

Injertación temprana en la producción masiva de clones de cacao

Gildardo Efraín Palencia C.¹
Luis A. Mejía F.²



Introducción

En Colombia, la producción de plantas clonadas de cacao se hacía utilizando el método de injertación por aproximación sobre patrones de ocho meses de edad, empleando patrones semilla procedente de híbridos existentes en las plantaciones comerciales. La Estación Experimental La Suiza de CORPOICA, en el desarrollo del proyecto biofábricas, el cual es financiado por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, ajustó el método tradicional de injertación de parche, sobre patrones de tres meses de edad seleccionados por tolerancia a enfermedades como *Ceratocystis*, *Phytophthora* y que además tienen buen comportamiento en suelos con presencia de aluminio intercambiable, de tal manera que permiten conseguir una mejor adaptación de la copa a la naturaleza de los mismos.

En los últimos años, la cacaocultura ha venido evolucionando en respuesta a la demanda, tanto a nivel nacional como internacional, lo cual ha conducido a una mayor tecnificación de los cultivos. La necesidad de producir y suministrar a los cacaocultores plantas de cacao de alta calidad y posibilitar el avance hacia niveles de competitividad compatibles con los tiempos actuales, ha motivado a los investigadores a incorporar procesos de innovación tecnológica en la producción rápida de clones de cacao mediante una técnica denominada «injertación

temprana». Los objetivos principales de esta innovación tecnológica son la reducción del período de permanencia de la planta clonada de cacao en el vivero y la optimización del área de producción y endurecimiento. De esta manera se reducen considerablemente los costos de producción.

En la actualidad, la técnica de injertación en las biofábricas no es óptima, ya que para producir una planta lista para ser llevada a campo, se necesitan unos seis meses y si se quiere reducir el tiempo para la obtención de un clon de cacao es preciso implementar la técnica de injertación temprana, que es, en esencia, la utilización de patrones de cacao de un mes, a los cuales se les injerta una yema procedente de ramas de la misma edad. Junto con esta técnica, se introdujo el empleo de tubetes plásticos rígidos para mejorar la formación del sistema radicular. Lo contrario de las tradicionales bolsas plásticas, los tubetes se pueden reutilizar para otras siembras desde que sean debidamente manipulados y mantenidas sus características originales.

Injertación Temprana

Al igual que la injertación tradicional, ésta es una forma especializada de propagación en la cual se injerta un fragmento de tejido vegetal en forma de parche que posee una yema brotada o que ha iniciado su desarrollo

¹ I. A. Investigador Plan Nacional de Cacao. CORPOICA – Bucaramanga. E-mail: gildardopalencia@yahoo.es

² I. A. M. Sc. Investigador Plan Nacional de Cacao. CORPOICA – Bucaramanga.



Injertación temprana.

sobre un patrón de 30 días de sembrado. Con esta técnica de innovación tecnológica, se injertan los patrones en fases tempranas de crecimiento, con el fin de obtener clones listos para la siembra en el menor tiempo posible, favoreciendo su calidad y reduciendo los costos de producción.

Semilla para patrón

El árbol de cacao es altamente heterocigoto y de polinización cruzada, existiendo un potencial considerable de variabilidad genética. Sin embargo, hay razones importantes para obtener plántulas a partir de semilla, como el uso de patrones tolerantes a condiciones adversas de suelo y a enfermedades como el mal del machete y el cáncer del tronco; por tal razón, se precisa una selección cuidadosa de los padres y de la polinización artificial controlada entre ellos para obtener semilla apropiada y conservar las características genéticas deseadas.



Patrón y vareta ideal para la injertación temprana.

La disponibilidad de semilla adecuada para patrones y de varetas porta-yemas es fundamental para la propagación de clones de cacao en las biofábricas. El costo de la semilla es bajo comparado con otros costos de producción y, sin embargo, ningún factor es de tanta importancia para determinar el éxito de una plantación.

La producción de patrones de cacao se hace sexualmente, a partir de semillas, las cuales, para una buena germinación, requieren alcanzar una maduración fisiológica adecuada, esto permite que el embrión se desarrolle de manera normal una vez se le quite el mucílago que la cubre. La semilla germina entre 3 y 8 días después de la siembra, observándose los cotiledones por encima de la superficie del suelo (germinación epigea).

Varetas porta-yemas

La decisión importante antes de establecer un cultivo comercial de cacao, es la selección de los árboles que se desean multiplicar, o la de aquellos de los cuales se van a tomar las yemas para injertar. Estos deben garantizar poblaciones altamente productivas, autocompatibles, tolerantes a plagas y enfermedades, y cuyo grano cumpla con las exigencias de calidad requeridas por la industria.

La forma más eficiente de aumentar las producciones en las plantaciones comerciales deterioradas, es el mejoramiento genético, obtenido en el proceso de selección de las varetas porta-yemas, que deben provenir de jardines clonales certificados. Para la injertación temprana, es pertinente utilizar varetas que se hayan preparado por anticipado, que estén provistas de yemas pronunciadas. Estas se recolectan antes de las 10 a.m. para evitar que se deshidraten; una vez recolectadas, se eliminan las hojas, dejando una porción de pecíolo, que sirve para preservar las yemas; luego se identifican y se envuelven con papel húmedo por grupo de clones y se transportan lo más rápido posible, al área de injertación en donde se colocan bajo sombra. Para la desinfección de las varetas, se recomienda introducirlas en una solución con fungicidas orgánicos.

Injertación

El propósito del injerto es obtener una producción más temprana y una plantación uniforme. El tipo de injerto conveniente en la injertación temprana, es el de parche por ser más rápido, seguro y económico; además, porque cada yema es potencialmente capaz de producir una nueva planta.



Amarre y desarrollo de la yema.

Injerto de parche. Para efectuar este tipo de injerto, los patrones deben tener una edad entre 30 y 40 días después de la siembra. En el patrón, se hace con cuidado un corte horizontal, de tal manera que permita levantar con la punta de la navaja la sola corteza. Enseguida, en la ramilla que posee las yemas, se hacen cuatro cortes alrededor de la yema seleccionada, de las mismas dimensiones de la realizada en el patrón; como se observa este injerto es similar al tradicional. Este proceso amerita tener el máximo cuidado y gastar el menor tiempo posible puesto que los cortes en el patrón y la ramilla empiezan a oxidarse tan pronto como estén expuestos al aire. Colocada la yema, se procede al amarre con cinta plástica cintelita o parafilm de 1 x 7 centímetros.

Ocho días después de realizado el injerto, se suelta la cinta y se observa el prendimiento; si ha prendido la yema, se despunta el patrón dejando un par de hojas maduras por encima de la yema injertada para que siga circulando la savia y se produzca una mejor cicatrización, operación que detendrá el crecimiento terminal del patrón y estimulará el desarrollo de la yema. Una vez maduren las hojas del injerto, se cortará el patrón por encima de la cicatriz. Las observaciones deben ser frecuentes para asegurar un crecimiento continuo y luego de 2 a 3 meses de practicado el injerto estará en condiciones de sembrarse en el sitio definitivo.



Clones producidos en tubete.

Optimización en el Jardín Clonal para la Producción de Varetas

La propagación asexual consiste en la reproducción de individuos a partir de partes vegetativas de las plantas, y es posible porque poseen meristemas que son los que tienen capacidad de regeneración. Cuando se combina en forma adecuada una raíz y una yema por medio del injerto, forman una conexión vascular continua. En consecuencia, las plantas propagadas vegetativamente reproducen (por medio de la duplicación del DNA) toda la información genética de la planta progenitora. Por esto, las características específicas de una planta dada son perpetuadas en la propagación de un clon. Todas las biofábricas de cacao deben tener un lote sembrado con clones destinados a producir sólo semillas para patrones y otro lote de clones destinados a producir varetas portayemas, de esta manera se puede garantizar la pureza genética, la identidad y la sanidad.

Con el sistema de injertación temprana se logra una ventaja muy importante en el manejo del jardín clonal para la producción de varetas, ya que las plantas madres producen ramas más rápido y en mayor cantidad, lo cual tiene como ventaja la recuperación en un tiempo más corto de los árboles porque hay una mayor disponibilidad de varetas portayemas.

Con este tipo de injertación, es menor el desperdicio de material de propagación, debido a que se aprovecha toda la vareta, ya que todas las yemas tienen la misma condición fisiológica, debido a que están ubicadas en un sólo crecimiento de la rama. Por lo general, cuando se utiliza vareta para la injertación tradicional, un ciclo de emisión foliar o de crecimiento de la vareta necesita entre 8 y 12 semanas para su maduración o utilización en la injertación. Con el nuevo sistema de injertación temprana, la vareta necesita para su recolección entre 3 y 5 semanas, en tanto que se emplea el material más joven en la propagación.

Producción y recolección de varetas portayemas. La adecuada selección de las varetas comienza en los jardines clonales, en donde se encuentran los árboles ya evaluados por producción, calidad y sanidad y su objetivo principal es producir ramas jóvenes, vigorosas y sanas.

La principal limitante en las varetas es la latencia de las yemas, las cuales han completado su diferenciación de tejidos pero sin crecimiento de brotes, debido a que no existen condiciones ambientales favorables. Con el

fin de estimular la brotación de las yemas, se debe despuntar la rama seleccionada tres días antes de ser cortada; de esta forma las yemas brotan en un período más corto y crecen a un ritmo similar, aumentando la uniformidad de los clones en las biofábricas.

La vareta seleccionada debe estar provista de yemas brotadas o que hayan iniciado su activo crecimiento y que estén localizadas en el último estado de crecimiento de la rama que posee hojas parcialmente maduras. Debido a lo anterior, el desgaste del árbol de cacao es menor y, por lo tanto, es más rápida su recuperación.

Cuando se corta la vareta debe hacerse a ras o en la base de la rama que posee las yemas, es necesario despuntar las ramas principales con el propósito de abrir la planta e inducir el crecimiento lateral, evitando el crecimiento vertical excesivo, y facilitar en esta forma, la recolección de las varetas; con esta práctica se fuerza a un desarrollo más ordenado de la planta de cacao y se controla mejor su crecimiento.

Agobio y despunte de ramas.

Una práctica que incrementa la producción de las varetas en el árbol de cacao, es el agobio de las ramas vigorosas, es decir, despuntar y doblar la rama, como una manera de estimular la producción de brotes y/o el crecimiento acelerado de las yemas laterales; así, se aumentará en forma abundante el número potencial de varetas portayemas. Por otra parte, con este procedimiento cada yema lateral se convertirá en una vareta y cada vareta tendrá entre 3 y 5 yemas aptas para ser utilizadas en el proceso de injertación temprana, incrementándose la disponibilidad de yemas aptas en los jardines clonales.

Sistema de Producción de Plantas Clonadas de Cacao en Tubetes

En cacao, para injertar yemas procedentes de árboles altamente productivos, es necesario el uso de patrones tolerantes a las condiciones adversas de suelo y a patógenos radicales; estos patrones se obtienen a partir de semillas, las cuales se siembran, por tradición, en bolsas de polietileno negro, llenas de tierra como sustrato y colocadas bajo sombra.

El uso de la bolsa plástica se ha dado en especial por su bajo costo, fácil manejo y diversidad de tamaños; sin embargo, los inconvenientes son múltiples, ya que generan malformaciones radicales al poseer paredes lisas redondeadas que permiten el crecimiento en círculo de las raíces, lo cual produce menor ramificación y elongación excesiva de las pocas raíces que se enrollan sobre la pared interna de la bolsa, y doblándose o haciendo nudo al llegar al fondo. Debido a lo anterior, este sistema ha causado por mucho tiempo un bajo estándar de calidad de las plantas, reduciendo de manera significativa la sobrevivencia y la productividad de las plantaciones de cacao. En cultivos instalados en diferentes zonas, se ha observado que muchos de los árboles sembrados presentan torceduras en la parte basal del tronco, así como un atrofiamiento en la raíz pivotante, fenómeno relacionado con el enrollamiento de la raíz cuando las plantas son producidas en bolsas.

CORPOICA, introdujo un nuevo modelo de innovación tecnológica para la producción de plantas clonadas de cacao. De esta forma, se sustituye el sistema tradicional de bolsa plástica por tubos cónicos llamados tubetes evitando la contaminación ambiental por el uso de plásticos y reduciendo también el impacto ambiental que ocasiona la extracción de altos volúmenes de tierra. El sistema de propagación de las plantas clonadas de cacao en tubetes es una alternativa de producción ambientalista, viable, competitiva y sostenible que mejora la calidad de las plantas clonadas de cacao y rebaja los costos de producción.

Sustrato

Entre los cuidados más importantes para considerar en el establecimiento de una biofábrica, se encuentra el tipo y calidad del sustrato a utilizar, siendo este el principal factor de éxito o fracaso en la producción de clones de cacao. El sustrato es la mezcla de suelo, arena y materia orgánica, con el que se llenan las bolsas o tubetes, y en donde se siembra la semilla para obtener el patrón de cacao; es, a la vez, el soporte físico de la planta y da protección a las raíces durante los primeros meses de desarrollo y durante el transporte hasta la siembra. El buen

La injertación temprana comparada con la injertación tradicional, no sólo disminuye costos sino que, además, reduce el tiempo de la planta en el vivero, con lo cual se mejora el sistema radical y se maximiza la utilización de yemas



sustrato combina buena aireación con alta capacidad de retención de agua, buen drenaje, buen contenido de nutrimentos, libre de agentes patógenos y debe ser de fácil manejo. El pH del sustrato controla la actividad microbiana y la disponibilidad de los nutrientes: para cacao, el rango óptimo se encuentra entre 5.5 y 6.5.

El cultivo de plantas de cacao en vivero se caracteriza porque el sistema radical crece en un reducido volumen de tierra, inferior al espacio que tendría en el sitio definitivo. Por este motivo es muy importante la elección y el manejo del sustrato, el cual debe tener las condiciones físicas, químicas y biológicas adecuadas que aseguren el desarrollo y el crecimiento óptimo de las plantas de cacao.

Sistema en Bolsa. Consiste en la colocación de la semilla de cacao directamente en la bolsa, eliminando el uso de germinadores. Las bolsas recomendadas deben ser de polietileno negro calibre 3, de 30 cm de largo por 15 de ancho con fuelle abierto y agujeros en la base para drenaje rápido del agua. Las bolsas deben quedar perfectamente llenas y bien colocadas en las eras; de lo contrario, las raíces y el tallo tienden a deformarse. Las bolsas se asientan, por lo general, sobre el suelo y presentan los siguientes inconvenientes:

- Crecimiento en círculo de raíces.
- Crecimiento de las raíces fuera de la bolsa.
- Crecimiento de malas hierbas procedentes del suelo.
- Enroscamiento de los sistemas radicales en el fondo de la bolsa.
- Llenado dificultoso y de elevado costo.
- Bolsa llena de elevado peso.
- Después de un tiempo se deteriora la bolsa.
- Utilización de elevadas cantidades de sustrato.
- Dificultad de extracción de la planta, por lo que al sembrar se rasga la bolsa.

En la actualidad se tiende a corregir estos defectos con el fin de mejorar el desarrollo radical y disminuir costos en la producción de plantas de cacao en vivero.

Sistema en Tubetes. En la siembra se coloca la semilla de cacao directamente en los tubetes. Este sistema se basa en ubicar los tubetes plásticos en bandejas sobre cuerdas de alambre galvanizado o armarios metálicos, a una altura de 80 centímetros, evitando el contacto de las raíces con el suelo. La separación de las plantas de cacao del suelo, provocan podas naturales de las raíces, impidiendo la aparición de malas hierbas y obligando a la formación de sistemas radicales bien conformados, lo cual mejora la calidad de las plantas permitiendo un buen arraigamiento y un bajo índice de mortalidad, una vez se siembren en el campo.

Beneficios:

- Desarrollo radical dirigido. Las estrías verticales, existentes en el interior del tubete permiten un mejor desarrollo radical con bastantes raicillas. Las raíces al chocar con las estrías del tubete se dirigen hacia abajo evitando el enrollamiento y proporcionando un perfecto desenvolvimiento radical.
- Poda de raíces. Con el sistema de suspensión de tubetes sobre el armario se obtiene una poda natural de la raíz al estar éstos en el aire y, por ende, hay un mejor control del crecimiento tanto de la raíz como de la parte aérea.
- Mayor formación de raíces. Al detener el crecimiento de la raíz principal, por no estar en contacto con el suelo, hay un mayor estímulo en el crecimiento de las raíces laterales y de los pelos absorbentes que ayudarán en mucho al desarrollo adecuado de la planta, una vez se lleve al sitio definitivo.

- **Facilidad en el llenado y drenaje.** El llenado de los tubetes es rápido debido a su diseño compacto y rígido, igualmente el drenaje que presenta este sistema es excelente, ya que evita la acumulación de agua.

- **Larga vida y reciclables.** Los tubetes son fabricados en polietileno virgen de alta densidad, con aditivo ultravioleta incorporado para la protección de los rayos del sol, por lo tanto se pueden volver a utilizar y son 100% reciclables. Así mismo, los tubetes que se deterioran pueden reciclarse, ya que son fuente de materia prima para la elaboración de otros productos como mangueras y empaques, tienen una vida útil de por lo menos 10 años.

- **Fácil remoción.** Por su diseño en cono, es muy fácil extraer de modo manual la planta en el campo en el momento de la siembra, ya que las raíces forman una especie de enmallado que da estructura al cono evitando que se desmorone.



Crecimiento de la yema y extracción del clon para siembra.

- **Ahorro de agua y control de malezas.** Por estar las plantas mejor ubicadas y ordenadas, hay una mejor distribución del agua dentro del área de propagación y endurecimiento, además, por estar separadas las plantas de cacao del suelo, no se compite con malas hierbas.

- **Ahorro del área en la biofábrica.** Los tubetes se pueden organizar más fácil en el área de endurecimiento y se tienen más plantas por metro cuadrado, es decir, en un metro cuadrado, caben 40 bolsas plásticas de 15 x 30 centímetros, con el tubete se logran 96 plantas.

- **Aumento de la producción plantas por ciclo.** Con este sistema se optimiza el espacio y se obtiene hasta tres veces la producción de plantas por ciclo.

- **Transporte más fácil y barato.** La movilización en camiones se hace con facilidad y le caben más plantas al camión. Una bolsa llena con sustrato seco pesa 3 kilogramos y cuando está húmedo 4 kilos, en cambio un tubete con sustrato seco pesa 1 kilogramo y con sustrato húmedo 1.4 kilos. El traslado desde el vivero hasta el sitio de siembra, es menos costoso, debido a la forma, tamaño y bajo peso del tubete.

- **Uniformidad de las plantas.** Se logra un desarrollo uniforme de todo el material vegetal, al recibir cada planta la misma cantidad de luz, agua y nutrientes.

- **Menos contaminación ambiental.** Este tipo de envase reutilizable reduce la contaminación del área en zonas de cultivo, beneficiando el medio ambiente, además, por su diseño, se pueden almacenar con más facilidad, ocupando poco espacio, ya que pueden encajarse uno entre otro.

- **Menos mano de obra.** Demanda poca mano de obra, comparada con el sistema tradicional, pues permite una adecuada manipulación del material, en razón a su ordenamiento uniforme.

- **Se mejoran notablemente las condiciones de trabajo.** Las personas que ejecutan las labores de mantenimiento, pueden manipular las plantas en posición sentada, mejorando en forma significativa sus condiciones de trabajo.

- **Mayor organización y mejor control dentro de las biofábricas.** Con este sistema hay una mejor organización y un mejor control, manteniéndose una continua información actualizada del número de materiales clonados que se desarrollan.

Conclusiones

La Estación Experimental La Suiza-Corpoica, teniendo en cuenta los beneficios en el uso de tubetes plásticos, ha venido trabajando este sistema en otras especies, con miras a reducir el tiempo de las plantas en vivero y disminuir los costos de producción, por lo anterior se recomienda su uso en las diferentes biofábricas de cacao, pues con este sistema los patrones se obtienen en forma más rápida para ser injertados, con un buen sistema radicular y además son más sanos y vigorosos.

La búsqueda de una planta de calidad ha conducido a la utilización de tubetes plásticos que se adaptan a las exigencias de las diferentes especies que se producen en las biofábricas, lo cual obliga a la formación de sistemas

radicales bien conformados. Entre las especies que se han trabajado se pueden mencionar: plátano, aguacate, maderables, cítricos y caucho.

Referencias Bibliográficas

Mejía F., L. A.; Palencia C., G. E. 2005. Informe final proyecto ajuste y validación en tecnología en propagación de plántulas de cacao mediante la injertación temprana. Bucaramanga, Corpoica-Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. 42 p.

Palencia C., G. E. 2004. Informe final proyecto biofábricas de cacao. Bucaramanga, Corpoica-Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. 62 p.

TECNOLOGÍA CORPOICA AL ALCANCE DE *TODOS*



SEMILLAS LIMPIAS CORPOICA
*Mayor producción y reducción de riesgo de enfermedades.
Producción de materiales iniciales (In Vitro), Semillas SUPERÉLITE,
ÉLITE, de Yuca, Ñame, Mora, Papa, Plátano y Banana.*

contáctenos
(091) 422 7300 ext 1552
agronegocios/mercadeo
www.corpoica.org

