



---

# NUEVAS TECNOLOGÍAS PARA INSTALAR VIVEROS Y PRODUCIR CLONES DE CACAO (*Theobroma cacao* L)

---

Gildardo E. Palencia C.<sup>1</sup>  
Raúl Gómez S.<sup>1</sup>  
Orlando Gúiza P.<sup>2</sup>

1. Investigadores – CORPOICA-La Suiza.  
2. Tecnólogo Agrícola – CORPOICA-La Suiza.

Palencia C.; Giraldo.; Gómez S., Raúl; Güiza P., Orlando / Nuevas tecnologías para instalar viveros y producir clones de cacao (*Theobroma cacao* L). Colombia. Corpoica. 2009. 32 p.

Palabras Clave: CACAO (PLANTA), VIVEROS, TECNOLOGÍA APROPIADA, CLONES, INJERTO, NUTRICIÓN DE PLANTAS, COLOMBIA.

Publicación de la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, CORPOICA.



ISBN: 978-958-740-006-9  
Código único interno: 280  
Código de agenda: PRO7100076  
Primera edición: Marzo de 2009  
Tiraje: 1.700

Línea de atención al cliente: 018000121515  
atencionalcliente@corpoica.org.co  
www.corpoica.org.co

**Diseño y Diagramación:**  
Diego Villate

PRODUCCIÓN EDITORIAL  
Impresión y encuadernación



<http://www.produmédios.org>  
Teléfono: 288 5338 - Bogotá, D.C.

Impreso en Colombia  
Printed in Colombia  
2009

ANDRÉS FELIPE ARIAS LEIVA  
Ministro de Agricultura y Desarrollo Rural

JOSÉ LEONIDAS TOBÓN TORREGLOZA  
Director Desarrollo Tecnológico y Protección Sanitaria,  
MADR

ARTURO ENRIQUE VEGA VARÓN  
Director Ejecutivo CORPOICA

JOSE OMAR PINZÓN USECHE  
Representante Legal FEDECACAO

## Programa

Escalamiento y ajuste de tecnologías para mejorar la producción masiva de plántulas de cacao.

Líder – Gildardo E. Palencia C. – CORPOICA

## Proyecto

“Escalamiento, validación y ajuste de tecnologías para la producción masiva de plantas clonadas de cacao”

Líder – Gildardo E. Palencia C. – CORPOICA

Colíder – Fabio Aranzazu H. – FEDECACAO

## Cofinanciadores

Convenio 035 de 2004 MADR – IICA



# PRESENTACIÓN

En cumplimiento de la primera convocatoria nacional para la cofinanciación de programas y proyectos de investigación, desarrollo tecnológico e innovación para el sector agropecuario por cadenas productivas-2004, el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural financió el proyecto *Escalamiento, validación y ajuste de tecnologías para la producción masiva de plantas clonadas de cacao*.

Este proyecto, ejecutado por la Unión Temporal 3 CORPOICA-FEDECACAO, generó tecnologías que se traducen en recomendaciones para productores y técnicos. Su objetivo específico consistió en validar y ajustar la tecnología relacionada con sustratos, nutrición, biofertilizantes y tiempo de injertación, con el fin de producir a gran escala, material vegetal de cacao de gran potencial productivo y certificado para la siembra, como apoyo a los proyectos productivos.

El presente documento pretende orientar a técnicos y a cacaocultores para promover un tipo de agricultura competitiva y sustentable por medio de la incorporación de un valor agregado; el uso más intensivo de los recursos disponibles; la incorporación de nuevas tecnologías que permitan aumentar los rendimientos tanto en cantidad como en calidad, todo lo cual ayudará a disminuir los costos directos de producción y contribuirá a mejorar, de esta forma, la rentabilidad.



# INTRODUCCIÓN

Con auspicio del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, y en alianza con FEDECACAO, la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria CORPOICA, desarrolló durante el período 2005-2007 un proyecto de Investigación con el fin de generar nuevas tecnologías para la producción masiva de clones de buena calidad. Al efecto, se adelantaron trabajos en el diseño y construcción de viveros económicos, durables y movibles, en módulos metálicos de fácil instalación y se ejecutaron ensayos relacionados con nutrición de patrones y clones por medio de la utilización de materias orgánicas, microorganismos benéficos y productos de síntesis química, para obtener plántulas más precoces. También se evaluó el desarrollo de plántulas en bolsa convencional y tubetes, con diferentes clases de materiales, capacidad y volúmenes de sustratos, con la finalidad de ofrecer material de más bajo costo para el productor, sin afectar la calidad del clón.

La renovación o siembra de nuevas plantaciones de cacao debe hacerse con plantas producidas en viveros certificados. La disponibilidad de sustratos con buenos niveles de fertilidad es básica, pues induce un rápido y sólido desarrollo de patrones y clones.

Igualmente, se generaron recomendaciones acerca del uso de productos microbiológicos para aplicar al suelo como alternativa orgánica en la nutrición de las plántulas de cacao en etapa de vivero. El enriquecimiento de sustratos con hongos simbióticos como las micorrizas y el Trichoderma, contribuye a la formación de plantas de mejor calidad, más vigorosas y, por consiguiente, se obtienen patrones adecuados para efectuar el proceso de injertación en menos tiempo. Estos hongos son reconocidos por su gran efecto como promotores del desarrollo radical en las plántulas de cacao y por su contribución al incremento y capacidad de absorción de nutrientes.



# PRODUCCIÓN MASIVA DE CLONES DE CACAO

Para la producción masiva de clones de cacao se requiere un vivero, jardines clonales para semilla y varetas de cacao, así como la orientación técnico-administrativa adecuada.

El vivero se considera como el área delimitada de terreno y debidamente preparada, con el propósito fundamental de obtener la multiplicación y producción de plantas resistentes, libres de enfermedades y con características fenotípicas y genotípicas únicas, hasta el momento en que estén en condiciones para ser plantadas en el sitio definitivo.

## DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE VIVEROS EN MÓDULOS METÁLICOS

El establecimiento de la infraestructura básica de un vivero, depende principalmente de la cantidad, calidad y diversidad de plantas que demande la región. Además, se requieren personas con amplios conocimientos técnicos sobre los métodos de propagación, experiencia y dedicación, que den respuesta oportuna y adecuada a las exigencias y expectativas de los cacaocultores.

### Características del nuevo modelo de vivero

Módulo de fácil construcción, liviano, de alta durabilidad, económico y fácilmente desarmable, en caso de que se quiera trasladar a otro lugar. Este no permite la proliferación de ciertos insectos u hongos que comúnmente viven en la madera.



**Foto 1**  
Modulo desarmable para vivero

Este tipo de vivero va construido en tubo galvanizado, con platinas soldadas en la base para anclar al piso sobre placas de cemento, lo que permite mayor firmeza y fácil nivelación. Los tubos van conectados con guayas metálicas, las cuales pasan por argollas que van en la parte superior y son templadas hacia los costados con pie de amigos externos que ayudan a tensionar o a darle más firmeza al vivero, formando la estructura en dos aguas, sobre la cual se coloca la polisombra como cubierta.

Un área construida y cubierta de 1.000 metros cuadrados, equivale a 20 metros de ancho por 50 metros de longitud y tiene capacidad para 40.000 plántulas de cacao ubicadas en surcos con el ancho de 5 plantas.

### Ubicación del vivero

Es importante ubicar el vivero aledaño a una vía, donde se facilite la entrada de



**Foto 2**  
Montaje de la estructura metálica



**Foto 3**  
Suelo para vivero



**Foto 4**  
Trazo y nivelación del lote para la instalación del módulo

insumos y materiales y el cargue directo de las plántulas al vehículo sin tener que manipularlas demasiado y poder conservarlas en buen estado hasta su llegada al sitio de destino. Igualmente, debe haber una fuente de agua cercana, preferiblemente en la parte alta del vivero, con el fin de aprovechar la gravedad para el riego sin tener que incurrir en los altos costos que implicaría instalar un sistema de bombeo.

El vivero debe tener un piso con un ligero desnivel (2-3%) y recubierto de un material (gravilla) consistente, que permita un drenaje rápido del agua de riego o lluvias, tanto interna como externamente. Esto contribuye a disminuir los riesgos de presencia de enfermedades. Es importante disponer de un depósito de almacenamiento con una instalación interna de agua para riego por micro-aspersión.

## Construcción de los módulos

Una vez seleccionado el terreno, se nivela para lograr la misma altura de los postes en todos los extremos y evitar que queden unos más profundos que otros, lo que implicaría, posteriormente, la remoción del suelo para poder nivelar.

Después de que el terreno esté nivelado, se diseña el área con las medidas deter-



**Foto 5a**  
Ubicación de la placa en la cajuela



**Foto 5b**  
Colocación del tubo en la base



**Foto 5c**  
Atornillada de las platinas



minadas de acuerdo con el tamaño del vivero, marcando puntos cada cinco metros a lo largo y ancho del sitio donde van a quedar los tubos. En cada punto y centrado, se abre sobre el piso una cajuela de 25 x 25 centímetros con profundidad de 5 centímetros. En este lugar va a quedar sentada la placa de cemento sobre la cual se atornilla la platina que viene soldada al tubo.

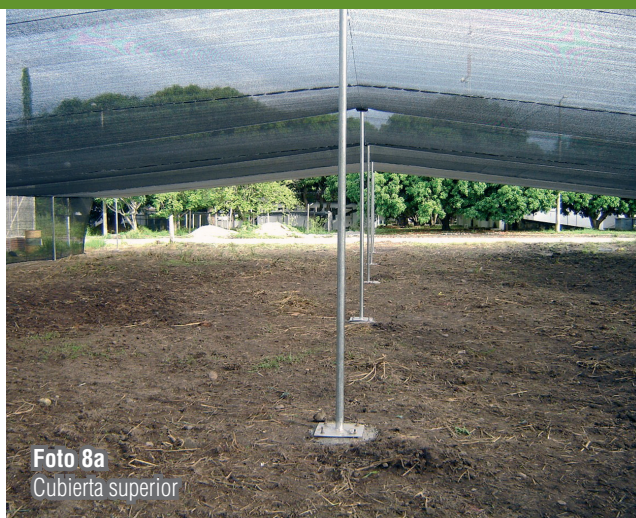
A los costados, frente a cada tubo y a una distancia de dos (2) metros se entierran los pie de amigos, provistos de una varilla de hierro incrustada que se dobla en la punta y sirve para amarrar y tensionar la guaya. En cada uno de estos puntos se coloca un tensor para, posteriormente, templar la guaya por todos los costados y evitar el acame de la polisombra.



La guaya se pasa de lado a lado por entre las argollas y en cada una de éstas se coloca un freno hecho con 12 centímetros de guaya, un perno para fijarla al tubo y enrollar alambre dulce, calibre 18 para que no permita que se corra la guaya con el peso del agua. Lo anterior también contribuye a mantener los tubos en forma vertical.

Una vez colocada toda la guaya, se procede a colocar la polisombra templándola a medida que se avanza y amarrándola a las guayas, para lo cual se emplea alambre dulce maleable y se utiliza la costura de cadeneta para que la guaya quede bien tensionada y evitar que se recoja.

Es conveniente colocar polisombra u otro tipo de malla por los costados del vivero



para evitar la entrada de animales que puedan ocasionar daños y protegerlo de las fuertes corrientes de aire, si las hay en la zona.

### Materiales y costos para un vivero de 1.000 metros cuadrados

El modelo del vivero se construye en base metálica desarmable y cobertizo de polisombra, en un área de 1.000 m<sup>2</sup> y capacidad de producción para 40.000 plantas por ciclo productivo de 7 meses. En la actualidad tiene un costo de establecimiento estimado en \$6'530.000 (Tabla 1).

En comparación con otros viveros de área igual instalados en el país, en donde la construcción tiene altos costos por el tipo

de material utilizado, este modelo igualmente funcional es más económico y contribuye a disminuir el costo de producción de un clon.

## PRODUCCIÓN DE CLONES DE CACAO

La producción de clones de cacao debe ser una actividad de alta trascendencia para la modernización de la cacaocultura colombiana, ya que la calidad del material producido depende, en gran parte, de la selección de un buen patrón, de la selección de una buena copa y del estado nutricional y sanitario. Todos estos aspectos son importantes para lograr un producto

Tabla 1. Costos de establecimiento del módulo desarmable.

CONCEPTO	CANTIDAD	UNIDAD	VALOR UNITARIO (\$)	VALOR TOTAL (\$)
Tubos con platina	33	Unidad	70.000	2'310.000
Polisombra	160	m2	11.000	1'760.000
Guaya	400	Metros	600	240.000
Puerta	1	Unidad	100.000	100.000
Cemento	7	Bultos	20.000	140.000
Arena	3	m3	15.000	45.000
Gravilla	3	m3	30.000	90.000
Tornillos	110	Unidad	1.000	110.000
Alambre dulce (18')	15	Kilogramo	4.000	60.000
Alambre dulce (12')	10	Kilogramo	5.000	50.000
Pernos	150	Unidad	500	75.000
Tensores	40	Unidad	1.500	60.000
Varillas de ½ pulgada	6	Varillas	15.000	90.000
Mano de Obra	25	Jornales	20.000	500.000
Sistema de riego	-	-	-	900.000
<b>TOTAL</b>				<b>6'530.000</b>



Foto 9a  
Jardín clonal para patrones

con características óptimas para ser llevado al campo.

### Jardines clonales productores de semilla para patrones y yemas para injertos

El vivero debe tener un lote sembrado con clones destinados solamente a producir semillas para patrones y otro lote de clones

destinados a producir varetas porta-yemas, de los cuales dependerá la calidad y autenticidad de los arbolitos que se distribuyan a los cacaocultores.

El jardín clonal de producción de semilla mejorada para patrón, es el área de terreno aislada, por lo menos a 500 metros de cualquier plantación comercial o de cultivos que no se incluyan como progenies. En este terreno están sembrados los clones plenamente identificados como tolerantes a condiciones adversas de ambiente, suelo y/o patógenos vegetales y animales.

Los árboles que conforman este jardín deben producir semilla con características ideales, exigidos a un patrón, entre las que se destacan: vigor, precocidad, afinidad, adaptabilidad, tolerancia a condiciones adversas del suelo, tolerancia a enfermedades y longevidad.

El jardín clonal para producción de varetas porta-yemas, es el área de terreno en donde están sembrados los clones plenamente identificados para cada región, que hayan pasado por una rigurosa selección de mejoramiento, cuyos árboles se preparan para proveer constantemente de material vegetal fresco, joven y sano.

Los árboles proveedores de vareta deben ser auto e intercompatibles, tolerantes a plagas y enfermedades; de buen índice



Foto 9b  
Producción de semilla para patrones



**Foto 10a**  
Jardín clonal para producción de varetas



**Foto 10b**  
Árbol para producción de varetas porta-yemas

de mazorca y grano, adaptados al ambiente y con buenas características industriales.

### Siembra de semilla para patrones

En cacao se recomienda, y se debe utilizar, la propagación por injerto, por lo cual es primordial la utilización de una planta como patrón. El **patrón** es la planta que recibe la yema (injerto), y conforma el sistema radical, el cual es esencial para la nutrición de la planta injertada y constituye una de las bases fundamentales para el éxito comercial de un cultivo de cacao.

La producción de patrones en cacao se realiza a partir de semillas, las cuales son recalcitrantes, es decir, no pueden ser deshidratadas y carecen de dormancia, por lo tanto pierden su viabilidad rápidamente ó mueren si no se les permite germinar.

Cuando las mazorcas hayan cumplido su ciclo vegetativo, se cosechan; se extrae y se lava la semilla con el propósito de quitarle el mucílago, luego se impregna con una mezcla de aserrín lavado y un fungicida (vitavax) y se deja almacenada en un lugar bajo sombra por tres días, para que germine y dé la guía de siembra que da como resultado un desarrollo uniforme. La se-



**Foto 11a**  
Semilla pregerminada lista para sembrar



**Foto 11b**  
Siembra adecuada de la semilla



**Foto 12**  
Crecimiento homogéneo de patrones

milla que no germine a los tres (3) días se humedece y se deja por otros 3 – 5 días, al cabo de los cuales si no responde a la germinación, se debe desechar.

Para patrones se recomienda la semilla proveniente de los cruces de los clones IMC 60, IMC 67, PA 121, PA 46, PA 150, P 7, P 12, EET 62, EET 399, EET 400, SPA 9, los cuales presentan buena adaptación a suelos, con pH bajos y poseen tolerancia a *Ceratocystis*. Además transmiten vigor vegetativo a la copa.

## Clones de cacao para injertación

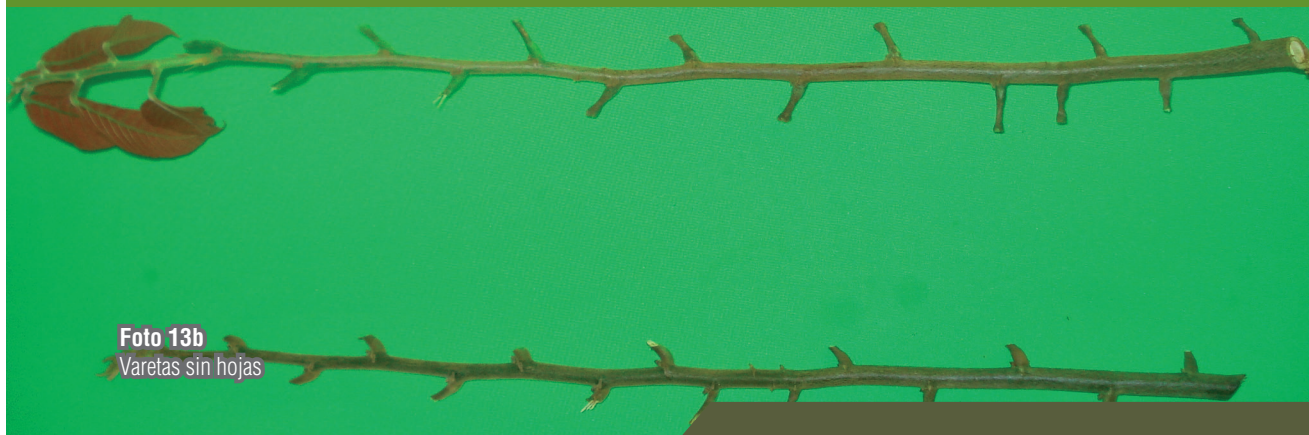
La decisión más importante antes de establecer un cultivo comercial de cacao, es la selección de los árboles que se desean multiplicar o aquellos de los cuales se van a tomar las yemas para injertar.

Como copas se utilizarían los clones ICS 1, ICS 39, ICS 60, ICS 78, ICS 95, TSH 565,

TSH 812, IMC 67, CCN 51, EET 8, SCC 59, SCC 61, los cuales han mostrado buen comportamiento en las diferentes zonas agroecológicas. Se recomienda sembrar máximo (5) clones por lote de siembra; plantar dos (2) surcos de cada material y ubicarlo, según su compatibilidad para facilitar la polinización.



**Foto 13a**  
Varetas con hojas



**Foto 13b**  
Varetas sin hojas

La selección de las varetas porta-yemas es muy importante para el éxito de la injertación. Lo ideal es utilizar varetas que tengan mediano grado de madurez y estén provistas de yemas no muy pronunciadas, localizadas en el penúltimo estado de crecimiento.

Las varetas se recolectan antes de las 9 de la mañana, con el fin de evitar que se deshidraten. Una vez recolectadas se le cortan las hojas y se deja solo una porción de pecíolo de un (1) centímetro aproximadamente. Se colocan a la sombra mientras se realiza el proceso de injertación.

## Injertación

La injertación consiste en unir los tejidos jóvenes de dos (2) plantas, de forma tal, que continúen su desarrollo como una sola. Uno de ellos es la yema proveniente de plantas con cualidades como mazorcas de mejor calidad y mayor producción que, al crecer, se transforma en la parte superior o la copa (clon). El otro es el patrón, el cual constituye la parte inferior de la planta o la raíz. Se selecciona de plantas que son resistentes a enfermedades y a condiciones desfavorables del suelo. Es de aclarar que no hay recombinación de las características genéticas entre el patrón y la copa, es decir que cada una de las partes conserva su condición genética.



**Foto 14a**  
Diferentes fases en la injertación temprana.



**Foto 14b**  
Planta de cacao injertada



**Foto 15a**  
Plantas propagadas por injertación temprana



**Foto 15b**  
Injertación temprana en tubete

En la unión del injerto hay formación y diferenciación de nuevas células. Las células existentes en la copa y el patrón no crecen juntas. La cicatrización se inicia con la unión de los cambium vascular. La persona que lleva a cabo el injerto pone el tejido fresco de la vareta cortado, en contacto directo con la parte fresca del

patrón cortado. Es importante que las capas del cambium de ambas plantas estén en contacto directo. Posteriormente viene la respuesta curativa de la herida, donde se forma un material necrosado a partir de las células dañadas de los cortes. Las capas no dañadas de células del cambium producen una buena cantidad de tejido



**Foto 15c**  
Desarrollo de clones en bolsa y tubetes



**Foto 15d**  
Desarrollo de clones en tubete

parenquimatoso que forma un callo y provee una unión mecánica entre el injerto y el patrón. Por último, se forman células de floema secundarios y del xilema de estas nuevas células del cambium y se establece una conexión vascular firme entre las dos plantas.

Una técnica práctica para la obtención de clones en menor tiempo sin deteriorar la calidad de la planta es la injertación temprana, la cual se hace en patrones jóvenes a partir de los 40 días de edad, en donde se injerta un fragmento de tejido vegetal en forma de parche que contiene una yema brotada o que ha iniciado su desarrollo. Con esta técnica, se injertan los patrones en fases tempranas de crecimiento a fin de obtener clones listos para la siembra en menor tiempo, favorecer su calidad y reducir los costos de producción.

## Métodos y edad de injertación

El método de injertación más recomendado es el de parche, con el cual se obtiene un prendimiento del 85%, en patrones jóvenes de 50 días de edad, que se puede aumentar a un 95%, en patrones mayores de 60 días.

Este tipo de injerto, consiste en levantar la corteza del patrón y colocarle el parche que contiene una sola yema, de tal modo que encajen bien los cortes y que haya un buen contacto entre el cambium del patrón y el cambium de la yema, ya que la nueva copa se formará de las células de éste, de ahí que sea necesario amarrar bien la yema con cinta elástica. La yema se coloca sobre el patrón lo más rápidamente posible para evitar oxidación de tejidos (fenolización).

Para la injertación se deben seguir los siguientes pasos:



Foto 16a  
Levantamiento de lengüeta



Foto 16b  
Incrustación de la yema

Regar los patrones abundantemente, un día antes para que la corteza desprenda fácilmente.

Se prepara cada patrón limpiando el tallo con un paño, para quitar la tierra y se eliminan las hojas que están localizadas hasta una altura de 15 centímetros.

Seleccionada la vareta, se escoge la yema brotada preferiblemente del segundo crecimiento de la rama.

Se toma el patrón y se hace un corte horizontal de un centímetro de largo, a una altura



**Foto 16c**  
Corte de la lengüeta

de 10 centímetros para evitar que el leño se dañe. Posteriormente, con la punta de la navaja, se levanta cuidadosamente la corteza.

Inmediatamente se toma la vareta y en la yema seleccionada se hacen dos (2) cortes longitudinales y dos (2) verticales alrededor de la yema, de las mismas dimensio-

nes a las realizadas en el patrón, de tal manera que coincidan todos los lados.

La corteza que contiene la yema tendrá forma de rectángulo que, al colocarla sobre el corte hecho en el patrón, da la forma de un parche, de donde deriva su nombre. Es importante que no queden tiras de madera por debajo de la yema. Los cortes en el patrón y la yema deben realizarse con máximo cuidado, rapidez y precisión.

Una vez colocada la yema, se procede al amarre con cinta plástica de 20 centímetros de largo por uno (1) ó dos (2) centímetros de ancho. Una (1) de las puntas se asegura al tallo del patrón en la parte baja de la yema y con el resto de la cinta, se dan seis (6) vueltas al tallo hasta cubrir la yema. Se remata con un nudo.

Cuando las condiciones lo permitan y se tenga la experiencia, se puede injertar en la misma era donde crece el patrón. En caso contrario, se traslada la planta recién injertada a un sitio bajo techo por espacio de ocho (8) a 10 días, para protegerla de las condiciones extremas.

A los ocho (8) días después de haber realizado el injerto, se suelta la cinta y se obser-



**Foto 16d**  
Amarre de la yema



**Foto 16e**  
Prendimiento del injerto



**Foto 17a**  
Cicatrización e identificación de clones por colores

va el prendimiento. Si el injerto ha comenzado a soldar presenta un color igual al del tallo y un aspecto turgente.

Dos (2) días después se saca la planta al área de endurecimiento con sombra regulada. En caso de pérdida del injerto se vuelve a injertar.

Con el propósito de evitar confusiones se recomienda identificar cada grupo de árboles que conforman un clon, con



**Foto 17b**  
Identificación de clones

un material durable y legible. También se puede utilizar viniltex: un color para cada clon.

## Latencia de yemas

Dentro de los factores que inciden en la no uniformidad en el crecimiento de los clones, y en los porcentajes de pérdidas, es la latencia o dormancia en yemas, debido principalmente a:

- La varetta portadora de yemas es muy joven con relación a la edad del patrón donde se va a injertar.
- La injertación de yemas provenientes de la sección apical, en patrones en avanzada edad.
- Injertación de yemas provenientes de la sección leñosa.
- Exceso de sombra.
- La competencia con yemas emergidas del patrón antes de brotar el injerto.

Para bajar los índices de dormancia, se recomienda despuntarla ocho (8) días antes de cortar la varetta, con el fin de romper la dominancia apical y hacer que se activen la mayor cantidad de yemas. De esta manera se injertan las que hayan iniciado el proceso de crecimiento.



**Foto 17c**  
Clon óptimo para la siembra

Se deben eliminar en forma paulatina todos los rebrotes del patrón inmediatamente estos emerjan, y así darle oportunidad a la yema injertada.

En las eras no se deben colocar más de cinco (5) hileras de bolsas para evitar el exceso de sombra entre ellas.

En la E.E La Suiza, se encontró que las aplicaciones de Ácidos Giberélicos como el Proyib en concentraciones de cinco (5) partes por millón, activan las yemas que han entrado en latencia.

## SUSTRATOS NUTRICIONALES PARA LA PRODUCCIÓN DE CLONES DE CACAO

Entre los cuidados más importantes que se deben considerar en el establecimiento de un vivero de cacao se encuentra el tipo y calidad del sustrato que se va a utilizar, principal factor de éxito o fracaso en la producción de plantas. El sustrato es la mezcla de suelo, arena y materia orgánica que se utiliza para llenar las bolsas y en donde se siembra la semilla para patrón de cacao. Es, a la vez, el soporte físico de la planta y protege a las raíces durante los primeros meses de desarrollo y durante el transporte hasta la siembra.

Una primera recomendación es el análisis físico-químico de laboratorio de los componentes del sustrato, con el fin de conocer las cantidades aplicadas de cada uno de los elementos importantes y, al mismo tiempo, poder ajustar la nutrición adecuada.

Un buen sustrato combina buena aireación con alta capacidad de retención de agua, buen drenaje, buen contenido de nutrientes, libre de agentes patógenos y fácil



manejo. El pH del sustrato controla la actividad microbiana y la disponibilidad de nutrientes. Para cacao, el rango óptimo se encuentra entre 5.5 a 6.5. Un buen sustrato es aquel cuya composición está formada por 50% de buen suelo, 25% de materia orgánica, preferiblemente lombricompost y 25% de arena. El sustrato debe tener características particulares como:

**Mullido y permeable:** Evita el encharcamiento y permite que las raíces respiren y puedan desarrollarse.





Foto 20a  
Deficiencia nutricional



Foto 20b  
Deficiencia nutricional



Foto 20c  
Deficiencia nutricional

**Capaz de retener agua:** Evita que el sustrato se seque rápido y haya disponibilidad de agua para las raíces.

**De estructura estable:** Garantiza una distribución uniforme de los nutrientes necesarios para el desarrollo normal de la planta y hace que no se descomponga, no se apelmace ni se deforme.

**Capaz de acumular nutrientes:** Debe permitir que las raíces encuentren disponible los nutrientes en todo momento.

**Libre de microorganismos patógenos y semillas de malezas:** Evita que se afecten o compitan con la planta.

**pH estable:** Debe ser ligeramente ácido. Un sustrato muy ácido retiene los nutrientes y uno muy alcalino asimila mal el hierro, el cual es fundamental para la fotosíntesis.

En las plantas de cacao en vivero, el sistema radical crece en un reducido volumen de tierra, inferior al espacio que tendría en el sitio definitivo. De ahí la importancia de elegir y manejar el sustrato, el cual debe tener las condiciones físicas, químicas y biológicas adecuadas que aseguren el desarrollo y crecimiento óptimo de las plantas.

## Requerimientos nutricionales de plántulas de cacao en vivero

Las plántulas de cacao en vivero, por lo general, presentan síntomas muy notorios de deficiencias de elementos nutricionales como nitrógeno, fósforo, potasio, magnesio, hierro y boro, debido a la utilización de sustratos de baja fertilidad o con desbalances en sus componentes. En dichos casos, se debe hacer uso del análisis químico para la aplicación oportuna de elementos deficitarios.

Teniendo en cuenta la corta permanencia de las plántulas en vivero, se debe hacer uso de fertilizantes de acción rápida como los de síntesis química, ya sean de aplicación edáfica o foliar.

Con base en experimentos desarrollados en la E.E. La Suiza, donde se determinaron deficiencias y búsqueda de respuestas a la aplicación de fertilizantes químicos, para sustratos con bajos contenidos de nitrógeno, fósforo y potasio, se recomienda hacer aplicaciones foliares de urea en dosis de 100 gramos por 20 litros de agua en plántulas de 45 días. A los 75 días de edad de las plántulas, se deben hacer aplicaciones de nitrógeno, fósforo y potasio en una relación 15-45-30 de los tres (3) elementos, respectivamente. En términos de cantidades se pueden suministrar tres (3) gramos de nitrógeno, nueve (9) gramos de fósforo y seis (6) gramos de potasio para plántulas que crecen en bolsas de tres (3) kilogramos de sustrato.

### Utilización de hongos benéficos para la nutrición de plántulas de cacao

Existe la necesidad de obtener plantas clonadas de buena calidad con buen desarrollo radical y foliar, al momento del transplante. Aunque la planta de cacao es poco exigente, los resultados obtenidos muestran que su crecimiento puede ser óptimo en la fase de vivero, si se inocula con hongos nativos, ya que son más eficientes en condiciones de crecimiento del cultivo, lo cual podría significar una disminución en los costos de producción.

El enriquecimiento del sustrato con estos hongos, contribuye a la formación de plantas de mejor calidad, más vigorosas y, por consiguiente, se obtienen patrones adecuados para efectuar el proceso de injertación, en menor tiempo. Estos hongos son reconocidos por su gran efecto promo-



tor en el desarrollo radical en las plantas de cacao; su contribución al incremento y capacidad de absorción de nutrientes. No hay duda de que influyen también como biocontroladores pues inhiben el ataque de microorganismos patógenos.

La incorporación de estos hongos benéficos al sustrato, en la producción de viveros de cacao, es una estrategia viable para aumentar y potencializar la flora microbiana de los suelos donde se establezcan definitivamente estas plantas.

### Microorganismos benéficos

La estabilidad del suelo depende, en gran parte, del manejo apropiado de la comunidad microbiana. Un desbalance puede significar un incremento de enfermedades causadas por microorganismos patógenos habitantes del suelo que, una vez se dan las condiciones adecuadas, se convierten en parásitos.

Cuando el suelo utilizado como sustrato para la nutrición de plántulas en vivero es muy pobre en fósforo, se recomienda adicionar 20 gramos de suelo micorrizado, y

10 gramos de P2O5 por bolsa de 3 kilogramos de sustrato, cuando el patrón tiene 15 días de edad.

### Técnicas de inoculación de microorganismos benéficos en viveros de cacao

Para la inoculación de micorrizas nativas (*Glomus spp.*) en vivero, se recomienda aplicar 20 g de inóculo por bolsa, alrededor de la base de la raíz, para facilitar el proceso de colonización, después de 15 días de haber sembrado la semilla del patrón. Igualmente, el *Trichoderma sp.*, se utiliza como biofertilizante para aplicarlo al suelo en las bolsas, en una mezcla de cuatro (4) litros de agua potable por un (1) litro de caldo de mantillo.

Deben realizarse dos (2) o tres (3) inoculaciones, cada dos (2) semanas, para asegurar la correcta colonización de las raíces. Inmediatamente, después de cada una de estas aplicaciones, es importante cubrir con lombrinaza y humedecer las plántulas, con el fin de crear un ambiente favorable a las esporas en el sustrato.

Este método de inoculación controlada en vivero puede ser aplicado con facilidad

ya que no requiere tecnología sofisticada, sino unos mínimos conocimientos micológicos para seleccionar bien las especies adecuadas. Tiene sus inconvenientes como la estacionalidad de las fructificaciones de los hongos o la viabilidad temporal del propio inóculo. Sin embargo, los porcentajes de colonización del hongo deseado son muy altos, ya que la cantidad de propágulos incorporados al sustrato es suficientemente elevada.

La efectividad de la inoculación en condiciones de producción de plantas en bolsas no depende únicamente de la capacidad simbiótica del hongo seleccionado, también la calidad y la viabilidad del inóculo producido, desempeñan un papel importante, así como su capacidad para sobrevivir durante el período comprendido entre la inoculación del sustrato y la colonización de la raíz. El inóculo de un hongo benéfico viable, puede fallar al ser aplicado en las bolsas, si no gozan de condiciones adecuadas.

Cuando se van a sembrar en el campo, las plantas inoculadas se separan con cuidado de sus bolsas, depositándolas con toda su tierra en los hoyos y recubriéndolas inmediatamente con la tierra preparada para la siembra. Al final de este proceso, se riega con agua alrededor de cada uno de los árboles, recubriendo después con mulch (hojarasca) para conservar la humedad.

Los efectos en el vivero pueden permitir la producción de plantas con una calidad fisiológica adecuada para el trasplante. Pero el verdadero efecto beneficioso del hongo debe manifestarse en el campo, una vez las plantas sean llevadas a su lugar definitivo de crecimiento.

### Uso de microorganismos antagonistas

Existe un grupo importante de hongos que presenta efectos antagonistas con otros



**Foto 23**Obtención de *Trichoderma* para preparación del Mantillo

microorganismos y esta acción puede ser aprovechada como una forma de control biológico de microorganismos patógenos vegetales. Entre los microorganismos más importantes y el más utilizado para el control de estos agentes patógenos, habitantes del suelo como *Pythium*, *Rosellinia* y *Phytophthora*, se encuentra los hongos del género *Trichoderma*.

*Trichoderma spp.*, es un hongo que se encuentra frecuentemente sobre tejidos vegetales de cacao en descomposición. Es un microorganismo dominante en los suelos, debido a su naturaleza agresiva y a su capacidad metabólica para competir con la abundante flora microbiana circundante. Es un hongo que crece relativamente rápido con un micelio aéreo ligeramente algodonoso que desprende un sutil olor a coco.

Cuando se utilizan microorganismos benéficos como enriquecedores de los sustratos se acelera el desarrollo y crecimiento de las plántulas de cacao y con esto se favorece la posibilidad de reducir el tiempo de permanencia de la planta clonada en el vivero, sin deteriorar su calidad.

## Extracto de Mantillo

La E.E. La Suiza en Rionegro, ha venido promoviendo la reproducción de cepas de *Trichoderma spp.*, mediante métodos arte-

sanales como la elaboración del caldo o extracto de mantillo, que es la multiplicación aeróbica, en medio acuoso, de este hongo que se propaga en el mantillo o capote de bosque (manto blanco que crece sobre el material vegetal en descomposición).

## Preparación

Caneca plástica, capacidad 100 litros  
 100 litros de agua natural  
 10 kilos de mantillo bien desmenuzado  
 500 gramos de harina de maíz o 120 gramos de levadura  
 Una panela diluida  
 Una pala de madera  
 Costal de fibra

Todos los ingredientes se depositan y se mezclan bien con la ayuda de la pala de madera. Posteriormente se cubre con el costal para evitar la ovoposición de las moscas. Todos los días, se revuelve durante cinco (5) minutos para facilitar la oxigenación. La caneca se debe colocar bajo un lugar cubierto para protegerla de la lluvia y de la acción directa de los rayos solares.

El proceso de fermentación tiene una duración aproximada de 45 días. Una vez cumplido, se agita y se filtra. El líquido se utiliza como biofertilizante para aplicarlo cada 15 días al follaje o al sustrato en las bolsas de vivero en dosis de un litro de preparación por cuatro (4) litros de agua

natural. También se puede aplicar alrededor de los árboles de cacao.

*Trichoderma spp.* es un hongo antagonista de microorganismos patógenos vegetales como *Fusarium*, *Pythium* y *Phytophthora*. Se encuentra presente en la mayoría de los suelos. Su crecimiento se ve favorecido por la presencia abundante de raíces de plantas como el cacao, a las cuales coloniza con rapidez, incrementa su desarrollo y las protege de microorganismos fitopatógenos. Es un biorregulador de las enfermedades en los viveros considerablemente contaminados y las disminuye en un mediano plazo.

## Recomendaciones

Para el escalamiento de plantas clonadas de cacao se recomienda el prototipo de vivero móvil, por ser económico, de alta durabilidad y muy funcional, ya que permite su traslado a las áreas cercanas de fomento de los proyectos productivos que se desarrollan en las zonas cacaoteras del país.

Para la obtención de patrones aptos para utilizar en el proceso de injertación temprana, el sustrato debe ser de alta calidad nutricional. Además, se debe suplementar con los elementos necesarios de acuerdo con las necesidades de la planta según su desarrollo.

Una buena opción económica para el productor, es la utilización de sustratos enriquecidos con microorganismos benéficos, lo cual contribuye a la obtención de una planta con óptimo desarrollo, debido a que favorece la movilización de nutrientes entre el suelo y la raíz, especialmente del fósforo, elemento indispensable en el crecimiento y formación del sistema radical.

Con la técnica de injertación temprana, se obtienen injertos de excelente calidad, capaces de responder a las expectativas de los productores de cacao.

En la producción de clones, mediante esta técnica, se deben utilizar yemas de la misma edad del patrón, para lo cual se deben estimular las plantas madres para la producción de yemas con el propósito de hacer coincidir la edad del patrón con la edad de la yema.

La injertación en patrones jóvenes se puede iniciar a partir de los 40 días después de germinada la semilla, época en la cual el prendimiento y el desarrollo de los patrones es igual al que sucede cuando se hacen los injertos, en cualquier época posterior.

Como mejor método de injertación, se recomienda el de parche, que contribuye a obtener prendimiento y desarrollo adecuado, además de ahorrar material vegetal.

## BIBLIOGRAFÍA

---

**CORPOICA. 2007.** Escalamiento, validación y ajuste de tecnologías para la producción masiva de plantas clonadas de cacao. Informe final. CORPOICA-La Suiza. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Rionegro. Santander. Colombia. 78 p.

**PALENCIA; C.G.E.; MEJIA, F.L.A. 2003.** Producción masiva de materiales clonales de cacao (*Theobroma cacao L.*). Manual Técnico. CORPOICA Reg. 7-Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Bucaramanga. Colombia. 58 p.

**PALENCIA, C.G.E.; MEJIA, F.L.A. 2004.** Injertación temprana en la producción masiva de clones de cacao de alta calidad. CORPOICA- E.E. La Suiza-Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Bucaramanga. Colombia. 40 p.

**PALENCIA, C.G.E.; GÓMEZ, S.R.; MEJIA, F.L.A. 2007.** Patrones en cacao. CORPOICA. E.E. La Suiza-Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Bucaramanga. Colombia. 30 p.

Terminó de imprimirse  
en mayo de 2009 en



***produmédios***

Producción de Medios de Comunicación

[www.produmédios.org](http://www.produmédios.org)

Tel: 288 5338

Bogotá, D.C., Colombia