

# TÉCNICAS DE PROPAGACIÓN DE CACAO

(*Theobroma cacao* L.)

## PROYECTO:

"Ampliación y Mejoramiento de los Servicios de Apoyo al Desarrollo Productivo de la Cadena del Cacao a los Productores en la Región San Martín".



San Martín  
GOBIERNO REGIONAL  
DIRECCIÓN REGIONAL DE AGRICULTURA



Instituto Nacional de Innovación Agraria



## TÉCNICAS DE PROPAGACIÓN DE CACAO (*Theobroma cacao* L.)

Hecho el Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú N° 2020-05836

© Dirección Regional de Agricultura San Martín  
Jr. Ángel Delgado Morey S/N  
Tarapoto, San Martín  
www.drasam.gob.pe

Todos los derechos reservados

### **Autores:**

Mar Asunción Gárate Navarro<sup>1</sup>,  
Jorge Luis Paz Urrelo<sup>2</sup>, Henri Delgado Haya<sup>2</sup>

### **Coordinador Proyecto Cacao:**

Leonardo Hidalgo Vigil

### **Editado por:**

<sup>1</sup>Gobierno Regional de San Martín,  
Dirección Regional de Agricultura San Martín,  
Proyecto Cacao, Tarapoto, San Martín, Perú.

<sup>2</sup>Estación Experimental Agraria El Porvenir-SM.  
Dirección de Recursos Genéticos y Biotecnología.  
Km 14.5 Carretera Marginal Sur Fernando B. Terry,  
Distrito de Juan Guerra, Provincia y Región San Martín.

### **Fotografía:**

Dirección Regional de Agricultura San Martín

1ª. Edición - Setiembre 2020  
Tiraje: 1,000 ejemplares

### **Diseño e Impresión:**

Industria Gráfica Creart  
De Robert Lenin Chafloque Pinedo  
estudiograficocreat@gmail.com  
Jr. Ulises Reategui N° 810 - Tarapoto

Impreso en Perú / Printed in Peru

La Dirección Regional de Agricultura San Martín - DRASAM, fomenta la reproducción y difusión de los datos incluidos en el presente producto informativo. Su uso para fines no comerciales se autorizará de forma gratuita previa solicitud. La reproducción para la reventa u otros fines comerciales, incluidos fines educativos, podría estar sujeta al pago de derechos o tarifas. Las solicitudes de autorización para reproducir o difundir material de cuyos derechos de autor sea titular la Dirección Regional de Agricultura San Martín - DRASAM y toda consulta relativa a derechos y licencias deberán dirigirse por correo electrónico a drasamsm2015@gmail.com, o por escrito al Área de Imagen Institucional.

# ÍNDICE

<b>I. INTRODUCCIÓN</b>	<b>04</b>
<b>II. TÉCNICAS DE PROPAGACIÓN DE CACAO</b>	<b>05</b>
<b>2.1 Reproducción sexual</b>	<b>05</b>
2.1.1 Producción de plantones.	05
2.1.2 Ventajas y desventajas del uso de semillas.	06
<b>2.2 Propagación asexual.</b>	<b>06</b>
2.2.1 Ventajas y desventajas.	06
2.2.2 Técnicas de Propagación asexual de cacao	06
• INJERTACIÓN.	06
• PROPAGACIÓN VEGETATIVA POR ACODOS	12
• CULTIVO <i>in vitro</i> DE CACAO.	14
<b>III. LITERATURA CITADA</b>	<b>16</b>
<b>IV. ANEXOS</b>	<b>17</b>
<b>V. AGRADECIMIENTOS</b>	<b>19</b>



# I. Introducción

Investigaciones a nivel mundial, establecen que el cacao (*Theobroma cacao* L.), se originó en América (Arvelo *et al*, 2017), y más tarde fue introducido por el hombre en América Central, (Motamayor *et al*, 2002). El sistema tradicional de clasificación que aún se emplea, indica que existen básicamente tres tipologías de cultivares, (Motamayor *et al*, 2003), a partir de los cuales se desprenden las variedades, híbridos y clones que hoy se siembran a nivel mundial: los denominados criollos, forasteros y trinitarios, mencionado por Arvelo *et al*, 2017. De este modo, el cacao que se ha cultivado en América Central, se le llamó criollo; a las poblaciones de cacao de la cuenca del Amazonas se les llamó forastero. El tipo forastero comúnmente fue cultivado hasta 1950, fue nombrado "amelonado" y datos históricos muestran que el cacao trinitario se originó en Trinidad, como resultado de la hibridación natural entre criollo y amelonado forastero, (Motamayor *et al*, 2003).

Teniendo en cuenta que el cacao es una planta alógama, el uso de semillas sexuales hace que resulten plantas con características impredecibles y muy diferentes unas de otras. Las plantas obtenidas serían altamente heterocigotas debido a que las semillas son producidas por polinización cruzada entre padres muy heterocigotas (Mata 2006). No obstante, los programas tradicionales de multiplicación se basan en la reproducción sexual, lo cual trae como consecuencia la segregación de los caracteres y por ende la pérdida de las características deseadas (Paredes *et al*. 2003). Aunque tradicionalmente el cacao es multiplicado a partir de semilla híbrida, obtenida de mazorcas escogidas, su cultivo se ha visto limitado por el bajo potencial de los materiales sembrados, la poca adaptación a las condiciones ambientales de las zonas cacaoteras y la alta incidencia

de enfermedades fungosas, por lo que la producción mundial se ha caracterizado por períodos de contracción, seguidos de períodos de estabilización y luego de rápida expansión (Mata 2006).

En la actualidad se recomienda la propagación asexual o vegetativa del cacao, ya que es el único procedimiento que ofrece la posibilidad de conservar genotipos superiores, mediante la obtención de clones con las mismas características que la planta madre, no obstante, los diferentes procedimientos presentan variaciones a nivel de eficiencia, rendimientos, costos y requerimiento de condiciones (Chanatásig 2004).

Dentro de los métodos de propagación asexual más utilizados y reconocidos está el enraizamiento de ramillas, injertos, acodos aéreos y utilizando las técnicas de cultivo *in vitro* por medio de la embriogénesis somática (Paredes 2003, Chanatásig 2004) o del microinjerto (Aguilar 1990), los cuales nos permiten multiplicar clones de cacao con características sobresalientes, seleccionados por su alto potencial productivo, por su resistencia a plagas y enfermedades, y sus características de compatibilidad interclonal. Además, permite aprovechar el material vegetativo de la planta madre al máximo posible.

En la presente publicación, presentamos la recopilación de un conjunto de prácticas y técnicas de propagación clonal, para la producción sostenible de plantas de cacao y arreglos clonales, los cuales pueden ser replicados por productores e interesados en general con la finalidad de disponer de material genético de alto valor en sus parcelas.

## II. TÉCNICAS DE PROPAGACIÓN DE CACAO

### 2.1 Reproducción sexual

Es el método por el cual se obtienen nuevas plantas, que proceden del desarrollo de embriones, producto del proceso de fecundación. Los embriones están contenidos en el interior de las semillas, y todas las plantas que crecen de un solo fruto, pudieron haber sido polinizados por un mismo o por distintos árboles, es por ello que existe una gran heterogeneidad entre ellos.

#### 2.1.1 Producción de plantones

##### • Selección de planta madre

Las plantas madres deben ser seleccionadas de acuerdo a su mayor valor genético posible, y con características agronómicas deseables. Se recomienda que las plantas seleccionadas tengan como mínimo cinco años de haber sido establecidas en campo definitivo, no deben presentar deficiencias nutricionales, tener buena conformación, deben ser plantas con características de alta productividad y libres de plagas y enfermedades, además que se adapten a las condiciones y necesidades de los productores y sus campos.

\*Tener en consideración que las semillas deben ser adquiridas de semilleros certificados, como otra alternativa se recomienda seleccionar las mejores plantas en los campos de los productores, teniendo las consideraciones antes mencionadas.

##### • Selección del fruto

Las mazorcas pueden alcanzar la madurez entre los 5 – 7 meses, según el genotipo y las condiciones en la que se encuentre, en este tiempo, las semillas se encuentran fisiológicamente maduras y óptimas para germinar.

\*Se debe tener cuidado de no excederse con la madurez del fruto, ya que la radícula puede desarrollarse y no podrán ser utilizados. Es recomendable coleccionar las mazorcas de las ramas principales, para disponer de semillas de tamaño uniforme.

##### • Selección de la semilla

- Abrir la mazorca con mucho cuidado, para evitar dañar a las semillas.
- Utilizar las que se encuentran en el tercio medio de la mazorca, con el fin de tener semillas uniformes y vigorosas.
- La semilla de cacao es de tipo recalcitrante, es decir, no se puede almacenar por mucho tiempo, ya que pierde rápidamente su viabilidad.

\*Algunos recomiendan no dejar en reposo las semillas para su germinación, pero si se hace debe eliminarse el mucílago con aserrín y éstas pueden ser puestas a pregerminar en cámaras oscuras por 2 días o en todo caso realizar una prueba de germinación, previo secado por 6 a 8 horas, luego de esta actividad podrán estar listas para la siembra en sustrato en bolsas almacigueras.

### 2.1.2 Ventajas y desventajas del uso de semillas

- **Ventajas:** Son fáciles de producir. Presentan una arquitectura de la planta fácil de manejar.
- **Desventajas:** Las semillas tardan más en producir que los clones. Cada planta es diferente y puede o no presentar las características deseables de los padres. Pueden mostrar gran variación en el tamaño y forma de los frutos.

**\*Nota:** El uso de semillas de cacao debe resumirse en la obtención de plántones, los cuales serán injertados con otros clones. Aunque si la fecundación de las flores es dirigida, las plantas procedentes de esta práctica, pueden ser utilizadas. Se recomienda el uso de diferentes clones de cacao en una parcela, sin embargo, se debe tener en cuenta que el cultivo basado en un solo clon es altamente peligroso, ya que puede representar una plantación susceptible a la respuesta del ataque de plagas por no existir diversidad genética de plantas en el campo.

## 2.2 Propagación asexual

En la propagación asexual o vegetativa, no se genera la fusión de gametos, es decir, no existe cruzamiento sexual entre un árbol madre y un padre; utiliza partes vegetativas de la planta, pudiendo ser estas, varas yemeras, estacas, ramas, flores u otras estructuras capaces de generar una nueva planta, estas no implican cambios en su constitución genética. La propagación asexual de cacao, es una práctica importante, ya que de la calidad del material vegetativo que se utilice, va a depender el resto del proceso productivo. Sin embargo, los factores ambientales como el tipo de suelo, drenaje, contenido de materia orgánica, humedad, temperatura, intensidad de luz, densidad de siembra y otros, pueden modificar la apariencia y la sobrevivencia de la planta.

\*Para entender el fondo de la propagación asexual, vamos a definir que, un CLON es un organismo que deriva de otro, a través de un proceso asexual (no sexual), procedente de una sola planta madre. Por lo general, los miembros de un clon tienen características hereditarias idénticas, es decir sus genes son iguales, con excepción de algunas diferencias a causa de las mutaciones.

### 2.2.1 Ventajas y desventajas

- **Ventajas:** Son más precoces en términos de producción. Las plantas son uniformes entre ellas e iguales genéticamente a los individuos inicialmente seleccionados por su alta productividad, tolerancia a enfermedades, y la calidad en cuanto a aroma y sabor. Tiene porte bajo, lo cual facilita las podas, el control de enfermedades y la cosecha.
- **Desventajas:** Requieren de conocimiento y práctica en técnicas de propagación asexual. Exigen mayor cuidado.

### 2.2.2 Técnicas de Propagación asexual de cacao

#### • INJERTACIÓN

Es una técnica de propagación asexual, que consiste en unir una yema de la rama de un árbol, con un plánton producido a través de semilla, el cual es denominado patrón o porta injerto.

Estas yemas se injertan sobre los patrones que, básicamente, son plantas que se encuentran en semillero o sobre los chupones basales de una planta adulta. La técnica del injerto es uno de los tipos de procesos de multiplicación del cacao más difundido, sencillo y eficaz, en comparación con las otras técnicas.

## SELECCIÓN DE PATRÓN

El portainjerto o patrón es la planta base por injertar.

\*El injerto en cacao es un arte y muchas veces los conocimientos son adquiridos en base a la experiencia, a la enseñanza de productor a productor, a los errores que se cometen practicando, además de las aplicaciones de ciertas técnicas que permiten obtener éxito en los plántones de cacao injertados.

Según (Gamboa, 2015) las características que se debe tener en cuenta para selección del patrón son:

- Fáciles de manejar e injertar; adaptable a diferentes tipos de suelos.
- Tolerantes tanto al exceso de agua como a la sequía.
- Tolerancia al frío, viento y/o altas temperaturas.
- Tolerancia de enfermedades y plagas.
- Alto grado de compatibilidad con la variedad a injertarse y debe permitir una cosecha abundante y de alta calidad a los pocos años.

La utilización de un patrón adecuado nos conlleva a tener muchas ventajas, tales son:

- Mayor adaptabilidad a diferentes condiciones de suelo y clima.
- Mayor estabilidad en calidad de fruto y época de producción.
- Plantas más pequeñas y que producen más pronto que aquellas no injertadas.
- Resistente o tolerante a enfermedades fungosas, nematodos o virales.
- Posibilidad de utilizar para el injerto.

## OBTENCIÓN DE VARAS YEMERAS

Las varas yemeras deben obtenerse de ramas con hojas adultas y ser colectadas de preferencia en la mañana. Una rama con varias yemas se le conoce con el nombre de vareta y es importante que estén desprovistas de yemas florales, y tener por lo menos tres o cuatro yemas leñosas sanas y bien desarrolladas. Tener una edad de 3 a 5 meses de desarrollo, es la edad adecuada; pues los brotes, en las yemas, están a punto de emerger.

La vara o rama de cacao entra en madurez para floración a partir de los 6 meses; no se recomienda utilizar varas de esa edad. El tamaño de la vara dependerá de la distancia de traslado. Además, deben proceder de plantas madre, a partir del segundo año de crecimiento, las plantas madre deben tener características de alta productividad, tolerantes a enfermedades, buena compatibilidad con otros clones y buenas aptitudes de aroma y sabor. Las varetas porta yemas deben ser de grosor semejante a la del patrón (ni muy tiernas, ni leñosas). Las más aptas son las varetas de la parte media de las ramas y que han estado en la sombra del árbol.

Para asegurar el prendimiento se debe de tener en cuenta:

- Los clones deben ser compatibles.
- El patrón debe tener tolerancia a condiciones adversas, alta vigorosidad y buena sanidad.
- Fisiológicamente debe ser maduro y activo en período de crecimiento.
- Tener una estructura o tallo, que facilite la operación del injerto.



## PREPARACIÓN Y TRANSPORTE DE LAS VARAS YEMERAS

El cacao emite un nuevo brote cada 2 meses y para la colecta debemos considerar lo siguiente:

- Desinfectar las herramientas a utilizar, así como las varas obtenidas.
- Cortar las hojas a la vara colectada, dejar una porción del pecíolo, el cual servirá para preservar y proteger las yemas.

\* La vara de cacao solo dura 2 días después de haberla cortado de la planta madre, razón por la cual deben ser preparadas de acuerdo a la distancia donde van a ser conducidas. Para que las varetas se conserven frescas y húmedas, se envuelven en papel periódico o papel toalla húmedo; si se van a enviar a lugares distantes se aconseja parafinar los extremos con cera de velas o parafina derretida, luego se empacan en cajas de cartón.

\* El éxito del injerto depende de la práctica y habilidad del operario, del conocimiento en la selección y manejo de las varetas, y así alcanzar un alto porcentaje de prendimiento de plantas injertadas.



Imagen 1. Extracción de varas yemeradas

## CRITERIOS PARA OBTENCIÓN DE CHUPONES BASALES PARA RENOVACIÓN

La renovación se realiza cuando los árboles son muy antiguos, pero mantienen cualidades sobresalientes, con niveles altos de producción, buen tamaño de mazorca, granos con características de fineza, que muestren tolerancia a enfermedades y plagas, además que mantengan tallos y raíces en buen estado. Podemos considerar los siguientes pasos:

- Podar de manera gradual el árbol a injertar.
- Fertilizar el árbol después de las podas.

- Dejar crecer los chupones que se desarrollan a partir del patrón del árbol.
- Se recomienda injertar cuando haya humedad en el suelo.
- La altura del injerto se recomienda de 30 a 40 cm. del nivel del suelo, en caso de zonas húmedas la altura puede ser mayor.
- Se debe realizar el injerto cuando el patrón tenga 1.5 cm. de grosor.
- Injertar los chupones con el mismo clon u otros.
- El número de injertos o clones en una planta, depende del sistema adoptado.
- Una vez acoplado el injerto y después de 3 meses, se debe cortar el árbol antiguo, para permitir que el nuevo árbol injertado crezca y se desarrolle.

## MATERIALES PARA INJERTAR

- Cuchillo de injertar
- Tijera de podar
- Cintas plásticas
- Varas yemeradas
- Piedra para afilar
- Marcador indeleble
- Etiquetas
- Papel periódico u hojas de plátano

## TIPOS DE INJERTOS

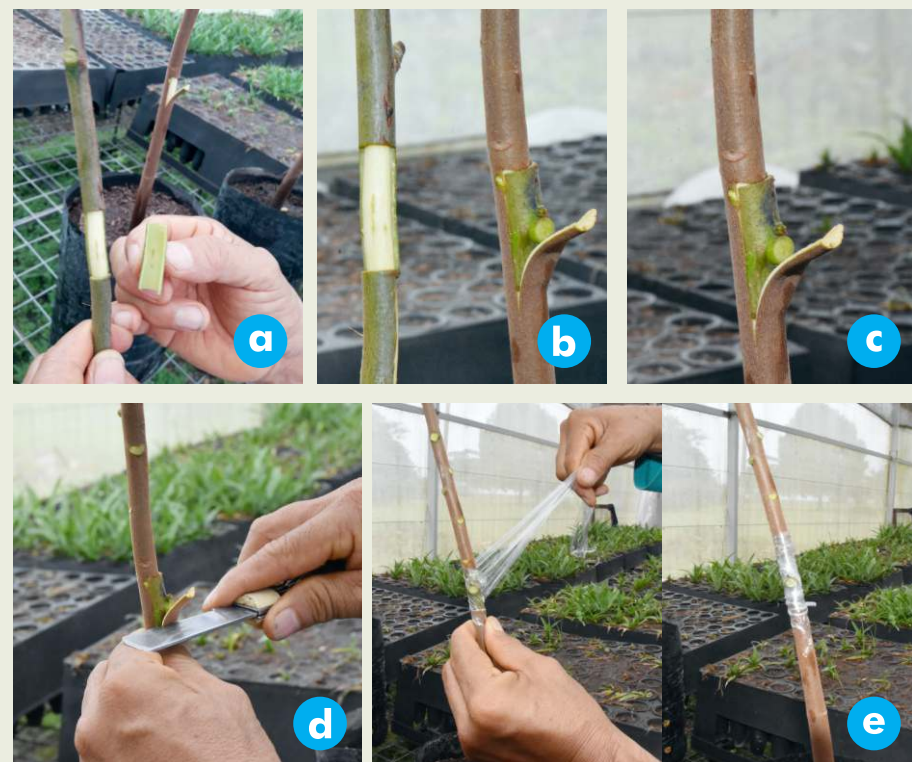
Los tipos de injertos, son en realidad variantes del proceso, para multiplicar un determinado material genético, y establecer plantaciones con igual potencial productivo.

## INJERTO TIPO PARCHE

Este tipo de injerto consiste en colocar una sola yema de la vareta o rama de un árbol, sobre el patrón. Cabe resaltar, que las yemas a utilizar deben provenir de árboles de cacao seleccionados por sus características especiales.

- Desinfectar la navaja o cuchillo con alcohol al 70% o solución de hipoclorito de sodio al 1% limpiar y secar antes de realizar los cortes.
- Eliminar las hojas inferiores del patrón.
- Realizar tres cortes, uno horizontal y dos verticales, de arriba hacia abajo, de tal manera que se forme una u invertida.
- Realizar los cortes a partir de los 20 - 30 cm de la superficie del suelo. En zonas donde se registre bastante precipitación hacerlo a una altura de 30 cm, para evitar pudriciones.
- Extraer la yema, haciendo 4 cortes, 2 horizontales y 2 verticales, formando un rectángulo (Imagen 2a). La vara yemera debe tener un diámetro o grosor aproximado al del patrón, se recomienda que el tamaño aproximado del parche sea de 1 cm de ancho por 3 cm de largo. (Imagen 2b).
- Introducir la yema dentro del patrón. Si la yema extraída resulta ancha, se eliminan las partes laterales hasta llegar al ancho deseado. (Imagen 2c)
- La lengüeta de la corteza del patrón abraza aproximadamente un 50% al parche, sin afectar a la yema. Cortar la lengüeta (Imagen 2d).
- Vendar con cinta plástica la zona del injerto, el amarre se realiza de abajo hacia arriba. (Imagen 2e).
- Etiquetar el injerto, consignando datos de la planta y fechas.
- Desatar el vendaje a los 15 a 20 días. Si la yema mantiene el color marrón claro, significa que el injerto está vivo y ha prendido, de lo contrario, se vuelve a injertar el patrón.
- Cuando el injerto haya tomado su posición vertical definitiva, se procede a eliminar el patrón cortando en bisel al ras del injerto.





**Imagen 2.** Procedimiento para realizar injerto tipo parche.

### INJERTO POR APROXIMACIÓN

El injerto por aproximación utiliza dos o más yemas. Tiene la ventaja de desarrollar varios brotes a la vez en un mismo injerto, mejorando su porcentaje de prendimiento.

- Preparar un segmento de la vara que tenga más de dos yemas.
- Cortar la vara lateralmente en el extremo inferior, aproximadamente 1 pulgada, de tal modo que el corte y la posición de las yemas estén en sentidos opuestos. (Imagen 3a).
- Realizar un corte lateral a la corteza del patrón. Este corte debe ser firme y preciso. (Imagen 3b).
- Se coloca la vara o yema haciendo coincidir la corteza del patrón con la corteza de la vara. (Imagen 3c).
- Vendar el injerto firmemente y amarrado con una cinta plástica, de abajo hacia arriba, hasta cubrir toda la herida ocasionada en el patrón y el resto de la vara junto al patrón. (Imagen 3d).
- Etiquetar el injerto, consignando datos de la planta y fechas.
- Desatar a los 20 días de realizada la injertación y revisar su prendimiento pasado los 8 a 15 días.
- Eliminar la copa del patrón al mes de haber sido desatado el injerto. La eliminación del tallo del patrón debe hacerse a ras del injerto en bisel una vez que este tenga hojas maduras. Es importante que los cortes sean cicatrizados.

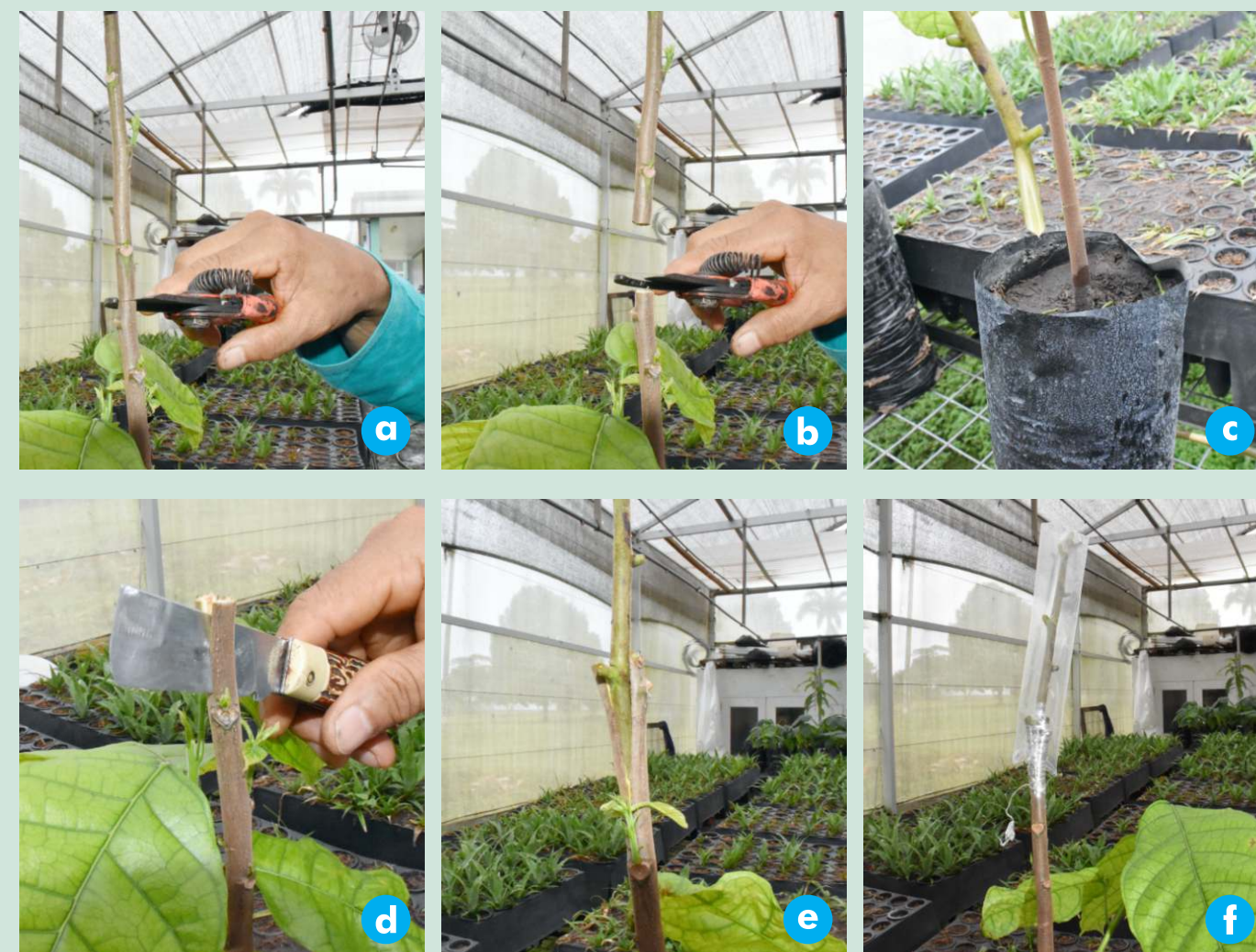


**Imagen 3.** Procedimiento para realizar injerto de aproximación.

### INJERTO PÚA CENTRAL O MOMIA

Consiste en insertar en el patrón una varetita con 3 a 4 yemas activas. Los mismos que, darán origen a brotes que forman las ramas de la planta injertada. A diferencia del Injerto de Parche, en este tipo de injerto se emplea una porción de la varetita que contiene varias yemas, por lo cual se requiere gran cantidad de varetas y una mayor disponibilidad de material vegetativo. Las etapas de este tipo de injerto se describen a continuación:

- Seleccionar el patrón. (Imagen 4a).
- Se corta la parte aérea del patrón, a una altura de 30 a 40 cm. aproximadamente, dejando las hojas en la parte debajo al corte. (Imagen 4b).
- Preparar un segmento de varetita que tenga 3 a 4 yemas, hacer dos cortes a los costados en el extremo inferior para formar la púa o cuña. (Imagen 4c).
- Cortar el patrón por el centro, con una profundidad de 3 a 4 cm. aproximadamente. (Imagen 4d).
- Introducir la vara en el patrón partido, haciendo coincidir con el patrón para que se acoplen juntos, de tal manera que exista contacto del tejido de patrón y vara yemera. (Imagen 4e).
- Vendar firmemente el injerto con la cinta plástica, cubriendo toda la herida, y se cubre la vara yemera con una bolsa delgada de plástico, de manera que no permita la salida del agua que se acumula producto de la deshidratación del material vegetal por efecto de la temperatura y humedad. (Imagen 4f).
- Etiquetar el injerto, consignando datos de la planta y fechas.
- Cuando los brotes de la varetita presentan de 2 a 3 cm., se rompe la bolsa cuidadosamente en la parte superior con una navaja; cuando las hojas tienen 3 cm se deja descubierto al injerto para su normal crecimiento y desarrollo.
- El desatado de la unión del patrón y la yema (injerto), se realiza cuando haya formado un callo lo que indica la cicatrización del corte (45-60 días aproximadamente).



**Imagen 4.** Procedimiento para realizar injerto de púa central



## • PROPAGACIÓN VEGETATIVA POR ACODOS

Es una técnica en la que se produce una planta nueva, tomando partes de un solo árbol, el cual aporta la copa y la raíz; consiste en la estimulación de raíces en el tallo o ramas del árbol de cacao, sin necesidad de separarlo de la planta madre. Para realizar el acodo se sugiere los siguientes pasos:

- **Sustrato:** Se recomienda el uso de turba, fibra de coco o una mezcla de tierra negra con cascarilla de arroz (1:1). El sustrato debe estar con humedad a capacidad de campo y brindar buena aireación.
- **Selección de la planta madre:** Como en todas las técnicas de propagación asexual o vegetativa, la planta madre o donadora de yemas, varas o ramas, deben tener características sobresalientes de alta productividad, tolerancia a plagas y enfermedades, atributos finos de aroma y sabor.
- **Selección de la rama:** Una vez seleccionada la planta madre, se debe seleccionar la o las ramas para realizar el acodado, éstas deben ser ramas sanas, de 1-2 cm de grosor y deben mostrar una arquitectura similar a la planta original. Es importante mantener todas sus hojas.
- **Anillado de rama:** Ubicar una yema en la rama seleccionada, y debajo de ésta cortar con una cuchilla, hasta formar un anillo de corteza, de 2 cm de espesor aproximadamente.
- **Aplicación de enraizador:** Asperjar en todo el anillado un inductor de enraizamiento que puede ser, solución de Ácido indolbutírico (AIB), a una concentración de 1000 mg/L, en todo caso la misma hormona en polvo.

**\*Nota:** Si no se cuenta con AIB, se puede utilizar extracto de lentejas, o frijoles no nacidos, sábila, endospermo líquido de coco u otro inductor natural de enraizamiento.

- **Tapado del anillado:** Colocar el sustrato sobre una bolsa oscura, y cubrir el anillado, la cantidad de sustrato a utilizar depende del grosor de la rama y la forma ovalada que se quiera dar. Envolver con firmeza el acodo, utilizando film plástico desde la parte superior de la bolsa oscura hasta el final.

**\*Nota:** No es necesario la aplicación extra de agua, ya que dentro del acodo no hay pérdida de humedad y el sustrato utilizando debe encontrarse en capacidad de campo.

- **Etiquetado:** Es muy importante rotular el acodo, debe contener datos como la fecha de instalación, iniciales del operario, y una codificación del clon junto al número de planta y número de acodo en esa planta.



Selección de Planta Madre



Anillado en rama

Tapado con sustrato



Sellado de sustrato

Etiquetado

Imagen 5. Procedimiento para realizar acodos

- **Colecta de la rama acodada:** Existen clones de cacao que enraízan más pronto y otros demoran un poco más, es por esa razón que se debe esperar entre 60-90 días en promedio, para realizar la colecta de los acodos.

Cortar la rama por debajo del acodo, esta acción realizarla con una sierra limpia.

Para cada corte se debe desinfectar las herramientas.

Aplicar un sellante a las heridas producto del corte, tanto de la rama acodada como al segmento que queda en el árbol madre, para ello se puede utilizar ceras, parafina, o una solución sulfocálcico o pintura espesa.

- **Acimatación de acodos:** Las ramas acodadas deben instalarse en vivero con 80% de sombra.

Cortar 2/3 del tamaño de las hojas, para evitar deshidratación.

Retirar todo el plástico que cubre al acodo, con mucho cuidado para evitar la ruptura de raíces, Instalar los acodos en bolsas almacigueras superiores o iguales a 5 Kg con un sustrato previamente preparado y desinfectado. El sustrato puede ser el mismo que se utilizó para hacer los acodos. Compactar suavemente el acodo en la bolsa.

El riego se realiza cada 2 días y se puede fertilizar a partir de la segunda semana de instalado en vivero.

- **Instalación en campo definitivo:** Antes de llevar la planta al campo hay que asegurarse de tener sombra, que el suelo no esté seco y que la estación de lluvias esté bien establecida.

Instalar los acodos en campo, de la misma manera cuando se instala un plantón por semilla o injerto, y considerar las labores culturales como en el resto de la plantación.

\*Es muy importante monitorear el enraizamiento en las ramas y su crecimiento y desarrollo en campo.



Colecta de ramas acodadas

Poda de hojas

Sellado de corte



Rama enraizada

Siembra

Instalación en vivero

Imagen 6. Procedimiento para realizar colecta e instalación de acodos



- **CULTIVO *in vitro* DE CACAO**

El cultivo de tejidos vegetales, es el cultivo de plantas en un medio libre de microorganismos, enriquecido con soluciones nutritivas y hormonas vegetales, que provocan el crecimiento de raíces, tallos y hojas a partir de un fragmento de una planta. La expresión cultivo *in vitro* de plantas, significa cultivar plantas dentro de un recipiente de vidrio en un ambiente artificial.

La embriogénesis somática, una de las más utilizadas, es el procedimiento por medio del cual se obtienen embriones sin la intervención de células gaméticas y presentan una morfología y un desarrollo similares a los embriones sexuales obtenidos por la fecundación, pero a diferencia de éstos, presentan una constitución genética idéntica a la de la planta de origen (López-Báez et al. 2001, mencionado por Mata, 2006).

Para el desarrollo de embriones somáticos a partir de estaminoides (explante floral) de cacao, se sigue la siguiente metodología:

- **Embriogénesis somática en cacao**

- **Preparación de medios de cultivo:** Para los diferentes medios de cultivo se utiliza el protocolo de Gultinan & Maximova (2010), teniendo al medio de cultivo para Crecimiento Primario de Callos (PCG) para la etapa de inducción a la embriogénesis somática; medio de cultivo para Crecimiento Secundario de Callos (SCG), para multiplicación de callos; medio de cultivo para Desarrollo de Embriones (ED) y medio para Crecimiento primario de embriones (PEC); todos los medios de cultivo son suplementado con vitaminas y hormonas, ajustando el pH a 5.7-5.8, según el tipo de medio, éstos a su vez se esterilizan en autoclave a una temperatura de 121°C, 15 lb de presión por 15-20 minutos.
- **Selección de Plantas Madre:** Se seleccionan clones de cacao por su alta productividad, tolerancia a las principales enfermedades que afectan al cultivo, precocidad, y que tengan atributos de fineza; los árboles de cacao pueden estar ubicados en campo o en vivero. Imagen 7a.
- **Colecta del material vegetal:** Se colectan botones florales a tempranas horas de la mañana, se aíslan los botones florales de la planta madre con pinzas y se colocan en frascos con agua destilada; dependiendo de la distancia puede utilizarse un recipiente con hielo para mantener los frascos, y trasladar lo más pronto posible a laboratorio. Imagen 7b y 7c.
- **Preparación del material vegetal:** En laboratorio, se realiza el tratamiento de esterilización superficial de los botones florales, iniciándose con una inmersión en alcohol al 70% por 1 minuto, seguido de la inmersión en Hipoclorito de Sodio (NaOCl) al 1% + 2 gotas de Tween 80 por cada 100 ml de solución desinfectante, durante 15 minutos, en agitación lenta y constante; los restos del desinfectante se eliminan en tres enjuagues con agua destilada estéril. Se decanta toda el agua, dejando solo a los botones en los frascos. Imagen 7d.
- **Disección y extracción de explantes:** Los botones florales se colocan en placas petri estériles; se realiza un corte transversal al botón, presionando la parte superior de los sépalos con la pinza para lograr la liberación de los estaminoides. Imagen 7e.

- **Establecimiento *in vitro*:** Los cinco estaminoides de una flor de cacao se colocan en tubos de prueba de 25 x 150 mm, conteniendo el medio de cultivo PCG. Imagen 7f.



**Imagen 7.** Proceso de inducción a la embriogénesis somática de cacao

- **SIEMBRA *in vitro* DE EMBRIONES CIGÓTICOS**

Con fines de proveer de material vegetal para ensayos a nivel *in vitro* y de aclimatación, se puede obtener plántulas *in vitro* de cacao en poco tiempo, teniendo en cuenta el siguiente proceso:

Colectar mazorcas de cacao semi maduras, de clones deseados, es mejor si se realiza la polinización asistida con polen del mismo clon. Hacer un corte transversal a la mazorca para extraer las almendras, quitar el mucilago con una hoja de bisturí N° 10, realizando un corte superficial, longitudinal a la semilla para extraer la testa, colocar en un recipiente para ser trasladado a cámara de flujo laminar previo enjuague con agua destilada.

La desinfección se realiza bajo condiciones asépticas en cámara de flujo laminar, iniciándose con una inmersión en alcohol al 70% por 1 minuto, luego una inmersión en solución de hipoclorito de sodio (NaOCl) al 1% por 15 minutos, enjuagar con agua destilada estéril por tres veces. Realizar tres cortes laterales a la semilla para extraer el embrión que se encuentra en el interior de los cotiledones, finalmente sembrar en el medio de cultivo para germinación.



### III. LITERATURA CITADA

Aguilar, M. 1990. Obtención de plantas de cacao (*Theobroma cacao* L.) a partir del microinjerto de embriones somáticos. Tesis M.Sc. Turrialba, CR. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. 131 p.

APPCACAO (s.f). "Injertaciones en el cultivo de cacao". Fondo Nacional de Capacitación y Promoción del Empleo. Lima-Perú. Obtenido de <https://appcacao.files.wordpress.com/2013/06/tema8.pdf>

Arvelo SM, González LD, Maroto AS, Delgado LT y Montoya LP. Manual técnico del cultivo de cacao: Prácticas Latinoamericanas. 2017. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, San José, C.R.: IICA, 2017.

Chanatásig, C. 2004. Inducción de la embriogénesis somática en clones superiores de cacao (*Theobroma cacao* L.), con resistencia a enfermedades fungosas. Tesis M.Sc. Turrialba, CR. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. 86 p.

Gamboa, J. 2015. "Comportamiento en vivero de cuatro clones de cacao (*Theobroma cacao* L.) sobre diferentes patrones en Satipo" Lima-Perú.

Guiltinan, M.J., Maximova, S.N. 2010. College of Agricultural Sciences. Integrated System for Vegetative Propagation of Cacao. Protocol Book. Pennsylvania State University. Version 2.1 4-24pp.

Minagri (s.f). "Práctica del injerto y tipos de injertos (Cuidados y pasos a seguir)" Guía técnica del cultivo del cacao. Ministerio de Agricultura y Ganadería. República del Salvador, C.A. Obtenido de <http://repiica.iica.int/docs/B4205e/B4205e.pdf>

Mata QA. 2006. Establecimiento de un sistema de propagación vegetativa de genotipos superiores de cacao (*Theobroma cacao* L.) por medio de ramillas en el CATIE. Cartago, Costa Rica. Repositorio Institucional de Tecnológico de Costa Rica.

Motamayor JC, Risterucci A, López, P, Ortiz C, Moreno A, Lanaud C. 2002. La domesticación de cacao I: el origen del cacao cultivado por los mayas. En *Herencia* 89, 380-386. 10.1038/sj.hdy.6800156.

Motamayor JC, Risterucci J, Heath H, Lanaud J. 2003. La domesticación del cacao II: progenitor germplasm of the Trinitario cacao cultivar. En *Herencia* (2003) 91, 322-330. <https://doi.org/10.1038/sj.hdy.6800298>

Paredes, J; Canals, M; González, A; Ventura, M. 2003. Evaluación de sustratos en el enraizamiento de estacas de cacao (*Theobroma cacao* L.). En: 14th International.

Cocoa Research Conference Ghana 2003. Actas. Cocoa Producers Alliance. MY. p. 497-500.

PROCACAO, 2016. "Propagación del cacao por injerto". Infocacao. Ciencia y tecnología al servicio del sector cacaotero. Junio, 2016.

### IV. ANEXOS

#### 4.1 Flujo del proceso de Injertación en cacao



#### 4.2 Flujo del proceso de Acodado en cacao



#### 4.3 Flujo del proceso de Inducción a la Embriogénesis somática en cacao



#### V. AGRADECIMIENTOS

Al Gobierno Regional de San Martín a través de la Dirección Regional de Agricultura San Martín por el soporte de la investigación. A los investigadores del Instituto Nacional de Innovación Agraria – INIA y equipo técnico de la Estación Experimental Agraria El Porvenir San Martín, por la confianza brindada.





**San Martín**  
GOBIERNO REGIONAL  
DIRECCIÓN REGIONAL DE AGRICULTURA



Instituto Nacional de Innovación Agraria

