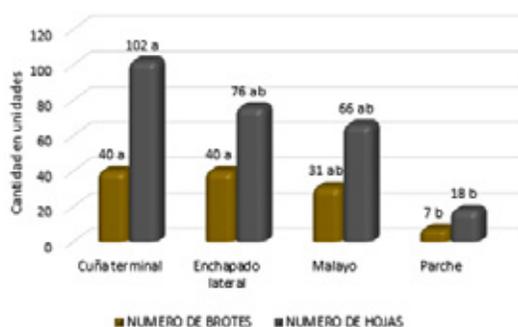
Figura 6. Acumulación de unidades calor expresadas en GDD requeridas para la brotación y el éxito del prendimiento del injerto en cacao criollo.

Variables de crecimiento y desarrollo: número de hojas y número de brotes del injerto.

Al analizar el ANVA, se encontraron diferencias altamente significativas en los cuatro tipos de injerto, demostrando que el tipo de injerto sí afecta el desarrollo de la planta nueva producida mediante el injerto, siendo el injerto de cuña terminal el que desarrolló más rápido, mientras que los injertos de enchapado lateral y malayo fueron similares en comportamiento con respecto a estas dos variables. La prueba de Tukey, indica que los resultados fueron mejores en el injerto de cuña terminal con 102 hojas y 40 brotes, mientras que el injerto de enchapado lateral desarrolló 76 hojas y 40 brotes, asimismo, el injerto malayo desarrolló 66 hojas y 31 brotes, mientras que el injerto de parche solamente desarrolló 7 brotes y 18 hojas, con la medición de estas variables se logró conocer el tipo de injerto que desarrolló más rápido en campo (Figura 7). Los resultados encontrados en esta investigación coinciden con Ramos *et al.* (2015), quienes demuestran que el injerto de cuña terminal presentó los valores más altos en la ganancia o incremento de altura, número de hojas y número de brotes, probablemente esto responde a la necesidad del portainjerto decapitado totalmente de una estructura que sustituya la parte eliminada con el guillotinado y al haber una unión exitosa, las reservas acumuladas en el portainjerto y la vareta, hace que la respuesta en crecimiento sea más eficiente, a fin que

la nueva estructura sustituta comience su proceso de elaboración fotosintética y alimentar a toda la planta. Meza y Menjívar (2019) encontraron que el injerto de cuña terminal mostró los mejores resultados en cuanto a la altura y número de hojas comparado con los injertos de enchapado lateral, parche y yema.

En la correlación de Pearson se encontró que existe una alta correlación positiva entre número de brotes con la altura de portainjerto presentando una $r= 0.72$ y el número de brotes con diámetro de portainjerto de $r= 0.84$, determinando así que el desarrollo de los injertos es influenciado por la altura y diámetro del portainjerto, son variables directamente influenciadas, ya que es en el tallo donde ocurre la mayor acumulación de reservas, almacenadas a la vez por la elaboración de fotosintatos provenientes de las hojas, existiendo demanda recíproca, es decir el tallo acumula reservas de las hojas como portainjerto, pero las hojas que envían los fotosintatos al tallo son eliminados paulatinamente al realizarse el injerto, sin embargo, también la vareta lleva una dotación de reservas que al existir unión efectiva la nueva planta constituida por el injerto utiliza para su desarrollo, primero utiliza las reservas de la vareta posteriormente se alimenta de las reservas del tallo y finalmente el brote injertado envía reservas al tallo, por tal motivo ambas variables están directamente relacionadas.



(Barras con la misma letra son estadísticamente iguales al 5% de significancia).

Figura 7. Variables de crecimiento y desarrollo de los cuatro tipos de injertos evaluados en campo.

CONCLUSIONES

Los mejores resultados en el éxito del prendimiento de injertos en patrones de cacao de dos años de edad del clon ICS-95 se dieron en dos tipos de injertos siendo el enchapado lateral en primer lugar con el 92% y el injerto malayo con 80% en segundo lugar, mientras que el injerto de cuña terminal solo hubo un 56% de prendimiento aunque obtuvo los mejores resultados en cuanto al desarrollo de los injertos.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue realizado con el apoyo financiero del Proyecto de Educación Superior para el Crecimiento Económico, según acuerdo de cooperación número 0214405-62018-003-00 entre el Proyecto de USAID y la Universidad de El Salvador, Centro América.

BIBLIOGRAFÍA

- Boutelou, C. 2007. Tratado del injerto. Junta de Andalucía, España. Consejería de Agricultura y Pesca
- DICTA (Dirección de Ciencia y Tecnología Agropecuaria, Honduras). 2016. Manual técnico para el manejo de viveros certificados de aguacate
- Echeverri Rodríguez, J. 2006. El injerto en la producción de cacao orgánico. Manejo Integrado de Plagas y Agroecología, Costa Rica. 78(53): 101-105
- IPADE (Instituto Para el Desarrollo y la Democracia, Nicaragua). 2016. Producción de plantas de cacao por injerto.
- MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería, El Salvador). s. f. Práctica del injerto y tipos de injertos en cacao. 20 p.
- Meza Calderón, MA; Moya Menjívar, XM; Parada-Berrios, FA. 2019. Nutrición de portainjertos de cacao (*Theobroma Cacao* L.), utilizando diferentes dosis de fórmula 15-15-15 y su influencia en el prendimiento de cuatro tipos de injerto. Tesis de grado para obtener el título de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador. San Salvador, El Salvador.
- Molina Escalante, MO; Parada Berrios, FA. 2016. Manual para la producción de plantas injertadas de cacao (*Theobroma cacao* L.). Universidad de El Salvador (UES). Inédito. 31 p
- Ramos, YM; Rivas, AT; Villalta, LB. 2015. Evaluación de diferentes técnicas de injerto en cacao (*Theobroma cacao* L.) y su incidencia en el prendimiento en fase de vivero. Tesis. Para optar al título de Ingeniero Agrónomo. Universidad de El Salvador. San Salvador, El Salvador. 79 p.
- Reyes Martínez, M; Marín Mendieta, L; Montalván Castellón O. 2014. Prendimiento de dos tipos de injertos en cacao en distintas fases lunares. Ciencia e interculturalidad. 17(2): 14.
- Snyder, RL. 1985. Hand Calculating degree days. Agricultural and Forest Meteorology, (35): 353-358.
- Valentini, G. 2003. La injertación en frutales. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria Centro Regional, Argentina. (14): 25.