



Tecnología

**MODERNA**

en la producción de cacao

*Manual para productores orgánicos*





A large, stylized grey number '2' is positioned on the left side of the page, partially overlapping the text.

Tecnología

***MODERNA***

en la producción de cacao

*Manual para productores orgánicos*

Programa Sixaola  
Ministerio de Agricultura y Ganadería  
Costa Rica  
2013

633.7

C837p Costa Rica. Ministerio de Agricultura y Ganadería

Tecnología moderna en la producción de cacao: manual para  
productores orgánicos / Elaborado por Jorge Echeverri Rodríguez.

-- San José, C.R. : MAG, 2013.

3 v.

ISBN 978-9968-877-56-5

I. THEOBROMA CACAO. 2. TECNOLOGIA. 3. AGRICULTURA  
ORGANICA. I. Echeverri Rodríguez, J.H. II. Título.

### **Créditos**

#### **Supervisión General**

**Ing. M.Sc Oscar Brenes Gámez**

Especialista en Cacao, Programa Sixaola

**Ing. Grace Carmiol González**

Coordinadora, Programa Sixaola

#### **Autor**

**Ing. M.Sc. Jorge H. Echeverri Rodríguez**

Consultor

#### **Diseño**

**Alexandra Cortés**

# CONTENIDO

|  |           |
|--|-----------|
| <i>PRESENTACIÓN</i> .....  | <i>A</i>  |
| <i>INTRODUCCIÓN</i> .....  | <i>/</i>  |
| <b>1. LOS SISTEMAS AGROFORESTALES Y EL CACAO</b> .....                   | <b>3</b>  |
| <b>1.1. Los tipos de asocio practicados en el cacao</b> .....            | <b>3</b>  |
| <b>1.2. El establecimiento de la sombra</b> .....                        | <b>6</b>  |
| <b>El sombrío temporal</b> .....   | <b>7</b>  |
| <b>La sombra permanente</b> .....  | <b>8</b>  |
| <b>2. EL ESTABLECIMIENTO DEL CULTIVO DEL CACAO</b> .....                 | <b>9</b>  |
| <b>2.1. La selección del terreno</b> .....                               | <b>10</b> |
| <b>2.2. La preparación del terreno</b> .....                             | <b>10</b> |
| <b>2.3. El asocio del cacao con otros cultivos</b> .....                 | <b>11</b> |
| <b>El cultivo del plátano/banano</b> .....                               | <b>11</b> |
| <b>La densidad de siembra del plátano en el cacao</b> .....              | <b>13</b> |
| <b>La nutrición del plátano/banano en la producción orgánica</b> .....   | <b>13</b> |
| <b>2.4. El trazado y densidad de siembra del cacao</b> .....             | <b>13</b> |
| <b>2.5. El huequeado y la siembra del cacao</b> .....                    | <b>14</b> |
| <b>La siembra</b> .....  | <b>15</b> |
| <b>2.6. La poda del cacao</b> .....                                      | <b>15</b> |
| <b>La poda de formación</b> .....  | <b>15</b> |
| <b>La poda de desarrollo y mantenimiento</b> .....                       | <b>16</b> |
| <b>Poda de producción</b> .....  | <b>18</b> |
| <b>Poda sanitaria</b> .....  | <b>19</b> |
| <b>Poda de rehabilitación</b> .....                                      | <b>19</b> |
| <b>Poda del sombrío</b> .....  | <b>20</b> |
| <b>3. EL ESTABLECIMIENTO DEL VIVERO</b> .....                            | <b>21</b> |
| <b>3.1. El cobertizo</b> .....   | <b>22</b> |
| <b>3.2. El piso en el vivero</b> .....                                   | <b>22</b> |
| <b>3.3. La preparación del suelo para el llenado de las bolsas</b> ..... | <b>22</b> |

|  |           |
|--|-----------|
| 3.4. El tratamiento del suelo a través de la solarización.....                             | 23        |
| 3.5. La disposición de las eras .....  | 24        |
| 3.6. La nutrición de la planta.....  | 24        |
| 3.7. El combate de las enfermedades y las plagas.....                                      | 25        |
| 3.8. La germinación y siembra de la semilla .....  | 27        |
| <b>4. LA INJERTACIÓN: UNA METODOLOGÍA EFICIENTE PARA MULTIPLICAR PLANTAS .....</b>         | <b>29</b> |
| 4.1. Las yemas .....   | 31        |
| 4.2. El patrón.....  | 32        |
| 4.3. El injertador .....   | 32        |
| 4.4. El sitio para realizar el injerto .....   | 33        |
| 4.5. Los tipos de injertos.....  | 33        |
| <b>Injerto de parche.....</b>  | <b>33</b> |
| <b>El injerto por aproximación.....</b>  | <b>37</b> |
| <b>El injerto de púa o yema terminal .....</b>   | <b>39</b> |
| <b>El injerto de púa lateral .....</b>   | <b>40</b> |
| <b>Los injertos en el campo .....</b>  | <b>40</b> |
| 4.6. Los injertos en plantas adultas .....   | 41        |
| <b>5. LA NUTRICIÓN DE LA PLANTA: FERTILIZACIÓN Y PREPARACIÓN DE ABONOS ORGÁNICOS .....</b> | <b>43</b> |
| 5.1. La materia orgánica y su importancia en el suelo cacaotero .....                      | 46        |
| 5.2. La producción de abonos sólidos fermentados.....                                      | 46        |
| <b>La abonera tipo Waslala.....</b>  | <b>48</b> |
| <b>El abono orgánico tipo “Bocashi” .....</b>  | <b>49</b> |
| 5.3. Los biofertilizantes o biofermentados líquidos.....                                   | 52        |
| <b>BIBLIOGRAFÍA CITADA.....</b>  | <b>55</b> |
| <b>ANEXOS .....</b>  | <b>57</b> |

## *1. PRESENTACIÓN*

*La Unidad Coordinadora del Programa Sixaola, consciente de la necesidad que tienen las organizaciones de productores del Cantón de Talamanca, beneficiarias del Programa de apropiarse de la tecnología de cacao ha identificado la relevancia de contratar los servicios de un experto, ingeniero agrónomo, con experiencia en el cultivo, para elaborar un Manual para el productor, que considere las experiencias e innovaciones logradas en Costa Rica y en otros países cacaoteros en Latinoamérica.*

*Este manual se basa en una propuesta de tecnología “moderna” del cultivo, desarrollada a través de una serie de criterios que se irán viendo a través de la publicación, entre los cuales sobresale la utilización de materiales genéticos de alta producción, calidad y resistencia a las enfermedades, el manejo integrado de las plagas y enfermedades del cultivo, la rehabilitación y renovación de cacaotales viejos improductivos, el asocio de cacao con especies agroforestales nativas de Talamanca y cultivos involucrados en la economía de la región, la cosecha y manejo del cacao en el beneficiado, entre otros que pretende diversificar e incrementar los ingresos de las familias talamanqueñas.*

*La propuesta de mejoramiento de la productividad, pretende resaltar la importancia de realizar un manejo integrado de todos los factores que inciden en que la planta crezca en un sistema agroforestal en íntima convivencia con el ambiente de la zona, las enfermedades, los cultivos de la zona y sobre todo favoreciendo la economía de las familias de este importante Cantón de Costa Rica. En resumen, se considera que el gran desafío para el sector agroalimentario costarricense, los técnicos y sus productores es hacer de la industria del cacao una empresa sostenible y permanente en el tiempo.*

Teniendo en cuenta que la agricultura orgánica es una forma de producir alimentos con técnicas más saludables para la familia del productor y que a través de este sistema se conservan y protegen los suelos; se favorece la biodiversidad y se conservan los recursos naturales, se ha decidido dirigir el esfuerzo de escribir un Manual Técnico para permitir que productores y productoras de cacao orgánico, del Cantón de Talamanca, alcancen las metas de la producción sostenible.

El Programa Sixaola ha seleccionado al Ingeniero Jorge Hernán Echeverri Rodríguez para realizar este Manual basados en la tecnología moderna como una forma de hacer más integral y sostenible la producción, el manejo integrado de las enfermedades, y un beneficiado para las condiciones de mercado del cacao de alta calidad. El Ingeniero Echeverri, es inspector de agricultura orgánica y tiene más de 30 años de experiencia y vivencias en el cultivo, como productor y como asesor de varios proyectos de cacao en el país y en otros de la región.

La presente publicación se financia con recursos nacionales y es un Componente del Proyecto 05-CR denominado: Asistencia Técnica para la Producción de Cacao Agroforestal.

**Ing. Grace Carmiol González**

Coordinadora  
Programa Sixaola



## INTRODUCCIÓN

Este Manual, compuesto por tres libros, es una propuesta de tecnología para la producción orgánica de cacao de la región de Talamanca, Costa Rica. Dicho manual se basa en los siguientes temas:

- El manejo integrado de las enfermedades y las plagas del cultivo.
- La utilización de materiales genéticos de alta producción, calidad y resistencia a las enfermedades.
- El uso de sistemas de multiplicación de plantas por injertos.
- El cacao cultivado en un sistema agroforestal, asociado con especies de interés comercial.
- Un mayor conocimiento de las necesidades de la planta y su relación con el ambiente y las prácticas de cultivo.
- La rehabilitación y/o renovación de cacaotales viejos improductivos.
- La cosecha y el beneficiado del cacao.

Esta propuesta está diseñada teniendo en cuenta un sistema integrado de manejo de todos los factores que inciden en la productividad del cultivo, partiendo de un cacaotal creciendo dentro de un sistema agroforestal, en convivencia con: las enfermedades, los cultivos asociados y en especial favoreciendo la economía de las familias de esta región de Costa Rica.





# 1. LOS SISTEMAS AGROFORESTALES Y EL CACAO

## PRINCIPIO #6. Regular la entrada de luz al follaje y su relación con la producción y el control de plagas.

El cacao (*Theobroma cacao L.*) es un cultivo surgido del bosque donde creció en asocio con muchas otras especies. Este antecedente le permite adaptarse a diversos ambientes, con aportes muy importantes a la sostenibilidad y protección de los sistemas ecológicos, la biodiversidad y los suelos tropicales.

### 1.1. Los tipos de asocio practicados en el cacao

Los sistemas agroforestales permiten el asocio en el tiempo y el espacio con dos o más especies en una misma área. Dichos sistemas, como se aprecian en la Producción Moderna de Cacao llegan a ser complejos si se tienen en cuenta las exigencias de cada especie involucrada. Por esta razón, es fundamental que estos sistemas agroforestales sean muy bien diseñados, para que representen beneficios significativos para la ecología y el productor o la productora de esta región.



Algunos de los beneficios de un sistema agroforestal son:

- Mejora el aprovechamiento del suelo y la luz.
- Disminuye el consumo de agua y energía; y, por lo tanto, las exigencias de nutrientes.
- Estabiliza las condiciones ambientales.
- Aumenta la vida productiva del cultivo.
- Disminuye y controla algunas plagas y enfermedades.

- Aporta un mantillo de hojas al suelo que mantiene la humedad y aumenta el aporte de materia orgánica al sistema.
- Promueve la actividad de organismos benéficos y la recirculación de nutrimentos.
- Favorece la diversidad de la fauna y la flora en el medio.
- Le permite a la planta de cacao sobrevivir en condiciones adversas de clima.
- Produce ingresos económicos a las familias por la venta de sus productos.

Los asociados entre plantas se pueden ver de distintas maneras. En este manual trataremos sólo los llamados “sistemas continuos” y los “sistemas zonales” (Figura 1).

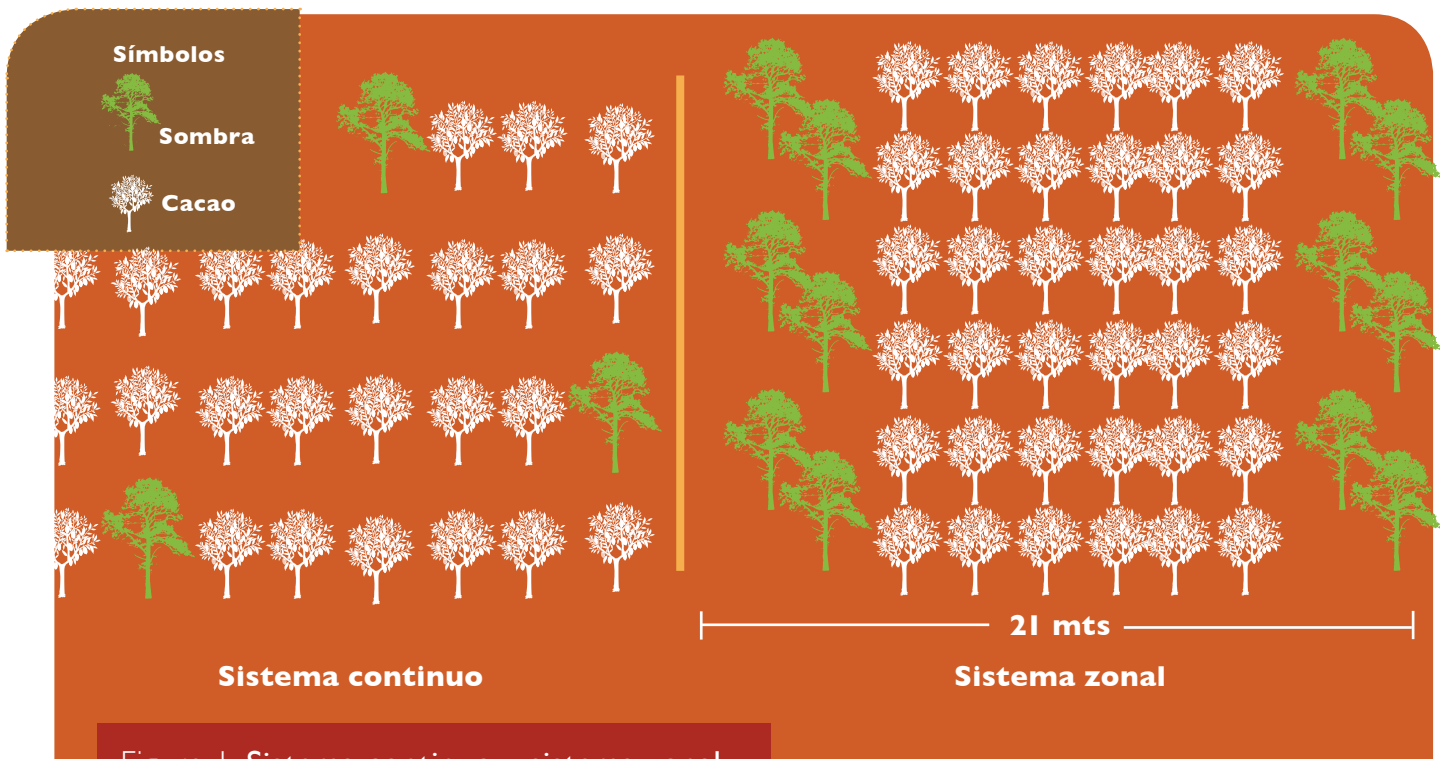


Figura 1. Sistema continuo y sistema zonal.

Estos modelos sugieren que en plantíos continuos, el cacao sea sembrado a  $3 \times 3$  m en cuadro o en triángulo y la sombra a  $6 \times 15$  m (277 pl/Ha). En el sistema zonal se colocan tres o más hileras de cacao a  $3 \times 3$  m, alternando con surcos dobles de árboles de sombra, sembrados a  $(3 \times 2) \times 21$  m, entre plantas y entre calles, como se aprecia en la figura 1.

En la propuesta del modelo zonal, se sugiere sustituir una hilera de cacao por las dos de forestal, sembrando el siguiente grupo de plantas forestales a los 21 metros. De esta forma se siembran entre grupo y grupo del forestal 6 hileras de cacao continuo. Cuando el forestal tenga más de

3 metros de altura, dependiendo de la especie forestal que use, se puede estudiar la posibilidad de sembrar de nuevo la hilera de cacao que se había quitado para sembrar el forestal.

En la Finca La Amistad, en Bijagua de Upala, con sombra de laurel (*Cordia alliodora*), fue posible hacerlo con mucho éxito sembrando las hileras forestales de este a oeste, donde el aprovechamiento de la luz en el cacao es el máximo.

El sistema zonal es muy recomendado en lugares con poca luminosidad y mucha precipitación, ya que permite al cultivo de cacao aprovechar con mayor eficiencia las pocas horas de sol. En una zona como la de Talamanca, donde por lo general el productor comienza la siembra en zonas boscosas con árboles muy altos y coposos, la siembra de cacao se debería realizar por zonas aprovechando las áreas sin muchos árboles, para no tener que quitar los forestales.

Una experiencia reciente de asocio para suelos pobres con mucha luminosidad y/o muy quebrados, arcillosos y húmedos, podría ser semejante a la que se estableció en una plantación de San Carlos, con poró (*Erythrina poeppigiana*), sembrado en hileras alternas al cacao.

El poró se debe sembrar por estacas de 1.5 m de altura, estableciendo un programa de podas que no le permitan al árbol crecer demasiado para que, en los primeros años, le de sombra suficiente al cacao, aportando grandes cantidades de hojarasca. El programa de poda está diseñado para ir podando una hilera de por medio, cada 3 meses.

Con este sistema agroforestal es posible crear, en poco tiempo, una capa de hojas muy abundante sobre la superficie del suelo, proporcionando a la planta de cacao suficientes nutrientes y al suelo una barrera física contra la erosión.

A pesar de los beneficios detallados anteriormente, el productor o la productora debe adquirir el compromiso de ir eliminando el poró,



a medida que el cacao va creciendo y requiera de mayor cantidad de luz. Si por descuido no se hace a tiempo podría llegar un momento en que el árbol ha crecido tanto que se hace inmanejable, con peligro de que caigan sobre los árboles de cacao, ramas grandes que lo van a destruir. La Tecnología Moderna del cultivo tiene en cuenta las exigencias de sombra del árbol de cacao, la cual es de 70% en las primeras etapas del cultivo y de apenas 30% en la etapa de producción.

La situación anterior debe ser aprovechada por el productor para establecer especies transitorias y cultivos más estables, como el banano y el plátano, los forestales, frutales y demás plantas de valor comercial. Una propiedad importante del cacao es su sistema radicular, que como se dijo es muy superficial, por lo que aprovecha de forma eficiente todos los desechos orgánicos que caen sobre la superficie del suelo.

## 1.2. El establecimiento de la sombra

Como se dijo: el sistema agroforestal implica el asocio en el tiempo y el espacio de dos o más especies, en una misma área.



**Asocio con forestales.**



**Asocio cacao con plátano.**



**Asocio de cacao-papaya.**

**El cacao es una planta que permite el asocio con muchos cultivos diferentes, lo cual es factible si se tienen en cuenta las exigencias de cada uno de ellos.**

Para que un árbol sea considerado como sombra:

- La copa del árbol de sombra no debe abrir a la misma altura del cacao.
- Debe suministrar una sombra intensa en el verano y rala en el invierno, por lo que es indispensable que no bote las hojas en el verano.
- Que sea fácil de establecer, con valor comercial. Preferiblemente las especies nativas del tipo leguminoso.
- Con raíces profundas que no compita con las del cacao por humedad y nutrientes.
- No ser huésped de plagas y enfermedades que afecten al cacao.
- Producir abundante materia orgánica.
- Permitir una poda fuerte al entrar el invierno y que se recupere para el verano.

### **El sombrío temporal:**

Son plantas que acompañan al cacao en los primeros 3 ó 4 años de su establecimiento. El ideal es sembrar la planta de sombra, antes de que se siembre el cacao.

Algunas de las especies transitorias más usadas para sombra son:

- Banano (*Mussa AAA*)
- Plátano (*Musa AAB*)
- Papaya (*Carica papaya*)
- Maderonegro (*Gliricidia sepium*)
- Poró (*Erythrina sp.*)
- Higuerilla (*Ricinus sp.*)
- Fríjol gandul (*Cajanus indicus*)
- Leucaena (*Leucaena leucocephala*), entre otros.



Cacao con sombra de higuerilla y melina.



Vivero de Leucaena lista para ir al campo.

### **La sombra permanente:**

Acompaña al cacao durante la mayor parte de su vida. Se debe sembrar antes o simultáneamente con la sombra temporal. Entre las especies más utilizadas están:

- Los frutales (papaya, cítricos, mamón chino, rambután (*Nephelium* sp.),
- Árboles maderables como el laurel (*Cordia alliodora*), la teca (*Tectona grandis*), la leucanea (*Leucaena* sp.), el cedro (*Cedrela odorata*),
- La guaba (*Inga* sp.) y otras muchas especies nativas de las zonas y de crecimiento rápido.



**El cacao deposita gran cantidad de hojas sobre el suelo que luego son aprovechadas como abono orgánico.**



**Asocio de cacao-poró en los primeros años.**



## 2. EL ESTABLECIMIENTO DEL CULTIVO DEL CACAO

**PRINCIPIO #5. Utilizar densidades de siembra mayores a 1000 plantas por hectárea.**

El establecimiento del cacao se da en dos etapas principales: la siembra y el desarrollo hasta comenzar la producción.

Un cronograma de estas labores para la zona de Talamanca podría ser:

Cuadro 1. **CRONOGRAMA PARA LABORES EN TALAMANCA**

| LABOR  | 1 <sup>er</sup> Año |         |         |         | 2 <sup>do</sup> Año |         |         |         |
|--|---------------------|---------|---------|---------|---------------------|---------|---------|---------|
|  | Ene-Mar             | Abr-Jun | Jul-Set | Oct-Dic | Ene-Mar             | Abr-Jun | Jul-Set | Oct-Dic |
| <b>La siembra:</b>                           |                     |         |         |         |                     |         |         |         |
| Selección del sitio                          | X                   |         |         |         |                     |         |         |         |
| Chapia                                       | X                   |         | X       |         |                     |         |         |         |
| Huequeado                                    |                     | X       | X       |         |                     |         |         |         |
| Siembra de la sombra y cultivos transitorios |                     | X       | X       |         |                     |         |         |         |
| Vivero                                       | X                   | X       |         |         |                     |         |         |         |
| Injertación                                  | X                   | X       | X       |         |                     |         |         |         |
| Siembra del cacao                            |                     | X       | X       |         |                     |         |         |         |
| <b>El desarrollo:</b>                        |                     |         |         |         |                     |         |         |         |
| Poda de formación                            |                     | X       |         |         | X                   |         |         |         |
| Fertilización                                |                     |         | X       |         |                     | X       | X       |         |
| Resiembra                                    |                     |         | X       |         |                     | X       |         |         |
| Control de plagas                            |                     | X       | X       | X       |                     | X       |         | X       |
| Control de malezas                           |                     |         |         |         | X                   |         | X       |         |

## 2.1. La selección del terreno

Seleccionar suelos profundos con buena fertilidad es fundamental para obtener una alta productividad. Para conocer las características físicas del suelo se deben hacer varios huecos en diferentes lugares del terreno. En general el suelo debe:

- Ser profundo de forma tal que permita el desarrollo de raíces hasta por lo menos 1.5 m.
- Permitir el crecimiento libre y la aireación de las raíces.
- No tener arcillas de color grises, azuladas, verdosas o amarillo intenso, pegajosas, no aptas para el cultivo.
- No mostrar capas arenosas superficiales o a considerable profundidad porque ocasiona una pérdida rápida de agua y nutrientes.
- El nivel freático (cantidad de agua en el suelo) debe permanecer normalmente a más de 1.5 m de profundidad.
- Tener buen drenaje, que permita la salida del exceso de agua.
- Poseer los contenidos de nutrientes requeridos para el desarrollo de la planta: nitrógeno, fósforo, potasio y elementos menores.

## 2.2. La preparación del terreno

El uso anterior que haya tenido el terreno antes de sembrar el cacao define las labores que se le deben hacer al suelo. Se debe tener en cuenta lo siguiente:

- **Si fue Montaña:** lo mejor es dejar que la madera se descomponga sola, nunca quemar, ya que se corre el riesgo de perder la materia orgánica y matar los microorganismos que en ella crecen.



**La siembra del cacao adaptada al sistema de cultivo en asocio con macadamia, establecido varios años antes**

- **Si fue un potrero:** es necesario arar el suelo lo más profundo posible, porque con toda seguridad el suelo estará muy compactado. Otra solución es sembrar en huecos grandes, de al menos 40x40 cm de boca por 50 cm de profundidad.
- **Con cultivos de ciclo corto como el maíz y el arroz:** se deben sembrar con especial cuidado ya que son muy extractoras de nutrientes, lo que va empobreciendo el suelo. Si es así, programe con la siembra aplicaciones extras de materia orgánica, fósforo y potasio.
- **Si lo que había son cultivos permanentes como el banano o el plátano:** no hay tanto problema, pues solo debe trazar y proceder a la siembra.
- **En plantaciones viejas de cacao:** se deben marcar las plantas buenas y proceder a cambiar todas aquellas con poca o ninguna producción. Otra alternativa es resembrar todo el cacaotal, debajo del cacao viejo.

### 2.3. El asocio del cacao con otros cultivos

Son varias las alternativas, pero teniendo en cuenta que el banano y el plátano son los principales cultivos en la zona se hará una pequeña reseña de los componentes más importantes en su sistema de cultivo. La reseña servirá tanto para banano como para el plátano.

#### **El cultivo del plátano/banano:**

La sanidad de la semilla a usar es fundamental y decisiva para el éxito y calidad del cultivo. Con la semilla llegan a la finca una serie de plagas que antes no tenía, entre ellas los nematodos (*Meloydogine* sp. y *Radopholus* sp.) y los picudos (*Cosmopolites sordidus*). Por ello todas las medidas que tome para que no sea así, son importantes.

Las medidas preventivas a tomar son:

- Revise bien la semilla antes de comprarla.
- Con ayuda de un cuchillo quite todas las partes negras o de color vino, eliminando galerías del insecto y partes podridas, hasta lograr que la semilla quede de color blanco.



- Sepárelas por tamaño y sumérgala en agua caliente a 60°C.
  - » Calcule 10 minutos para las pequeñas y 20 para las más grandes. Esta labor se hace en un estañón, con leña.
  - » La temperatura se puede medir introduciendo la mano en el agua, si resiste mantenerla dentro es porque le falta temperatura, pero si no lo logra, es porque la temperatura está cerca de los 60°C.
  - » Verifique este detalle con un termómetro y vea si la sugerencia es correcta.

Otra práctica conocida para obtener semilla sana es a través del uso de rebrotes (colinos), inducidos en vivero:

- Corte el racimo y el vástago cerca de la unión entre el tallo con la raíz (rizoma).
- Elimine los rebrotes y haga un corte en forma de cruz en el centro de la semilla, para matar la yema de crecimiento.
- Pele y elimine todas las raíces dañadas o de color rojo o vino. Verifique que no hay picudos o insectos dentro de la semilla.
- Trate la semilla con agua caliente a 60°C por 10 a 15 minutos
- Haga una era, coloque la semilla de plátano, cubriéndola con tierra abonada rica en materia orgánica y hojas de banano.
- Coseche los rebrotes que llegan a un peso de 200 a 250 g.; límpielos y luego siémbrelos en bolsas de polietileno de 7x8 pulgadas, por los primeros ocho días. Es conveniente hacerles al plátano/banano un techito con hojas de coco para que no esté totalmente al sol.
- Lleve la planta al campo y siémbrela.



**Vivero de semillas de plátano.**



**Semilla lista para ir al campo.**

### **La densidad de siembra del plátano en el cacao:**

La norma más corriente es sembrar una planta de plátano por una de cacao, usando la misma hilera donde está sembrado el cacao, como medida para prevenir que la planta de plátano caiga sobre un arbolito y lo dañe.

### **La nutrición del plátano/banano en la producción orgánica:**

El plátano y el banano son plantas de crecimiento muy rápido por lo que demandan muchas sustancias minerales, las cuales se pueden obtener de la finca en forma de materia orgánica o en asocio con microorganismos benéficos e incluso comprados con un distribuidor responsable.

Para ello hay que tener en cuenta cuales son los elementos que más consume la planta: potasio, calcio y nitrógeno y en menor cantidad magnesio y fósforo.

En la opción orgánica muchos de los elementos para la nutrición se pueden obtener de la gallinaza o de otro tipo de desecho animal, en el K-Mag (potasio y magnesio) y en la roca fosfórica (fósforo).

## **2.4. El trazado y densidad de siembra del cacao**

La densidad de siembra depende de la presencia de enfermedades y plagas de importancia en el cultivo, de las condiciones del suelo y del ambiente del lugar. Las distancias mayores se deben utilizar en lugares donde las enfermedades son limitantes o donde cae mucha lluvia con mucha humedad en el suelo. Las distancias menores son para lugares con mucha luminosidad y poca humedad.



CUADRO I. **DISTANCIA DE SIEMBRA Y NÚMERO DE PLANTAS POR HECTÁREAS**

| Distancia de siembra<br>metros | N° de plantas/ha |                    |
|--------------------------------|------------------|--------------------|
|                                | Trazo en cuadro  | Trazo en triángulo |
| 3x3                            | 1111             | 1282               |
| 2.50x3                         | 1333             | 1538               |
| 2.80x3                         | 1190             | 1375               |
| 2.5x4                          | 1000             | 1154               |
| 4x3                            | 832              | 960                |
| 4x4                            | 625              | 721                |

En un lugar donde existe la Moniliasis, la dirección de las calles se deben orientar en la misma dirección que corre el viento, para facilitar la salida de la humedad.

En zonas con pendiente, las calles se deben colocar a través de la pendiente, teniendo en cuenta que las plantas alternen en triángulo, para que sirvan de barrera contra la escorrentía del agua de lluvia.



- **Un árbol de cacao sin luz, no produce.**
- **Un árbol sin aireación interna es más propicio a las enfermedades.**
- **Un árbol con muchas ramas, dedica sus nutrientes a la formación de hojas y no de mazorcas.**

## 2.5. El huequeado y la siembra del cacao

Los huecos para la siembra del cacao se deben hacer de 20 a 30 días antes de la siembra, con dimensiones a convenir según la textura y la humedad del suelo. Las medidas más recomendadas son 40x40x40 cm.

Cuando el suelo es suelto, orgánico y permeable se puede reducir un poco las dimensiones a 30x30x30 cm.

**La siembra:**

Al realizar la siembra se deben tener algunos cuidados:

- No sembrar plantas viejas, con sistema radicular torcido o mal formado (“cola de chanco”).
- Al momento de la siembra se debe agregar 1 kg de materia orgánica, 60 gr de roca fosfórica y 100 gr de cal dolomita. Esta última puede ser sustituida por carbonato de calcio (cal agrícola) o ceniza.
- No use la tierra que acaba de sacar del hueco, póngala a un lado y tome suelo de la superficie, más rico en materia orgánica.
- El cuello de la raíz debe quedar por encima de la superficie del suelo, al menos unos 5 cm.
- Revisar la planta para quitarle las ramas sobrantes o mal formadas. Si se trata de un injerto, se debe amarrar el tallo al patrón para guiarlo en su crecimiento vertical.

**2.6. La poda del cacao**

En plantas reproducidas por injerto, la poda es una de las labores más importantes ya que su crecimiento es mayormente horizontal con una tendencia a desarrollarse hacia los lados y hacia abajo. Si un árbol injertado no se poda suficientemente, sus ramas crecen se entrecruzan con las del árbol vecino, e impide la entrada de luz.

La Tecnología Moderna considera varios tipos de poda, todos muy importantes, así: de formación, de desarrollo o mantenimiento, de producción, de saneo, de rehabilitación y del sombrío.

**La poda de formación:**

Es una práctica que empieza desde que la planta se siembra en campo y tiene por objetivo orientar su estructura, de forma que le permita aprovechar todo el espacio que se le ha asignado para su crecimiento.



Un follaje bien repartido, con muchas hojas, captando luz, es una garantía para el futuro del cultivo.

Una de las reglas generales en la poda de formación es evitar que se desarrollen ramas por debajo de la rodilla del operario, esto es máximo por debajo de 30 a 40 centímetros del suelo. Con esta práctica la planta adquiere una altura suficiente para facilitar las labores de poda y cosecha y sobre todo para permitir la aireación y recolección de frutos enfermos por la monilia y la mazorca negra.

Esta poda incluye ramas que crecen y se forman en el interior de la planta e impiden la entrada de luz al centro de la misma.

### **La poda de desarrollo y mantenimiento:**

Tiene por objetivo encontrar un balance entre el crecimiento vegetativo de la planta (tallos, ramas y hojas) y la producción.

En términos generales, con esta poda se pretende:

- Abrir el árbol para que entre la luz y permita que el aire entre y saque la humedad.
- Eliminar las partes poco productivas.
- Realzar los árboles mal formados o caídos.
- Darle la altura adecuada a las ramas para facilitar las labores como quitar las mazorcas enfermas y realizar la poda de mantenimiento y la cosecha.

El objetivo principal de la poda de desarrollo y mantenimiento es dar al árbol la estructura que necesita para que pueda producir. Para lograr una buena poda es necesario entender la planta, conocer la influencia del clima en la cosecha, verificar los ciclos de reposo y las épocas de la poda para evitar daños en la formación de flores y en el cuaje de frutos.



Una poda mal hecha o mal programada en el tiempo, puede tener consecuencias tales como:

- Interrupción de los ciclos de crecimiento de las ramas y frutos.
- Predisposición al ataque de las enfermedades.
- Marchitamiento de pepinillos y ramas jóvenes.
- Eliminación de gran cantidad de frutos verdes y en desarrollo.
- Transmisión de enfermedades como el mal de machete.
- Deterioro general del árbol.

La época de poda, en términos generales, se relaciona con la etapa final de la temporada seca, esto es la etapa final del ciclo de reposo de la planta. Con la llegada de las lluvias, se activa la planta, crece, florece y forma los pepinillos.

A través de la poda se logra:

- Mantener la forma adecuada del árbol.
- Favorecer la formación, crecimiento y renovación de las diferentes partes del árbol: hojas, ramas, flores y frutos.
- Eliminar partes indeseables como chupones, ramas secas, frutos enfermos.
- Promover la entrada de aire y luz a la zona de producción
- Facilitar las labores culturales, tales como control de malezas y fertilización.
- Facilitar el control fitosanitario de plagas y enfermedades, al tener una mejor visión de todas las ramas y mazorcas del árbol.
- Facilitar la labor de cosecha



- Permitir rehabilitar las plantas, que por falta de manejo pierden su capacidad de producción.
- Contribuir a la formación de hojarasca que utiliza el árbol como abono orgánico.

### ***Poda de producción:***

En un árbol en producción se deben tener en cuenta los siguientes criterios:

- Si la copa está muy baja se debe subir.
- Si la copa está muy alta se debe bajar.
- Si la copa está muy abierta se debe cerrar.
- Si la copa está muy cerrada se debe abrir, y
- Si las ramas se entrecruzan se debe limitar su crecimiento al área señalada para ella.

La secuencia del trabajo de la poda de producción es como sigue:

- Despunte las ramas altas y en especial los chupones para quitarles la dominancia.
- Despunte las ramas laterales que se entrecruzan con las de árbol vecino.
- Haga el realce de la copa, cortando las ramas muy bajas, dirigidas hacia el suelo.
- Entresaque las ramas o plumillas que no permiten la circulación de aire y la entrada de luz a la planta.
- Remueva ramas, frutos y partes de la planta enfermas.
- Aplique pasta cicatrizante a todos los cortes, para evitar pudriciones de las ramas y del tronco del árbol.

La planta reacciona a la poda formando hijos o chupones que deben ser eliminados lo más pronto posible. Si se hace 2 ó 3 semanas después, la tarea se puede hacer con las manos, con una gran economía en los costos.

Otros cuidados que se deben tomar al momento de realizar la poda son:

- El podador debe tener un esquema general de lo que quiere hacer en cada planta, con la finalidad de no perder tiempo y pasar rápido a la planta siguiente.
- Los requerimientos de poda se mide por la cantidad de luz que llega al suelo. Al realizar la poda se debe concentrar en las áreas más oscuras del cacaotal.

- No acumular la poda, ya que entre más gruesas son las ramas, mayor será el efecto sobre la producción.
- **Se ha demostrado que la poda del árbol incentiva la formación de flores y de frutos, por lo que hay que hacerla todos los años, al final de cada verano.**
- No permita que el árbol forme en el interior varios niveles de ramas y hojas. Las hojas de los niveles más bajos de la planta esconden las mazorcas enfermas en la parte alta del árbol. **Terminada la labor de poda, se deben quedar viendo todas las ramas y las mazorcas de la planta.**
- El corte de las ramas se hace siempre en el sitio de ramificación, dejando hojas en las puntas.

### **Poda sanitaria:**

Consiste en eliminar todas las partes de la planta atacadas por plagas y enfermedades, tales como: árboles caídos, frutos enfermos, plantas epífitas (bromelias y musgos) y ramas muertas. Esta actividad se puede realizar conjuntamente con las otras labores de cultivo: podas, cosecha, control de enfermedades.

### **Poda de rehabilitación:**

Se recomienda en plantaciones viejas e improductivas. Este tipo de poda se justifica si la plantación que se va a regenerar tiene árboles con buena raíz, tallo y capacidad de producción. De lo contrario, lo mejor es renovar totalmente el cultivo, con materiales mejorados.

Hay diferentes formas de hacer una **poda de rehabilitación:**

- Poda severa, cortando la totalidad del árbol a un máximo de 4m de altura. Corte una vara de ese tamaño y colóquela al lado del árbol que quiere podar. Todo lo que está por encima de la vara, se debe eliminar.
- También se puede intentar la recepa, realizando una poda total del tronco, a una altura de dos, uno o medio metro.



- La poda debe inducir la formación de chupones basales, propicios para la injertación.
- Seleccione los árboles buenos que le servirán para sacar yemas para injertar los que no producen o se enferman demasiado.
- El tipo de injerto a usar para cada caso se debe seleccionar de acuerdo al estado de la planta. Si la planta está muy vieja, con un tallo en mal estado, entonces la renovación de árbol por chupón basal es la solución. Si el tallo está bien, se puede intentar un injerto al tronco, que ha dado muy buen resultado en pruebas preliminares en Talamanca.

### ***Poda del sombrío:***

El árbol de sombra es parte integral del sistema; por lo tanto, debe ser considerado al momento de realizar las prácticas de manejo del cultivo. En este caso todos los árboles de sombra deben ser manejados para que permitan la entrada de suficiente luz a las hojas del cacaotal.

Siempre que haga la poda del cacao, revise la sombra, ya que pueden estar agravando la situación. En zonas con mucha nubosidad o con presencia de Monilia, la sombra debe ser muy rala, sin ramas densas y que abra a buena altura.



**La planta de cacao requiere de un control estricto de las malezas en los primeros años de desarrollo**

### 3. EL ESTABLECIMIENTO DEL VIVERO

**El inicio de la producción depende, en gran medida, de la calidad y el vigor de la planta que se va a sembrar. Use plantas jóvenes, con la raíz recta y bien formada.**

El vivero es el lugar donde la planta permanecerá sus primeros meses de vida, ahí crece y se prepara la injertación.



**Los ambientes en los cuales crece la planta pueden ser muy variados, tan sencillas como palma de coco o más uniformes como con las telas plásticas de colores diferentes.**



**Tipos de cobertizo empleados en la producción de plantas en el vivero.**

### 3.1. El cobertizo

Las plantas de cacao requieren de más o menos sombra, dependiendo del clima del lugar. En lugares con mucho sol se recomienda una sombra de 50 a 60%. En lugares con poco sol y mucha nubosidad de 40 a 50%

La mejor cobertura se obtiene con hojas de coco, por ser durables, fáciles de hacer y sobre todo con posibilidades para modificar la entrada de luz según las exigencias del lugar y la planta, en especial por su bajo costo. El Sarán (tela sintética negra) se usa más, cuando se quiere tener el vivero por más tiempo.

### 3.2. El piso en el vivero

Debe estar seco, libre de barro y de lodo porque el salpique de tierra hacia las plantas lleva el hongo de la Fitoftora, que ataca los tallos y destruye los injertos. Es bueno colocar piedra en los caminaderos del vivero y hacer buenos drenajes para que el agua de lluvia salga rápidamente.

### 3.3. La preparación del suelo para el llenado de las bolsas

La preparación del suelo a utilizar en el llenado de las bolsas es tan importante, que se podría asegurar que el 70% del éxito de un vivero, está en la preparación del suelo.

El suelo debe tener una textura suelta, de apariencia esponjosa, color negro, muy aireado y de fácil drenaje.

El suelo de la bolsa debe estar compuesto de:

- Tres sacos de tierra
- Un saco de arena
- Un saco de materia orgánica
- Uno o dos kilogramos de carbonato de calcio, cal dolomita o ceniza incorporado a la mezcla.



La arena se puede cambiar por cascarilla de arroz o por aserrín de madera. En lo posible se debe usar arena de río y aserrín de madera blanca, de varios meses a la intemperie.

La materia orgánica que se va usar en la preparación del suelo debe estar suficientemente descompuesta. Lo mejor es usar abonos orgánicos fermentados, o tierra de lombrices. No conviene utilizar excrementos de animales muy frescos porque pueden afectar la semilla y las plantas; por ejemplo la gallinaza recién sacada del gallinero.

La bolsa de polietileno, debe tener un tamaño apropiado para el tiempo que la planta va permanecer en la bolsa; preferiblemente debe ser más larga que ancha. En Colombia, por ejemplo se usan bolsas de 25 cm de largo por 15 de ancho, todo para favorecer el desarrollo normal de la raíz. En Costa Rica se usan bolsas de 15x20cm (7x9 pulgadas), las cuales son adecuadas para plantas de 5 a 7 meses de vivero, pero no más.

### 3.4. El tratamiento del suelo a través de la solarización

Se usa para matar microorganismos indeseables en el suelo: hongos, bacterias. Para aplicar el tratamiento del suelo siga las siguientes instrucciones:

- Busque un lugar donde el sol llegue sin tener obstáculos.
- Coloque un plástico, preferiblemente de color negro y sobre este una capa del suelo a tratar de 15 a 20 cm.
- Agregue agua hasta que al apretar el suelo con la mano se forme una especie de pastel compacto. Si el agua sale entre los dedos es que hay demasiada.
- Cubra el suelo con otro plástico, mejor si es transparente, para que permita la entrada del sol y facilite que la temperatura suba y caliente el suelo. Tenga cuidado de cerrar todos los lugares por donde puede salir el vapor del agua.
- Unas horas después, la temperatura comenzará a subir hasta que la humedad del suelo se evapore y mate la mayor parte de los microorganismos del suelo, como el hongo que causa la Fitoftora.



Si el sol es fuerte y le da directamente al conjunto, en dos o tres días el suelo estará listo para llenar las bolsas.

### 3.5. La disposición de las eras

Depende de las metas que se tengan para el vivero. Si lo que se quiere es injertar dentro del vivero, las calles deben ser más anchas y con pocas plantas por era; dos en fondo. Si el vivero será movido a otro lugar para la injertación las eras pueden ser hasta de 8 a 10 plantas en fondo. Algo parecido ocurre cuando se quiere llevar las plantas de cacao al campo sin injertar, con apenas 3 ó 4 meses de edad para luego injertarlas una vez establecidas.

La orientación de las eras debe ser de este a oeste. De esta forma, se logra que entre más luz a la planta y a las calles del vivero.

### 3.6. La nutrición de la planta

Si el suelo lo preparamos con materia orgánica, tierra buena y arena o cascarilla de arroz la planta no va requerir de fertilizantes químicos durante la época de desarrollo en el vivero. Si el crecimiento de la planta es lento, con hojas pequeñas y de color claro, haga atomizos con biofertilizantes líquidos preparados con melaza o azúcar (Ver capítulo de preparación de biofertilizantes en la página 46).

Recuerde que en la opción de producción orgánica no se deben aplicar agroquímicos que no estén autorizados por la Norma de Certificación, bajo la cual se rige la finca. Consulte a la Institución de apoyo al productor sobre el uso de agroquímicos permitidos.



**Raíces deformadas por efecto de conservar por mucho tiempo la planta en la bolsa del vivero.**



### 3.7. El combate de las enfermedades y las plagas

Una de las enfermedades más dañinas en el vivero es la Fitoftora (*Phytophthora* sp.), mismo hongo que causa la mazorca negra en las mazorcas, la cual coincide con las épocas más frías y de mayor humedad.

**La Fitoftora** es un hongo del suelo que se disemina a través del salpique de agua del riego o de la lluvia. Casi siempre se presenta en el vivero afectando las plantas por sectores, los cuales coinciden con sitios muy húmedos, sombreados o con goteras importantes del techo.

Si la Fitoftora se presenta de forma generalizada será necesario tratar el suelo, ya sea con aire caliente o por la técnica de la solarización ya descrita.

Si el problema se da en forma aislada, se debe evitar el salpique de tierra, colocando aserrín o cascarilla de arroz en la superficie de las plantas. Siempre es necesario controlar el exceso de humedad en el vivero, favoreciendo la circulación de aire, evitando los charcos de agua y el barro y sobretodo corrigiendo los sitios donde caen goteras de agua.

Los atomizos con fungicidas a base de cobre, como el caldo bordelés permitidos en agricultura orgánica es una buena alternativa para prevenir el ataque de la enfermedad.

Los atomizos deben estar acompañados de una poda sanitaria de hojas, tallos y plantas enfermas, con ayuda de una tijera. Por ningún motivo use de nuevo la tierra de una bolsa donde ha muerto una planta por Fitoftora, ya que queda infectada del hongo.

**La Antracnosis** (*Cercospora*) es otra enfermedad que casi siempre se presenta en el vivero, en especial si el suelo de las bolsas no se preparó con suficiente abono orgánico. Se observan manchas en las



hojas cafés rodeadas de un área más clara. Ataca la planta cuando hay problemas nutricionales, en especial carencias de nitrógeno. Por ello su combate se debe hacer con atomizos periódicos de biofertilizantes preparados en la finca a base de gallinaza o bovinaza fresca, aplicado a las hojas o por riego al tallo.

Algunas medidas para combatir la Fitoftora y la Antracnosis en el vivero son las siguientes:

- Prepare el suelo con buena materia orgánica, arena o cascarilla de arroz.
- Llene las bolsas hasta bien arriba con la tierra, teniendo en cuenta de compactar el suelo golpeando la bolsa contra algo duro, para evitar que queden bolsas de aire en el suelo.
- Coloque en la superficie de la bolsa aserrín o cascarilla de arroz para evitar el salpique de agua al tallo.
- Haga atomizos preventivos con fungicidas y fertilizantes foliares de forma periódica; al menos cada dos semanas.



**Las labores de prevención de las enfermedades van unidas al uso de productos y a la protección del exceso de lluvia, cuando así se requiera.**

### 3.8. La germinación y siembra de la semilla

La semilla la podemos colocar directamente en la bolsa, sin germinar o pregerminada. Si la colocamos directamente en la bolsa, debemos enterrarla a unos pocos centímetros, de manera que la parte más ancha quede hacia abajo. Si no se tiene claro cuál es la parte más ancha, lo mejor es sembrarla acostada.

Otra manera de sembrar la semilla de cacao es poniéndola a germinar antes de sembrarla en la bolsa. Para ello:

- Saque las semillas del fruto y lávelas con abundante agua, restregándolas con aserrín.
- Una vez lavada, ponga la semilla extendida sobre un saco de gangoche o sobre una capa de cascarilla o aserrín humedecido.
- Cúbrala con hojas de plátano o con otro saco, colocándolas en un lugar protegido del sol y los animales.
- Al tercer día, la semilla comenzará a germinar. Tome las semillas que han germinado y siémbrelas directamente en las bolsas teniendo cuidado de que la raíz quede para abajo. Una vez puesta la semilla en la bolsa, parte de la misma se debe quedar viendo, para asegurar que fue sembrada muy superficialmente .
- Cada uno de los días siguientes se repite la operación de seleccionar y sembrar sólo las semillas germinadas, hasta el 5° ó 6° día, cuando las semillas que no germinaron se descartan.



**Extracción de la semilla y lavado con aserrín y abundante agua.**



**Lavado de las semillas.**



**Germinación uniforme de la semilla.**



**El método de pregerminar la semilla antes de colocarla en la bolsa hace que las plantas crezcan uniformes, lo cual es ventajoso para injertar y transplantar al campo.**



## 4. LA INJERTACIÓN: UNA METODOLOGÍA EFICIENTE PARA MULTIPLICAR PLANTAS

**La mejor alternativa para reproducir una planta especial es mediante los injertos, por ser un método sencillo y muy eficaz.**

Varias son las formas de reproducir o propagar una planta de cacao: ya sea por semillas sexuales obtenidas de híbridos o de manera vegetativa (asexual), obtenida de ramillas enraizadas, acodos o por injertos.

Un híbrido es el producto de un cruce entre una planta femenina y una masculina. Los hijos de este cruce heredan tanto las características de la madre como la del padre. Debido a este cruzamiento que se hace tanto en la naturaleza como artificialmente, el cacao es una planta muy rica en variabilidad genética; de hecho, en una plantación de híbridos, se observan muchos tipos de plantas: altas y bajas; con frutos rojos, amarillos o verdes; con estrías, de cáscara arrugada o lisa y de forma alargada o redonda; solo para mencionar algunas.

La **Tecnología Moderna de Cacao** sugiere la propagación vegetativa, como principal alternativa para lograr una población de plantas más uniformes sin que ocurra un cruzamiento entre plantas. Mediante la injertación es posible genéticamente tener el 100% de plantas con una determinada característica; por ejemplo: la productividad o la tolerancia a una plaga o enfermedad; o la buena calidad, entre muchas otras.

El injerto se puede entender como el trasplante de una parte de la planta seleccionada (yema), en otra planta, llamada patrón, que tendrá la función de darle soporte a la nueva planta (raíz).



**Una rama con yemas desarrolladas en las axilas de las hojas.**



**Planta injertada en campo con el injerto en crecimiento.**



¿Por qué es importante la reproducción vegetativa, por ejemplo, por injerto?

- La planta reproducida por este método conserva todas las características de la planta de la cual se tomó la yema.
- Permite el aprovechamiento de plantas sobresalientes, especiales, sin peligro de que ocurran cambios genéticos.
- Es posible aumentar el número de plantas de un cultivo, en corto tiempo,
- Mejor aprovechamiento de la calidad, ya que las condiciones de beneficiado pueden ser más uniformes, que para una población híbrida.
- Una planta injertada puede llegar a producir antes que otra obtenida de semilla.
- Una planta injertada se puede tornar más pequeña y abierta, lo que facilita el manejo y el control de enfermedades.
- Se tiene un mayor conocimiento de las características de la planta: compatibilidad, tolerancia a las enfermedades, calidad del grano, lo cual será una garantía de productividad.

## 4.1. Las yemas

Son estructuras de crecimiento del árbol, dispuestas en los tallos para formar ramas y hojas. En la injertación, estas yemas son extraídas del tallo y colocadas sobre otra planta llamada patrón.

Las yemas deben presentar las siguientes características:

- Estar localizadas en la unión entre las hojas y las ramas.
- Las ramas de las cuales se van a tomar las yemas deben ser vigorosas, sanas y con hojas de buen color y desarrollo.
- Deben estar ligeramente brotadas y turgentes. La mejor hora para cortarlas es muy de mañana.
- Una rama con varias yemas se le da el nombre de “vareta”.
- El grosor de la rama de la cual se van a tomar las yemas debe ser similar al tallo de la planta que se quiere injertar.
- La coloración de la rama debe ser de café oscuro a café claro, no verde.

La yema que se quiere injertar debe venir de clones probados por su alta productividad, tolerancia a las enfermedades y plagas, adaptación al ambiente y calidad.

Una vez que cortamos la rama con las yemas (vareta), se deben eliminar las hojas, conservando parte del tallito que las une al tallo (pecíolo), el cual servirá para que el injertador sujete y desprenda fácilmente la yema, de la vareta. Para transportar una rama con yemas (vareta) de un sitio a otro es conveniente envolverla bien en papel periódico humedecido. También se acostumbra proteger los cortes en los extremos de la vareta con parafina



## 4.2. El patrón

Son plantas obtenidas de semillas con raíz, tallo y hojas bien desarrolladas. El patrón se debe obtener de una planta con resistencia a la enfermedad conocida como “mal de machete”, causada por el hongo *Ceratocystis* sp. Los clones más utilizados como patrón se identifican con los siguientes números: IMC-67; Pound-7; PA-121; PA-150; SPA-9; EET-400; EET-393 y UF-613.

El patrón servirá de soporte al injerto por el resto de la vida del cacao, por lo que se deben tomar todas las precauciones necesarias para que su raíz esté en perfecto estado de desarrollo, al momento de sembrarla en el campo.

Una planta que se deja mucho tiempo en una bolsa o se siembra en una bolsa pequeña, poco profunda, la raíz llega al fondo y se tuerce, formando lo que algunos llaman: “cola de chanco”, de consecuencias impredecibles para la productividad futura de la planta.

**Recordemos que la planta de cacao se siembra para muchos, muchos años por lo que todos los cuidados que se tengan para llevar al campo una planta sana, vigorosa y con una buena raíz, se compensarán en una mayor producción.**

Materiales requeridos en la injertación:

- Una tijera de podar
- Una cuchilla o navaja con buen filo
- Alcohol
- Cinta de injertar cortada de bolsas de polietileno
- Un paño o toalla pequeña, para secar y limpiar el tallo del patrón antes de iniciar la labor
- Una piedra de afilar para asentar la cuchilla

## 4.3. El injertador

Debe estar suficientemente capacitado, conocer la técnica y sobre todo debe tener mucha disposición, puesto que la injertación es un arte que requiere de mucha práctica, para hacer “el maestro”. La rapidez, la perfección de los cortes, la coincidencia con los bordes del patrón y las yemas, así como la forma de hacer el amarre de la cinta que envuelve el injerto, forman parte de la destreza que debe adquirir el injertador o injertadora a través del tiempo.



“La injertación es más un arte que una ciencia, ya que surge de la práctica de un método y no del análisis científico de la labor”

#### 4.4. El sitio para realizar el injerto

Hasta donde sea posible debe ser un lugar limpio, libre de tierra y barro, con sombra, bien aireado. El injerto se puede realizar en el vivero, en una sala preparada para ello o directamente en el campo.

Preferiblemente, la planta después de ser injertada no se debe mojar para evitar pudriciones y pérdidas por mal prendimiento. Para realizar la labor, el injertador o la injertadora debe estar cómodo, sentado, con todo el material que requiere, a su alcance.

#### 4.5. Los tipos de injertos

##### **Injerto de parche:**

Es el más utilizado tanto en el vivero como en el campo, por ser muy seguro y por requerir de menor cantidad de yemas. Consiste en colocar sobre el patrón una sola yema tomada de un árbol seleccionado por sus características especiales. Para ello debe tener en cuenta:

- Seleccione en el vivero un patrón bien desarrollado, de un grosor semejante al de un lápiz, de 3 ó 4 meses de sembrado. Si la injertación se va hacer en el campo, la planta debe haber iniciado su desarrollo (crecimiento nuevo), lo cual ocurre un mes después del trasplante al campo.
- Con ayuda de un paño quite la tierra de la superficie del tallo y corte las hojas bajas que le puedan quitar visibilidad y dificultar la circulación de aire y luz al injerto.
- Tome de la vareta una yema que esté comenzando su brotación
- Haga en ella cortes a los lados, arriba y abajo, sin desprender la yema de la vareta. En una rama se pueden encontrar yemas “ciegas” que casi no consiguen brotar, de coloración oscura y hundida que no se deben usar.



- En el tallo del patrón haga un corte en forma de “u” invertida  $\cap$  y desprenda la parte superior, jalándola hacia abajo. Los cortes deben ser limpios, esto es sin dejar hilachas o pedazos mal cortados, ya que pueden impedir el buen contacto de la yema, con el patrón. Ahora sí, desprenda la yema de la varetta, tómelala por el tallito (pecíolo) que dejó cuando cortó la hoja y colóquela dentro de la abertura que hizo en el tallo del patrón. Entre menor sea el tiempo transcurrido entre el desprendimiento de la yema de la varetta y su colocación sobre el patrón y consecuente amarre, menor será la oxidación de los cortes y mayor será el porcentaje de injertos pegados.
- Revise que la yema quede bien en contacto con la parte superior y con una de las paredes de la  $\cap$ .
- Amarre con plástico comenzando de abajo hacia arriba, tratando que la presión sea fuerte al inicio, un poco más suave en el centro sobre la yema y otra vez fuerte al final, donde terminará con el nudo.
- Espere por 10 a 12 días para soltar el plástico y verifique el prendimiento. Si la yema está seca, de color café oscuro es que no hubo prendimiento, pero si está verde, bien pegada al tallo es porque el injerto es positivo y está pegado.
- A los 15 días de verificado el prendimiento de la yema, debe cortar el tallo del patrón, 10 a 15 cm por encima del injerto, protegiendo la herida con pasta cicatrizante. Esta pasta se puede hacer con pintura de agua y caldo bordelés. Para 1 galón de pintura debe agregar 250 gramos del Caldo Bordelés (Fytosan 20% WP Orgánico).

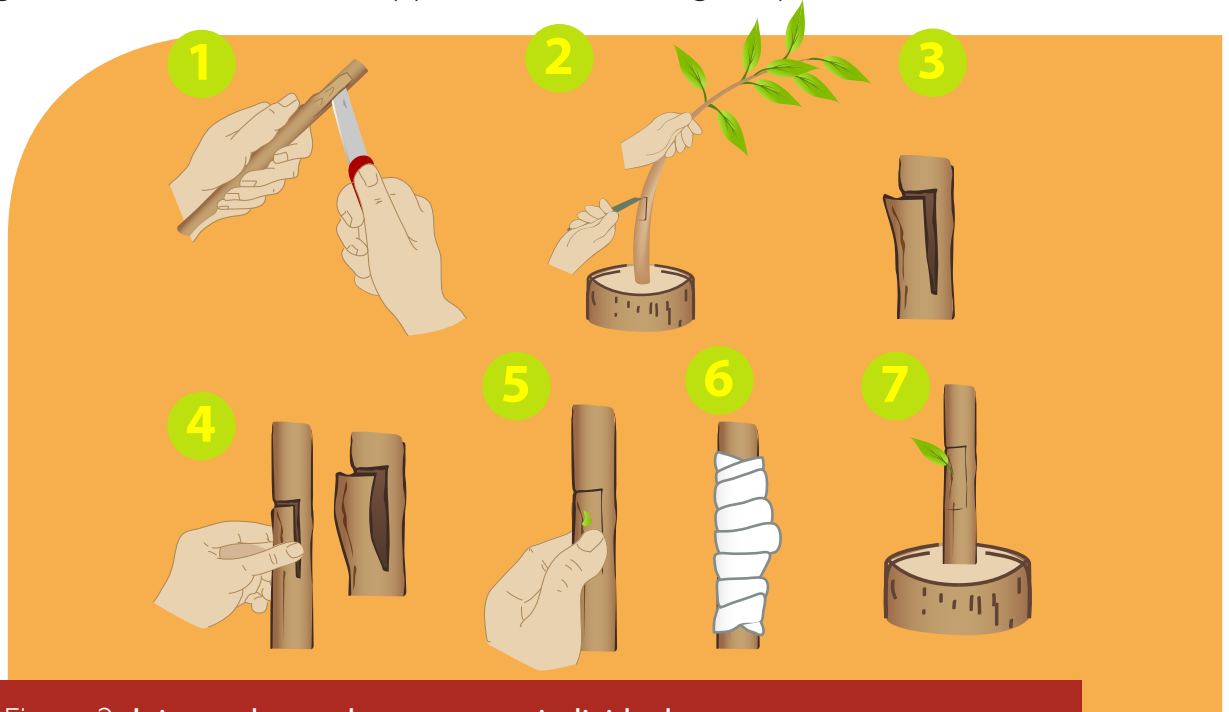


Figura 2. Injerto de parche por yema individual.

Metodología de injertación por yema de parche en vivero:



**Desinfección de la cuchilla con alcohol al 95%.**



**Corte de la yema en la varetta.**



**Fijación de la yema en el patrón.**



**Amarre del injerto.**



**Plántulas en bolsas de plástico con el injerto pegado en desarrollo.**



Metodología de injertación por aproximación de una sección de la vareta al tallo del patrón



**Amarre de yema por detrás**



**Injerto de aproximación finalizado el amarre.**



**Uso del patrón para conducir verticalmente el injerto**



**Corte del injerto al mes y medio de hecho.**



**Detalle del injerto por aproximación de una sección de vareta, incluida una yema funcional, después de haber brotado.**





### **Injerto de púa o yema terminal**

#### **El injerto por aproximación:**

Este tipo de injerto se puede usar tanto en el vivero, como en el campo. Consiste en unir no una yema, sino un pedazo de rama (vareta) con varias yemas, al tallo del patrón (Ver fotografía).

Este tipo de injerto es una buena alternativa por las siguientes características:

- Se puede usar tanto en el vivero como en el campo.
- Como la yema viene acompañada de madera (parte del tallo), su brotación y desarrollo es mucho más fuerte que la de una yema.
- De cada pedazo de vareta, se desarrollan varias yemas al mismo tiempo. Así, la expectativa de producción a corto plazo es mucho más grande que con el injerto de yema individual.
- Este método se puede usar para rehabilitar o cambiar copas (follaje) en una plantación de varios años, sobre chupones basales.
- Es fácil de hacer porque las estructuras (vareta, yema, tallo, planta) son grandes y fáciles de manipular.
- El porcentaje de pegue es mayor que con el injerto de yema individual.

Este injerto puede tener la desventaja de usar mayor número de yemas, ya que por cada injerto requieren de dos a tres yemas.

Una forma sencilla del injerto por aproximación es:

- En el tallo del patrón haga un corte de unos 5 cm de largo por 2 cm de ancho.
- Corte una sección de vareta con una o varias yemas del mismo tamaño del corte anterior.

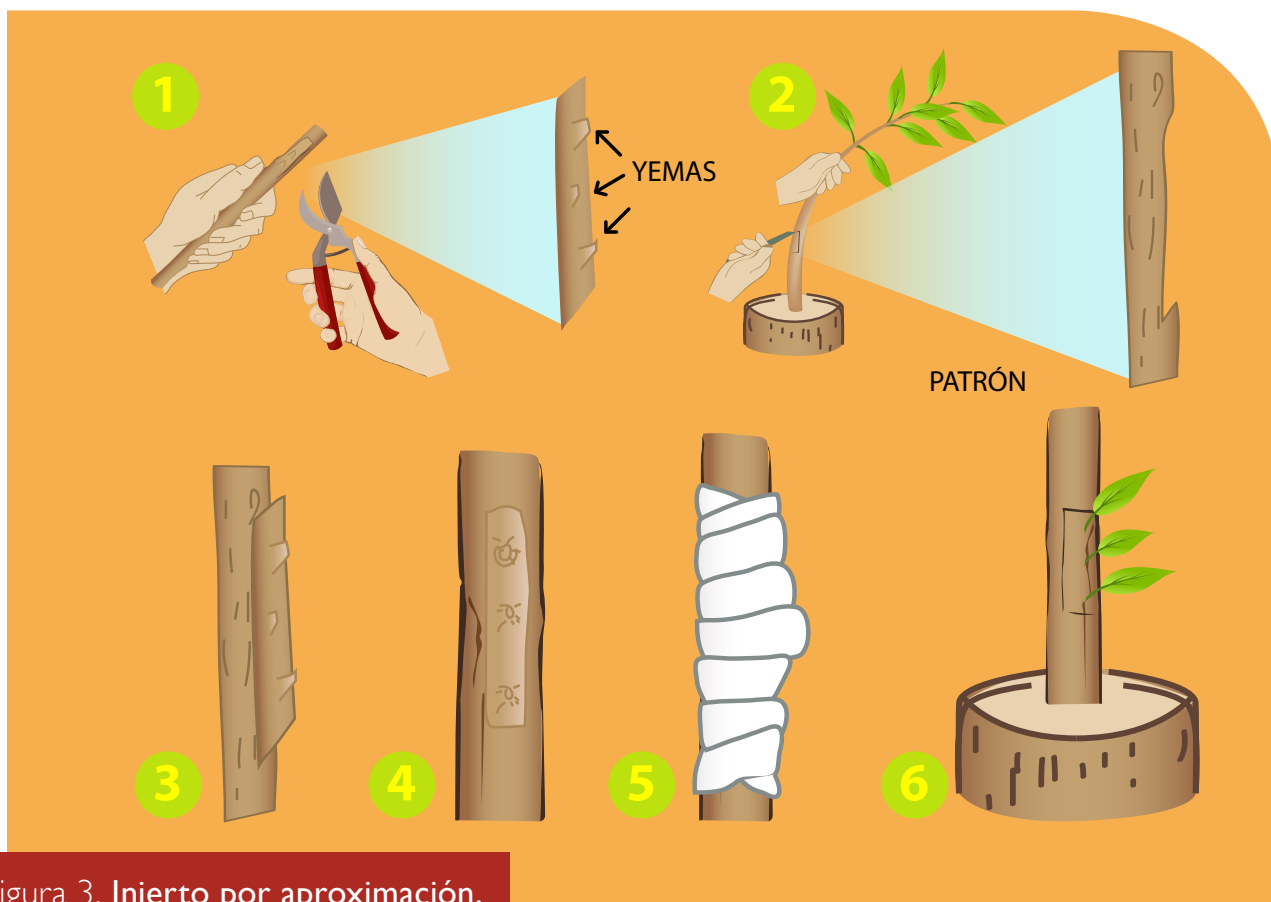


Figura 3. Injerto por aproximación.

- Pele la vareta por detrás, hasta llegar a la madera.
- Coloque el pedazo de vareta en la abertura que hizo en el patrón, teniendo en cuenta de favorecer la unión con uno de los extremos o a un costado del patrón.
- Amarre de abajo hacia arriba, cubriendo toda la yema.
- A los 15 días de hecho el injerto debe soltar la cinta y verificar el prendimiento. Si el pegue fue satisfactorio espere unos 10 días y corte el patrón a 15 cm por encima del injerto. El tallo que queda servirá para amarrar y guiar el injerto.
- Al mes de pegado el injerto, las yemas comenzarán a crecer y entonces se debe cortar el resto de tallo del patrón, haciendo el corte cerca del injerto. Hay que tener cuidado de hacer el corte inclinado y protegerlo con pasta cicatrizante.

### El injerto de púa o yema terminal:

Como su nombre lo indica, consiste en colocar sobre un corte hecho al centro del patrón parte de una vareta con varias yemas vivas. Este método se puede usar tanto en vivero como en el campo, siga los siguientes pasos:

- A unos 15 cm de altura haga el corte transversalmente el patrón.
- En el centro del tallo haga un corte vertical de unos 5 cm.
- Corte una vareta con dos o tres yemas y en el extremo inferior haga un par de cortes en forma de púa (corte en bisel), de unos 5 cm de largo.
- Con un hilo fuerte haga un nudo ciego llamado también “de chancho” e introdúzcalo en el tallo del patrón. Este hilo sirve para ajustar y favorecer el contacto entre el patrón y el injerto. Ajústelo teniendo cuidado de no dañar la planta ni el injerto.
- Cubra con una cinta plástica todo el injerto, verificando que quede bien cubierto.
- Otra forma de cubrir el injerto es colocando una bolsa de plástico a todo el conjunto para conservar la humedad de los tejidos.
- A los 20 días se debe abrir la bolsa y verificar el prendimiento del injerto permitiendo que salga la humedad. En campo, la bolsa se puede dejar puesta por un tiempo más largo, sin amarrar, hasta que observe que ha comenzado el desarrollo de las yemas.



Figura 4. Injerto de púa o yema terminal.

### **El injerto de púa lateral:**

Este tipo de injerto se practica corrientemente en el Perú y en otros países con mucho éxito. En Perú, los productores lo usan frecuentemente para rehabilitar plantas adultas en el campo.

La metodología de injertación con púa lateral es semejante a la púa al centro, la diferencia está en que la púa se coloca en uno de los bordes de un corte transversal hecho al patrón.

### **Los injertos en el campo:**

Recientemente se ha estado trabajando con esta metodología en varios lugares del norte de Costa Rica, la cual consiste en sembrar las plantas de cacao sin injertar. Luego que la planta ha adquirido su primer desarrollo en el campo, se procede a injertar, bien sea por yema individual o por aproximación de una vareta con varias yemas.

La injertación en campo tiene, entre otras, las siguientes ventajas:

- Reduce sustancialmente el tiempo de la planta en el vivero. Una planta se lleva al campo con sólo tres meses.
- El prendimiento es excelente, superior al 80%.
- No requiere de personal especializado para realizar la labor.
- Como la planta es gruesa y tiene la raíz desarrollada, la respuesta al injerto es inmediata y por tanto llega a producción antes que una planta con injerto por yema individual en vivero.
- El productor puede hacer en su finca el vivero, sembrar las plantas y luego llevar las yemas para injertarlas.
- El proceso es mucho más económico y sencillo que el proceso normal de injertación en vivero, hay ahorro en tiempo, en transporte, en mano de obra y en eficiencia del proceso. Según lo observado un injertador puede hacer de 150 a 200 injertos por día, con un prendimiento arriba del 80%.



#### 4.6. Los injertos en plantas adultas

Cuando la planta es adulta, en producción, se pueden aplicar diferentes técnicas para cambiarle la copa (ramas y follaje) a una planta adulta.



**Corte transversal.**



**Detalle del corte en el tallo para injerto de púa lateral.**



**Amarre de la yema para favorecer contacto con la vareta.**



**Cubrir con plástico todo el injerto.**



**Respuesta por injerto en chupón basal.**



**Respuesta por injerto en chupón basal.**

Una de las técnicas más frecuentes de injertación en plantas adultas es hacerlo en chupones basales.

Los chupones se seleccionan e injertan en la base de la planta para permitir la formación de raíces inducidas con un aporque de tierra en la base de la planta.

Todos estos métodos son novedosos y complementan la **Tecnología Moderna de Producción de Cacao**.

Para ponerlo en práctica tenga en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Lo primero es identificar todas las plantas: buenas y malas.
- Separe toda la basura y malezas de la base de la planta y corte algunas ramas que impiden la entrada de luz a la base de la planta.
- Haga una poda fuerte en la planta vieja, incluso corte en forma transversal todo el tallo a 1 metro de altura para inducir la formación de chupones.
- Al cabo de 1 mes van a comenzar a salir varios chupones. Seleccione los que están en la base, lo más cerca posible del suelo.
- De todos los chupones, seleccione dos o máximo tres, todos ubicados a un mismo costado del árbol viejo. Se deben seleccionar así para evitar que el tronco del árbol viejo quede en el centro, se pudra y dañe el o los injertos.
- Haga la injertación de los chupones por el método de yema en parche o de aproximación con varias yemas.
- Verifique el prendimiento del injerto y corte el patrón.
- Arrime tierra a la base del chupón (aporque), para que el nuevo injerto forme su propia raíz.
- En todos los cortes use la pasta cicatrizante, para evitar que se pudran los tallos.

## 5. LA NUTRICIÓN DE LA PLANTA: FERTILIZACIÓN Y PREPARACIÓN DE ABONOS ORGÁNICOS

**PRINCIPIO 7. Incorporar en los sistemas de producción las buenas prácticas de cultivo, la protección de los recursos naturales, la biodiversidad y la salud y el bienestar de las familias de Tamanca.**

En la fertilización del cacao intervienen varios factores todos integrados al medio ambiente, la planta y las condiciones del suelo. Entre los más importantes están:

- La cantidad, intensidad y calidad de la sombra, que condiciona la entrada de luz al cacaotal.
- La fertilidad y características físicas del suelo
- Las prácticas de manejo del cultivo
- La producción esperada por hectárea, y
- La cantidad de agua presente en el ambiente

Por regla general, cada año se debe reponer a la planta los nutrientes que ella extrae del suelo para formar ramas, hojas y frutos.

El cuadro 2 detalla las necesidades del cacao para producir 1000 kg de cacao/hectárea/año.



Cuadro 2. **CANTIDAD DE NUTRIMENTOS REQUERIDOS POR LA PLANTA PARA UNA COSECHA DE 1000 KG DE CACAO SECO/HA/AÑO**

| <b>Nutrientes</b>  | <b>Nitrógeno (N)</b> | <b>Fósforo (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)</b> | <b>Potasio (K<sub>2</sub>O)</b> | <b>Calcio (Ca)</b> | <b>Magnesio (MgO)</b> |
|--------------------|----------------------|---|---------------------------------|--------------------|-----------------------|
| Colombia Mejía, LA | 31-40 kg             | 5-6 kg                                      | 54-86 kg                        | 5-8 kg             | 2.5 kg                |
| Ecuador Anecacao,  | 30 kg                | 8 kg  | 40 kg                           | 13 kg              | 10 kg                 |

**Fuentes:** Mejía, LA. 2000. Nutrición del cacao, relación suelo-planta-agua- *In:* Tecnología para el Mejoramiento del Sistema de Producción del Cacao. CORPOICA, Bucaramanga, Colombia. Pp. 33-35. Manual del Cultivo de Cacao. 2006. Asociación Nacional de Exportadores de Cacao, ANECACAO, Ecuador.

De acuerdo con esta información, la planta extrae mayores cantidades de nitrógeno, potasio, calcio y magnesio para su buen desarrollo y productividad:

- **Nitrógeno:** lo usa para su crecimiento y formación de hojas y ramas.
- **Fósforo:** tiene un papel fundamental en la formación, almacenamiento de energía y la formación de ramas y raíces.
- **Potasio:** cumple un papel esencial en la formación de energía. Su deficiencia disminuye el crecimiento y desarrollo de ramas, cojines florales y la producción de mazorcas.
- **Calcio:** participa en la formación de hojas y ramas.
- **Magnesio:** facilita los procesos en los cuales se crea la energía necesaria para formar tejidos.
- **Azufre:** es parte importante en la formación de ramas y hojas; sobre todo para la acumulación de proteínas.

Por todo lo anterior, es muy importante determinar la disponibilidad o deficiencia de dichos elementos en el suelo, lo cual se conoce a través de un análisis químico de los suelos o de las hojas, realizadas en un laboratorio especializado. El cuadro 1 del anexo incluye la información disponible en Costa Rica para la Interpretación de dichos Análisis de Suelos.

En términos generales, los suelos de Talamanca son arcillosos, con bajos contenidos de materia

orgánica, fósforo, calcio y magnesio y altos de hierro. Estas características hacen que si no se toman las medidas correctivas, el suelo puede tener efectos deprimentes para el desarrollo de las plantas y la solubilidad de nutrientes.

Como respuesta a la producción, el productor debería realizar un suministro continuo de nutrimentos, iniciando en la siembra con una aplicación, al fondo del hueco, de fósforo (roca fosfórica), materia orgánica y cal dolomita o carbonato de calcio (cal agrícola).

Los trabajos hechos en Colombia, en árboles de tres años, han demostrado que en sus condiciones, las aplicaciones de materia orgánica, cal dolomita y azufre mejoran la productividad del árbol. Con base en estos estudios se recomiendan las aplicaciones de: 1 a 3 kg/ha/año de gallinaza, 100 a 300 gramos de cal dolomita por árbol y 20 a 40 kilogramos de azufre, por hectárea/año.

Lamentablemente para Costa Rica no hay información al respecto, por lo que se recomienda usar estas cantidades con cierta cautela.

La fertilización en árboles con mucha sombra produce modestos incrementos en rendimientos. Por eso, es aconsejable hacer, al mismo tiempo en que se aplica el abono en el suelo, la poda del árbol.

En la producción orgánica del cacao hay que valorar dos aspectos importantes:

- Recordar que la mayor parte del sistema radicular del cacao está en los primeros 30 cm, lo que hace al cacao muy dependiente de los nutrientes que están en la superficie del suelo.
- El árbol de cacao y la sombra depositan grandes cantidades de materia orgánica sobre el suelo, la cual se transforma en nutrientes para la planta, si adicionamos abono preparado con heces de animales, cáscaras del cacao, hojas y ramas de árboles del tipo



leguminoso (guaba, poró, madero negro, entre otros), las necesidades de nutrientes serán mucho menores.

### **5.1. La materia orgánica y su importancia en el suelo cacaotero**

El suelo es el lugar donde crecen y se desarrollan las plantas, donde vive innumerable cantidad de animales superiores y microscópicos que dependen de él para su vida.

La materia orgánica está compuesta de desechos de origen animal o vegetal. Estos desechos son transformados por microorganismos en partículas aún más pequeñas hasta llegar a formar el humus.

El humus se encuentra en el suelo o en el compostaje. Lo hacen los microorganismos al transformar la materia orgánica. Al agregar compostaje o lombricompostaje al suelo lo que estamos haciendo es agregando más humus al suelo.

### **5.2. La producción de abonos sólidos fermentados**

A través de la descomposición de los abonos orgánicos podemos producir nutrientes que mejoran la calidad del suelo. Para elaborar un abono orgánico que lo aproveche la planta se debe usar:

- Estiércoles de animales domésticos (vacas, cerdos, gallinas, entre otros)
- Residuos de cosecha
- Tierra de montaña
- Melaza o guarapo de caña
- Suero de leche, o leche
- Ceniza, cal
- Mucílago de cacao
- Microorganismos de preparaciones anteriores
- Agua

La combinación de estos insumos con técnicas definidas, producen diferentes tipos de abono.

Hay que entender que los abonos fermentados son el producto de un proceso de descomposición, en presencia de microorganismos de residuos de origen animal y vegetal.

Los principales factores que interfieren en la producción de abonos orgánicos son los siguientes:

- **Temperatura:** debe comenzar a subir a partir de 14 horas de hechas las mezclas de los materiales. El aumento de la temperatura es una buena señal de que el proceso ha comenzado.
- **Humedad:** debe estar bien humedecido, no encharcado, entre 50 y 60% de saturación. Si es menos la descomposición es muy lenta, pero si es muy grande los microorganismos no van a poder trabajar, porque no tendrán aire para respirar.
- **Aireación:** El proceso de fermentación-descomposición de la materia orgánica es un proceso que se realiza en la presencia de aire, ya que las bacterias y hongos que la transforman requieren de aire para poder vivir. La relación entre los derivados de origen animal y los de origen vegetal deben estar en proporción de 25 a 30 partes de derivados de productos vegetales, por una parte de productos de origen animal.
- **La acidez de la mezcla debe ser muy neutro:** entre 6 y 7.5 de pH. Los valores extremos pueden inhibir la actividad microbiana.
- **El tamaño de las partículas pequeñas:** son una ventaja en el proceso porque aumenta la superficie para que los microorganismos actúen. Debe tener presente que si el tamaño es demasiado reducido, la mezcla puede compactarse e impedir la entrada de aire a la masa del abono.



Partiendo de experiencias de Nicaragua y Costa Rica en la producción de abonos sólidos orgánicos, a continuación se detallan algunos resultados interesantes para la producción orgánica de cacao.

### **La abonera tipo Waslala:**

Según una publicación de Lutheran World Relief (LWR, 2008), para producir este tipo de abono, se requieren de los siguientes materiales y cantidades (Cuadro 3).

Cuadro 3. **INGREDIENTES PARA LA PREPARACIÓN DE ABONERA TIPO WASLALA**

|                      |  |           |
|----------------------|--|-----------|
| <b>Ingredientes:</b> | Tierra negra                                 | 1 saco    |
|                      | Ceniza                                       | ¾ de saco |
|                      | Cáscara de cacao                             | 3 sacos   |
|                      | Tallo y hojas de banano                      | 3 sacos   |
|                      | Estiércol de vaca, cerdos, gallina o caballo | 1 saco    |
|                      | Mucílago (jugo) fermentado de cacao          | 5 lts     |

#### **Preparación:**

- Pique bien fino todo el material vegetal: cáscaras de cacao y el tallo de banano.
- Mezcle todos los ingredientes, humedeciéndolos con suficiente agua.
- Riegue la mezcla con el mucílago fermentado (jugo de las semillas) del cacao.
- Haga eras de 50 cm de alto, extendiendo el preparado sobre la superficie del suelo y protegiéndolas del sol y la lluvia con un mantado o un plástico.
- Voltee la mezcla cada 3 días y verá que en 20 días estará listo para aplicarlo al campo.



**Detalle del lugar apropiado para la producción del abono orgánico.**



- A medida que se va volteando el abono, la altura de la pila va disminuyendo, hasta llegar a 20 cm, al tercero o cuarto día de volteo.
- Terminado el abono, aplique de 0,5 a 1 kg del abono orgánico por planta.
- Repita esta labor dos o tres veces por año.

### **El abono orgánico tipo “Bocashi”:**

Esta metodología requiere de microorganismos del suelo para descomponer los materiales. Algunas características de este abono son:

- El proceso es rápido, entre 6 y 7 días.
- Presenta una buena fertilidad y estimula el crecimiento de las plantas.
- Su uso es seguro y de fácil manejo.
- Reproduce gran cantidad de microorganismos benéficos, que son incorporados al suelo, a través de su aplicación.
- Requiere de una infraestructura sencilla y económica.
- Utiliza materias primas de la misma finca.
- Es versátil, ya que permite modificar su fórmula sin mayores consecuencias.
- Es muy bueno para abonar el vivero y las plantas recién sembradas, por su alto contenido de fósforo y potasio, así como de cantidades considerables de microorganismos benéficos para el cultivo.

### **Preparación:**

- La gallinaza o estiércol de animales fresca presenta una buena cantidad de nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y elementos menores.
- Residuos de cosecha: broza de frijol, cascarilla de arroz, bagazo de caña, cáscaras de mazorca de cacao, aserrín de madera blanca, chiras y el tallo de banano y plátano, picados son excelentes.



- La tierra de montaña o el mantillo de bosque: capa orgánica superficial compuesta de hojas y tierra de los primeros 10 cm del suelo de un bosque, se usa como fuente de microorganismos nativos del suelo.
- La semolina de arroz o del maíz: es un material orgánico de muy alta calidad, rico en fósforo y magnesio. Este producto se puede sustituir por harina de hueso, de pescado o de carne, granos de diferentes tipos molidos o concentrado para pollos, del más económico.
- El carbón vegetal ayuda a mejorar la estructura del suelo, aumentando a su vez la población de ciertos microorganismos. Reduce la liberación de olores y es fuente de potasio.
- La miel de caña (melaza) o la tapa de dulce rayada es una importante fuente de energía para el desarrollo de los microorganismos, responsables de la fermentación. Es rico en potasio, magnesio y elementos menores.
- La miel del cacao (mucílago) es rica en azúcares y en elementos nutritivos que ayudan al desarrollo de los microorganismos.
- El suero de leche de vaca favorece el desarrollo de bacterias y microorganismos específicos para la digestión de zacates y tallos de plantas.
- La levadura de pan es otro microorganismo que ayuda a la descomposición de azúcares y a la formación del ácido acético y de la materia orgánica.
- Otros materiales de la finca: residuos de cosecha, estiércol de cerdos, cabras, vacas o caballos, exudados de plantas, derivados de la caña de azúcar (vinaza), etc. son importantes en la producción de abono orgánico.

### **Procedimiento para la elaboración del Bocashi:**

Escoja un sitio plano preferiblemente techado. Las cantidades y los materiales son parte de una “receta” básica, que puede ser modificada según las necesidades y la disponibilidad de materiales en la finca. Todos los materiales se debe poner bien picados y mezclando varias veces, hasta estar seguro de que todo quedó bien empapado con los líquidos recomendados.

Una comparación de los materiales recomendados por tres autores diferentes se pueden apreciar en el cuadro siguiente:

Cuadro 4. **COMPARACIÓN DE ABONOS**

| Ing.Shogo Sasaki y sus colaboradores (Costa Rica)  | Lutheran World Relief, Nicaragua   | IPADE/Cooperación Austriaca para el Desarrollo  |
|--|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>» 2 sacos de tierra de mantillo</li> <li>» 1 saco de granza (cascarilla) de arroz o cascarilla de café</li> <li>» Residuos de vegetales</li> <li>» 1 litro de melaza</li> <li>» 1 saco de semolina o salvado de arroz</li> <li>» 1 saco de gallinaza</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>» 0.75 kg levadura pan</li> <li>» 2.5 kg cal agrícola</li> <li>» 2.5 kg semolina</li> <li>» 1 saco carbón bien picado</li> <li>» 1 saco de estiércol de res</li> <li>» 1 saco de tierra negra</li> <li>» 1 saco de cascarilla arroz</li> <li>» 2.5 kg abono orgánico</li> <li>» 0.5 lt melaza</li> <li>» Agua suficiente</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>» 20 sacos de tierra de montaña o mantillo de bosque.</li> <li>» 2 sacos de carbón quebrado y molido</li> <li>» 20 sacos de cáscara cacao bien picada, tallo de banano, broza de frijol</li> <li>» 1 galón de guarapo de caña, de melaza</li> <li>» 2 galones de aguas mieles de cacao</li> <li>» 1 galón de biofertilizante.</li> <li>» 20 Sacos de estiércol de ganado, gallina, caballo o cabra.</li> <li>» Agua, lo que sea necesario para humedecer bien la masa</li> </ul> |

### **5.3. Los biofertilizantes o biofermentados líquidos**

El biofertilizante no es otra cosa que el producto de la fermentación de un sustrato orgánico por medio de la actividad de microorganismos vivos.

Los microorganismos transforman los materiales orgánicos en vitaminas, ácidos y minerales indispensables en el metabolismo y perfecto equilibrio nutricional para la planta.

Las sustancias que se originan de la fermentación son muy ricas en energía, de fácil aprovechamiento por las hojas y las raíces; tonifican y nutren la planta e impiden el desarrollo de enfermedades.

Este tipo de biofertilizante se puede preparar en presencia o ausencia de aire. En cada caso el tipo de microorganismo que se forma es diferente, por lo que el productor tiene la posibilidad de escoger la metodología y evaluar su uso para las necesidades de su finca.

El biofertilizante producido sin aire (anaeróbico) se prepara en un estañón cerrado, al cual se le ha colocado una manguera, cuyos extremos están incorporados uno dentro del estañón y el otro en un recipiente con agua. Es importante verificar que no entre aire al estañón, hasta tanto el proceso no se ha completado. Ver diseño anexo de cómo instalar la manguera en el estañón. Un indicador de que el proceso se está llevando a cabo bien son las burbujas de aire en el extremo de la manguera colocada en el recipiente de agua. Si no salen burbujas es porque el proceso ha terminado y el biofertilizante está listo para usarlo.

Si al destapar el recipiente el líquido tiene un mal olor, con toda seguridad se dieron problemas en el proceso y se debe desechar. Si tiene buen olor, como a fermento de caña, el caldo se debe colar, quedando listo para ser aplicado a la planta.

Para usarlo, se recomienda colocar por cada bomba de 18 litros, de 0.5 a 1 litro del biofertilizante. Atomizar las hojas de las plantas o aplicarlo directamente al suelo de la bolsa o a la base de la planta, con la bomba de aspersión sin la boquilla, por riego.

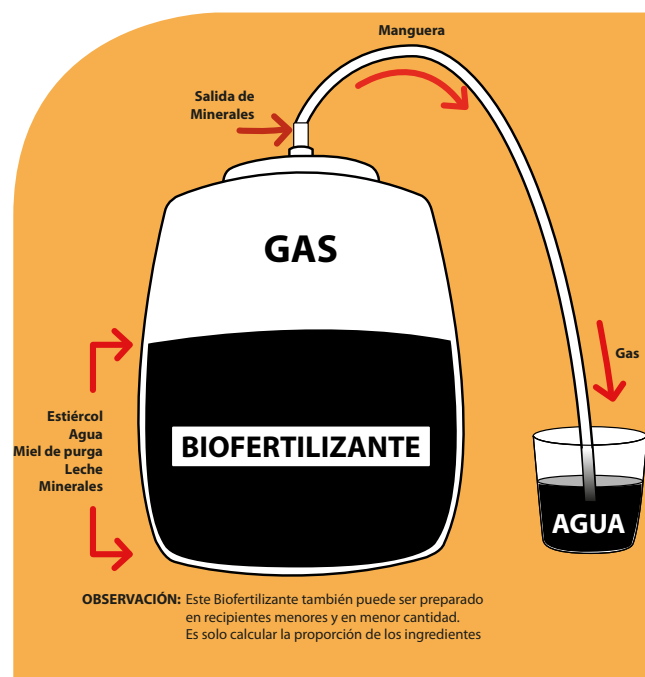
El biofertilizante presentan las siguientes ventajas:

- Fácil de aprender a hacerlo, en corto tiempo y sin complicaciones.
- Fáciles de explicar su preparación a otras personas por parte del mismo productor.
- Fáciles de guardar y usar.
- Fácil de observar su eficiencia y obtener resultados a corto plazo.
- Rentables, ya que sus materiales por lo general provienen de la propia finca.
- No requiere de grandes inversiones de capital para fabricarlos.

### Preparación:

En un estañón plástico vierta:

- 18 litros de agua
- 7.5 kg de estiércol fresco
- 25 kg de manto de bosque fresco
- 2.5 kg de ceniza cernida
- 2 litros de leche
- 2 litros de melaza o jugo de caña o de frutas
- 0.5 kg de levadura de pan
- Complete hasta 160 lt de agua, (no usar agua clorada)



Los biofertilizantes pueden ser enriquecidos con alguno de los siguientes ingredientes:

| Ingredientes         | Ingredientes complementarios      |
|----------------------|-----------------------------------|
| Sulfato de zinc      | Harina de huesos                  |
| Sulfato de magnesio  | Harina de pescado                 |
| Sulfato de manganeso | Harina de carne                   |
| Sulfato de cobre     | Restos de pescado molido          |
| Borax                | Harina de sangre o de bovino      |
| Sulfato de hierro    | Restos de vísceras de res molidas |
| Ceniza               |                                   |



## ***BIBLIOGRAFIA CONSULTADA***

- ACDI-VOCA. 2006. Manual de Entrenamiento de Facilitadores de Escuelas de Campo (ECAs). Proyecto de Mejoramiento de la Producción y Comercialización de Cacao. Ecuador.
- Brenes García, J. sf. Manejo orgánico de la fertilidad de suelos en cacaotales. ProDeSoC – IPADE – Cooperación Austríaca para el Desarrollo. Nicaragua.
- Enriquez, G. 2004. Cacao Orgánico: Guía para productores ecuatorianos. INIA, Ecuador.
- Federación Nacional de Cacaoteros. 2008. Guía Técnica para el Cultivo del Cacao. Tercera Edición. Colombia. Pp 84 – 91
- Fundación Hondureña de Investigación Agrícola, FHIA. 2005. Guía Práctica Producción de Plantas de Cacao por Injerto. FHIA, APROCACAO, PROMOSTA, La Lima, Cortéz, Honduras. pag 1-19
- Instituto de Cultivos Tropicales. 2004. Manejo Integrado del Cultivo del Cacao y Transferencia de Tecnología en la Amazonía Peruana. Por Enrique Arévalo y colaboradores. Instituto de Cultivos Tropicales. Perú.
- Lutheran World Relief. 2008, Cacao Orgánico: Manual del Cultivo. LWR, CACAONICA, SOPPEXCCA. Nicaragua. Pp. 8-13
- Manual del Cultivo de Cacao. Asociación Nacional de Exportadores de Cacao, ANECACAO, Ecuador, 2006
- Mejía, LA. 2000. Nutrición del cacao, relación suelo-planta-agua- In: Tecnología para el Mejoramiento del Sistema de Producción del Cacao. CORPOICA, Bucaramanga, Colombia. Pp. 33-35.
- Restrepo-Rivera, J. 2001. Elaboración de Abonos Orgánicos, Fermentados y Biofertilizantes Foliare: experiencias con agricultores en Mesoamérica y Brasil. IICA, San José, Costa Rica. Pp 1-155
- Sasaki, S; Alvarado, M; y Li Kam, A. 1994. Manual del Curso Básico de Agricultura Orgánica. Universidad de Costa Rica, Facultad de Agronomía. San José, Costa Rica. Pp 1-17
- Soto, G; Descamps, P. 2011. Manual de apoyo para Productores y Productoras Líderes de Café Sostenible. Programa de Liderazgo en la Producción Sostenible de Café. EARTHWATCH Institute y Starbucks. Costa Rica.





# ANEXOS

## Anexo I: Cuadro de interpretación de análisis de suelos

| Elementos                    | Unidades | Bajo            | Medio            | Óptimo          | Alto      |      |
|------------------------------|----------|-----------------|------------------|-----------------|-----------|------|
| pH                           |          | < 5             | 5 - 6            | - 7             | >7        |      |
| Ca                           | Cmol/L   | < 4             | 4 - 6            | - 15            | >1.5      |      |
| Mg                           |          | < 1             | 1 - 3            | 3 - 6           | >6        |      |
| K                            |          | < 0.2           | 0.2 - 0.5        | 0.5 - 0.8       | >0.8      |      |
| Acidez                       |          |                 |                  | 0.3 - 1         | < 0.3     | >1   |
| Sat Aluminio                 |          | %               |                  | 10 - 30         | < 10      | >30  |
| P                            | mg/L     | < 12            | 12 - 20          | 20 - 50         | >50       |      |
| Fe                           |          | < 5             | 5 - 10           | 10 - 50         | >50       |      |
| Cu                           |          | < 0.5           | 0.5 - 1          | 1 - 20          | >20       |      |
| Zn                           |          | < 2             | 2 - 3            | 3 - 10          | >10       |      |
| Mn                           |          | < 5             | 5 - 10           | 10 - 50         | >50       |      |
| B                            |          | < 0.2           | 0.2 - 0.5        | 0.5 - 1         | >1        |      |
| S                            |          | < 12            | 12 - 20          | 20 - 50         | >50       |      |
| MO                           |          | %               | < 2              | 2 - 5           | 5 - 10    | > 10 |
| Relaciones cationicas<br>2-5 |          | Ca/Mg<br>5 - 25 | Ca/K<br>2.5 - 15 | Mg/K<br>10 - 40 | (Ca+Mg)/K |      |

pH en agua  
 Calcio (Ca), Magnesio (Mg), y acidez o Aluminio (Al) extraíbles con KCl IM  
 Fósforo (P), Potasio (K), Hierro (Fe), Cobre (Cu), Zinc (Zn) y Manganeseo (Mn) extraíbles con Olson Modificado  
 Boro (B) y Azufre (S) extraíbles con Fosfato de Calcio  
 Materia orgánica (MO) con digestión húmeda

**Fuente:** Soto, G; Descamps, P. 2011. Manual de apoyo para Productores y Productoras Líderes de Café Sostenible. Programa de Liderazgo en la Producción Sostenible de Café. EARTHWATCH Institute y Starbucks. Costa Rica.



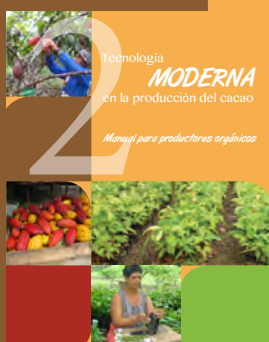


## La Tecnología Moderna en la Producción de Cacao Manual para Productores Orgánicos



### Contenido:

1. Las bases de la producción moderna de cacao
2. La evaluación de las condiciones que favorecen plagas y enfermedades en el diseño de la plantación
3. La planta de cacao y su relación con el medio ambiente
4. El material genético y su uso en la producción moderna del cacao
5. El jardín clonal
6. La compatibilidad entre plantas
7. Esquemas sugeridos para la siembra de algunos de los clones en el campo



### Contenido:

1. Los sistemas agroforestales y el cacao
2. El establecimiento del cultivo del cacao
3. El establecimiento del vivero
4. La injertación
5. La nutrición de la planta



### Contenido:

1. El manejo integrado de las enfermedades y las plagas
2. La rehabilitación y renovación del cacaotal tradicional
3. El beneficiado del cacao y la calidad

**Mayor información:**  
**Programa Sixaola**  
**Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG),**  
**Cahuita, Limón, Costa Rica**  
**Tel: +506 2755-0268**  
**[www.mag.go.cr](http://www.mag.go.cr)**

