



TECNOLOGÍA MODERNA EN LA PRODUCCIÓN DE CACAO:

Ing. Agr Msc. Jorge H Echeverri Rodriguez

MODULO 3

El material genético y su uso en la producción moderna del cacao:

Documento en revisión: Versión Agosto 2011

MODULO 3

El material genético en la producción moderna de cacao

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

¿Qué material genético debo sembrar en mi parcela?

Definitivamente, este es el punto de partida de la modernización o mejoramiento de la plantación. A continuación, se indican los factores que debe tener en cuenta, al momento de seleccionar el material genético (cultivar o variedad) a sembrar:

El material debe cumplir con:

- ❖ Ser de alto rendimiento.
- ❖ Adaptación a las condiciones del lugar.
- ❖ Producción temprana y distribución de cosecha apropiada a las necesidades de la finca.
- ❖ Semillas con peso mayor a 1.1 gramos de cacao seco.
- ❖ El número de mazorcas que se necesitan para producir un kilo de cacao seco no debe ser mayor a 20.
- ❖ Tolerancia a las plagas y enfermedades del lugar.
- ❖ Facilidad de manejo agronómico.
- ❖ Manera de polinizarse, compatibilidad consigo mismo y con los árboles vecinos.

1. El Material Genético de Cacao:

La productividad de un cultivo está asociada con: las condiciones del clima y el suelo, con el manejo que reciba la planta y con la capacidad genética que tiene la planta para cruzarse con ella misma o con otras vecinas.

Varias son las fuentes de semilla que el productor puede usar, para sembrar su cultivo, a saber.

a. Semilla Híbrida:

Por muchos años, Costa Rica, así como en los demás países de América, distribuyeron a sus productores una mezcla física de semillas híbridas, obtenidas de cruces entre dos plantas seleccionadas, lo cual tenía por objetivo de tener en el campo plantas de diferentes orígenes, y en especial con diferente tolerancia a las enfermedades comunes del cacao. De esta forma si se presentaba una enfermedad unas plantas tenían mayor tolerancia que otras, alcanzando una estabilidad que le permitiera, al productor, seguir produciendo. El problema fue, que entre lo que se entregó a los productores, venía plantas muy productivas, tolerantes a las enfermedades y de buena calidad, acompañadas de otras, muy susceptibles, de regular calidad y prácticamente, sin ninguna producción.

Un estudio hecho durante 11 años en un lote de un centro experimental de Colombia, mostró este hecho. En el Cuadro 1 se resumen sus resultados. Aquí se pudo ver que el 54% de los árboles era muy poco productivos, menos de 20 mazorcas por árbol/año; un 25% cosecharon entre 21 y 30 mazorcas; un 11% entre 31 y 40 y únicamente el 9% de ellos producían más de 41 mazorcas. Si se tiene en cuenta que para producir un kilogramo de cacao seco se necesitan entre 25 y 30 mazorcas, la producción estimada era menor a 800 kg/ha/año, pues se sembraban entre 600 y 800 árboles/ha. Es por ello que hoy en día, para la TECNOLOGIA MODERNA DE PRODUCCIÓN DE CACAO, se quiere que el 100% de las plantas sean altamente productivas: más de 40 mazorcas por árbol, para tener por hectárea más de 1200 Kg/ha. En el Cuadro anterior se puede ver que únicamente el 9% de las plantas cubre las expectativas de producción.

Cuadro 1. Distribución de la cosecha de ocho híbridos, durante 11 años de producción en la Granja Luker, Colombia, 2003.

Híbridos	% de árboles (N° de frutos árbol/año)			
	0 - 20	21 - 30	31 - 40	> 41
ICS 6 x IMC 67	42	33	18	8
ICS 6 x TSA 654	62	17	10	10
IMC 67 x EET 62	68	17	9	5
ICS 6 x P 7	50	23	10	16
P 7 x UF 613	49	29	6	18
TSH 565 x IMC 67	56	20	11	2
ICS 1 x IMC 67	63	22	16	0
ICS 39 x P 7	42	35	7	14
Promedio	54	25	11	9

En una gira con productores a la zona de Upala, Costa Rica, se visitó una plantación de un productor que seleccionó los mejores árboles de su plantación híbrida para obtener la semilla de una nueva plantación, para tratar de contrarrestar el problema de la producción baja, comprobando que a los 4 años, el 41% árboles no tenían mazorcas, el 34% tenía una producción mediana y apenas el 25% restante tenía una buena cantidad de mazorcas, más de 20 mz/árbol. . Esta situación confirma que a pesar de que se seleccionen los árboles de para obtener la semilla, la característica de la variabilidad y la baja productividad se repite.

Teniendo en cuenta esta situación, en los últimos años ha surgido la idea de desarrollar una metodología diferente que garantice la producción de todas las plantas de forman el cultivo: la **TECNOLOGÍA MODERNA DE PRODUCCIÓN DE CACAO**.

b. El material vegetativo: los Clones y la Producción Moderna de Cacao:

Esta forma de reproducción de plantas, se aprovecho en la **PRODUCCIÓN MODERNA DE CACAO**, para lograr que en el campo todas las plantas fueran igualmente productivas, lo cual se consigue través del uso de yemas o partes de una planta productiva, colocada sobre otra no necesariamente productiva pero con otras buenas condiciones, como la resistencia a los hongos de la raíz: injertos, acodos, estacas enraizadas, etc.

Características del fruto de algunos materiales Introducidos



Figura 1. Características del fruto de algunos clones “internacionales” más usados en Colombia

A todas las plantas obtenidas de una planta por este método, se le llama “clon” pues representa todas las características de una planta “madre”.

A los clones obtenidos de plantas madres seleccionados en diferentes, reciben un código que las identifica, esté donde esté, porque si se sigue multiplicando por este método, siempre tendrá las características de la planta madre seleccionada en cualquier lugar del mundo.

Algunos ejemplos de clones más utilizados son:

ORIGEN DEL CLON	NOMBRE
Internacionales:	ICS-1, ICS-6, ICS39, ICS-40, ICS-60, ICS-95, TSH-565, IMC-67, CCN-51, EET-96 y EET- 400, otros.
Nacionales: (Costa Rica)	UF-29, UF-296, UF-613 y otros de reciente selección por CATIE: CC-137, UF- 273, PMCT -58, CATIE-R1, CATIE-R4 y CATIE-R6

En el anexo se incluyen detalles sobre las características de algunos de estos clones de experiencias de Colombia (FEDECACAO) y de Costa Rica (CATIE). Anexos 2 de este capítulo, cuadros 2, 3 y 4.

2. SELECCIÓN DE ÁRBOLES EXCEPCIONALES (SUPERÁRBOLES) EN LA MISMA FINCA DEL PRODUCTOR

Una tercera alternativa que tiene el productor para responder la pregunta de cual es el material genético que debe sembrar en su parcela es la posibilidad de utilizar árboles excepcionales de su propia finca o de la finca de un vecino conocido, para sustituir los árboles malos, por árboles buenos a los que le daremos el nombre de “súper árboles”.

Explicación:

Todos los productores tienen en su finca unos cuantos árboles que son más productivos, los que menos se enferman o los que producen mejores semillas. Se trata pues de usar estos árboles como fuente de yemas para la injertación y multiplicación de plantas sobresalientes, con el objeto de renovar o rehabilitar árboles improductivos.

Muchos árboles de cacao en una parcela de baja producción que ocupan espacio en la parcela deben ser sustituidos por otros que ameriten el gasto de podas, fertilización y control de enfermedades y que por lo general los productores los dejan esperanzados en que producirán

alguna fruta la próxima temporada; dejándolos por años en su plantación. Pero dichos árboles improductivos no cambian. La injertación con ramas de árboles más productivos, podría ser una excelente alternativa para aumentar la producción.

El primer paso es identificar los árboles más productivos, menos afectados por las enfermedades de la parcela, de semillas grandes y de buena calidad: SUPER ARBOLES. Normalmente, el productor ya conoce dichos árboles y además saber cuales de ellos presentan una mayor tolerancia a enfermedades y plagas tales como: (monilia, fitoftora, monalonium).

Además de la capacidad productiva del árbol es importante tener en cuenta otras características entre las cuales sobresale: el hábito de crecimiento (forma del árbol), el vigor de la planta, la posición de las ramas horizontales y las características de las mazorcas (rendimiento en peso de cacao seco por mazorca, el tamaño de los granos, la adaptación a las condiciones de la finca).

Todos los árboles de una parcela de cacao pueden llegar a ser muy productivos por el método de cambiar la copa (ramas del cacao), a través del injerto de dos o más chupones seleccionados en la base del árbol viejo e improductivo. Este simple proceso de sustituir los árboles malos por mejores, puede llegar a duplicar y hasta triplicar la producción de la parcela de cacao.

Los superárboles a seleccionarse deben estar ubicados en áreas representativas de la parcela, es decir: se debe evitar la selección de árboles que se encuentren favorecidos por ciertas condiciones tales como: árboles que no tienen competencia de vecino, árboles de parcelas aisladas, árboles que funcionen como bordes y otros aspectos a considerar en el gradiente de pendiente del terreno, la fertilidad del lugar, el acceso a luz del sol en mayor horas del día, etc, especiales del lugar donde este plantado. Por lo tanto, la selección de un árbol superior debe realizarse en igualdades de condiciones para todos los materiales sujetos al estudio.

Repasemos, un buen clon debe tener las siguientes características para ser seleccionado

▪ Color de la semilla	Púrpura, crema, violeta, blanco
▪ N° semillas por mazorca	más de 35
▪ N° de mazorcas para producir un Kg cacao fermentado y seco	menos de 20
▪ Peso de una semilla	≥ mayor a 1.2 g
▪ N° Mazorcas por árbol/ por año	más de 40
▪ Producción: Kg por árbol/ por año	más de 2 Kg
▪ Adaptación condiciones ambientales	altitud, suelos, precipitación y otras
▪ Resistencia y/o tolerancia a enfermedades	monilia y fitoftora principalmente
▪ Compatibilidad:	consigo mismo o con otro conocido

Cada uno de los árboles seleccionados debe ser identificado mediante registros detallado de sus características, anotando en una libreta de notas todos los datos de él. Hay que diferenciar bien

los datos de cada uno de los árboles, numerándolos e identificándolos con cintas y etiquetas bien claras que se deben colocar a cada planta en el campo.

Una clasificación teórica del número de mazorcas por árbol y por año que debe tener una planta ideal, se incluye a continuación:

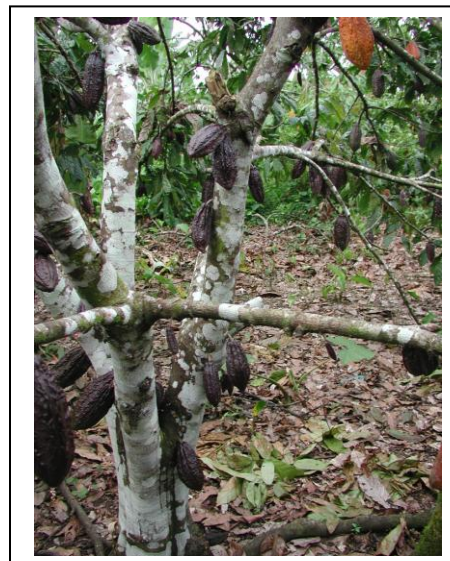
IMPRODUCTIVA	MENOS DEL PROMEDIO	ACEPTABLE	MUY BUENA	UN SUPERÁRBOL
0 – 10	11 – 24	25 – 50	51 – 85	86 y más mazorcas

PREGUNTAS PARA DISCUSION:

1. ¿Por qué se considera a un árbol como “Superárbol”?
2. ¿Para qué sirve la identificación de estos Superárboles?
3. ¿Por qué es importante llevar registros de producción e incidencia de enfermedades de estos Superárboles?
4. ¿Por qué cree usted que algunos árboles no producen mazorcas?
5. Porque no debo sacar semilla de mi misma parcela, aunque se trate de superárboles?



Chupón injertado en la base de un árbol adulto de baja producción.



“Superárbol” al cual se le llegaron a cortar 193 mazorcas, sin Monilia, en una finca de Ecuador.

3. El Jardín Clonal:

Es una colección de los mejores clones seleccionados en la finca o en otros lugares e incluso de la misma región, que sembrados en un mismo lugar sirve para confirmar sus características y a la vez proporcionar material de yemas para la injertación. Un ejemplo de un Jardín Clonal se encuentra en la Finca La Amistad, San Miguel de Bijagua, el cual se encuentra una colección de varios clones internacionales tales como: el ICS-1, ICS-95, CCN-51, etc. y algunos de selecciones regionales tales como: el B-1 seleccionado por la Cocoa Products Inc; o el FCS-A2 de la FHIA, de Honduras; o los Cauca de Colombia. En este Jardín Clonal además se tienen algunas plantas seleccionadas en las fincas de productores vecinos, como es el caso de los clones JUAN-1 y JUAN-3. Algunos de los materiales nacionales seleccionados por CATIE, en su programa de resistencia a las enfermedades del cacao, los tiene la Asociación de Pequeños Productores Orgánicos de Upala y en la Asociación de Productores Orgánicos de Guatuso, en Upala y Guatuso, para ser entregados próximamente a los asociados y vecinos.

Colombia ha dedicado grandes esfuerzos para tratar de caracterizar los materiales más sobresalientes en sus colecciones, características que se deben tener en cuenta al seleccionar los materiales que se van a utilizar en las plantaciones comerciales del productor.

El estudio por parte de Colombia de la adaptación del cacao a diferentes alturas sobre el nivel del mar, de los clones internacionales se incluye en el Cuadro 4, del Anexo 1. Se puede observar que algunos de estos clones se adaptan bien a diferentes pisos altitudinales, en comparación con otros que no lo hacen.

En un Jardín Clonal es muy importante que todos los árboles de un mismo clon sean iguales entre sí, esto es si son de mazorcas verdes, todos lo deben ser. Por ello la identificación de los materiales con un croquis detallado de la ubicación de los clones en el lugar es garantía de la calidad del material a multiplicar. Un error en la identificación de una introducción al Jardín Clonal, podría multiplicarse a todas las plantas que de él se originan. Este cuidado se debe tener en todo el proceso de siembra del material.

Los Cuadros 4, 5 y 6 en el Anexo 2 incluyen información sobre las características de varios de los clones que están siendo actualmente multiplicados por fincas privadas y por los productores de la región a través de un programa de distribución de clones seleccionados por su resistencia y tolerancia a la monilia, materiales seleccionados por el Programa de Mejoramiento Genético de Cacao en CATIE.

Cuadro 3. Caracterización preliminar de los clones de cacao: Propuesta preliminar de Colombia 2008.

TAMAÑO DE GRANO	
Grano Grande ($\geq 1,7$ g/grano)	ICS-1, ICS-6, ICS-39, ICS-40, ICS-60 y EET-8.
Grano Medio (1,4 – 1,6 g/grano)	CCN-51 y UF-613.
Grano Pequeño ($\leq 1,3$ g/grano)	IMC-67, ICS-95, CAU-37, CAU-39, CAU-43, TSH-565, TSH-792 y TSH-812.
PORTE DEL ÁRBOL	
Grande	ICS-1, ICS-6, ICS-39, ICS-60, ICS-95, UF-613, EET-8 y CAP-34.
Mediano	CAU-37, CAU-39, CAU-43, IMC-67 y CCN-51.
Pequeño	EET- 96, TSH-565 y TSH-812.
INCIDENCIA DE MONILIA:	
Baja (R. MR)	ICS-95, CCN-51, CAU-37 y CAU-39.
Media (M.S)	IMC-67, TSH-792, TSH-812 y ICS-6.
Alta (S)	ICS-1, ICS-39, ICS-60; TSH-565, EET-8 y UF-613
PISO ALTITUDINAL (m.s.n.m):	
0 – 400	CAU-37, CAU-39, CAU-43, CCN-51, ICS-95 y IMC-67.
400 – 800	Todos los anteriores más ICS-6.
> 800	Todos los anteriores más ICS-1, ICS-39, ICS-60, EET-8, UF-613 y TSH-565

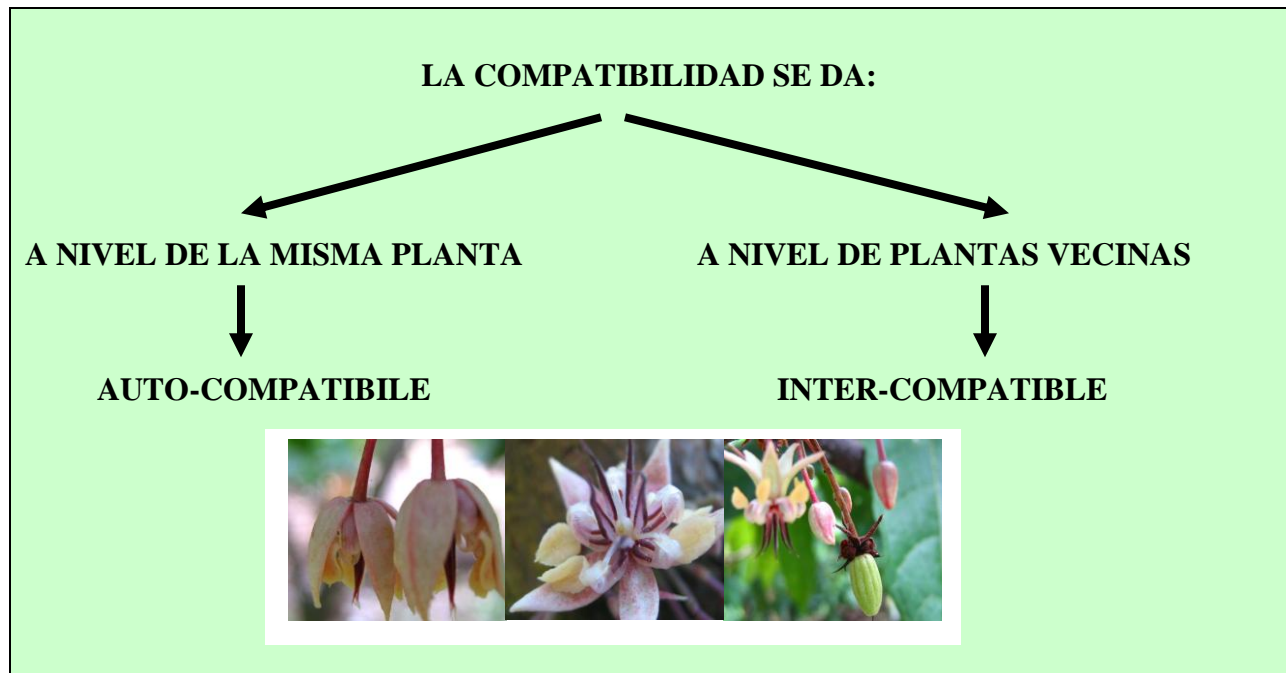
Nota: Los clones CATIE-R1; CATIE-R4, CATIE R-6; CC137 y PMCT-58 son una alternativa reciente en poder del productor de Costa Rica para resistencia a la Monilia y alta producción y calidad. (CATIE 2009)

Colombia agrega que la cacaocultura del futuro debería estar basada en clones que tengan las siguientes características:

1. Tolerancia a enfermedades
2. Alta producción
3. Índice de semilla mayor de 1.2 g.
4. Autocompatibles
5. Alta calidad industrial
6. Buena distribución de mazorcas en el árbol
7. Amplia adaptación
8. Precocidad
9. Índice de mazorca menos a 18 mazorcas por kilo cacao seco
10. Producción constante durante todo el año

4. La Compatibilidad entre plantas:

Otro elemento muy importante en la calidad de un clon es su capacidad de polinizarse así mismos o de recibir polen de otros árboles. Esta característica es determinante de la capacidad de producción del clon.



De los estudios hechos sobre la compatibilidad de los clones internacionales en Colombia por la Compañía Nacional de Chocolates y la Federación de Cacaoteros, anexo 5 y 6, se puede apreciar cuales de clones se pueden sembrar solos por ser compatibles con sigo mismo y cuales se deben sembrar a lado de otro que pueda fecundar sus flores, esto es inter compatibles:

AUTO-COMPATIBLES:	CCN 51; ICS 95; ICS 1 (Colombia) UF654; UF668; ICS6; UF296; UF29 (CATIE -1988); CATIE R1; CC137 (CATIE 2010) UF221; UF650; UF676 Catalogo Peru 2010 B-1 Costa Rica
AUTO-INCOMPATIBLES	IMC67, TSH565; EET8; ICS39; ICS60; UF613 (Colombia) UF667; EET400; SPA9; IMC67; POUND7; UF613 (CATIE - 1988); CATIE R4, CATIE R6; PMCT 58 (CATIE 2010)

Cual debería ser el esquema de siembra de una plantación de clones?

INTER-COMPATIBLES: (Posibilidades de cruzamiento entre clones actuado como padre donador de polen, o como madre receptora de polen)

COMO PADRE	COMPATIBLE CON:	COMO MADRE	COMPATIBLE CON:
CCN 51	CCN51; EET8; ICS1; ICS6 ICS39; ICS60; ICS 95; IMC67; TSH565; UF613	CCN51	CCN51; ICS95; IMC67
EET8	ICS95; IMC67; TSH 565	EET8	CCN51; ICS95; TSH565
ICS1	ICS1; ICS 39; ICS60; ICS95; ICS95; IMC67; TSH565	ICS1	CCN51; ICS1; ICS 39; ICS60; IMC67; TSH565
ICS6	ICS1; ICS39; ICS60; ICS95; TSH565; CCN51 ; IMC67 ;	ICS6	ICS1; ICS39; ICS95; TSH565; CCN51 ; IMC67 ; CAU39 ; CAU43 ; UF 613
ICS39	ICS1; ICS95; TSH565	ICS39	CCN51; ICS1; ICS95; IMC67; TSH565
ICS60	ICS1;	ICS60	CCN51; ICS1; ICS95; IMC67; TSH565
ICS95	CCN51; EET8; ICS 39; ICS60; ICS95; TSH565; CATIE-R1; CATIE-R4; CATIE-R6; PMCT58	ICS95	CCN51; EET8; ICS1; ICS 39; ICS95; IMC67; TSH565
IMC67	CCN51; EET8; ICS1; ICS39; ICS60; ICS 95; TSH565; CATIE-R1; CATIE-R4; CATIE-R6;	IMC67	CCN51; EET8; ICS1; TSH565
TSH565	EET8; ICS1; ICS 39; ICS60; ICS 95; IMC67	TSH565	CCN51; EET8; ICS1; ICS 39; ICS95; IMC67
UF 613	ICS6; ICS39; ICS60; ICS95; TSH565; EET8; IMC67; CCN51	UF613	ICS1; ICS39; TSH565; CCN51; IMC67; CAU39
CATIE R1	CATIE R4; CATIE R6; PMCT 58; ICS95; IMC67	CATIE R1	CATIE R1; CATIE R4; CATIE R6; PMCT 58; ICS 95; IMC67; CC137
CATIE R4	CATIE R1; CATIE R6; PMCT 58	CATIE R4	CATIE R1; CATIE R6; PMCT 58; ICS 95; IMC67; CC137
CATIE R6	CATIE R1; CATIE R4; PMCT 58; CC137	CATIE R6	CATIE R1; CATIE R4; PMCT 58; ICS 95; IMC67; CC137
PMCT 58	CATIE R1; CATIE R4; CATIE R6 ; ICS95	PMCT 58	CATIE R1; CATIE R4; CATIE R6; ICS 95; CC137

El cuadro anterior explica las inter compatibilidad entre clones, esto es cuales clones se combinan con cuales, pues hay clones que necesitan un padre que le de polen para polinizar sus flores y hay clones que dan polen a otros para que puedan fecundar sus flores y formar frutos. Pudiera ocurrir que un árbol no produzca porque a la par se le sembraron árboles que no tienen capacidad de fecundar sus flores, porque no es compatible con él y entonces el árbol se observa vigoroso con muchas flores, pero sin frutos o con apenas unos pocos frutos.

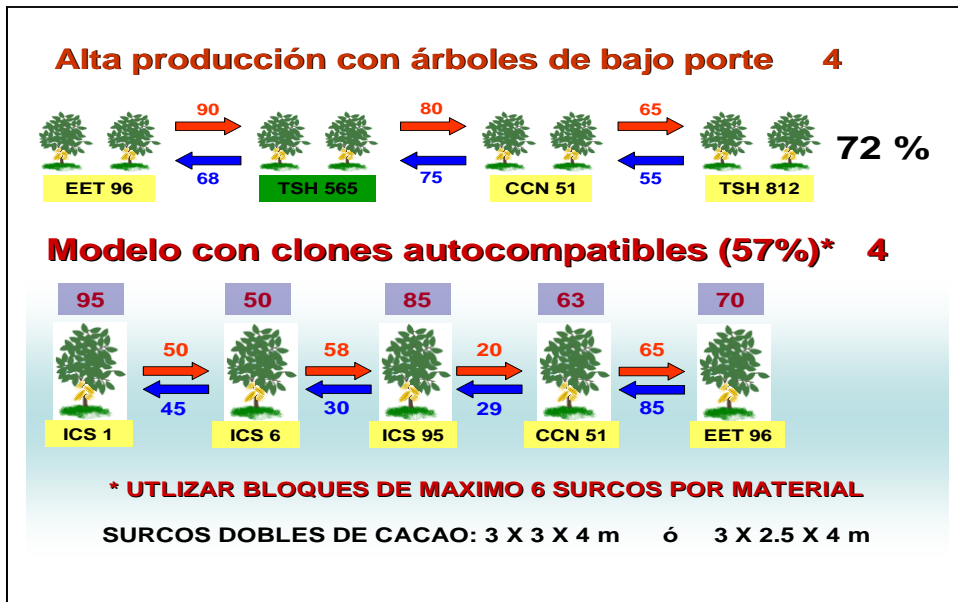
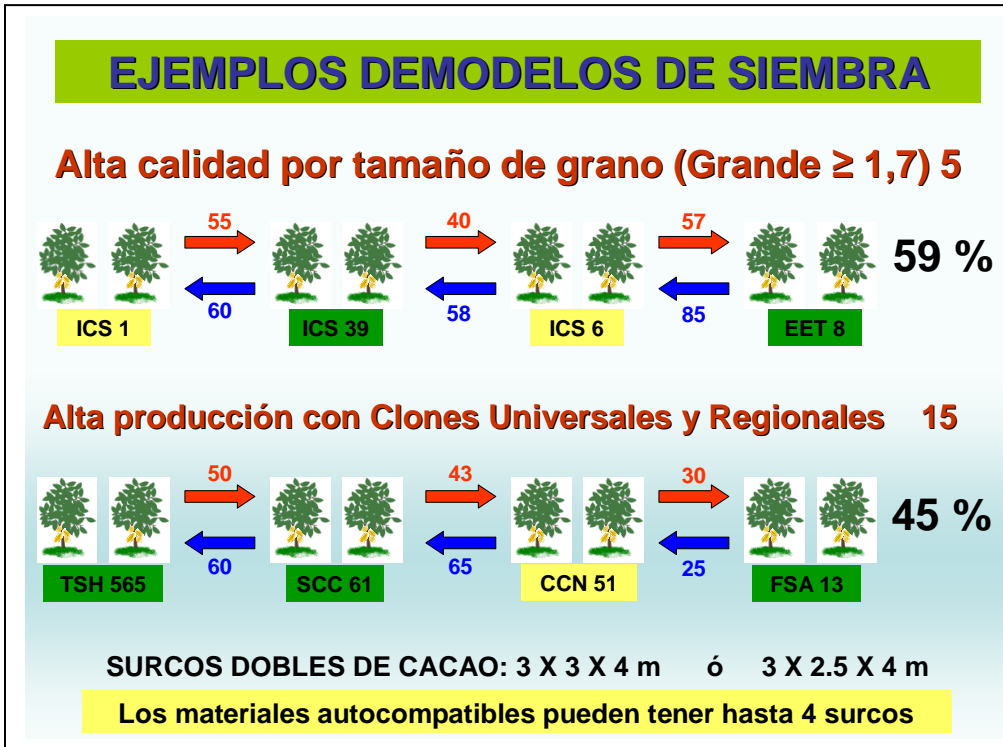
Veamos un ejemplo, usando el cuadro anterior. Si siembra una hilera o dos del clon ICS39, debería sembrarle a la par, para que lo fecunde cualquiera de los siguientes clones: ICS1; ICS95; o TSH565, pues el ICS39 es la hembra y los clones antes mencionados son los padres. Si usamos al revés el Cuadro, por ejemplo. Tengo sembrado el clon IMC67, y quisiera a cuales clones puede fecundar dicho clon, busco y veo que puedo usar este padre para polinizar clones como: CCN51; EET8; ICS1; TSH565.

4. Esquema sugerido para la siembra de los clones en el campo

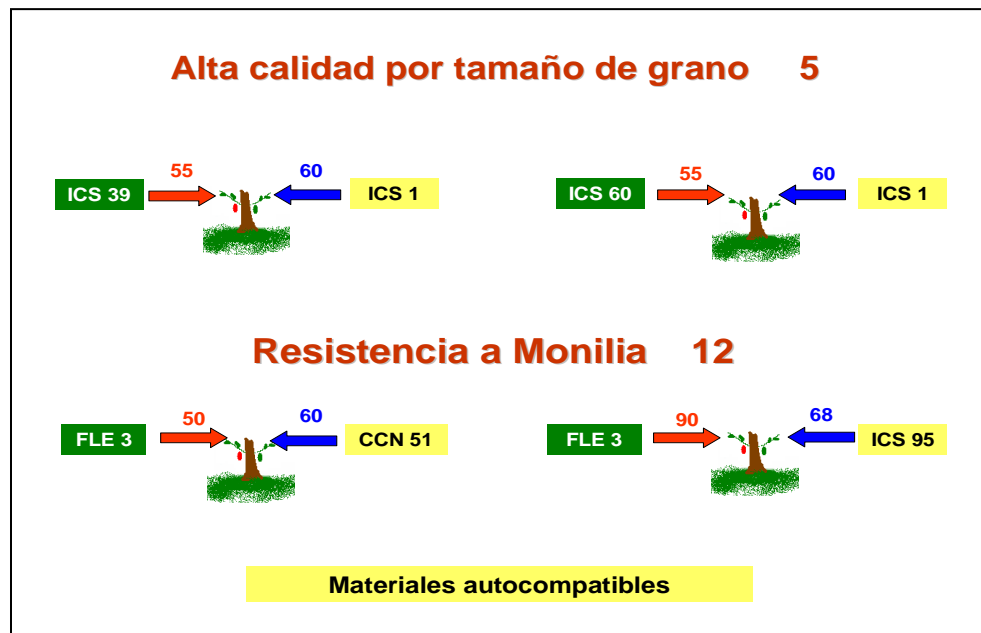
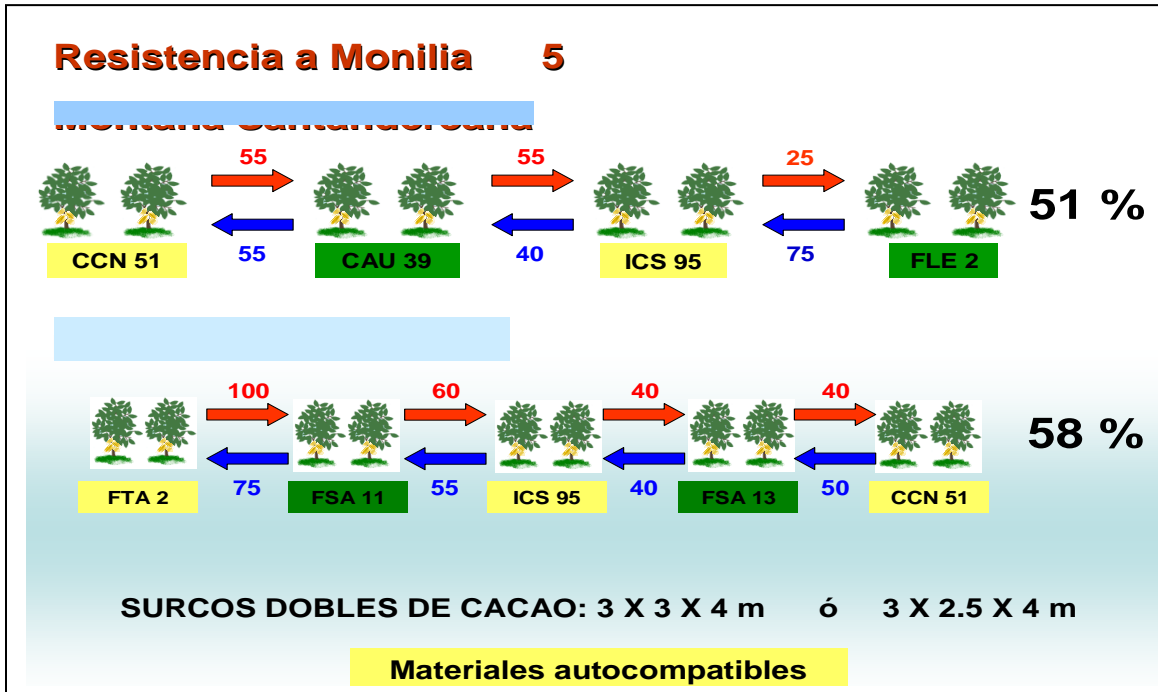
Colombia ha propuesto una metodología de siembra que están usando comercialmente con éxito, sembrando los clones en hileras dobles, uno al lado del otro según la capacidad de polinización entre ellos. Este esquema incluye la siembra de uno o dos clones de reconocida capacidad de combinarse con los vecinos, tal es el caso del IMC 67 y el TSH 565, donadores de polen para casi todos los clones de la parcela.

De acuerdo con la propuesta técnica de Colombia, en una parcela no se debería sembrar más de 5 clones diferentes. De esta forma se quiere mantener la variabilidad genética, sin introducir demasiados tipos de cacao, que puedan afectar la calidad final del grano.

Cuadro 5: Ejemplos de modelos de siembra propuestos por Colombia a sus productores. 2008



Continúa modelos de siembra propuestos por Colombia a base de clones:



BIBLIOGRAFÍA UTILIZADA EN LA PUBLICACIÓN

- Aranzazu H., Fabio y Martínez G., Nubia. 2008 Compatibilidad e intercompatibilidad de los principales materiales de cacao utilizados en Colombia. Ing. FEDECACAO, Colombia. .
Junio 26 y 27 de 2008
- Cadavid Vélez, Sergio. Características de Compatibilidad Sexual de algunos clones de cacao y su aplicación en siembras comerciales. Compañía Nacional de Chocolates. Colombia. 2008
- FEDERACION DE CACAOTEROS DE COLOMBIA. 2008. Guia Técnica para el Cultivo del Cacao. Bucaramanga 2008, Tercera Edición. Pag 78-83.
- Mejia Flores, Antonio y Arguello C, Orlando. Tecnología para el Mejoramiento del Sistema de Producción de Cacao. CORPOICA, Bucaramanga, Colombia, Año 2000.
- Phillips, Wilbert y Enriquez, Gustavo. Catálogo. 1988. Catálogo de Cultivares de Cacao. CATIE, Turrialba, Costa Rica
- Phillis Wilbert, (et al) Overcoming the main limiting factors of cacao production in central america though the use of improved clones developed at CATIE. Proceedings of the 16th International Cocoa Reserch Conference, Bali, Indonesia, 16-21 Nov 2009. In Press. 2009
- Somarriba, E, ...(et al.). Reproducción sexual del cacao. Serie Técnica, Material de Extensión/ CATIE N° 1 Proyecto Cacao Centroamérica., 2010, 48 pg

ANEXO 1:

Cuadro 1. Adaptación de los clones a las zonas agroecológicas de Colombia.

Adaptación de los Clones según las zonas agroecológicas				
CLONES	BHT	VIS	Z.A	MS
THS – 565	X	X	X	X
ISC – 1	X	X	X	X
ICS – 39		X	X	XX
ICS – 40			X	X
ICS – 60	X	X	X	X
ICS - 95	X	X	X	X
IMC – 67	X	X	X	X
EET – 400		X		
CCN – 51	X	X	X	X
EET - 8				X
UF – 613				X

MS: montañas santandereanas

VIS: valle interandino seco

BHT: bosque húmedo tropical:

Z.A Zona andina o zona marginal baja cafetera (ZMBC):

Fuente: Guía Técnica para el Cultivo del Cacao. Tercera Edición, 2008. FEDERACION NACIONAL DE CACAOTEROS DE COLOMBIA. Colombia.

ANEXO 2:

Cuadro 2. Principales características de los clones seleccionados por CATIE para su propagación dentro del Proyecto PCC, 2007.

Clon	Reacción a enfermedades		Producción (kg ha-año)		Autocompatibilidad	Calidad	Contenido de grasa (%)
	Monilia	Mazorca negra	Promedio 7 años	Año 8°			
CATIE-R1	11	6	738	1856	SI	Buena	56
CATIE-R4	8	1	972	2488	NO	Buena	60
CATIE-R6	6	1	1010	2600	NO	Buena	57
CC-137	26	1	825	1688	SI	Buena	54
PMCT-58	20	4	704	1416	NO	Muy Buena	58

Fuente: Presentación del Programa de mejoramiento genético del CATIE y su proyección a través del PCC. Carlos Astorga, CATIE-PCC. Foro genética del cacao. CATIE. Octubre 2008

VARIABLES DE CALIDAD (Guittard)

CLON	CALIDAD	CONTENIDO DE GRASA (%)
CATIE R-1	ALTO	56
PMCT-58	ALTO	58
CATIE R-4	INTERMEDIO	60
CATIE R-6	INTERMEDIO	57
ICS-95	INTERMEDIO	55
CC-137	BAJO	54

Fuente: Informe: Avances al 2010 en Costa Rica del Proyecto Cacao Centroamérica. Ayuda en PDF 2011

Cuadro 3: Estudio de la calidad de de los clones seleccionados por CATIE para su propagación dentro del Proyecto PCC, 2007

CATIE R 1:	Acidez suave inicial que definitivamente es de carácter frutal. Muy agradable. Busto 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 R 4	Acidez inicial que es un cruce entre acidez frutal y mineral similar a la 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. ES UN TIPO DE SABOR DE ALMENDRA MUY INERESANTE.
CATIE 6	Moderada hasta acidez mineral con notas de acidez frutal. En el medio tiene algunas notas de madera oscura con moderada astringencia. Mas tarde, tiene una nota de 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 es suave. MUY INTERESANTE PERFIL DE SABOR
CC 137	Moderada hasta ácido con una mezcla de acidez frutal (cítrica) y mineral. Cacao es relativamente bajo. Tiene poco amargor y moderada astringencia. Tiene algunas notas oscuras genéricas. Este no es un grano particularmente distintivo. PODRIA SER USADO COMO UN CHOCOLATE CON LECHE MUY SUAVE.

Fuente: Presentación del Programa de mejoramiento genético del CATIE y su proyección a través del PCC. Carlos Astorga, CATIE-PCC. Foro genética del cacao. CATIE. Octubre 2008

Cuadro 5 GUIA DE CAMPO PARA LOS CLONES ICS (Elizabeth Johnson. Frances Bekele y Raymond Schehell)

CARACTERISTICA	ICS 1	ICS 6	ICS 8	ICS 40	ICS 60	ICS 95
Forma de la mazorca	Ovoide	Elíptico	Elíptico	Elíptico	Elíptico	rectangular
➤ Apice	Obtuso	Agudo	Obtuso	Atenuado	Atenuado	Agudo
➤ Base						
➤ Constricción	Intermedia	Int. a fuerte	Intermedia	Fuerte	Int. a fuerte	Suave
➤ Tamaño cm	M	M	M	Largo	Largo	Largo
➤ Largo cm	16.2 ± 0.5	16.6 ± 1.5	15.9 ± 0.6	18.1 ± 2.5	19.5 ± 1.6	19±1.9
➤ Ancho	8.0 ± 0.3	8.7 ± 0.4	7.7 ± 0.6	7.8 ± 0.5	8.4 ± 0.5	8.4±0.7
Índice de mazorca	19.88	17.49	16.98	20.83	15.6	22.15
Número de semillas	39 ± 5	43 ± 1 6	43 ± 4	49 ± 2	39 ± 1 7	35 ± 7
Peso semilla (g)	1.29 ± 0.23	1.33 ± 0.11	1.37 ± 0.29	098 ± 0.26	1.64 ± 0.15	1.29 ± 0.21
Forma de la semilla	Arriñolado	Arriñolado	Arriñolado	Arriñolado	Arriñolado	Arriñolado
Compatibilidad	AC	AC	AC	AI	AI	AC

Cuadro 4. Principales características de los clones internacionales recomendado por la Federación de Cacaoteros de Colombia.

Característica	ICS1	ICS39	ICS40	ICS60	ICS95	UF613	IMC67	TSH565	CCN51
Origen	Trinidad	Nicaragua	Nicaragua	Nicaragua	Trinidad	Trinidad	Perú	Trinidad	Ecuador
Compatibilidad	AC	AI	AI	AI	AC	AI	AI	AI	AC
Color mazorca	Rojo	Verde	Verde	Verde	Rojo	Rojo	Verde	Rojo	Rojo
Color semilla	Púrpura	Púrpura	Crema	Púrpura	Violeta	Púrpura	Púrpura	Púrpura	Púrpura
N° almendras por mazorca	40	39	38	37	41	40	42	39	48
N° Mz/kg cacao seco	19	17	19	20	18	18	21	24	
Peso de una almendra	1.3 gm	1.5 g.	1.4 g.	1.3 g.	1.4 g	1.5 g	1.2 g	1.1 g	1.4 g
N° mz/ árbol/año	46	50	48	52	60	40	57	55	
Kg/árbol/año	2.5	3.0	2.8	2.6	3.2	2.3	2.6	2.5	
Altitud recomendada	>800m snm	>450 m	>400 m	>400 m	100 - 1200m	>800m	100 - 1200m	>800m	
Monilia	MS	T	T	T	T	T	T	S	T
Phytophthora	S	S	S	S	S	R	T	S	S
Escoba de bruja	MS	S	S	S	T	T	S	T	T
Ceratostyis	Tolerante	T	S	S	S	T	T	T	T

Fuente: Mejía Flores, Antonio y Arguello C, Orlando. Tecnología para el Mejoramiento del Sistema de Producción de Cacao. CORPOICA, Bucaramanga, Colombia, Año 2000.

Anexo 4 b: Fotografías de algunos de los clones de origen internacional mas utilizados en la producción de cacao.



IMC 67



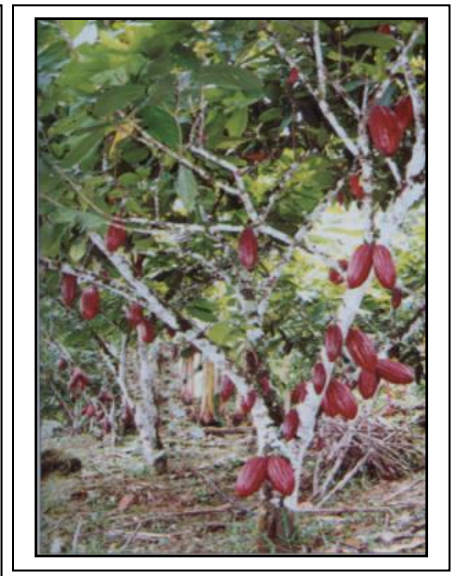
TSH 565

CCN 51
Don Homero

ICS 39



ICS 60





ICS 1

ANEXO 6. Matriz de compatibilidad sexual del material de CATIE, según información suministrada por el Programa de Mejoramiento, Dr Wilberth Phyllips. Julio 2010.

INTER- COMPATIBILITY

female male	CATIE-R1	CATIE-R4	CATIE-R6	PMCT-58	ICS-95	IMC-67	CC-137
CATIE-R1	YES	YES	YES	YES	YES	YES	NO
CATIE-R4	YES	NO	YES	YES	YES	YES	NO
CATIE-R6	YES	YES	NO	YES	YES	YES	YES
PMCT-58	YES	YES	YES	NO	YES	NO	NO
ICS-95	YES	YES	YES	YES	YES	NO	NO
IMC-67	YES	YES	YES	NO	NO	NO	NO
CC-137	YES	YES	YES	YES	NO	NO	YES

 Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza Dr. W. Phillips, Cacao Breeding Program, CATIE 7170, Turrialba, C.R. 

ANEXO 7. Matriz de compatibilidad sexual en 11 materiales de cacao utilizados en Colombia. 2008 Compañía Nacional de Chocolates.

	Madre ♀										
Padre ♂	CCN 51	EET 8	ICS 1	ICS 39	ICS 60	ICS 95	IMC 67	SC 6	SCC 59	SCC 61	TSH 565
CCN 51	C	C	C	C	C	C	C	C	I	C	C
EET 8	I	I	I	I	I	C	C	I	I	I	C
ICS 1	I	I	C	C	C	C	C	C	C	I	C
ICS 39	I	I	C	I	I	C	I	I	I	I	C
ICS 60	I	I	C	I	I	I	I	I	I	I	I
ICS 95	C	C	I	C	C	C	I	C	I	C	C
IMC 67	C	C	C	C	C	C	I	C	C	C	C
SC 6	I	I	I	I	I	C	I	I	I	I	C
SCC 59	C	I	C	C	C	C	C	C	I	C	C
SCC 61	C	I	C	I	I	C	C	I	C	I	C
TSH 565	I	C	C	C	C	C	C	C	I	C	I

Compañía Nacional de Chocolates (2006): C: Compatible

I: Incompatible

ANEXO 8. COMPATIBILIDAD SEXUAL DE ALGUNOS CLONES USADOS EN COLOMBIA (70 % DE CRUZAMIENTO). FEDECACAO 2008.

PADRE (♂)		MADRE (♀)																					
		CLON	ICS					TSH			EET		CCN	IMC	FLE		SCC	CAU		CAP	SC	MON	UF
			1	6	39	60	95	565	792	812	8	96	51	67	2	3	61	39	43	34	6	1	613
PADRE (♂)	ICS	1	95					★									★						
		6		50							★			★	★							★	
		39			3				★														
		60				3			★														
		95				★	85								★							★	
	TSH	565		★	★	★	★	3		★	★		★									★	
		792				★			0									★					
		812								60													
	EET	8		★			★	★				3						★					
		96		★			★		★			70	★										
	CCN	51		★	★	★	★					63		★	★		★	★		★			
	IMC	67	★		★	★	★	★	★				0	★									★
	FLE	2					★	★	★			★			15								★
		3		★	★	★	★		★						3								
	SCC	61	★						★							3							
	CAU	39			★				★	★	★		★					0					
		43		★	★					★	★						★	0					
	CAP	34							★										0				
	SC	6								★										0		13	
	MON	1						★														0	
	UF	613							★		★												0

 Inter-Compatible (≥ 30%)

 Auto-Compatible (≥ 30%)

 Inter-Incompatible (< 30 %)

 Inter-Compatible (≥ 70 %)

 Auto-Incompatible (< 30%)

 Por Determinar