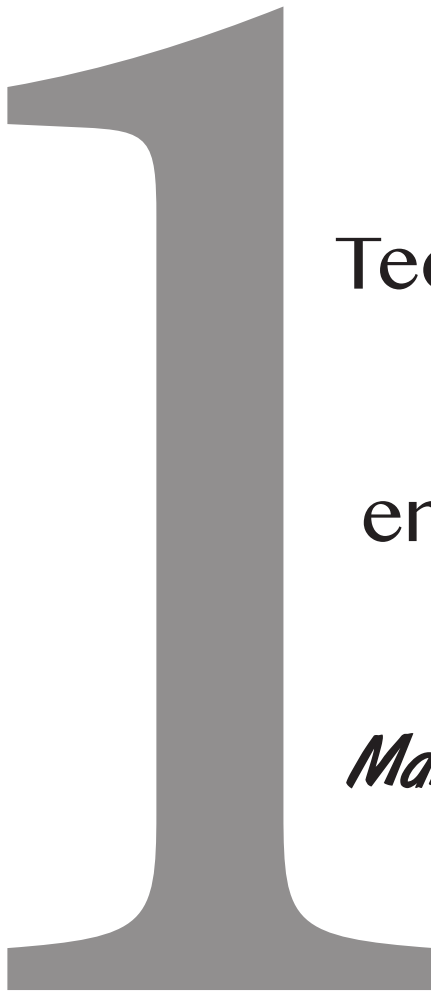




Tecnología *MODERNA* en la producción de cacao

Manual para productores orgánicos





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>1</i>
<i>1. LAS BASES DE LA PRODUCCIÓN MODERNA DE CACAO</i>	<i>3</i>
<i>2. LA EVALUACIÓN DE LAS CONDICIONES QUE FAVORECEN PLAGAS Y ENFERMEDADES EN EL DISEÑO DE LA PLANTACIÓN</i>	<i>5</i>
2.1 Condiciones que favorecen la Monilia	5
2.2 Condiciones que favorecen la Mazorca Negra	7
<i>3. LA PLANTA DE CACAO Y SU RELACIÓN CON EL MEDIO AMBIENTE</i>	<i>9</i>
3.1. Factores ambientales	9
La precipitación	9
La temperatura	9
La luminosidad	10
La altitud sobre el nivel del mar	10
El viento	11
El suelo	11
3.2 La planta de cacao	13
Las raíces	13
El tallo	13
Las hojas	14
La flor	14
El fruto	15
3.3 El ser humano	15
<i>4. EL MATERIAL GENÉTICO Y SU USO EN LA PRODUCCIÓN MODERNA DEL CACAO</i>	<i>16</i>
4.1 ¿Qué material genético debo sembrar en mi parcela?	16
4.2 El material genético de cacao	17

4.3 Los cacaos híbridos.....	18
4.4 Los clones y su relación con la producción moderna del cacao	20
Clones de cacao seleccionados por el CATIE para siembras comerciales	20
Análisis de la calidad de los seis clones del CATIE	23
Acceso a otros clones de interés internacional.....	23
4.4 Selección de árboles excepcionales o súperárboles en la finca del productor	24
<i>5. EL JARDÍN CLONAL</i>	<i>27</i>
<i>6. LA COMPATIBILIDAD ENTRE PLANTAS</i>	<i>29</i>
<i>7. ESQUEMAS SUGERIDOS PARA LA SIEMBRA DE ALGUNOS DE LOS CLONES EN EL CAMPO.....</i>	<i>32</i>
<i>BIBLIOGRAFÍA CITADA.....</i>	<i>35</i>
<i>ANEXOS</i>	<i>37</i>

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. LAS BASES DE LA PRODUCCIÓN MODERNA DE CACAO

Por muchos años, el cacao fue la principal fuente de ingresos de las familias productoras de cacao del país; sin embargo, ante la llegada de nuevas enfermedades, la poca productividad de los cultivos y el bajo precio en aquellos momentos, llevaron el cacao al fracaso y el siguiente abandono de los cultivos.

Años después, un estudio mostró que efectivamente muchos de aquellos cacaotales eran poco productivos, habían sido sembrados a densidades muy bajas o las labores de mantenimiento no eran muchas. Ante esta situación, fue que se comenzó a trabajar en una nueva estrategia que lograra hacer del cacao un cultivo más productivo y sostenible.

Esta nueva propuesta, parte del estudio de los factores que limitan la productividad de la planta, algo que podríamos imaginar como a un barril de madera donde cada tabla es un factor diferente (Figura 1).



Figura 1. Factores que pueden limitar la potencialidad de la planta de cacao.

En esta representación gráfica si se realizaron todas las prácticas pero se sembraran variedades muy susceptibles a las enfermedades la productividad será muy baja porque todas las mazorcas se perderían debido a la enfermedad y así nuevamente para cada uno de los factores relacionados con la productividad (Cuadro 1).

Cuadro 1. **BASES DE LA PRODUCCIÓN MODERNA DE CACAO**

1	Planificar todas las labores de la finca con base en las condiciones que favorecen o limitan el desarrollo de enfermedades como la Monilia y la Mazorca Negra.
2	Buscar un equilibrio entre el medio ambiente, el desarrollo de la planta, la nutrición y la producción.
3	Utilizar material genético de alta producción, tolerancia a las enfermedades y calidad.
4	Sembrar en suelos profundos de buena fertilidad, en asocio con cultivos rentables.
5	Utilizar densidades de siembra mayores a 1000 plantas por hectárea.
6	Regular la cantidad de luz que llega al follaje y su relación con la producción y control de plagas.
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 Talamanca.
8	Realizar estrictos programas de manejo integrado de las plagas y enfermedades.
9	Rehabilitar o reemplazar los árboles menos productivos por otros que ofrezcan mejores condiciones.
10	Realizar un buen beneficiado del cacao.

2. LA EVALUACIÓN DE LAS CONDICIONES QUE FAVORECEN PLAGAS Y ENFERMEDADES EN LA PLANTACIÓN

PRINCIPIO #1. Planificar todas las labores de la finca con base en las condiciones que favorecen o limitan el desarrollo de enfermedades como la Monilia y la Mazorca Negra.

Antes de comenzar un proyecto de cacao es necesario conocer cuáles son las enfermedades y las plagas que más atacan al cultivo y cuáles son las condiciones que favorecen o limitan su desarrollo.

2.1 Condiciones que favorecen la Monilia (*Moniliophthora roreri*)

- El exceso de humedad dentro del cultivo.
- Los obstáculos a la libre circulación del aire dentro del cultivo.
- El exceso de hojas y ramas que impide localizar las mazorcas enfermas.
- Dejar las mazorcas enfermas adheridas al árbol.
- Las plantaciones de vecinos que no controlan la enfermedad.
- Árboles más susceptibles, siempre con mazorcas enfermas.
- La ausencia o falta de labores de cultivo: combate de malezas, fertilización, poda, recolección de mazorcas, drenajes y nutrición, entre otros.



Esta enfermedad ataca los frutos en todas sus edades, formando un polvillo blanco sobre la mazorca, que son las esporas o semillas que usa el hongo para infectar las sanas.



Primeros síntomas de la enfermedad.



Con el tiempo aparece una mancha café que cubre gran parte del fruto.



Las manchas se cubren de un polvillo blanco que es la principal fuente de distribución de la enfermedad.



2.2 Condiciones que favorecen la Mazorca Negra (*Phytophthora palmivora*)

La Mazorca Negra es causada por un hongo que se presenta principalmente en épocas frías y húmedas. Este hongo ataca raíces, tallos, hojas y frutos.

Es común verla en el vivero, pero sus mayores daños son ocasionados en las mazorcas.

La Mazorca Negra se desarrolla con más fuerza cuando:

- Hay épocas frías con exceso de humedad.
- Se dejan las mazorcas enfermas adheridas al árbol.
- Hay lluvias fuertes o riego sin control en el vivero, que provoca el salpique de tierra sobre los tallos.
- Hay zonas del cultivo o áreas en el vivero con más humedad de lo normal; por falta de drenajes, mucha sombra y poca aireación.
- Se permiten charcos de agua y barro dentro del vivero.
- Se reutiliza tierra de bolsas donde murieron plantas atacadas por la Fitoftora o Mazorca Negra.
- Se siembra en terrenos o en lotes de reciente socola, con restos de árboles y madera en descomposición.



Mazorcas afectadas por la Mazorca Negra (*Phytophthora palmivora*)



Primeros síntomas.



Mazorcas sanas al lado de mazorcas enfermas.



Todas las labores del cultivo deben estar diseñadas en función del combate de la Mazorca Negra.



3. LA PLANTA DE CACAO Y SU RELACIÓN CON EL AMBIENTE

PRINCIPIO #2. Buscar un equilibrio entre el medio ambiente, el desarrollo de la planta, la nutrición y la producción.

El crecimiento del árbol (brotación, floración y fructificación) está íntimamente relacionado con el lugar donde crece la planta, los factores climáticos, el suelo y la genética de la planta.

3.1. Factores ambientales

La precipitación:

Se refiere no sólo a la cantidad de lluvia que cae, sino también a su intensidad y frecuencia.

Se considera que los promedios anuales de lluvia adecuados para el cultivo deben estar entre 1500 y 3000 milímetros.

La temperatura:

La temperatura puede afectar varios procesos fisiológicos de la planta:

- La floración se inhibe cuando las temperaturas son menores a 21°C y superiores a 28°C.
- El período de maduración de los frutos en meses calurosos puede tardar 145 días, mientras que en los meses fríos tarda hasta 157 días.
- Las temperaturas medias, mensuales, entre 25°C y 26°C son óptimos para el cacao.



La luminosidad:

La luz en el cacao se puede ver desde dos puntos de vista: calor e iluminación. El calor se relacionan con el desarrollo de los tejidos, mientras que la iluminación influye en la capacidad de la planta para producir energía, la respiración de las hojas y el crecimiento de tallos, hojas, raíces y cojines florales.

La cantidad de luz del sol está relacionada con la necesidad de nutrientes y con la fertilidad del suelo. Tiene consecuencias importantes en la capacidad de floración y producción de la planta. **Se sabe que un cacaotal con mucha sombra (poca luz) no forma flores y por tanto, no forma mazorcas.**



Un cacaotal con mucha sombra no produce.

En los primeros años de sembrado el cacao requiere de mayor cantidad de sombra, un 60%, valor que va disminuyendo a medida que la planta crece y comienza producción, cuando los valores deben ser cercanos a un 30%. En resumen, un lugar con mucha nubosidad (poca luz) requiere de menos sombra que otros con mucha luminosidad. Hay que tener en cuenta que entre mayor sea la exposición solar (luz del sol), mayores son los requerimientos hídricos y por tanto de nutrición de la planta.

La altitud sobre el nivel del mar:

Se relaciona con la temperatura del día y la noche, la luminosidad y el viento. Las condiciones más favorables para el cultivo se encuentran entre los 0 y los 900 metros sobre el nivel del mar. Esta altura es aproximada, porque no existen estudios en Costa Rica sobre la adaptación del cultivo a mayores altitudes.

El viento:


La presencia constante de vientos hace que las hojas pierdan humedad, secándose y cayendo prematuramente. Cuando las condiciones de ambiente son propicias, la planta tiene que usar sus reservas de energía para reponer las hojas que se han caído, dejando de formar ramas y frutos.

El suelo:

Nos referimos al lugar donde crece la raíz, donde vive y toma los alimentos la planta para su desarrollo. Un buen suelo debe cumplir con al menos tres propiedades:

- **La profundidad:** un suelo apropiado para el cacao debe permitir que las raíces penetren hasta 1.5 metros. En esta zona, el suelo debe mantener una humedad todo el año y facilitar el drenaje en el invierno. La selección del suelo **es uno de los requisitos indispensables** para el éxito de la empresa cacaotera, ya que no se puede modificar fácilmente.

En las siembras nuevas se deben hacer huecos grandes, de 40x40x40cm, para que la planta tenga donde desarrollar sus raíces sin obstáculos y sin que el agua se acumule y dañe la raíz.



El perfil del suelo indica acerca de las posibilidades físicas para el desarrollo de las raíces

- **Las propiedades químicas:** a través de un examen especializado en laboratorio es posible conocer las características químicas del suelo en relación con los contenidos de nutrientes que necesita la planta para su crecimiento y producción. Los más importantes son: fósforo (P), potasio (K), nitrógeno (N), magnesio (Mg), calcio (Ca) y azufre (S). Este análisis incluye la acidez del suelo (pH), la cual deben estar entre 5.5 y 7.5, siendo el óptimo 6.5 a 6.8. El análisis químico determina el tipo y la cantidad de fertilizante que debe recibir un suelo para nutrir adecuadamente la planta.

- **Propiedades ecológicas y biológicas:** el suelo debe tener varias cualidades para que la vida sea posible. Debe servir para limpiar y almacenar las aguas, para regular el clima, para reciclar y descomponer todo lo que caiga en él: tallos, hojas, frutos, estiércol, ramas. Además sirve para dar de comer, para vivir, para morir, para sembrar, para construir y para muchas otras cosas más. Todas estas razones nos dan una gran responsabilidad con el suelo para ayudarlo a cumplir eficientemente todas sus funciones.

Para ello los productores y las productoras deben:

- » Tomar decisiones acertadas sobre el manejo y uso del suelo para evitar aquellas que tienen impacto sobre sus funciones.
- » Seleccionar prácticas de manejo que favorezcan la vida y la sostenibilidad.
- » Ser más eficientes, no desperdiciar nada que ayude a mejorar la cosecha y el suelo.
- » Conocer más acerca del suelo para mejorarlo.

En resumen, un buen suelo debe:

- Suplir y retener el agua en cantidades adecuadas para la planta.
- Permitir un buen desarrollo de raíces, que no sea tan duro como la arcilla, ni tan suave como la arena.
- Tener los nutrientes suficientes para el desarrollo de la planta, en cantidades adecuadas.
- Facilitar el crecimiento de diversos microorganismos que ayudan a la planta de cacao a absorber los alimentos que necesita y a evitar plagas que pongan en peligro las cosechas.



En la siembra del cacao se debe aprovechar para incorporar abono orgánico y cal.

3.2 La planta de cacao

El árbol de cacao es una planta leñosa, fuerte, de porte relativamente bajo, originaria del bosque.

Las raíces:

Crecen de dos maneras: vertical, que puede llegar hasta 2 metros y lateral, cuyo desarrollo ocurre en los primeros 30 a 50 cm de profundidad y se extiende por dos o tres metros alrededor del tallo. Esta es una característica muy importante de evaluar al momento de planificar la fertilización de la planta, ya que el árbol de cacao aprovecha toda la hojarasca que cae en el suelo, para su vida (Figura 2).

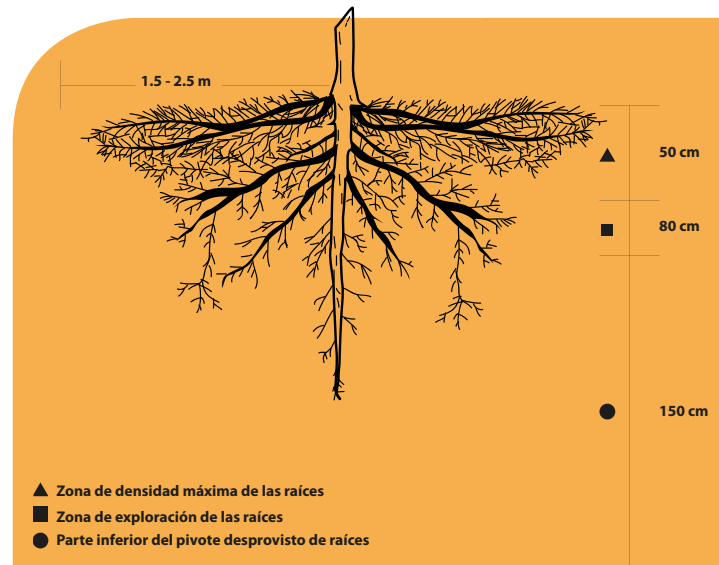


Figura 2. Raíz del cacao vista lateral.

El tallo:

Si el tallo se origina de una semilla, su crecimiento es vertical hasta más o menos 1 metro de altura, cuando ramifica formando una serie de ramas que salen de un mismo lugar, de tres a cinco (Figura 3). Del tallo principal sale un nuevo hijo, también de crecimiento vertical, del cual se forma un nuevo punto de salida de ramas, sólo que esta vez lo hace a 2 ó 3 metros de altura. Es así como la planta puede alcanzar alturas de 4 ó 5 metros.

Cuando la planta se origina de un injerto, las ramas crecen de forma lateral y nunca van a llegar a formar esos puntos de crecimiento de las ramas originadas de la semilla. Es así como se puede distinguir una planta originada de una semilla de la planta originada de un injerto.



Figura 3. Formación de nudo de ramas en una planta de semilla.

Las hojas:

Tienen la función de elaborar los alimentos que necesita la planta para vivir. La planta toma del suelo lo que necesita, los lleva a las hojas para que se transformen en energía y luego los distribuye a las ramas, hojas y, sobre todo a las mazorcas y semillas; lo que sobra lo almacena en tallos y hojas.

El proceso por el cual las hojas elaboran la comida (energía) requiere de la luz del sol. Cuando, por exceso de sombra la planta no tiene suficiente luz en las hojas, la planta no crece y por tanto no produce.

¡Una planta con poca luz produce muy poco o no lo hace!

La flor:

Se forman a lo largo de los troncos, en grupos llamados “cojines florales” que pueden llegar a tener hasta 40 o 50 flores. La flor del cacao no siempre se fecunda a sí misma, sino que requiere del polen de otra flor, de otra planta, para que ocurra su polinización y se forme la mazorca.

La polinización la hacen los insectos. El más importante es una mosquita llamada **Forcipomya**, de tamaño diminuto, que crece en las hojas del plátano y el banano, en la maleza y en la hojarasca que se forma en el piso.



El insecto polinizador: Forcipomya sp.

El CATIE, Proyecto Cacao Centroamérica, Serie Técnica N°2, Reproducción Sexual del Cacao. Colección Escuelas de Campo: no 2. CATIE, Turrialba CR. 2010.

Algunas recomendaciones para fomentar la población de la mosquita, en el cacaotal son:

- Mantener sobre el piso hojas de cacao, pedazos de tallo de plátano o banano, desechos de frutas y cáscaras de mazorcas viejas de cacao.
- No usar insecticidas o repelentes en las épocas de floración.
- Utilizar como sombra frutales y bananos, distribuidos en toda la plantación, ya que sirven a la mosquita de hospedaje y comida.
- Una práctica que ayuda a multiplicar el insecto son los pedazos de tallos de banano o de plátano que se dejan por toda la plantación después de la cosecha.

El fruto:

Es una pelota (baya) con granos o semillas en su interior, colocadas alrededor de un eje central, al que se le da el nombre de “placenta” o “tripa”. Los granos, cuando están maduros, se cubren de una baba o mucílago, que le da al cacao un sabor agradable, a fruta. Una mazorca contiene de 20 a 50 semillas y demora entre 140 y 180 días para madurar.

3.3 El ser humano

El productor y la productora deben aprender a tomar decisiones que ayuden a mejorar el sistema productivo del cacao.

Debe manejar adecuadamente los recursos naturales y económicos de la familia, velar por la ejecución de las labores que requiere la planta en la parcela, seleccionar los mejores cultivares para la siembra, hacer drenajes, controlar las malezas y realizar el proceso de beneficio y comercialización del grano según lo exige el comprador.

Todo lo puede hacer si se capacita e informa sobre lo que debe hacer para que su cultivo sea exitoso y productivo.



4. EL MATERIAL GENÉTICO Y SU USO EN LA PRODUCCIÓN MODERNA DEL CACAO

PRINCIPIO #3. Utilizar material genético de alta producción, tolerancia a las enfermedades y calidad.

La primera pregunta que un productor se hace al iniciar el establecimiento o el mejoramiento de su cultivo es:

4.1 ¿Qué material genético debo sembrar en mi parcela?

Los principales factores que debe tener en cuenta al momento de seleccionar una variedad para su parcela son:

- Que sea productivo, más de 30 mazorcas por árbol, por año.
- Que se adapte a las condiciones del lugar.
- Que produzca semillas de más de 1 gramo (fermentado y seco).
- Que el número de mazorcas para producir 1 kilogramo de cacao fermentado y seco, sea menor a 25.
- Que tenga tolerancia a las plagas y enfermedades del lugar.
- Que no tenga dificultades para polinizarse consigo misma, o con los demás clones de su finca.
- Que sea de una calidad apetecida por el comprador.

4.2 El material genético de cacao

Se cree que el cacao proviene de la Amazonía, de donde se distribuyó a Centroamérica y México. Por su origen y características el cacao se clasifica en dos grandes grupos: los criollos y los forasteros. A los cruces entre estos dos grupos se les da el nombre de “cacaos trinitarios” (Figura 4).

- **Los cacaos criollos:** son los más finos, por su agradable sabor y exquisito aroma. Su fruto es muy rugoso, con diez surcos profundos, cáscara delgada y semillas rollizas de color blanco o rosado. En este grupo se incluyen cacaos de México, Centroamérica y Venezuela.
- **Los cacaos forasteros:** son de menor calidad en relación al sabor y el aroma. No obstante, presentan otras condiciones que los hacen ser apetecidos, como es el contenido de grasa. Sus frutos tienden a ser amelonados, de cáscara lisa y surcos poco profundos. El grano es más pequeño que el de los criollos, pero de color violeta oscuro, su sabor es amargo y el aroma menos agradable y consistente. Este tipo se cultiva en Brasil, África Occidental y Asia.
- **Los cacaos trinitarios:** se conocen así porque fueron producidos y seleccionados en la isla de Trinidad, de cruces entre plantas del tipo criollo y forastero.



Figura 4. Origen, domesticación y diversidad del cacao en América Latina.

Muchos de los clones internacionales que hoy se usan en los países cacaoteros fueron seleccionados en Trinidad de individuos sobresalientes (Figura 5). Entre los más conocidos, se encuentran los clones con las siglas ICS y TSH, tales como: ICS-1; ICS-6; ICS-39; ICS-40; ICS-60; ICS-95; y TSH-565.

A través de los años, los productores de cacao han observado sus plantas y seleccionado algunas con características sobresalientes, para: producción, tolerancia a los problemas fitosanitarios y calidad. Es posible aprovechar estos árboles superiores o “superárboles”. Más adelante, en esta misma publicación, se tratará este tema.



Figura 5. Calidad y características de clones trinitarios:

La calidad y características de los clones trinitarios dependen de la herencia en el cruzamiento. Por ejemplo: son de mejor calidad entre más sangre tengan de los clones criollos y de menor calidad, si lo que heredaron es del forastero.

4.3 Los cacaos híbridos

Por muchos años, en Costa Rica, así como en los demás países de América, se distribuyeron a los productores y las productoras una mezcla física de híbridos (cruces entre dos plantas conocidas), algunas veces muy diferentes entre sí. Este tipo de material genético ha tenido muchos problemas por causa de la incompatibilidad que existía entre varios de los padres, lo cual resultó en la poca o ausencia de mazorcas, de gran número de árboles.

Un estudio hecho en un centro experimental de Colombia, sobre los híbridos, durante 11 años, mostró que:

- El 54% de los árboles producía menos de 20 mazorcas por árbol/año.
- El 25% producía entre 21 y 30 mazorcas.
- Sólo el 9% de los árboles producía más de 40 mazorcas.

Si tenemos en cuenta que para producir un kilogramo de cacao seco se necesitan entre 25 y 30 mazorcas, la producción estimada por árbol para estos híbridos era realmente muy poca,

Por esta razón, la **Tecnología Moderna de Producción del Cacao**, recomienda usar plantas de reconocida producción, solas o en combinación con otras que tienen la posibilidad de fecundarlas.

Surge una pregunta: ¿Qué pasaría si se toma semilla de los mejores árboles de una plantación híbrida, para establecer una nueva parcela? ¿Se repetiría la mala producción? Sí se repetiría porque en una plantación híbrida se conoce quien es la madre porque de ella se saca la semilla, pero no se conoce quien la polinizó.

Si tenemos en cuenta que los hijos heredan el 50% de los genes del padre y el 50% de genes de la madre, en la plantación nueva se podrán identificar características de la madre, no así del padre el cual es desconocido y podría transmitir a su descendencia problemas de producción, tolerancia a las enfermedades o mala calidad de las semillas, por ejemplo. Experiencias en este sentido se han observado en diferentes lugares y el resultado semejante.



4.4 Los clones y su relación con la producción moderna de cacao

Una forma de aprovechar las características propias de una planta sobresaliente (productiva, con resistencia a plagas o de calidad), es tomando de esa planta especial una parte de ella (una yema, un pedazo de tallo o de raíz) colocada en un medio favorable para que pueda vivir; enraizar o producir ramas y más tarde frutos, creando lo que se conoce como un clon.

A través de este método de reproducción es posible obtener muchas plantas con las características idénticas a las de un árbol excepcional. Algunos de estos superárboles (clones), han sido identificados en diferentes lugares del mundo y están siendo aprovechados con mucho éxito en la Producción Moderna de Cacao.

Clones de cacao seleccionados por el CATIE para siembras comerciales:

El CATIE ha identificado, en los últimos 25 años de investigación, árboles (clones) tolerantes a la enfermedad de la Monilia que sumadas a las características de producción y calidad han dado como resultado una serie de variedades sobresalientes, ahora al acceso del productor y la productora de Talamanca (Figura 6) y Anexo 2.



Figura 6. Frutos de los clones seleccionados por el CATIE.

A partir de una serie de ensayos de campo, promedio de siete años de estudio, el Programa de Mejoramiento Genético de Cacao del CATIE, seleccionó seis clones trinitarios, de buena producción y tolerancia a la Moniliasis, que están siendo distribuidos por el Programa Sixaola, a todos los productores: CATIE-R1; CATIE-R4; CATIE-R6; CC-137; PMCT-58 y ICS-95 (Figura 6).

Los resultados sobre producción e incidencia de la Monilia mostraron que dichos clones mantuvieron durante todo el estudio la producción y la resistencia a la enfermedad. Sin embargo, es importante anotar que dichos materiales son resistentes, pero no inmunes a la enfermedad, lo que quiere decir que les puede dar la monilia, pero en cantidad mucho más bajas, que los clones susceptibles. El cuadro 2 indica algunas de las características de los clones CATIE en relación con el color de los brotes y el rendimiento de mazorcas y semillas.

Cuadro 2. **RESUMEN DE LAS CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS DE LOS CLONES DEL CATIE**

Características	CATIE-R1	CATIE-R4	CATIE-R6	CC-137	ICS-95 TI	PMCT-58
Hoja tierna	Rojo pálido con verde	Rojo pálido con verde	Rojo pálido con verde	Café claro verdoso	Rosado intenso	Rojo con café intenso
Color del fruto maduro	Anaranjado con sectores amarillos	Amarillo con anaranjado y eventualmente pecas rojas	Amarillo con anaranjado y eventualmente pecas rojas	Amarillo	Anaranjado con amarillo	Anaranjado con amarillo
Índice de semillas	1.3	1.5	1.4	1.7	1.2	1.2
N° semillas por fruto	29	35	31	27	33	37
Índice de mazorca	29	18	24	24	22	27
Color interna de la semilla	Violeta intenso	Violeta	Violeta claro	Violeta intenso	Violeta claro	Violeta

Nota: El color de fondo de cada clon representa un código sugerido para facilitar la identificación de estos materiales, en el proceso de siembra. El índice de semilla, se refiere al peso promedio de 100 semillas y el índice de mazorca, al número de mazorcas que se necesitan para tener 1 kg de cacao fermentado y seco.

Como resultado del estudio, el CATIE recomendó para la siembra de estos clones una mezcla proporcional de los seis clones, sembrados en hileras alternas, sin abandonar un programa integral de combate de las enfermedades. Este programa integral debe estar basado en crear un ambiente favorable para la planta y desfavorable para los hongos; como también en la eliminación periódica de los frutos enfermos (Ver ejemplo en la figura 8, al final de este capítulo).

El cuadro 3 incluye los resultados de las evaluaciones a la monilia y la mazorca negra, así como la producción promedio de 11 años y de los últimos cinco, así como los índices de semilla y de mazorca para los diferentes clones CATIE.

Cuadro 3. EVALUACIÓN AGRONÓMICA DE SEIS CLONES DE CACAO SELECCIONADOS POR EL CATIE, 2012

CLON		Reacción artificial		Producción Kg/ha/año		Índices	
		Monilia	Mazorca negra	Prom. de 11 años	Prom. últimos 5 años	Mazorca	Semilla
Clones seleccionados	CATIE-R1	MR	S	1066	1674	29	1.3
	CATIE-R4	R	S	1336	2070	18	1.5
	CATIE-R6	R	MR	1485	2363	24	1.4
	CC-137	MS	MR	990	1321	24	1.7
	ICS-95 TI	MS	MR	636	926	22	1.2
	PMCT-58	MS	AS	789	1036	27	1.2
Testigos	CCN-51	MS	S	824	1034	18	2.14
	POUND-7	MS	R	542	668	25	1.23
	SCA-6	MS	AR	94	117	47	0.58
	UF-273 TI	R	AS	933	1395	31	1.32

Fuente: Phillips, W; Arciniegas, A; Mata, A; Montamayor, JC. 2012. Catálogo de Clones de Cacao. CR.

AS: Altamente Susceptible; S: susceptible; MS: moderadamente susceptible; MR: moderadamente resistente; R: resistente; AR: altamente resistente.

Análisis de la calidad de los seis clones CATIE:

De algunos análisis de calidad hechos por la Compañía Guillard, llegó a las siguientes apreciaciones:

- **CATIE-R1:** Acidez suave inicial que es de carácter frutal. Muy agradable. Gusto moderado a cacao en el medio con algún amargor. Astringencia presente pero moderada. Termina con nota frutal a cacao **muy agradable** junto con un amargor suave.
- **CATIE-R4:** Acidez inicial que es un cruce entre acidez frutal y mineral similar a la del cacao de Papua Nueva Guinea. En el medio cambia a una nota muy aromática y floral-maderosa similar a cedro fragante. El sabor a chocolate es moderado con moderada astringencia pero más amargor. Tiene un tipo de sabor de almendra muy interesante.
- **CATIE-R6:** Acidez moderada hasta acidez mineral con notas de acidez frutal. En el medio tiene algunas notas de madera oscura con moderada astringencia. Más tarde tiene una nota a fruto seco. Tiene un sabor a buen chocolate del medio hacia el final.
- **PMCT-58:** Acidez moderada temprana que propicia unas notas a fruto seco, a cuero y pasas secas. Sabor limpio. Tiene poca astringencia y moderado amargor. Algo de sabor a chocolate pero suave. Tiene un perfil de sabor muy importante.
- **CC-137:** Acidez moderada hasta una mezcla de acidez frutal (cítrica) y mineral. El sabor a cacao es relativamente bajo. Tiene poco amargor y moderada astringencia. Tiene algunas notas oscuras genéricas. Este no es un grano particularmente distintivo. podrá ser usado como un chocolate muy suave, con leche.

Acceso a otros clones de interés internacional:

En diferentes partes del mundo, los productores e investigadores han realizado selecciones de materiales más productivos, de mejor calidad y adaptación a las condiciones ecológicas de sus lugares de siembra (Figura 7 y Cuadro 4).

Estos y otros clones se encuentran en la Colección de Cultivares del CATIE y en fincas particulares de Costa Rica, en proceso de estudio y selección.

Cuadro 4. **RELACIÓN DE LOS CLONES MÁS UTILIZADOS EN LA PRODUCCIÓN COMERCIAL DE CACAO EN DIFERENTES LUGARES DE AMÉRICA**

Origen del Clon	Nombre
Internacionales:	ICS-1, ICS-6, ICS-39, ICS-40, ICS-60, ICS-95, TSH-565, IMC-67, CCN-51, EET-96, EET- 400, otros.
Nacionales: (Costa Rica)	PMCT-58, CATIE-RI, CATIE-R4 y CATIE-R6, CC-137, UF-29, UF-296, UF-613, UF- 273, otros en Colección Internacional de Germoplasma, CATIE.



Figura 7. Características del fruto de algunos clones “internacionales” más usados en Colombia.

4.5 Selección de árboles excepcionales o súperárboles en la finca del productor

Todos los productores y productoras tienen en sus fincas identificados árboles más productivos que se enferman menos o que producen mejores semillas. Estos “superárboles” se pueden usar para mejorar los árboles viejos y poco productivos, injertando los malos con yemas de estos árboles especiales.

Algunos consejos para aprovecharlos estos árboles especiales son:

- Identifique y marque todos los “superárboles” de su plantación, con números consecutivos, los cuales le serán muy útiles para conocer el origen y la calidad de una generación de árboles determinada.

- Además de la capacidad productiva y la tolerancia a las plagas, es muy importante conocer el hábito de crecimiento y vigor del árbol, así como las características de las mazorcas (rendimiento de cacao seco por mazorca, tamaño de los granos, adaptación a las condiciones de la finca, calidad del cacao, etc.
- Al seleccionar estos superárboles se deben tener en cuenta las características que pudieran haber influenciado en su selección, tales como: la posición del árbol en el cultivo que podría ser favorecido al recibir más luz que los otros o estar sembrado en un buen suelo, bien drenado y con más abono orgánico, etc.
- Todos los árboles seleccionados buenos o malos deben ser estudiados por al menos dos cosechas consecutivas, para así confirmar lo observado.
- Injerte los árboles malos con yemas del superárbol. Para ello aproveche los chupones que se forman en la base del tallo. El proceso de sustituir árboles malos por buenos más productivos podría duplicar y hasta triplicar la producción de una parcela, pues los árboles improductivos generalmente son más de la mitad. Cuando haga la injertación tenga en cuenta colocar un solo clon por árbol, anotando de cuál superárbol se tomaron las yemas. Con el tiempo, comprobará el resultado de su selección e incluso podría programar cambiar algunos que no salieron tan buenos.

Un árbol especial debe tener, entre otras, las siguientes características:

Cuadro 5. **CARACTERÍSTICAS DE UN SUPER ÁRBOL**

Características del árbol	Valor estimado
Color de semilla	Púrpura, crema, violeta, blanco
N° semillas por mazorca	Más de 30
N° de mazorcas para producir un Kg cacao fermentado y seco	Menos de 25
Peso de una semilla	Mayor de 1.0 gr/semilla
N° de mazorcas por árbol/ por año	Más de 30, ojalá 40
Producción: kg por árbol/ por año	Más de 1.5 Kg de cacao seco/árbol
Adaptación condiciones ambientales	Altitud, suelos, precipitación y otras
Resistencia y/o tolerancia a enfermedades	Monilia y Mazorca Negra principalmente
Compatibilidad	Consigo mismo o con otro conocido

Algunas preguntas para discusión:

- ¿Por qué se considera a un árbol “especial”?
- ¿Por qué se deben identificar cada uno de estos superárboles?
- ¿Por qué es importante llevar registros de producción e incidencia de enfermedades de estos superárboles?
- ¿Por qué cree usted que algunos árboles no producen mazorcas?
- ¿Por qué no debe sacar semilla de mi misma parcela, aunque se trate de superárboles?



Ejemplos de árboles especiales identificados por productores de Costa Rica.

5. EL JARDÍN CLONAL

Una colección de los mejores árboles, reproducidos por injerto o estacas enraizadas.

Es un lugar de su finca dedicado a la colección de clones que recibe de instituciones de apoyo o de superárboles seleccionados en su finca o donde un vecino.

El Jardín Clonal, además sirve para hacer observaciones de las características de cada clon: producción, tolerancia a enfermedades y otras más.

En este Jardín Clonal deben estar sembrados además, los clones que servirán para producir semilla de patrón en la injertación.

El conocimiento de las características de cada clon permite agruparlos según una determinada característica, tal como se puede apreciar en el cuadro 6.



Cuadro 6. **CARACTERIZACIÓN PRELIMINAR DE LOS CLONES DE CACAO SEGÚN EL TAMAÑO DEL GRANO, EL TAMAÑO DEL ÁRBOL Y LA SUSCEPTIBILIDAD A LA MONILIA**

Tamaño del Grano	
Grano Grande ($\geq 1,7$ g/grano)	CCI37, ICS-1, ICS-6, ICS-39, ICS-40, ICS-60 y EET-8.
Grano Medio (1,4 – 1,6 g/grano)	CATIE-RI, CATIE-R4, CATIE-R6, PMCT-58, CCN-51 y UF-613.
Grano Pequeño ($\leq 1,3$ g/grano)	IMC-67, ICS-95, CAU-37, CAU-39, CAU-43, TSH-565.
Porte del Árbol	
Grande	CC-137, ICS-1, ICS-6, ICS-39, ICS-60, ICS-95, UF-613.
Mediano	CATIE-R4, CATIE-R6, CAU-37, CAU-39, CAU-43, IMC-67 y CCN-51.
Pequeño	CATIE-RI, TSH-565,
Incidencia de la Monilia	
Baja (R. MR)	CATIE-RI, CATIE-R4, CATIE-R6.
Media (M.S)	CC-137, PMCT-58, IMC-67, ICS-6. ICS-95, CCN-51.
Alta (S)	ICS-1, ICS-39, ICS-60; TSH-565 y UF-613.

6. COMPATIBILIDAD ENTRE PLANTAS

Lo clones seleccionados para formar una plantación comercial deben ser compatibles entre si, o con los vecinos.

Un elemento importante a considerar en la calidad de un clon es la posibilidad que tienen las plantas para polinizarse con flores de la misma planta (autocompatible) o con flores de plantas vecinas (intercompatibles).

Esta característica es determinante en la producción de cada clon, porque si no hay un padre que polinice sus flores, su producción será muy baja o del todo no va producir (Figura 8).



Estudios hechos sobre la compatibilidad entre los clones se han realizado en el CATIE y en otros centros experimentales de Colombia y Ecuador que dan indicaciones prácticas de la mejor manera de sembrarlos en el campo. El cuadro 7 trae un resumen de los diferentes estudios.

Cuadro 7. **RESUMEN DE ESTUDIOS REALIZADOS SOBRE COMPATIBILIDAD ENTRE CLONES**

<p>Autocompatibles</p>	<p>CATIE-R1; CC-137; CCN-51; ICS-95; ICS-I UF-654; UF-668; ICS-6; UF-296; UF-29 (Inf. de CATIE -1988); UF-221; UF-650; UF-676 (Catalogo Perú 2010)</p>
<p>Auto-incompatibles</p>	<p>CATIE-R4, CATIE-R6; PMCT-58 IMC-67, TSH-565; ICS-39; ICS-60; UF-613 - (Información tomada de Colombia) UF-667; EET-400; SPA-9; IMC-67; POUND-7; UF-613 (CATIE -1988)</p>

En los estudios de CATIE sobre los clones se encontraron altos niveles de intercompatibilidad, lo que permite asumir que en el campo no se presentarán problemas de fecundación, en tanto los materiales se siembren en mezclas o hileras alternas. El resultado de este estudio se puede apreciar en el Cuadro 8 y en la Figura 8.



La compatibilidad entre plantas asegura la producción del cacao.

Cuadro 8. **MATRIZ DE COMPATIBILIDAD SEXUAL DEL MATERIAL DEL CATIE, SEGÚN CATÁLOGO DE CLONES DEL CACAO**

		MADRE						
		CATIE-RI	CATIE-R4	CATIE-R6	ICS-95 TI	PMCT-58	CC-137	IMC-67
PADRE	CATIE-RI	+	++	++	++	++	-	++
	CATIE-R4	++	-	++	++	++	-	++
	CATIE-R6	++	++	-	++	++	++	++
	ICS 95 TI	++	++	++	+	++	--	-
	PMCT 58	++	++	++	++	-	--	-
	CC-137	++	++	++	-	++	+	-
	IMC-67	++	++	++	-	-	-	-

(+) Autocompatible; (-) Autoincompatible; (++) Intercompatible $\geq 30\%$; (--) Interincompatible $< 30\%$

Fuente: Catálogo de Clones de Cacao, CATIE 2012.

Algunas preguntas para discusión:

- Si siembra una hilera del clon CATIE-RI, ¿cuál clon se debería sembrar a la par para que no tenga problemas de polinización?
- Si el clon fuera el CC-137, ¿cuál se debería sembrar a la par?
- Y si fuera el PMCT-58, ¿cuál o cuáles?
- ¿Y si fuera el ICS-95?

7. ESQUEMAS SUGERIDOS PARA LA SIEMBRA DE ALGUNOS DE LOS CLONES EN EL CAMPO

Se refiere al modelo de siembra que se debe seguir para asegurar la producción.

Como se dijo, teniendo en cuenta los estudios de CATIE y la experiencia de la Asociación de Pequeños Productores de Talamanca (APPTA) con estos clones, los materiales se pueden sembrar en hileras simples, dobles y hasta triples. Sin embargo, en los esquema de siembra es bueno incluir un clon de reconocida capacidad de combinarse con los vecinos, como es el caso del clon: IMC 67, ya que tiene capacidad de cruzarse con casi todos los clones.

El clon IMC-67 tiene además la ventaja de tener resistencia a algunas enfermedades de la raíz, lo que lo hace un buen patrón para la injertación.

La siembra por líneas tiene las ventajas de:

- Identificar el origen de cada material, con el objeto de verificar su adaptación a las condiciones de la finca y características de cada material. Si el material se identifica bien en la parcela, de él podrían salir las yemas que necesita para la producción de plantas injertadas.
- La posibilidad de cambiar un clon que presenta problemas de susceptibilidad a una plaga nueva o mala calidad o problemas de arquitectura y crecimiento, se puede hacer si tiene bien identificado el material sembrado.
- La posibilidad de cosechar por separado un clon permite diferenciar las prácticas de beneficiado para obtener la mejor calidad.

Un modelo de siembra recomendado para los materiales del CATIE es como sigue:



Figura 8. Modelo de siembra propuesto por el CATIE para clones entregados al productor.

Tal y como se aprecia en la figura, se propone sembrar dos o más hileras de cada clon, para evitar la competencia por luz, cuando se siembra un clones de menor tamaño al lado de otro más grande, si se sembrara una sola fila.

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

- Alvin, Paulo de T. 1987. Agronomía del Cultivo. Relaciones entre factores climáticos y la producción del árbol de cacao. Actas Conferencia Internacional de Investigación en Cacao. Santo Domingo, República Dominicana. 10: 159-167.
- Aranzazu, H; Nubia, FM. 2008 Compatibilidad e intercompatibilidad de los principales materiales de cacao utilizados en Colombia. FEDECACAO, Colombia.
- Cadavid Vélez, S. 2008. Características de Compatibilidad Sexual de algunos clones de cacao y su aplicación en siembras comerciales. Compañía Nacional de Chocolates. Colombia.
- Enríquez, G.A. 1985. Curso sobre el cultivo del Cacao. CATIE, Material de Enseñanza N° 22, Turrialba, Costa Rica. Pp 45-49
- _____2004. Cacao Orgánico, Guía para productores ecuatorianos. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias, Manual N° 54. Quito, Ecuador.
- Federación de Cacaoteros de Colombia. 2008. Guía Técnica para el Cultivo del Cacao. Bucaramanga. Tercera Edición. Colombia.
- Mejía Flores, LA; Arguello Castellanos, O. 2000. Tecnología para el Mejoramiento del Sistema de Producción de Cacao. CORPOICA. Bucaramanga, Colombia.
- Phillips, W; Enríquez, G. 1988. Catálogo de Cultivares de Cacao. CATIE, Turrialba, Costa Rica.
- Phillips, W; Arciniegas, A; Mata, A; Motamayor, J.C. 2012. Catálogo de clones de cacao seleccionados por el CATIE para siembras comerciales. I ed. CATIE. Turrialba, Costa Rica.
- Somarriba, E; Cerda, R; Astorga, C; Quesada, F; Vásquez, N. 2010. Reproducción sexual del cacao. Serie Técnica, Material de Extensión/ CATIE N° I Proyecto Cacao Centroamérica. Turrialba, Costa Rica. 48 p.

ANEXOS

ANEXO. Fotografías de algunos clones de origen nacional



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**

