



CACAO

MANEJO DEL RECURSO GENÉTICO PARA INCREMENTAR LA PRODUCCIÓN Y PRODUCTIVIDAD DEL SISTEMA DE CACAO EN COLOMBIA

AUTORES

I.A.M.Sc. FABIO ARANZAZU HERNÁNDEZ ¹

I.A. NUBIA MARTÍNEZ GUERRERO ²

I.A. GILDARDO PALENCIA CALDERÓN ³

I.A. ROBERTO CORONADO ⁴

BIOL. DIEGO RINCÓN GUARÍN ⁵

UNION TEMPORAL CACAO DE COLOMBIA UNO
2009

1. M. Sc. Director Programa de Investigación. Federación Nacional de Cacaoteros.

2. I.A. Asistente Programa de Investigación. Federación Nacional de Cacaoteros.

3, 4. I.A. Investigador Corporación Colombiana de Investigación.

5. Biol. Estadística. Unión Temporal Cacao de Colombia Uno.



FEDERACIÓN
NACIONAL DE
CACAOTEROS



CREDITOS

UNION TEMPORAL CACAO DE COLOMBIA UNO

Representante Legal y Presidente Ejecutivo
José Omar Pinzón Useche
FEDECACAO

Director Ejecutivo
Arturo Vega Barón
CORPOICA

Contacto Institucional
Jacob Rojas Ardila
FEDECACAO

Álvaro Uribe Cálad
CORPOICA

ISBN
978-958-98858-3-3

PROGRAMA DE MEJORAMIENTO GENÉTICO PARA INCREMENTAR LA PRODUCCIÓN Y PRODUCTIVIDAD DEL SISTEMA DE CACAO EN COLOMBIA

Líder: Fabio Aranzazu Hernández. FEDECACAO

Proyecto 1: “Recolección, caracterización morfoagronómica y molecular de materiales criollos y de alto rendimiento en Colombia”

Líder: Roberto Coronado. CORPOICA

Proyecto 2: “Estudio de adaptación de clones regionales promisorios y universales de cacao en las zonas cacaoteras de Colombia”

Líder: Gildardo Palencia Calderón.

Proyecto 3: Continuación de la evaluación de materiales regionales de cacao y de algunos clones universales ya establecidos en el país

Líder Fabio Aranzazu Hernández FEDECACAO

Cofinanciador: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR)

Interventor Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA)

Socios: Universidad Industrial de Santander, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Universidad Francisco de Paula Santander, Compañía Nacional de Chocolates, Casa Luker.

CONTENIDO

<u>CAPÍTULO</u>		<u>Pág.</u>
I	INTRODUCCIÓN	13
II	ESCENARIO NACIONAL E INTERNACIONAL DEL CACAO	19
	Escenario Mundial	19
	Escenario Nacional	23
III	TIPOS DE CACAO	29
	Criollo	29
	Forastero	29
	Trinitario	29
IV	RECUPERACIÓN DEL RECURSO GENÉTICO DE CACAO EN COLOMBIA	35
	Materiales Criollos	35
	Caracterización de Materiales Criollos	37
	Materiales Regionales	37
	Selección de Materiales Regionales	40
	Caracterización de Materiales Regionales	43
V	CARACTERIZACIÓN MOLECULAR DE COLECCIONES DE CACAO (Theobroma cacao L.) EN COLOMBIA.	49
VI	MATERIALES REGIONALES EN COLOMBIA	55
	Evaluación de Materiales Regionales en diferentes zonas de Colombia	57
	Evaluación de Materiales Regionales de FEDECACAO y CORPOICA	61
VII	MATERIALES INTRODUCIDOS A COLOMBIA	67
	Evaluación de materiales introducidos a Colombia	68
	Materiales de mayor preferencia	69
	Materiales de menor preferencia	74
VIII	CALIDAD EN CACAO	79
	Calidad del Cacao en Colombia	81
	Calidad en materiales introducidos	81
	Calidad en materiales regionales	83
IX	COMPATIBILIDAD SEXUAL DE MATERIALES DE CACAO EN COLOMBIA	89
	Clasificación de materiales por características especiales	93

	Modelos de siembra	94
	Modelos para rehabilitación	101
	Aporte de los modelos	104
X	BANCOS DE GERMOPLASMA Y COLECCIONES DE CACAO EN COLOMBIA	109
XI	CONCLUSIONES	115
	ANEXOS	119
XII	BIBLIOGRAFIA	123

AGRADECIMIENTOS

La Federación Nacional de Cacaoteros FEDECACAO, la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria CORPOICA y el equipo de investigadores de la Unión Temporal Cacao de Colombia Uno, agradecen a: El Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural y a el IICA quienes mediante el Convenio de Cooperación Técnica - Científica número 035/04 facilitaron los recursos de cofinanciación para la ejecución del programa “Mejoramiento genético para incrementar la producción y productividad del sistema de cacao en Colombia”.

Se brinda especiales agradecimientos al Doctor Jacob Rojas por su desempeño como Contacto Institucional y revisión del presente documento, a la Doctora Aidé Perea del Centro de Investigación en Ciencia y Tecnología de Alimentos Escuela de Química y al Doctor Nelson Rodríguez López, Director de la Escuela de Biología de la Universidad Industrial de Santander; así mismo a Jesús Tolosa, técnico de campo y Luz María Calle, Investigadora de Corpoica, al doctor Octavio Ardila Rueda Director Regional Fedecacao, a los ingenieros agrónomos Antonio Ortiz y Jairo Caballero, a los integrantes del Programa de Investigación Edith Moreno, Gilberto Gómez y Nelson Báez y a los tecnólogos David Olarte, Marlén Caviche, Leobardo Hoyos y Antonio Chacón de Fedecacao.

También se agradece a todas las Unidades Técnicas de la Federación Nacional de Cacaoteros, a los propietarios de las fincas donde se realizó la selección de árboles y evaluación de materiales, a los estudiantes en pasantía y tesis que apoyaron y colaboraron para el logro de los objetivos de los proyectos.

RESUMEN

En el presente documento se hace un recuento histórico del manejo que Colombia ha dado al recurso genético de cacao (*Theobroma cacao L.*). Inicialmente se analiza la producción y consumo en el país, que para el año 2000 ya era deficitario, en aproximadamente 15.000 Toneladas.

La modernización del sistema de producción de cacao, junto a las excelentes perspectivas de los mercados mundiales motivo al gobierno y a las instituciones a realizar y financiar proyectos de investigación en alianzas estratégicas.

Para el efecto se conformó la Unión Temporal Cacao de Colombia Uno entre Fedecacao y Corpoica, quienes en un primer proyecto recuperaron 56 materiales criollos de la Serranía del Perijá y la Sierra Nevada de Santa Marta, seleccionaron y caracterizaron 38 materiales regionales de excelente comportamiento en fincas de agricultores, de una población de 144 árboles evaluados.

El presente documento informa además sobre, el comportamiento agronómico de algunos clones de cacao que el país introdujo en la década del 60, así como de algunos materiales regionales, resaltando que algunos de ellos fueron superiores a los introducidos, especialmente en rendimiento y comportamiento sanitario como FLE 3, FSA 12 y FSA 13. Entre los mejores materiales introducidos sobresalen ICS 39, EET 8 y CCN 51 que superan 1.500 kg/ha.

Se estudió la Matriz de Compatibilidad Sexual de los materiales y se diseñaron modelos de siembra y rehabilitación de plantaciones utilizando las características especiales de estos en cuanto a calidad, tamaño del árbol y resistencia a *Monilia*, con el fin de contribuir a que el sistema de producción de cacao sea más eficiente y competitivo.

PRESENTACIÓN

Uno de los temas de investigación en el cultivo del cacao considerado como prioritario en los últimos años, corresponde a la identificación y estudio de materiales genéticos que puedan asegurarle en el futuro a los cultivadores de cacao mejores rendimientos en el ejercicio de su labor productiva.

En tal sentido, a través de la convocatoria realizada por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, para programas y proyectos de investigación se financió el programa “Manejo del recurso genético para incrementar la producción y productividad del sistema de cacao en Colombia”, el cual fue desarrollado por la Unión Temporal Cacao de Colombia Uno, conformada por la Federación Nacional de Cacaoteros y Corpoica,

Las investigaciones correspondientes se llevaron a cabo a partir del 2004, bajo la responsabilidad administrativa de la Unión Temporal por parte de la Federación Nacional de Cacaoteros y la dirección científica del equipo técnico de esta institución adscrito al Fondo Nacional del Cacao. Se llevaron a cabo tres proyectos que corresponden a los siguientes títulos:

1. **Proyecto 1:** “Recolección, caracterización morfoagronómica y molecular de materiales criollos y de alto rendimiento”
2. **Proyecto 2:** “Estudio de adaptación de clones regionales promisorios y universales de cacao en las zonas cacaoteras de Colombia”
3. **Proyecto 3:** “Continuación de la evaluación de materiales regionales de cacao y de algunos clones universales ya establecidos en el país”

Para el desarrollo exitoso de los trabajos se contó con el apoyo del equipo de investigadores en el caso de Corpoica, de la Universidad Francisco de Paula Santander y de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, con sede en Tunja, así como con la auditoria del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural.

El presente documento entrega al país cacaotero, los resultados de los mencionados proyectos, los que sin duda representan un aporte importante a la cacaocultura colombiana, por lo que hacemos un llamado a técnicos extensionistas y profesionales que promuevan la aplicación de los conocimientos generales, en el entendido de que con ello se lograrán importantes avances en relación con el mejoramiento de la productividad y la calidad del cacao colombiano, pues todos ellos apuntan a lograr una mejor elección, arreglo espacial y manejo de los clones de acuerdo con sus características, las condiciones agroclimáticas de las regiones cacaoteras y los objetivos en términos de tipo de producto a generar en relación con la calidad de grano que se pretende ofrecer.

JOSÉ OMAR PINZÓN USECHE

Capítulo I

INTRODUCCIÓN

El sistema de producción de cacao (*Theobroma cacao* L.) en Colombia tradicionalmente ha sido una explotación de economía campesina. Su importancia económica radica en el gran consumo de la materia prima para la elaboración principalmente del chocolate de mesa, componente básico de la canasta familiar, de productos manufacturados en confitería y algunos excedentes exportables, originando divisas para el país.

En su explotación intervienen más de 25 mil familias en forma directa, donde el 90% de la producción es responsabilidad de pequeños agricultores, resaltando la participación del departamento de Santander, que aporta cerca del 50% de la producción nacional, con 19.000 toneladas en el año 2008. Así mismo, el cultivo genera otra gran cantidad de empleos en el mercadeo y la industria transformadora.

El cultivo es una especie fundamental dentro del componente agroforestal campesino, que en su sistema de producción apoya la conservación ambiental contribuyendo a la captura de carbono, la diversidad de flora y fauna, en la protección de fuentes de agua y biota del suelo.

Actualmente Colombia afronta dificultades en la producción de cacao, causado por el deterioro y vejez de las plantaciones híbridas, inadecuado manejo y gran cantidad de árboles improductivos debido al fenómeno de la incompatibilidad sexual. Para resolver este problema, el país inició un plan de modernización de plantaciones en siembra y rehabilitación utilizando la clonación de materiales introducidos y regionales promisorios, que debe ir acompañado de actividades de programas de investigación.

El Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural – MADR, en cumplimiento de su misión de formulación, coordinación y evaluación de las políticas que promuevan el desarrollo de los procesos agropecuarios, y en el marco del Plan Estratégico del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología en sus ámbitos Agropecuario y Agroindustrial, abrió la 1ª Convocatoria Nacional para la Cofinanciación de Proyectos de Investigación y Desarrollo Tecnológico e innovación por Cadenas Productivas, en el año 2004. Para tal fin, el MADR celebró con el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura – IICA, el Convenio de Cooperación Técnico- Científico 035/2004.

La convocatoria fue dirigida para apoyar la innovación tecnológica de las cadenas productivas, entre las que se priorizó el cacao con el fin de contribuir al mejoramiento de la competitividad y la calidad de vida del sistema. Teniendo en cuenta que la convocatoria fue dirigida a alianzas nacionales o internacionales, Centros de Investigación, Universidades y Gremios. CORPOICA y FEDECACAO para acceder a los recursos de cofinanciación firmaron en septiembre de 2004 tres Uniones Temporales por un período de cinco años, que denominaron CACAO DE COLOMBIA 1, 2 y 3, correspondiendo cada Unión Temporal a un programa específico.

En este orden de ideas, la Unión Temporal Cacao de Colombia Uno elaboró y participó en ésta Convocatoria con tres proyectos que conformaron el programa denominado “Mejoramiento genético para incrementar la producción y productividad del sistema de cacao en Colombia”, que fueron aprobados para ser ejecutados en un período de 36

» **Tabla 1.** Presupuesto total para la realización de los proyectos de la Unión Temporal Cacao de Colombia 1.

PROYECTO	MILES \$				
	COFINANCIACION IICA/MADR	CONTRAPARTIDA			TOTAL
		FEDECACAO	CORPOICA	UIS	
“Recolección, caracterización morfoagronómica y molecular de materiales criollos y de alto rendimiento en Colombia”	226.710	230.560	136.700		593.970
“Estudio de adaptación de clones regionales promisorios y universales (introducidos) de cacao en las zonas cacaoteras de Colombia”	214.412	82.600	138.600	36.000	471.612
“Continuación de la evaluación de materiales regionales de cacao y de algunos clones introducidos ya establecidos en el país”	140.580	310.118	34.800		485.498
TOTAL	581.702	623.278	310.100	36.000	1.551.080

meses, con un aporte de cofinanciación del Ministerio de Agricultura de \$ 581.702 millones, según la Tabla 1.

Las actividades técnicas de los proyectos se iniciaron a partir del mes de Agosto de 2005 hasta Noviembre de 2008. A continuación se relacionan los objetivos generales y específicos de cada proyecto.

Finalmente el propósito de ésta publicación es producir un documento de carácter

técnico, que recopile en forma integral cual ha sido la evolución del cacao en el país y más específicamente sobre el manejo que se le ha dado al recurso genético, habida cuenta que Colombia no ha tenido programas definidos de investigadores en el área de mejoramiento genético. Obviamente el documento contendrá los resultados de cada uno de los tres proyectos, según los objetivos específicos planteados.

PROYECTO 1

“RECOLECCIÓN, CARACTERIZACIÓN MORFOAGRONOMICA Y MOLECULAR DE MATERIALES CRIOLLOS Y DE ALTO RENDIMIENTO EN COLOMBIA”

Objetivo General

Recuperar y caracterizar material genético de cacao de alto valor científico y económico, que mejore el desarrollo de la competitividad y la sostenibilidad del sistema cacao.

Objetivos Específicos

Seleccionar árboles tipo criollos con potencialidades de alta producción, sanidad y calidad del grano.

Seleccionar y evaluar in situ, árboles en plantaciones establecidas con semilla híbrida o común con características sobresalientes de calidad, sanidad y producción.

Caracterizar morfoagronómicamente los materiales criollos y materiales sobresalientes (árboles de alto rendimiento) e híbridos sobresalientes.

Continuar con la caracterización y análisis de la diversidad genética de *Theobroma cacao* L., con microsatélites, para apoyar programas de mejoramiento genético.

PROYECTO 2

“ESTUDIO DE ADAPTACIÓN DE CLONES REGIONALES PROMISORIOS Y UNIVERSALES (INTRODUCIDOS) DE CACAO EN LAS ZONAS CACAOTERAS DE COLOMBIA”

Objetivo General

Evaluar la adaptabilidad, desempeño fisiológico, productivo y calidad del grano de selecciones de cacao nacionales y universales (introducidos), con características sobresalientes en zonas productoras de Colombia.

Objetivos Específicos

Determinar la adaptabilidad y estabilidad fenotípica de los materiales clonales regionales e introducidos.

Determinar el comportamiento fisiológico de clones promisorios regionales bajo diferentes condiciones ambientales.

Identificar materiales genéticos con tolerancia a sequía entre los clones regionales promisorios.

Determinar las características físico - químicas y organolépticas del grano de cacao de clones promisorios regionales en las diferentes zonas productoras.

PROYECTO 3

“CONTINUACIÓN DE LA EVALUACIÓN DE MATERIALES REGIONALES DE CACAO Y DE ALGUNOS CLONES INTRODUCIDOS YA ESTABLECIDOS EN EL PAÍS”

Objetivo General

Dar continuidad a la evaluación de materiales seleccionados por Fedecacao en árboles sobresalientes y evaluar el comportamiento de algunos clones introducidos establecidos con el convenio Fedecacao-Corpoica-Ministerio de Agricultura.

Objetivos Específicos

Dar continuidad a la evaluación de materiales regionales seleccionados por Fedecacao dentro de su Proyecto 1.1 (Selección, conservación y evaluación de materiales de cacao de alto rendimiento. Fase II, Pruebas Regionales), parcelas experimentales.

Evaluar algunos de los mejores clones introducidos establecidos en jardines clonales para calidad, rendimiento y sanidad, establecidos por Fedecacao-Corpoica-Ministerio de Agricultura en todo el país.

Estudiar la compatibilidad e intercompatibilidad de los mejores clones introducidos y algunos regionales promisorios.

Modernizar y actualizar tres lotes para la ubicación de las colecciones de trabajo (clones), en tres granjas de la Federación Nacional de Cacaoteros.

Capítulo II

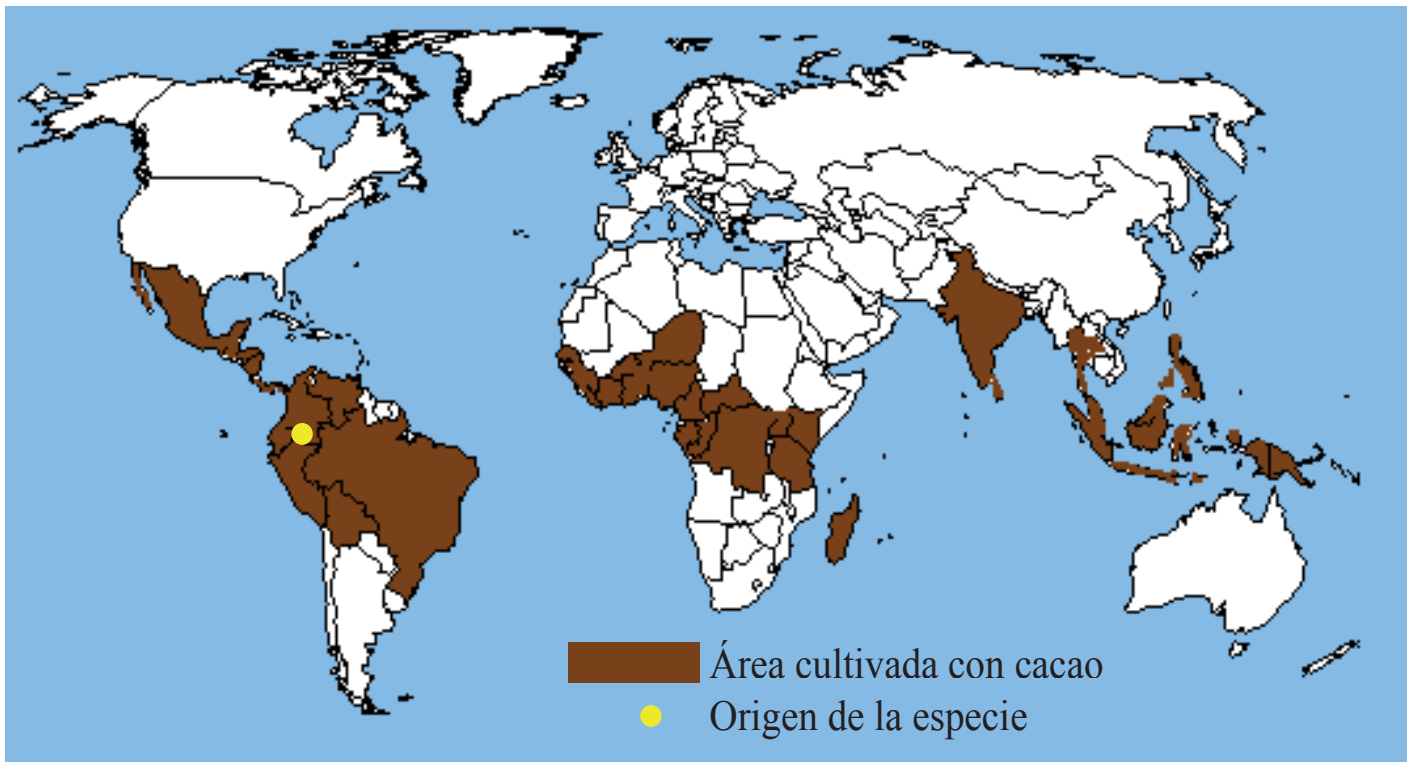
ESCENARIO NACIONAL E INTERNACIONAL DEL CACAO

ESCENARIO MUNDIAL

El cacao es un cultivo desarrollado principalmente por productores de economía campesina (Ariza 2006), la expansión y su comercialización se ha incrementado a partir de 1990, siendo Costa de Marfil y Ghana, los dos principales productores de cacao en el mundo (Gadsby 2002).

Históricamente, el cacao es una planta de origen amazónico, de las riveras del Río

Napo, Caquetá y Putumayo, fue desarrollado como cultivo antes de la conquista por las comunidades Mayas en México y Centro América. Posteriormente, fue propagado al Caribe, Suramérica, África central y sureste de Asia (Mojica y Paredes 2006, Aranzazu y Martínez 2008). En la actualidad el cacao es cultivado en la franja geográfica tropical húmeda (Figura 1) ubicada desde los 18° Norte hasta los 20° Sur de la línea ecuatorial (Valle 2007).



» **Figura 1.** Distribución mundial del cultivo de cacao.

Produccion Mundial

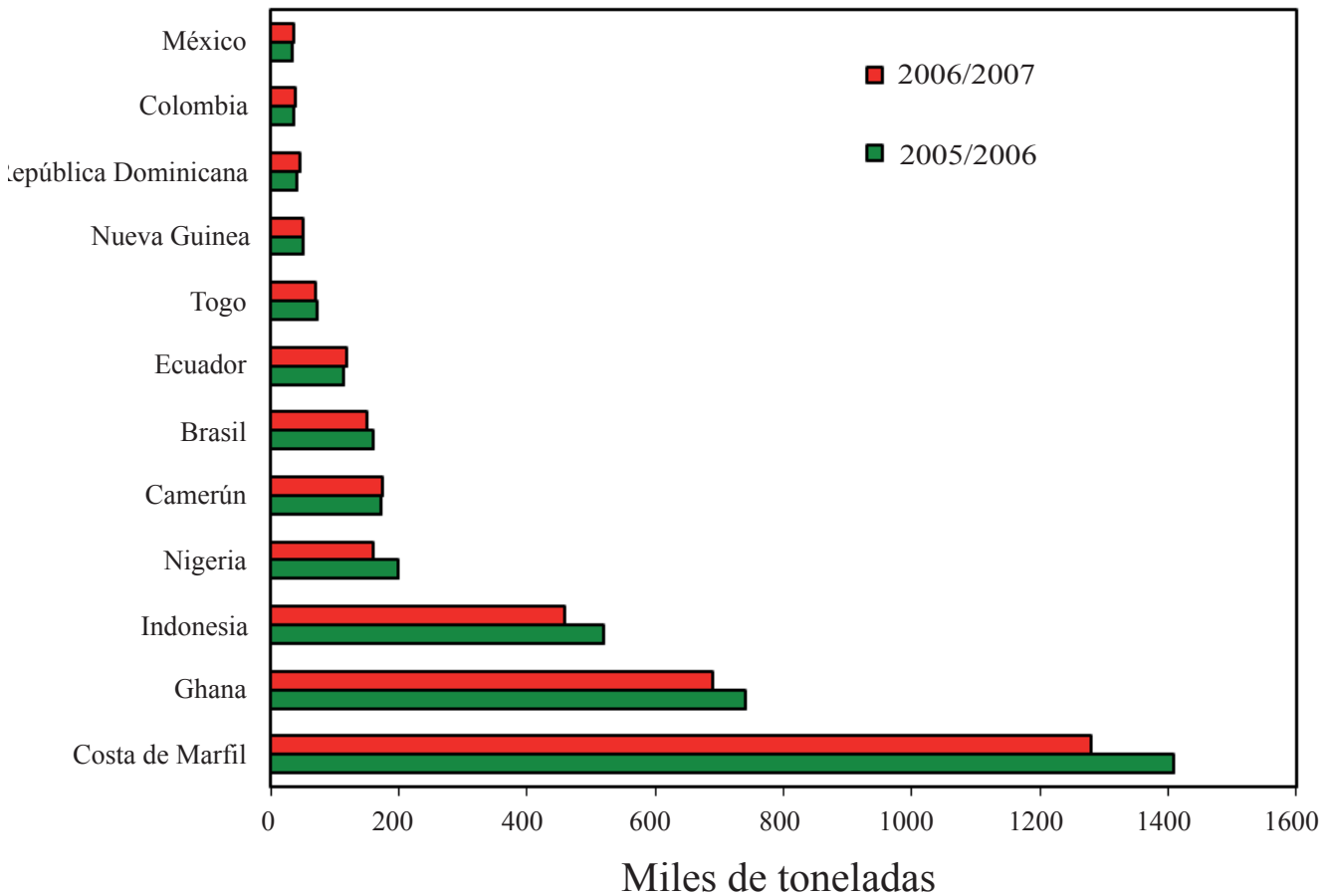
De acuerdo a la FAO, a partir del año 2.000 el incremento de la producción ha sido leve, se estima que la producción del grano tendrá una tasa de crecimiento anual de 2,2 por ciento hasta 2010, y llegará a 3,7 millones de toneladas. El registro de la cosecha registrada en el año 2007/2008 fue de 3,6 millones de toneladas.

Según los datos registrados por la Organización Internacional de Cacao (ICCO), los principales productores son los países africanos y asiáticos. El 71% de los granos de cacao seco que se comercializan hoy

en el mundo provienen de África Central y Occidental, el 16% se produce en el sureste asiático, Oceanía y América aportan el 13%.

Para el año cacaotero 2005 - 2006 y 2006 - 2007 Costa de Marfil concentró el 39% de la producción mundial, Ghana 16%, Indonesia 13% y Nigeria 6%. En América, Brasil aporta el 5% de la producción mundial, seguido por Ecuador (4%) y Colombia (1%).

Otros países del continente que cultivan el producto son República Dominicana, México, Perú y Venezuela, con producciones muy pequeñas (Figura 2).



» **Figura 2.** Producción de cacao por país en los años cacaoteros 2005 - 2006 y 2006 - 2007.

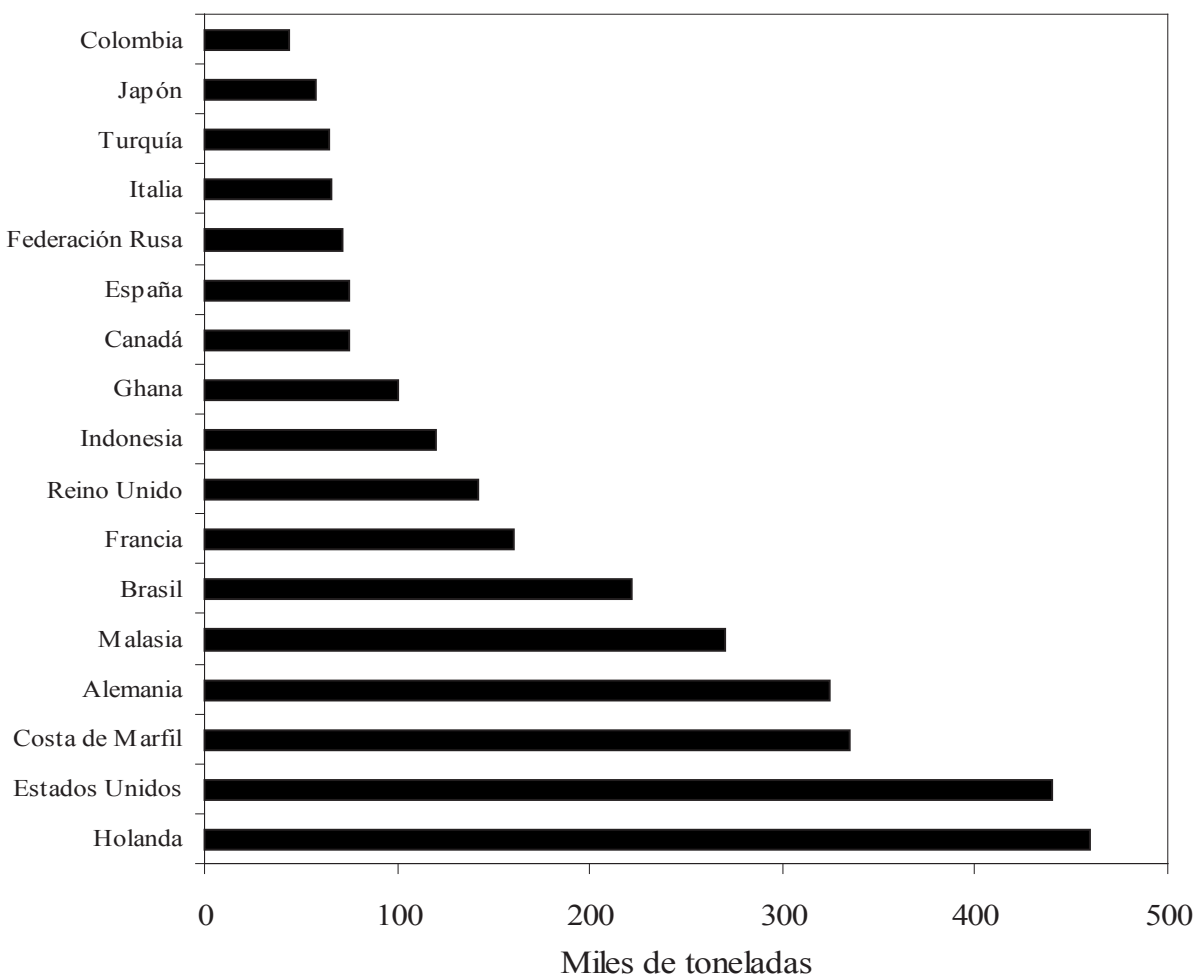
En cuanto a la productividad, Indonesia ha incrementado el rendimiento gracias a estrategias dirigidas al mejoramiento de sus técnicas de producción, el uso de materiales híbridos de alto rendimiento y a las políticas encaminadas a la expansión de las áreas cacaoteras.

Moliendas

El mercado mundial de los preparados de chocolate, es dominado por países no productores de cacao, como Estados Unidos, Alemania, Inglaterra, Francia y Holanda. Solo Costa de Marfil, Malasia y Brasil aparecen con un porcentaje significativo en el grupo de países productores y transformadores. Según la ICCO (2006 - 2007), las moliendas

de grano de cacao han aumentado en promedio de 2,6% anual durante la última década, debido principalmente a las fuertes demandas de manteca y de productos de cacao en países europeos, Estados Unidos, Brasil, Japón y Australia.

Históricamente el principal centro de molienda de grano seco y elaboración de pasta de cacao en el mundo es Holanda, con 460.000 toneladas transformadas durante el año cacaotero 2006-2007 (Figura 3). Sin embargo, Estados Unidos ha venido consolidándose como otro importante centro de molienda internacional por los volúmenes de cacao que procesa (440.000 toneladas en 2006-2007).

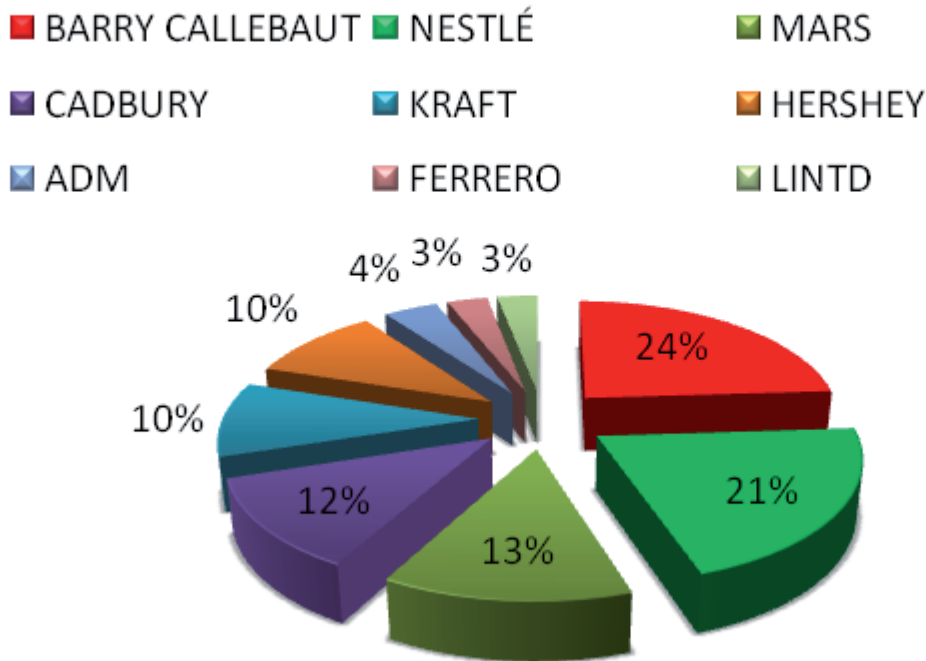


» **Figura 3.** Volumen de las moliendas de cacao en grano, en los principales países durante el año cacaotero 2006 - 2007.

El mercado mundial de los preparados a base de chocolate es altamente competitivo, porque exige alta eficiencia en los diferentes procesos industriales y está sometido a constantes cambios tecnológicos. Las moliendas del año cacaotero 2007 - 2008, alcanzaron 3.699 millones de toneladas, lo cual representó un aumento de 46.000

toneladas, con respecto al año anterior. Se calcula que tanto la producción como la comercialización de chocolate en el mundo está dominada por 9 multinacionales (Barry Callebaut con el 24%, Nestlé con el 21%, y Mars y Cadbury con el 13% y 12% respectivamente) Figura 4.

COMPAÑÍAS PROCESADORAS DE CACAO



» **Figura 4.** Compañías procesadoras de chocolate en el mundo.

Consumo

Entre los países que reportan mayor consumo de cacao, se encuentran Estados Unidos, con más de 800.000 toneladas en el año cacaotero 2005-2006, seguido de Alemania, Francia y Reino Unido, entre otros. Colombia aparece en el puesto 16 con un consumo de 37.000 toneladas al año.

La ICCO en su boletín trimestral de estadísticas (No. XXXII, año 2008), reporta que el mayor consumo por persona se presenta en Europa, con prácticamente 2 Kg/año; seguido por el continente americano,

en donde cada persona consume 1,30 Kg al año.

El mayor consumo de chocolate con relación al número de habitantes durante el año cacaotero 2005 - 2006, estuvo en Bélgica y Luxemburgo, donde cada persona consume en promedio 5,4 y 4,5 Kg/año, respectivamente.

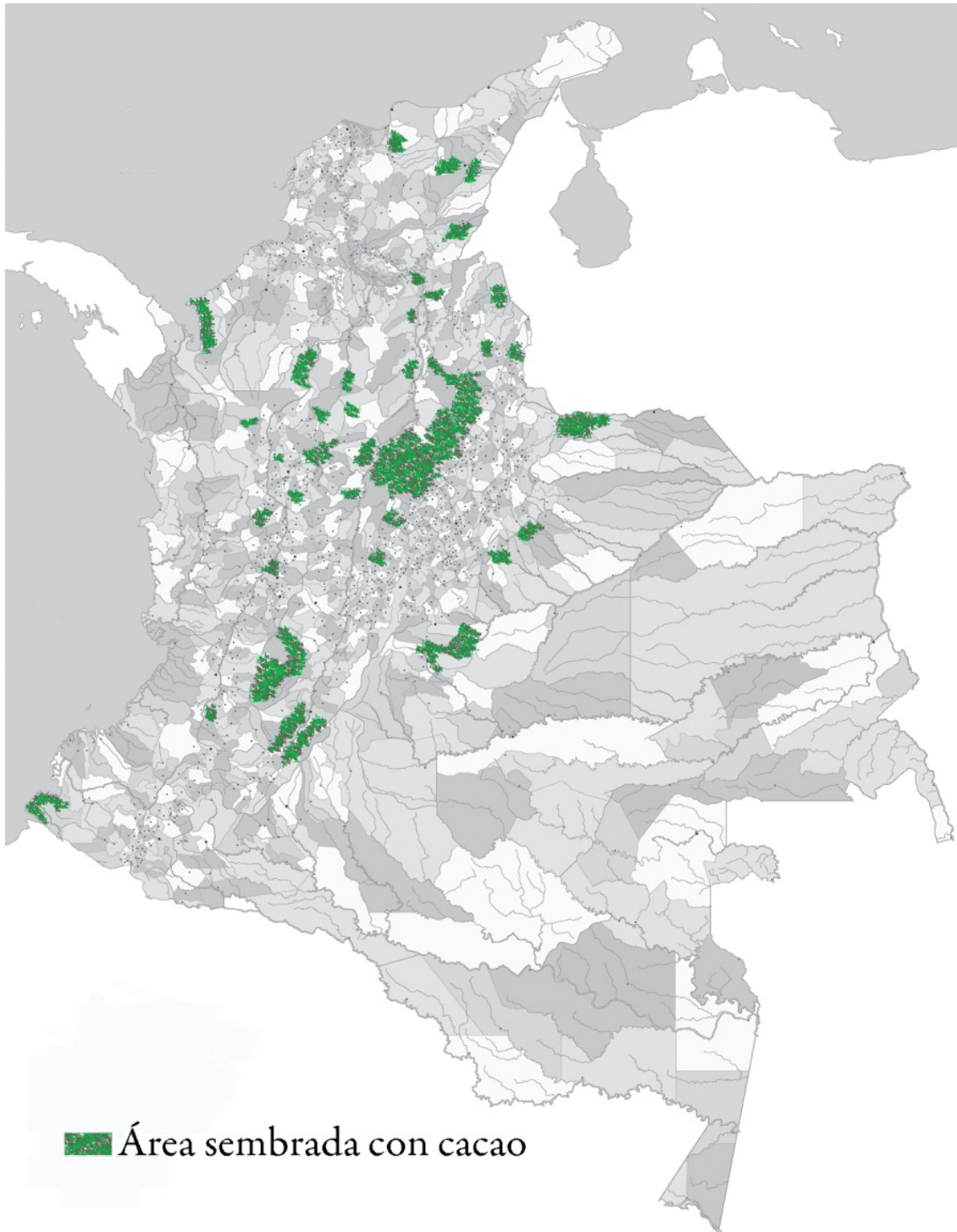
Precio internacional del cacao

El precio internacional del cacao y sus fluctuaciones en las Bolsas de Nueva York y de Londres, dependen principalmente del

La producción se concentra en dos picos de cosecha; el primero se presenta durante los meses de noviembre, diciembre y enero y el otro, entre los meses de abril, mayo y junio.

A partir del año 2000, se inició la modernización del cultivo en el país con el empleo de materiales de alto rendimiento

de origen trinitario (ICS, TSH) y regionales, propagados por injertación, reduciendo al máximo el empleo de la semilla híbrida. Según estadísticas del Consejo Nacional Cacaotero, en el período de enero de 2000 a diciembre de 2008 se han establecido cerca de 30.000 hectáreas con material clonal.



» **Figura 6.** Distribución de las principales zonas cacaoteras de Colombia.

Producción

La producción del grano se concentra principalmente en el departamento de Santander, donde se registra aproximadamente el 50% del total nacional. Para el año 2008, la producción total fue de 37.621 toneladas (Tabla 2). Además los departamentos de Huila, Antioquia, Arauca y Norte de Santander, aportan aproximadamente el 25% de la producción nacional y a futuro se consolidan como regiones con amplias expectativas para

difundir el cultivo de cacao, debido a sus condiciones de suelos y clima.

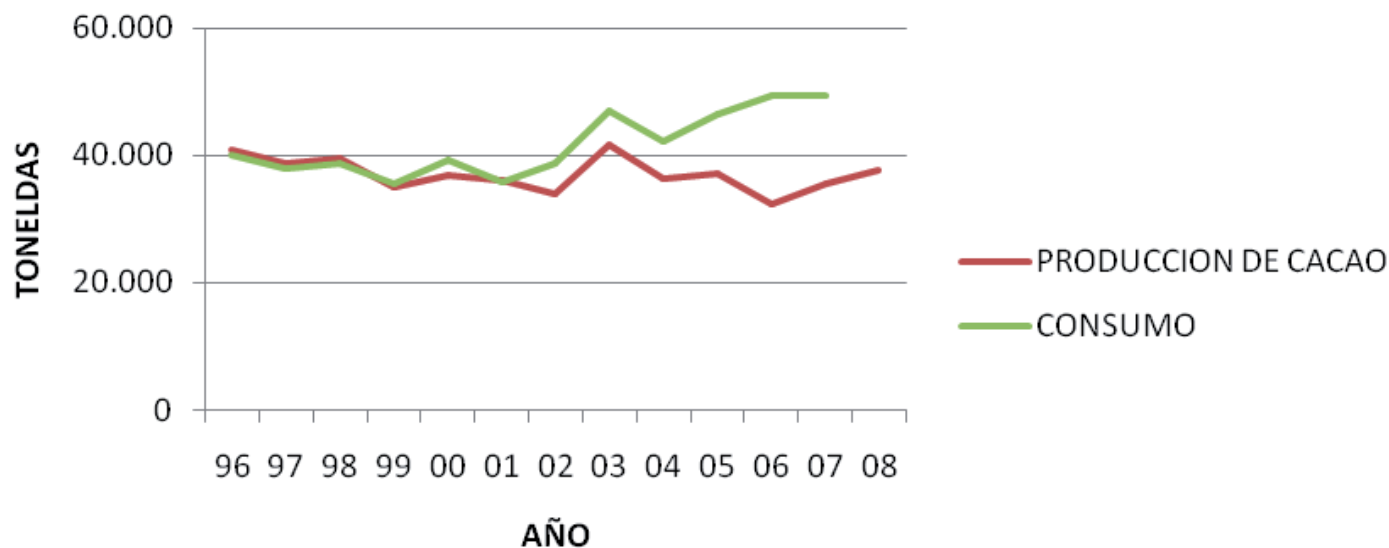
Según el comportamiento histórico de la producción de cacao en el país, el mayor registro de producción se presentó en el año 1993, con 53.000 toneladas. A partir de ese momento la producción descendió y últimamente como producto de la modernización con materiales introducidos y regionales, nuevamente se empieza a incrementar.

» **Tabla 2.** Producción nacional de cacao en grano entre 2004 y 2008.

Departamento	2004	2005	2006	2007	2008
Santander	16.803	17.974	15.017	16.700	19.160
Huila	4.170	3.998	3.265	3.535	3.126
Antioquia	2.299	2.100	1.824	2.132	1.851
Arauca	3.357	3.489	2.349	1.889	4.179
Norte de Santander	2.389	1.638	1.830	1.756	1.361
Nariño	1.864	2.854	1.831	1.661	2.354
Tolima	1.883	1.277	670	1.596	1.862
Cundinamarca	546	499	1.025	1.066	851
Risaralda	175	139	161	652	37
Meta	460	424	488	651	567
Caldas	565	500	473	545	580
Valle	552	942	696	513	387
Boyacá	132	127	54	57	47
Otros	1.159	1.137	674	730	1.259
Total	36.354	39.103	32.363	35.490	37.621

Fuente: Fedecacao, 2008.

Si se tiene en cuenta que el consumo de cacao en Colombia para el año 2006 fue de 49.439 toneladas (MADR, DANE, 2007), se deduce que desde hace varios años se está presentando un déficit en la producción nacional, de aproximadamente 15.000 toneladas (Figura 7). Este hecho ha motivado importaciones del grano de Ecuador y Asia, para cubrir la demanda de la industria chocolatera nacional.



» **Figura 7.** Producción nacional Vs. consumo en Colombia

Consumo

El consumo per cápita de los productos derivados del cacao en Colombia no es muy alto, comparado con otros países consumidores siendo de 1,33 kilos por habitante, en el año 2006.

El descenso en el consumo de chocolate en pasta, a lo largo de la década de los noventa, puede ser explicado por los cambios en los hábitos alimenticios de los consumidores, quienes buscan alimentos libres de grasa y con menor tiempo de cocción. En este sentido, hay un incremento en el consumo de cacao en polvo del 9,9%. También desde 1993 ha observado un rápido crecimiento del consumo de confites a base de chocolate.

Mercado nacional

En Colombia existen dos formas claras de comercializar el cacao: en grano y en productos derivados como chocolate y preparados de chocolate, manteca, grasa de cacao, cacao en polvo y licor de cacao. Aproximadamente el 60% de la producción de cacao se destina a su transformación en chocolate de mesa. El cultivo de cacao despierta gran interés en la actualidad, como

incentivo para una alternativa económica y generadora de materia prima para la industria nacional y, en el futuro, para el mercado externo.

El precio interno del cacao en Colombia, como resultado del déficit entre la oferta y demanda, estuvo en los últimos años por encima del internacional, situación que vario a finales de 2008 y 2009 cuando ha sido mayor el precio externo.

Entre el año 2005 y el primer semestre de 2008, los precios en Colombia fluctuaron entre \$4.000 y \$ 5.000 por kilo, variaciones que se deben a la escasez del producto que motivó un auge en el contrabando y la oscilación del precio internacional.

Capítulo III

TIPOS DE CACAO

Desde el punto de vista botánico, la planta del cacao (*Theobroma cacao* L.), se clasifica en tres grandes grupos de cultivares: Criollo, Forastero y Trinitario (Figura 8).

CRIOLLO

El Criollo evolucionó en el norte de Suramérica y Centro América. Se caracteriza por presentar fruto alargado, con punta pronunciada, doblada y aguda; la superficie es generalmente rugosa, delgada, de color verde frecuentemente con salpicaduras de rojo a púrpura oscuro y la superficie está dividida en 5 surcos profundos y 5 suaves, también se encuentran algunos con superficie lisa y con lomos y surcos superficiales como los materiales denominados “porcelana”.

Adicionalmente, las ramas terminales presentan colores verde claro, con algún grado de pubescencia y el dosel de los árboles es ligeramente más oscuro que los híbridos o clones clásicos, con hojas de textura coriácea (gruesa).

Las almendras son grandes, rollizas, de sección transversal redondeada, con los cotiledones frescos de color blanco o ligeramente pigmentados. Los criollos son materiales de bajo rendimiento y muy susceptibles a enfermedades (García, 1985). Son materiales finos, con mayor suavidad y aroma en comparación con los forasteros. De él se obtiene el chocolate de más alta calidad.

De las numerosas hipótesis que han sido formuladas sobre el origen del grupo Criollo, las más aceptadas son las de Cheesman, (1944), Cuatrecasas, (1964) y Motomayor y Lanaud (2002), quienes mencionan a la Alta Amazonía como centro de origen del Cacao, tanto Criollo como Forastero, ya

que en esta región es donde se observa la mayor diversidad morfológica de la especie, lo que sugiere que la dispersión del criollo en toda América Central, se inició a partir de una pequeña población en la parte alta de la Amazonía, que pudo haber remontado los Andes con la ayuda del hombre, y luego se extendió formando diferentes ecotipos y poblaciones. Llegando a México, donde fue descubierto por los españoles.

FORASTERO

El Forastero, corresponde a materiales provenientes de la Cuenca Amazónica, con dos subgrupos bien definidos. Por un lado el subgrupo de los materiales provenientes de la parte alta de la cuenca amazónica, ríos Caquetá, Napo y Putumayo, con frutos de diversas formas y con diferentes tamaños de almendras de color violeta oscuro y por otro los materiales de la región del bajo Amazonas cuyos frutos son de forma amelonada, corta, de color verde y amarillo cuando alcanzan su madurez, con una superficie lisa, de corteza gruesa y difícil de cortar. Los granos son pequeños y más o menos aplanados, con un color que varía entre púrpura claro y oscuro.

Este tipo de cacao forma un grupo complejo, tanto en sus formas silvestres como cultivadas. Dada su alta productividad y las siembras masivas en África y Brasil, el cacao de tipo forastero domina la producción mundial.

El cacao Nacional del Ecuador se considera como forastero del alto Amazonas (Fowler, 1996).

TRINITARIO

El cacao tipo Trinitario es altamente variable dado su origen híbrido por cruces naturales

o dirigidos, algunos son poblaciones segregantes que se originaron por hibridación natural entre Forastero (amelonado) del bajo Amazonas y Criollos. En el comercio es conocido como “cacao fino y de aroma” y su sabor puede deberse en parte a su herencia criolla; a este grupo pertenecen todos los materiales ICS que se conocen en el mundo (ICS 1, 6,39, etc.).

Esta hibridación natural generó diferentes formas en los frutos conocidas actualmente como Amelonado, Cundeamor, Angoleta y Calabacillo (Figura 9)

Híbridos Trinitarios

A partir de 1945 en Trinidad y 1955 en Colombia, dada la urgencia de producir semilla híbrida para evitar el ataque de Escoba de Bruja, fue necesario incrementar los cruzamientos dirigidos entre materiales Amazónicos y Trinitarios, originando la semilla híbrida comercial que condujo a ampliar la diversidad de formas y colores del fruto, conservando las características de cacao fino y de aroma como herencia Trinitaria.



CRIOLLO PORCELANA



CRIOLLO GUASARE

VENEZUELA



CRIOLLO SIERRA NEVADA DE SANTA MARTA. COLOMBIA



FORASTEROS DEL ALTO Y BAJO AMAZONAS



TRINITARIOS



» **Figura 8.** Tipos de cacao: Criollos de Venezuela y Colombia, forasteros del alto y bajo Amazonas y Trinitarios.



Angoleta



Cundeamor



Amelonado



Calabacillo

» **Figura 9.** Formas de frutos de cacao.

Capítulo IV

RECUPERACION DEL RECURSO GENÉTICO DE CACAO EN COLOMBIA

En éste capítulo luego de una breve reseña histórica, se presentan los resultados obtenidos con el proyecto “Recolección, caracterización morfoagronómica y molecular de materiales criollos y de materiales de alto rendimiento en Colombia”.

Las primeras colectas de cacao en América fueron hechas específicamente buscando materiales tipo criollo y forastero, teniendo en cuenta el color del cotiledón (Blanco - Violeta), características del mesocarpio (delgado - grueso) y número de semillas (en los materiales criollos es de 30 a 35).

Es importante anotar que el color de los cotiledones es el único carácter que no es afectado por las condiciones externas, ya que

es controlado por un par de genes, donde la dominancia es para el color púrpura y la recesividad para el blanco.

MATERIALES CRIOLLOS

Sin desconocer la existencia de los materiales criollos de Centroamérica, en la región norte de Suramérica existe una zona claramente definida, en donde se encuentran en forma, materiales de tipo criollo, natural y cultivada. En Colombia esta región comprende la Sierra Nevada de Santa Marta y la Serranía de Perijá. En Venezuela se encuentran en forma natural y cultivada en la región suroeste del Lago de Maracaibo, y parte oriental de la Serranía de Perijá, conocidos vulgarmente como “Porcelana” y “Guasare” (Figura 10).



» **Figura 10.** Mapa regional de presencia de materiales criollos en Colombia y parte de Venezuela.

En la década del 80, se realizaron colectas de cacao criollo en la finca Lolita Walt, ubicada en el área de Riofrío, municipio de Ciénaga, en donde se colectaron y seleccionaron 44 cultivares con características de criollos. La colección denominada “Lolita Walt”, la atiende CORPOICA y se encuentra ubicada en la Estación Experimental Caribia, en el municipio de Sevilla, departamento de Magdalena.

Finalmente, dado el valor genético de los materiales criollos y conscientes de su desaparición, la Unión Temporal Cacao de Colombia Uno, se propuso rescatar una muestra de esta población con el proyecto: “Recolección, caracterización morfoagronómica y molecular de materiales criollos y de alto rendimiento en Colombia”. Para lograrlo durante los años 2006 y 2007, se realizaron dos expediciones a la Sierra

Nevada de Santa Marta y Serranía del Perijá (Figura 11). La selección de los materiales se hizo utilizando los descriptores planteados por (Jeanjean 1995). En el Anexo 1 se presenta el formato con los descriptores utilizados en la selección de materiales criollos.

Se seleccionaron y colectaron 56 árboles provenientes de veredas pertenecientes a 8 municipios. El total de materiales colectados en la Sierra Nevada de Santa Marta fue de 44 y en la serranía de Perijá fue de 12. Durante el recorrido se encontraron especímenes dispersos, con diferente grado de pureza y estado de abandono, que sistemáticamente están desapareciendo para dar paso a cacao común u otros cultivos. La acción antrópica junto con la incidencia de *Phytophthora palmivora*, *Ceratocystis cacaofunesta*, amenazan los nichos del cacao criollo.



» **Figura 11.** Características fisiográficas de la región de colecta de materiales criollos, en la Sierra Nevada de Santa Marta, Colombia.

Se encontraron árboles de cacao criollo como parte de otros arreglos forestales, utilizados como sombrío y sin ningún manejo, en su mayoría chupones o rebrotes con alturas superiores a cinco metros. Los árboles se destacan porque su follaje es ligeramente mate respecto al del cacao común ó híbridos y también, se observó la presencia de pubescencia en las hojas terminales.

Se encontraron materiales con mazorcas verdes y rojas, las mazorcas de corteza roja,

presentaron la tendencia a mostrar menor cantidad de granos blancos. Los árboles con mazorcas verdes presentaron generalmente granos color crema. En las almendras de cacao criollo, se apreció que los espacios dentro de los cotiledones son más amplios que en los híbridos, permitiendo que el grano se fracture con menor presión. Así mismo, al hacer un corte transversal en el grano, se notó una rápida oxidación. Se encontraron varios árboles solitarios con alturas mayores de cinco metros con elevado número de

mazorcas, lo que sugiere un alto grado de autocompatibilidad.

En la población predominaron las mazorcas con forma angoleta. Las mazorcas se ubicaban a lo largo del tallo, en algunos casos formando racimos. La mayoría de las mazorcas exhibieron textura rugosa y surcos profundos, con cicatrices marcadas por ataque de insectos (Figura 12). Finalmente, todavía en esta región existen áreas sin explorar siendo conveniente continuar con estudios de este tipo.

CARACTERIZACIÓN DE MATERIALES CRIOLLOS

Los resultados de las variables cuantitativas de la caracterización morfoagronómica de

materiales criollos se observan en la Tabla 3. En ella se presentan los principales parámetros estadísticos de la evaluación realizada a 56 materiales de cacao tipo criollo, colectados en la Sierra Nevada de Santa Marta y Serranía de Perijá.

En cuanto a la variable Índice de Grano (I.G.), el promedio fue de 1,9, siendo un valor alto comparado con materiales introducidos como el ICS 39. Se observó un valor promedio de 27,7 granos por mazorca, considerado bajo comparado con el material ICS 95, el cual reporta un promedio de 35 almendras, según Johnson *et al* 2004, genéticamente los criollos se distinguen por tener un número reducido de almendras (25-30), con buen tamaño.

» **Tabla 3.** Estadística descriptiva de parámetros agronómicos para 56 árboles de cacao criollo

Descripción	Media	Des Est	Varianza	Máximo	Mínimo
Granos /Mazorca	27,7	5,8	33,6	38,0	9,0
Índice de Grano	1,9	0,4	0,1	2,8	1,0
Peso Mazorca	671,7	222,9	49683,9	1158,0	211,0
Longitud Mazorca	21,7	3,5	12,5	29,0	13,0
Diámetro Mazorca	8,6	0,9	0,9	11,2	6,3
Calibre Corteza	1,3	0,3	0,1	1,9	0,9

En el parámetro de peso de la mazorca, se encontró variabilidad entre el peso máximo (1.158 g) y el mínimo (211 g), con una relación directa entre el número de almendras por mazorca y el peso de la misma. Cualitativamente se observó que el color predominante en los frutos fue el verde y el color blanco en la flor. El color interno de las almendras varió de blanco a leve pigmentación rosada. La mayoría de los árboles presentaron hábito erecto.

MATERIALES REGIONALES

Se estima que Colombia posee alrededor de 100.000 hectáreas de cacao, donde el 90% corresponde a plantaciones establecidas con semilla híbrida certificada y cacaos comunes, que debido al deterioro y baja eficiencia productiva, han comenzado a ser reemplazadas y eliminadas. A partir del año 2000, el país inició la modernización del cultivo de cacao, mediante el establecimiento



Árboles criollos de la Sierra Nevada de Santa Marta y Serranía del Perijá



Pubescencia en brotes terminales

Frutos característicos de materiales tipo criollo. Sierra Nevada de Santa Marta v Serranía del Perijá.



Flores con poca o escasa pigmentación



Comunidades Indígenas de la Sierra Nevada de Santa Marta



Almendras blancas y rollizas



» **Figura 12.** Características morfológicas de materiales criollos colombianos.

de plantaciones clonales con el uso de un reducido número de materiales, la mayoría de ellos introducidos. Esta nueva etapa del cultivo de cacao pone en riesgo la existencia de materiales de origen híbrido o común algunos de ellos con excelente comportamiento productivo, sanitario y de calidad, que es necesario rescatar de estas plantaciones.

Inicialmente para el establecimiento del cacao como cultivo, se utilizó la semilla de árboles seleccionados por características específicas, sin conocimiento de su heredabilidad (semilla común), proceso que se inició en el país a partir de 1890, cuando el concepto de fenotipo fue introducido como herramienta para la selección de árboles promisorios, ampliando así la base genética.

En las primeras colecciones de germoplasma de cacao en Colombia, iniciadas en el año 1943, se utilizaron las recomendaciones de Pound (1932); y como resultado se registraron 172 materiales denominados SCP (Selección Colombia Palmira), SCC (Selección Cacao Cauca) y SCT (Selección Cacao Tulúa), que posteriormente fueron denominados SC (García, 1985).

En 1950 se realizó una expedición dirigida por Cope y Barthley, quienes en la Amazonía, Orinoquía, Santander, Caquetá, Valle del Cauca y Chocó, colectaron 685 materiales que fueron enviados directamente a Trinidad (Oicatá, 1986).

En la década de los 50, el país inició el mejoramiento de las poblaciones cultivadas, produciendo materiales híbridos (cruces de Amazónicos X Trinitarios), con preferencia de los materiales parentales con características específicas.

El Departamento de Investigaciones Agropecuarias (DIA), en el año de 1960 estableció el Banco de Germoplasma en Palmira, el cual fue transferido al Instituto

Colombiano Agropecuario (ICA) en 1964. Esta institución fortaleció la colección existente en Colombia con introducciones de Trinidad, Costa Rica, México y Ecuador.

Entre los años 1960 a 1975, se hicieron algunas colectas en las zonas del Putumayo y Caquetá (Ocampo, 1985), materiales que fueron denominados como ABC (Arboleda, Buritica, Correa) y EBC (Expedición Botánica del Caquetá). Posteriormente, en el año 1980 el ICA seleccionó algunos materiales en Urabá, denominados con la sigla SUI (Selección Introducción Urabá).

CORPOICA, en el año 1996 en el departamento de Santander, realizó un programa de colecta de 60 materiales de alto rendimiento en fincas de agricultores, que se denominaron Selección Colombia Corpoica (SCC), entre los que sobresalen SCC 61, SCC 59, SCC 23, SCC 41, SCC 52, SCC 55 y SCC 76 (Arguello *et al* 1999).

Por su parte la Federación Nacional de Cacaoteros (FEDECACAO), también ha realizado recolecciones de materiales de alto rendimiento a través de sus Unidades Técnicas en las diferentes zonas del país, destacándose algunos materiales seleccionados en los departamentos de Arauca y Santander (Fedecacao, 2005).

Paralelamente en el año 2005, Mejía, Palencia y Coronado, en los departamentos de Santander, Norte de Santander y Cesar, realizaron la preselección de 34 materiales identificados como CCS (Colección Corpoica Suiza).

Adicionalmente (Parra *et al*, 2007), estudiaron las características morfoagronómicas de 100 cultivares, que incluyó entre otros materiales parte de la colección SUI, y genotipos colectados por el ICA en los años 80.

SELECCIÓN DE MATERIALES REGIONALES

Teniendo en cuenta que en Colombia existe una gran diversidad genética en las plantaciones de cacao comunes e híbridos, la Unión temporal Cacao de Colombia Uno se propuso seleccionar y evaluar arboles

sobresalientes en fincas de agricultores. Los trabajos se adelantaron en las principales zonas cacaoteras del país, con altitudes entre los 16 y 1.200 m.s.n.m, se utilizaron los indicadores de selección propuestos por Soria (1966), con modificaciones ajustadas a las plantaciones de cacao en Colombia, según la Tabla 4.

» **Tabla 4.** Índices y límites de selección para materiales de alto rendimiento en Colombia.

INDICE Y LIMITES DE SELECCIÓN EN CACAO			
DESCRIPTOR – VARIABLE	INDICES Y LIMITES		
	1	2	3
No. Frutas/árbol/año	< 70	70-100	>101
Índice de mazorcas	> 21	16 – 20	<15
Índice de semilla (gr.)	< 1.3	1.4 – 1.5	> 1.6
No. Almendras/mazorca	< 35	36 – 45	> 46
Porcentaje de frutos con Monilia	> 16	5 – 15	<5
Indicador visual (muestra de almendra seca)	Malo – Regular	Bueno	Excelente

Fuente: FEDECACAO – Informe anual 2005.

Para generar la nomenclatura de los materiales, cada entidad utilizó la primera letra de la institución, seguido de las dos o tres letras del municipio de origen del material, más un número consecutivo. FSV2 Fedecacao, San Vicente 25.

En el proceso de selección y evaluación de cada árbol, se procuró la participación de los agricultores como principales actores, por su conocimiento y experiencia.

El seguimiento se realizó durante 24 meses para los 144 árboles preseleccionados. Finalmente, de la muestra se seleccionaron 38 materiales sobresalientes, procedentes en su gran mayoría del departamento de Santander (53%).

En la Tabla 5, se relacionan los 38 materiales seleccionados con la respectiva identificación.

» **Tabla 5.** Origen e Identificación de árboles sobresalientes seleccionados.

No.	IDENTIFICACIÓN	LOCALIZACIÓN	
		MUNICIPIO	DEPTO
1	FSV 25	San Vicente	Santander
2	FYA 104	Yalí	Antioquia
3	FSV 41	San Vicente	Santander
4	FSV 153	San Vicente	Santander
5	FTA 32	Tame	Arauca
6	FMA 11	Marsella	Risaralda
7	FMA 7	Marsella	Risaralda
8	FSV 72	San Vicente	Santander
9	FSV 80	San Vicente	Santander
10	FSV 81	San Vicente	Santander
11	FSV 130	San Vicente	Santander
12	FSA 20	Saravena	Arauca
13	CSV 1	San Vicente	Santander
14	FBO 1	Bolívar	Santander
15	FEAR 26	Arauquita	Arauca
16	FGI 4	Gigante	Huila
17	FBO 3	Bolívar	Santander
18	FSV 30	San Vicente	Santander
19	FSV 52	San Vicente	Santander
20	FSV 89	San Vicente	Santander
21	FCU 16	Cúcuta	N. Santander
22	FRN 5	Rionegro	Santander
23	FSV 155	San Vicente	Santander
24	FTU 6	Tumaco	Nariño
25	FVA 3	Valledupar	Cesar
26	CSV 3	San Vicente	Santander
27	FSV 106	San Vicente	Santander
28	FEAR 4	Arauquita	Arauca
29	FTA 33	Tame	Arauca
30	FYC 2	Yacopí	Cundinamarca
31	FRT 12	Rioblanco	Tolima
32	FPA 1	Palermo	Huila
33	FTL 2	Tello	Huila
34	FCH 6	Chaparral	Tolima
35	FTS 2	Tesalia	Huila
36	FLA 45	Landázuri	Santander

La información recolectada fue procesada y a cada descriptor o variable se le asignó un valor, según la propuesta referida en la Tabla 4, obteniéndose para cada árbol un puntaje.

En la Tabla 6, se presenta el comportamiento

promedio de los indicadores durante los dos años de evaluación, para cada uno de los 38 materiales seleccionados, dentro del proyecto y el puntaje final obtenido por cada uno, siendo 18 la máxima y mejor calificación.

» **Tabla 6.** Comportamiento promedio de los indicadores durante 2 años de evaluación y puntaje alcanzado en cada uno de los 38 árboles seleccionados, año 2008.

IDENTIFICACION	% MONILIA	FRUT/AÑO	I.G.*	I.M.*	GRANOS/ MAZORCA	PESO FRESCO ALMENDRA	CALIFICACION/ PUNTAJE
(FSV 25)	3	204	1,7	12	46	207	18
(FYA 104)	2	112	1,9	15	36	173	17
(FSV 41)	0	104	2	12	39	207	17
(FSV 153)	5	105	2,8	10	39	301	17
(FTA 32)	2	78	1,7	12	48	190	17
(FMA 11)	1	131	1,6	14	43	179	16
(FMA 7)	3	86	2	12	41	208	16
(FSV 72)	4	198	2,2	15	31	175	16
(FSV 80)	2	87	1,8	12	45	251	16
(FSV 81)	2	409	1,6	16	38	144	16
(FSV 130)	15	210	1,7	15	38	160	16
(FSA 20)	15	155	1,8	13	41	232	16
(CSV 1)	8	116	1,9	13	41	206	16
(FBO 1)	7	137	1,8	15	36	170	16
(FEAR 26)	34	113	1,8	12	43	167	15
(FGI 4)	2	200	1,7	18	31	119	15
(FBO 3)	23	109	1,8	14	37	202	15
(FSV 30)	5	144	1,8	17	30	163	15
(FSV 52)	0	177	1,5	16	39	146	15
(FSV 89)	5	249	1,5	15	44	162	15
(FCU 16)	9	154	1,7	14	39	151	15
(FRN 5)	1	108	1,6	18	33	130	15
(FSV 155)	0	304	2	17	28	146	15
(FTU 6)	8	123	1,6	16	40	161	15
(FVA 3)	3	261	1,5	16	40	129	15
(CSV 3)	10	98	1,6	15	41	188	15
(FSV 106)	1	128	1,5	16	42	167	15
(FEAR 4)	12	181	1,5	13	49	188	15
(FTA 33)	24	104	1,8	15	40	150	15
(FYC 2)	9	78	2,8	11	30	176	14
(FRT 12)	8	131	1,6	16	38	160	14
(FPA 1)	6	136	1,6	19	29	118	14
(FTE 2)	4	343	1,4	18	39	143	14
(FCH 6)	6	134	1,5	15	45	173	14
(FTS 2)	1	220	1,6	18	31	137	14
(FLA 45)	5	88	1,8	16	34	154	14
(FRN 32)	6	157	1,7	17	31	136	14
(CSV 2)	12	128	1,9	16	32	130	14

* I.G: Índice de grano (peso seco de un grano de cacao)

* I.M: Índice de mazorca (numero de frutos para un kilogramo de cacao seco).

Como aspecto relevante de esta tabla, se destaca que el material FSV 25, alcanzó el mayor puntaje en la evaluación realizada, con 18 puntos.

CARACTERIZACION DE MATERIALES REGIONALES

Con el fin de conocer en forma detallada cada material seleccionado, es necesario caracterizar algunos aspectos relacionados con el comportamiento agronómico y de calidad principalmente. Por lo tanto, los

» **Tabla 7.** *Parámetros estadísticos de las variables agronómicas de 38 árboles de cacao de alto rendimiento seleccionados.*

Descriptor - Variable	Media	Máximo	Mínimo	Desv. Est	Varianza
Incidencia de Monilia	6,9	34,0	0,0	7,3	53,3
Frutos/año	157,9	409,0	78,0	74,9	5608,9
Índice de Grano	1,8	2,8	1,4	0,3	0,1
Índice de Mazorca	14,8	19,0	10,0	2,2	4,9
Granos/Mazorca	38,1	49,0	28,0	5,5	30,5
Peso Húmedo de Grano	170,9	301,0	118,0	37,3	1392,4
Peso de Mazorca	790,0	1384,0	490,0	192,6	37077,8
Largo de Mazorca	24,6	43,0	18,0	4,7	22,0
Perímetro de Mazorca	30,5	59,6	20,0	6,6	44,1
Calibre de Corteza	1,4	2,9	0,6	0,4	0,2
Longitud de la Hoja	34,8	42,6	21,0	4,5	20,3
Ancho de la Hoja	11,8	15,6	8,0	2,2	5,0
Numero de Flores/Cojín	4,6	8,0	1,2	1,8	3,3

Monilia

Según las Tablas 6 y 7, la incidencia de Monilia fluctuó entre 0 y 34 %, resaltando que 30 árboles presentaron menos del 10% de infección. Se destacaron los materiales FSV 41 y FSV 52, con incidencia de cero, luego de dos años de evaluación en campo.

Índice de grano

El peso promedio de un grano seco, presentó un valor medio de 1.8, con un mínimo de 1.4 y un máximo de 2.8 gramos. En los materiales FYC 2, FSV 153 y FSV 72. Esta variable superó los 2.2 gramos. El 82% de

materiales regionales seleccionados fueron caracterizados morfoagronómicamente, utilizando 24 descriptores (variables) internacionales, en el anexo 2, se presenta el formato utilizado.

Después de realizar el análisis de todas las variables, se escogieron las 13 más representativas. En la Tabla 7, se presenta para cada una los parámetros estadísticos básicos, donde se resaltan los valores máximos y mínimos en las variables.

los materiales seleccionados presentó un tamaño de grano superior a 1.5 gramos, resultado que ratifica la calidad en tamaño de almendra de los materiales colombianos (Tabla 6).

Índice de mazorca

El material FSV 153, superó a los restantes 37 árboles seleccionados, con un índice de 10 mazorcas para obtener un kilo de cacao seco. También se destacan: FYC 2 con 11 y con 12 mazorcas los materiales FSV 25, FSV 41, FTA 32, FMA7, FSV 80, FEAR 26, según la Tabla 6.

En estudios similares realizados en Costa Rica en 103 genotipos, se encontró que el índice de grano osciló entre 0,6 g para SCA 6 a 2,1 g para CCN 51. En cuanto al índice de mazorca, fluctuó entre 16 frutos para el material CATIE R-5 a 47 frutos en el material SCA 6 (Arciniegas *et al.*, 2005). Estos resultados demuestran que los materiales existentes en Colombia superan los registros alcanzados en otros países.

Numero de granos por mazorca

El parámetro de número de almendras por mazorca osciló entre 28 granos en el material FSV 155 a 49 almendras en el material FEAR

4 y FTA 32, Johnson *et al.*, (2004) reportan entre 39 y 47 el número de granos para el clon ICS 60.

Es importante anotar que el cultivar FSV 155, presentó almendras blancas, rollizas y pubescencia en brotes terminales, características típicas de los materiales tipo criollo; demostrando que es posible encontrar en las plantaciones adultas materiales con sangre criolla, adaptados a otras condiciones agroecológicas. Se resalta que este material produjo 304 frutos por árbol al año, siendo probable que sea autocompatible (Figura 13).



» **Figura 13.** Aspectos del árbol, fruto y almendras del cultivar FSV 155, procedente de San Vicente de Chucurí.

Frutos por árbol año.

Esta variable ofreció una amplia dispersión, con un promedio de 158 frutos, un valor mínimo de 78 en el material FYC 2 y un máximo de 409 en el material FSV 81. Estos rangos se encuentran por encima del reporte existente para los materiales de la colección ICS de Trinidad, que oscila entre 50 y 200 mazorcas por año (Johnson *et al.*, 2004).

En la Figura 14, se describen las características principales de los 5 materiales con los mayores puntajes obtenidos.

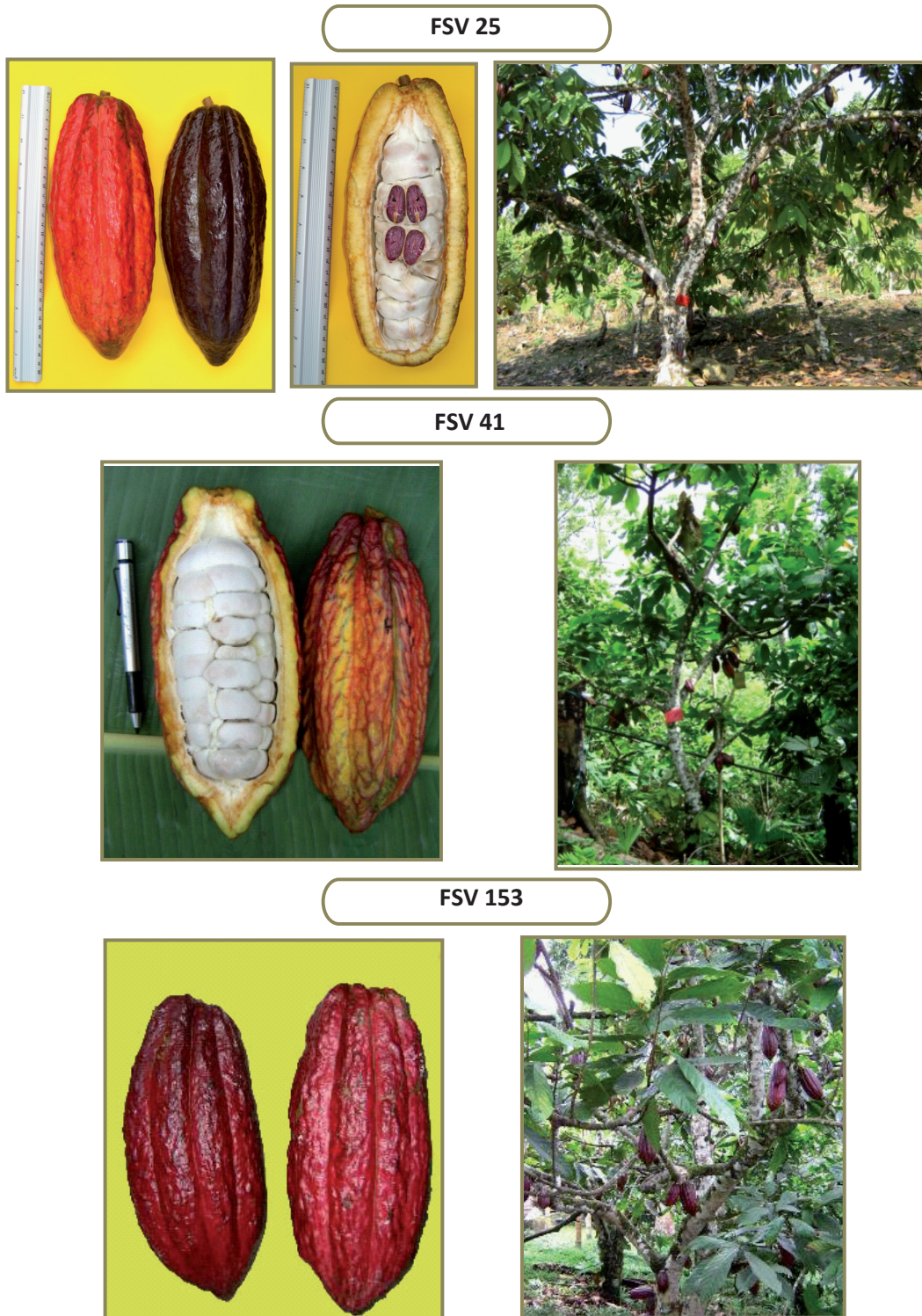
Es importante comentar que algunos de

los materiales con mejores características, están siendo evaluados por el Departamento de Investigación de Fedecacao a partir del año 2008, en una red de 18 parcelas experimentales, distribuidas en las principales regiones cacaoteras del país.

Con la ejecución de las actividades de recuperación, selección y evaluación de materiales de cacao, se comprobó que en Colombia aun existen materiales tipo criollo que es necesario seguir colectando. Así mismo se comprobó que existe una

amplia variabilidad genética de materiales regionales con características sobresalientes en rendimiento y sanidad, que alienta a continuar con la búsqueda de árboles, involucrando al productor mediante

proyectos de selección varietal participativa y establecimiento de experimentos donde los materiales sean probados en las diferentes regiones del país.



» **Figura 14.** Características principales de seis materiales promisorios seleccionados dentro de la Union Temporal Cacao de Colombia Uno, año 2007

FMA 11



FMA 7



FSV 72



» **Figura 14.1** Continuacion. Caracteristicas principales de seis materiales promisorios seleccionados dentro de la Union Temporal Cacao de Colombia Uno, año 2007.

Capítulo V

CARACTERIZACIÓN MOLECULAR DE COLECCIONES DE CACAO (*Theobroma cacao* L.) EN COLOMBIA.

La caracterización molecular es una herramienta que complementa la caracterización morfoagronómica y bioquímica de materiales de alto valor agronómico y comercial. La generación de la huella genética o fingerprinting de cada material, junto con la determinación de polimorfismo entre individuos, sirve de base para obtener agrupamiento de los mismos mediante el análisis de la distancia genética.

Esta puede ser utilizada para estudios de mejoramiento genético, establecimiento de jardines clonales, certificación de clones comerciales y para fomentar programas de mejoramiento genético en resistencia a plagas, enfermedades y adaptación a diferentes nichos de producción.

Sin embargo, la información existente sobre la estructura genética de poblaciones de cacao en el mundo, aún es limitada. El conocimiento de la diversidad genética del cacao y su distribución geográfica, contribuyen al conocimiento de su verdadero origen y desarrollo (Lanaud 1987, 1999; Warren 1994).

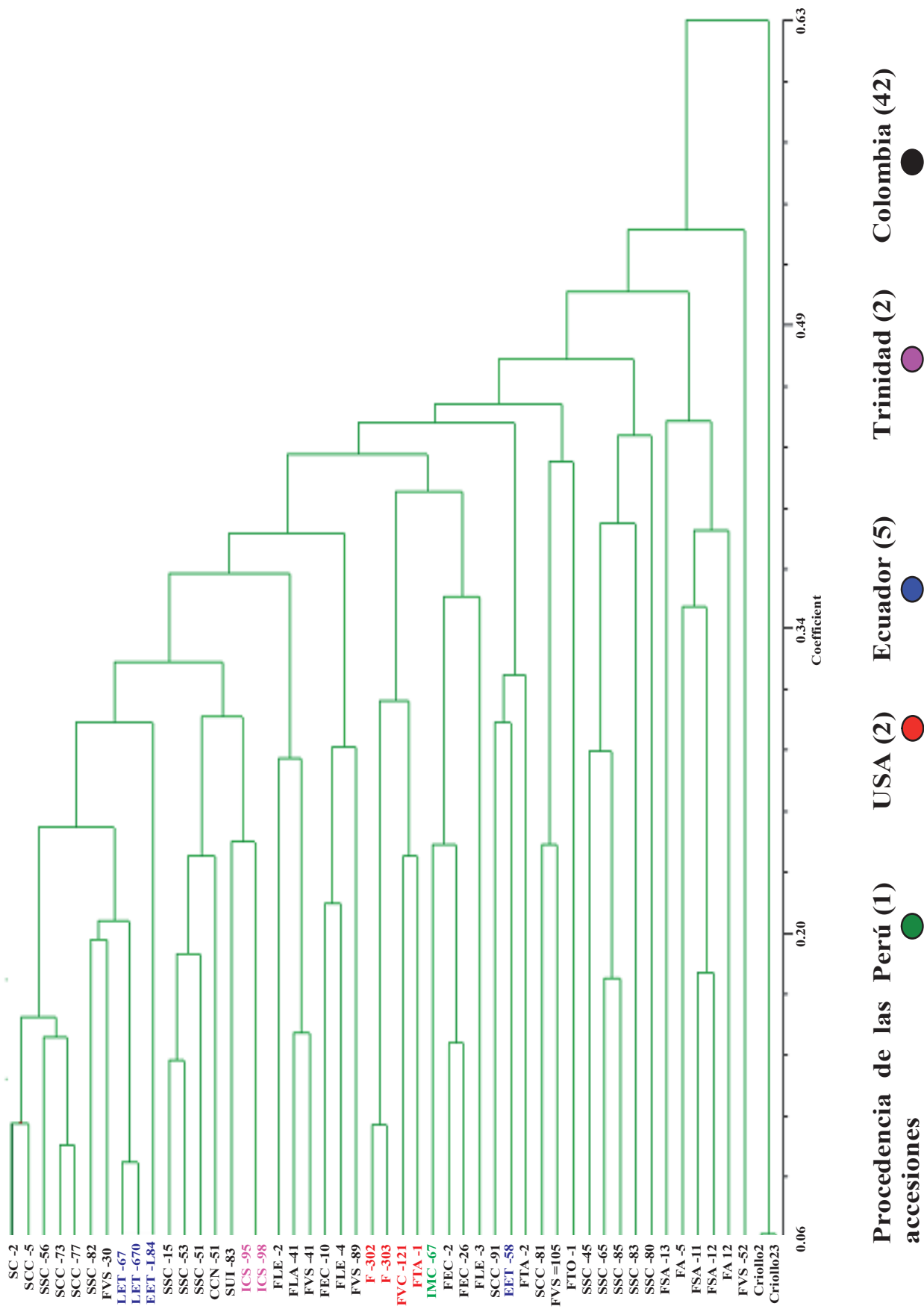
En Colombia, Sánchez *et al*, (2007), realizaron el primer estudio de caracterización molecular de 100 accesiones del Banco de Germoplasma de cacao ubicado en la Estación Experimental La Suiza. El estudio reportó que existe similitud entre algunos materiales, lo que puede sugerir la presencia de duplicados. Estos resultados son importantes en la depuración de las colecciones establecidas en el banco.

El objetivo de la caracterización molecular de materiales dentro de la Unión Temporal

Cacao de Colombia Uno, consistió en ampliar el conocimiento de la colección colombiana, haciendo énfasis en materiales regionales ya seleccionados.

Se evaluaron 23 microsatélites (SSR), en una muestra de 52 genotipos: 42 regionales y 10 introducidos, provenientes de colecciones mantenidas por CORPOICA en La E.E. Suiza, y algunas de Fedecacao. Se identificaron 88 alelos en total, con un porcentaje de amplificación del 100%, y un número promedio de alelos por locus de 3.8, además se logró la obtención de una huella genómica (Fingerprinting), para cada accesión. El número más alto de alelos detectado fue de 10 con el marcador mTcCIR25.

La población de estudio se agrupó en un dendograma de UPGMA con índices de similitud genética inferiores al 0.1 (10%). En el dendograma (Figura 15), se observan dos grupos genéticos muy distantes. En el primer grupo se ubican los materiales regionales de Colombia, y los introducidos de Ecuador, Trinidad, Perú, y USA. En el segundo grupo se encuentran las accesiones Criollo 2 y Criollo 23, los cuales son los genotipos que más se distancian del resto del grupo, entre ellos se determinó una similitud muy alta de cerca del 90%.



Procedencia de las accesiones

- Perú (1) ●
- USA (2) ●
- Ecuador (5) ●
- Trinidad (2) ●
- Colombia (42) ●

» **Figura 15.** Dendrograma de la caracterización molecular de los materiales de cacao nacionales e introducidos. Año 2007

Para las accesiones ICS 95 e ICS 98 se observaron valores de similaridad genética del 100%, sugiriendo que son materiales duplicados; sin embargo este resultado debe corroborarse con la información morfoagronómica. Las accesiones más similares tienen una relación de origen y al comparar las características agronómicas de clones foráneos con los clones colombianos, las accesiones colombianas elites SCC 15, SCC 53 y SCC 61, muestran una similaridad de 70% con CCN 51.

El material IMC 67 de Perú, reconocido por ser tolerante a enfermedades de la raíz y el tallo, buena habilidad combinatoria, amplia adaptación a diferentes ambientes y los materiales regionales FEC 2 y FEC 26, presentaron una tasa de similaridad del 60%. Los marcadores mTcCIR 6, mTcCIR

9, mTcCIR 11, mTcCIR 12, mTcCIR 15 y mTcCIR 24, permitieron determinar la mayor discriminación entre los individuos analizados. Estos marcadores son de gran importancia para la certificación de autenticidad de materiales y su origen.

Esta caracterización molecular se convierte en una de las primeras aproximaciones al análisis de diversidad genética de materiales sobresalientes de cacao, en el país.

El trabajo permitió evaluar 52 genotipos élite de Fedecacao y Corpoica, mostrando una población muy heterocigota, con una alta variabilidad genética, que servirá de base para plantear estrategias en programas de mejoramiento genético y certificación de material de siembra.

Capítulo VI

MATERIALES REGIONALES EN COLOMBIA

Igualmente este capítulo, luego de una reseña histórica, pretende demostrar mediante resultados en pruebas locales, la importancia que los materiales regionales rescatados de plantaciones híbridas tienen para el país.

En el mundo la búsqueda, selección y evaluación de materiales de cacao, se realizó inicialmente con el objetivo de encontrar genotipos que brindaran resistencia a enfermedades como Escoba de Bruja, caso presentado en Brasil, o por características de rendimiento y calidad como los materiales ICS, en Trinidad. Los ingleses en 1957, bajo la amenaza y presión de la Escoba de Bruja, seleccionaron 166 ejemplares (F1) de los cruces SCA 6 X ICS 1 e IMC 67 X SCA 6 y algunos Parinari, ahora conocidos como TSH y TSA (Selección Trinitaria Híbrida y Amazónica).

En los países como Ecuador, México, Brasil, Malasia, África e Indonesia, han existido programas de mejoramiento genético para la selección de clones de alto rendimiento, calidad de las almendras, resistencia a las plagas y las enfermedades y para plantas que puedan ser de fácil manejo (Morera *et al.*, 1996).

Teniendo en cuenta que en el mundo, hasta el año 2000, la base de las plantaciones comerciales de cacao eran los híbridos y materiales comunes, no existen reportes concretos del comportamiento de materiales clonales para siembras comerciales. Brasil, en la búsqueda de híbridos, desarrolló una amplia evaluación de materiales parentales, comparando los progenitores en forma individual y los híbridos resultantes de estos materiales. Los resultados

mostraron que los materiales ICS 1 e ICS 8 usados como parentales, presentaron mejor comportamiento que los materiales regionales y los híbridos (Basil *et al.*, 1981).

En Ecuador a partir de 1985 un grupo de empresarios inició siembras masivas de un material regional conocido como CCNS1 (Colección Castro Naranjal), alcanzando rendimientos superiores a 3.000 Ton/ha. (Crespo, 1997).

En República Dominicana en la década de los 80, se realizó un trabajo para seleccionar árboles en plantaciones comerciales, basándose en el procedimiento propuesto por Cheesman en 1934 y Soria en 1966 en Costa Rica. Como resultado se seleccionaron 21 árboles con características sobresalientes (Batista, 1987).

Posteriormente, Ventura *et al.*, (2003), en República Dominicana seleccionó otro grupo de 28 árboles con características de calidad y rendimiento.

En la región de Chiapas en México, se realizó otro trabajo de selección de 17 genotipos sobresalientes en rendimiento y alta calidad de la semilla, con el uso de estrategias enfocadas a la participación de agricultores y mejoradores. (López *et al.*, 2006).

Actualmente mediante un convenio entre los Organismos Internacionales (CFC, ICCO y Bioversity International), se está desarrollando un proyecto para mejorar la productividad y la calidad en cacao, mediante estrategias participativas en países productores de África, América y Asia (Bioversity, 2008). El proyecto reporta el establecimiento de un total de 10 hectáreas

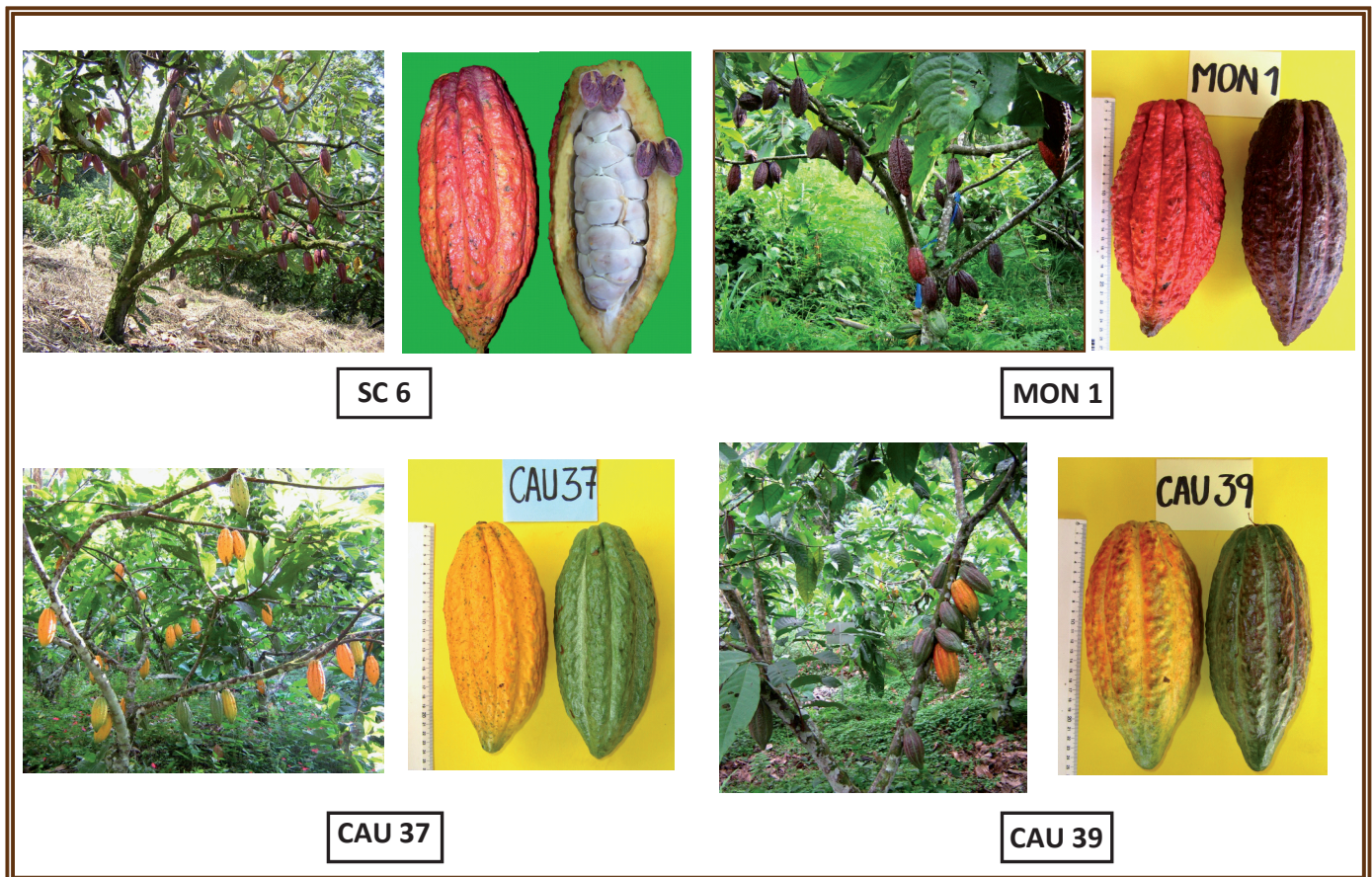
en ensayos con selecciones hechas en fincas de agricultores. En África el proyecto reporta la selección de 119 árboles promisorios, en América 563 y en Malasia 11; se resalta que en Brasil los materiales seleccionados ya son recomendados comercialmente.

En Colombia, a partir de los años 40 también se realizaron varias selecciones, hoy denominadas Selección Colombia (SC), siendo los clones más conocidos SC 5, 6, 7, 9 SPA 9 y 12, con los cuales se inició la primera etapa de siembras comerciales en el país, a base de clones regionales, principalmente en los alrededores de Cali, Cartago y en el eje cafetero. Sin embargo, este desarrollo se vio truncado y tuvo que ser suspendido por el auge de la semilla híbrida certificada, impulsada desde Trinidad en la década de

1950, con el fin de contrarrestar el ataque de Escoba de Bruja que estaba invadiendo el país.

Luego, en las décadas de los años 70 y 80, se realizaron otras selecciones en varias regiones del país, que dieron origen a los materiales conocidos como Sopetran, Persea, La Marina, MON 1, Pueblo Quemao y Tumaco, entre otros.

En 1981 la Compañía Nacional de Chocolates seleccionó 17 árboles por su baja incidencia de Monilia, dentro de un lote de cacao híbrido en la hacienda Cacaoterías del Dique ubicada en Cauca, entre estos materiales se destacan el CAU 37, 39 y 43, (Sánchez *et al.*, 1984). (Figura 16).



» **Figura 16.** Algunos de los materiales regionales de cacao más conocidos, seleccionados en Colombia antes de 1990.

EVALUACION DE MATERIALES REGIONALES EN DIFERENTES ZONAS DE COLOMBIA

En Colombia, apenas se inicia el uso de materiales regionales para siembras comerciales. La gran mayoría de los materiales se encuentran en fase de evaluación dentro de parcelas experimentales. Como primera referencia se conoce el trabajo realizado por Corpoica sobre la variabilidad morfoagronómica de 59 árboles de cacao, donde sobresalen los materiales SCC 59 y SCC 61 que están siendo difundidos comercialmente (Argüello *et al.*, 2000).

Fedecacao en convenio con Pronatta, realizó una evaluación de varios materiales promisorios en el Departamento de Arauca y en el Departamento de Risaralda. En Arauca Fedecacao, trabajó con 21 materiales regionales: 18 materiales araucanos y 3 regionales de Cauca (Antioquia). Luego de tres años, los materiales con mejores rendimientos fueron FSA 11, FSA 12, FSA 13, FTA 1 y FEAR 12. Estos materiales posteriormente entraron a ser evaluados nuevamente dentro de pruebas regionales denominadas Fase II (Fedecacao, 2000).

La Unión Temporal Cacao de Colombia Uno, considerando la urgencia de evaluar y conocer el comportamiento de un

amplio número de materiales del país que se destaquen por rendimiento, calidad y tolerancia a enfermedades, especialmente Monilia en las diferentes regiones, continuó con la evaluación de materiales regionales seleccionados en Arauca y en Santander por Fedecacao y Corpoica, que hacen parte de una red de 27 parcelas establecidas en el país a partir del año 2000.

Los materiales evaluados fueron: FTA 1, FTA 2, FSA 11, FSA 12, FSA 13, FEAR 5 y FEAR 12, ubicados en cinco localidades en el departamento de Arauca y los materiales FLE 2, FLE 3, SCC 59 y SCC 61, en el municipio de San Vicente de Chucurí (Finca Chimitá).

En la Tabla 8, se presenta el promedio de rendimiento en Kg/ha/año, número de frutos por árbol año, porcentaje de Monilia durante cuatro años de seguimiento en cinco parcelas en el Departamento de Arauca y una en Santander. Aunque estadísticamente no se presentaron diferencias significativas, según los promedios se encontraron materiales con muy buenos rendimientos, especialmente FLE 2 y FLE 3 (Chimitá, Santander), con valores superiores a los 1.800 Kg/ha/año.

Con relación a los materiales evaluados en Arauca, sobresalen FSA 13 y FEAR 12 con 1.673 y 1.462 Kg/ha, respectivamente.

» **Tabla 8.** Rendimiento en Kg/ha/año y frutos por árbol de materiales regionales evaluados. Promedio de cuatro años de producción.

Material	Cacao seco Kg/ha	Frutos/árbol	% Monilia
FLE 3	2.102	36	6
FLE 2	1.838	27	16
FSA 13	1.673	29	3
FEAR 12	1.462	38	7
FEAR 5	1.430	27	7
SCC 59	1.374	28	6
FSA 11	1.342	26	6
SCC 61	1.299	19	5
FSA 12	1.227	26	3
FTA 1	1.080	19	11
FTA 2	1.128	19	6

En cuanto al promedio de frutos por árbol, se encontraron diferencias significativas, donde se resalta que los materiales FLE 3 y FEAR 12, presentaron el mayor número de frutos por árbol con 36 y 38 respectivamente. Característica de tipo genético indicando que estos materiales pueden tener un alto grado de compatibilidad sexual.

En cuanto a la presencia de Monilia, con una incidencia menor al 5%, sobresalen como los mejores materiales FSA 12, FSA 13 y SCC 61, comportamiento que si se mantiene en el tiempo y en otras localidades, se puede deducir que el país ya puede contar con materiales regionales excelentes con alguna resistencia a Monilia. En pruebas

de inoculación, éstos materiales han resultado moderadamente resistentes a esta enfermedad (Aranzazu, *et al.*, 2.008).

Índices de grano (I.G.) y Mazorca (I.M.)

Así mismo, se encontraron diferencias significativas entre los índices de grano y mazorca, resaltando que los materiales regionales con mejor índice de grano y mazorca fueron los materiales originarios de Santander FLE 2 y SCC 61, (I.G. mayor de 1,9 gramos por grano e I.M. 14 y 15 respectivamente). En los materiales de Arauca se registraron índices de grano muy bajos; solamente el material FTA 2, presentó un índice aceptable de 1,5 gramos por grano (Tabla 9).

» **Tabla 9.** Índices de mazorca y grano en materiales regionales

Material	I.M. *		Material	I.G. *	
FLE 2	14	a	SCC 61	2,0	a
SCC 61	15	ab	FLE 2	1,9	a
FTA 2	16	ac	FLE 3	1,5	bc
FTA 1	17	ac	FTA 2	1,5	b
FLE 3	18	abcde	SCC 59	1,4	bcde
FSA 13	18	bcd	FSA 13	1,3	b.c
FEAR 5	19	bcd	FEAR 5	1,2	c.d
FSA 11	19	b d e	FTA 1	1,2	cde
SCC 59	21	cdef	FSA 12	1,2	de
FSA 12	22	e	FSA 12	1,1	e
FEAR 12	26	f	FEAR 12	0,9	f

* Valores con la misma letra no difieren estadísticamente (Tukey $p < 0,005$)

El material FEAR 12, presentó un alto Índice de Mazorca con un promedio de 26, y un Índice de Grano de 0.9, resultado que lo descalifica comercialmente; no obstante por su alta producción de frutos (38), presentó buen rendimiento en Kg/ha/año, de 1.426 Kg. Por lo tanto, este material FEAR 12 no debe ser promovido comercialmente, sin

embargo debe ser mantenido en bancos de germoplasma para programas de mejoramiento.

En la Figura 17 se presentan las características de la planta y el fruto de los materiales FEAR 5, FLE 3, FSA 13 y SCC 61.



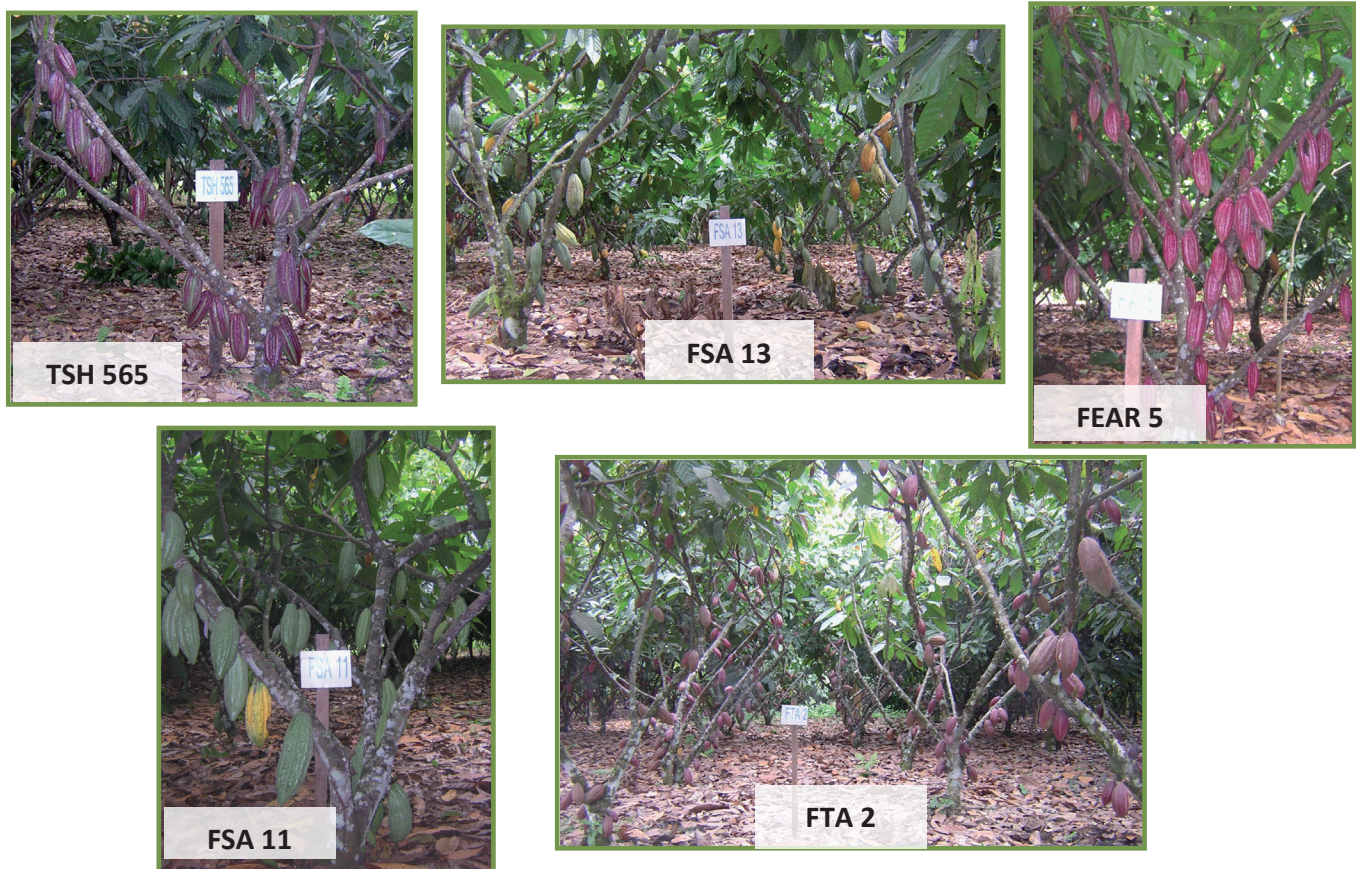
» **Figura 17.** Materiales regionales sobresalientes de Santander y Arauca.

Con el fin de resaltar el comportamiento de los materiales regionales, en la Tabla 10 se presentan los principales indicadores de rendimiento, obtenidos en la mejor parcela de las 5 evaluadas en el departamento de Arauca, ubicada en la finca El Recuerdo, municipio de Tame, para el periodo Enero - Diciembre de 2007, con siete años de edad.

» **Tabla 10.** Indicadores de rendimiento parcela Fase II, El Recuerdo, departamento de Arauca. 7 años de edad. Periodo Enero a Diciembre de 2007.

Material	Kg / Ha/año	I.M.	I.G.	Frutos/árbol/año
FSA 13	2.994	16	1,1	48
FEAR 12	2.752	23	0,9	65
FTA 1	2.586	14	1,3	37
FSA 12	2.189	19	1,3	42
FSA 11	2.182	17	1,1	38
TSH 565	1.994	17	1,3	34
FEAR 5	1.943	14	1,0	28
ICS 95	1.863	19	1,0	35
IMC 67	1.839	18	1,3	33
FTA 2	1.569	16	1,5	25
EET 62	1.483	18	1,2	27
ICS 1	946	13	1,6	13
Promedio	2.028	17	1,2	36

Los rendimientos obtenidos en esta parcela durante el año 2007, ratifican el buen comportamiento de los materiales durante los primeros cuatro años de producción. Es importante resaltar cómo los materiales regionales como FSA 11, 12 y 13 superaron a los clones introducidos (TSH 565, ICS 1 e IMC 67), que se utilizaron como testigos. Figura 18.

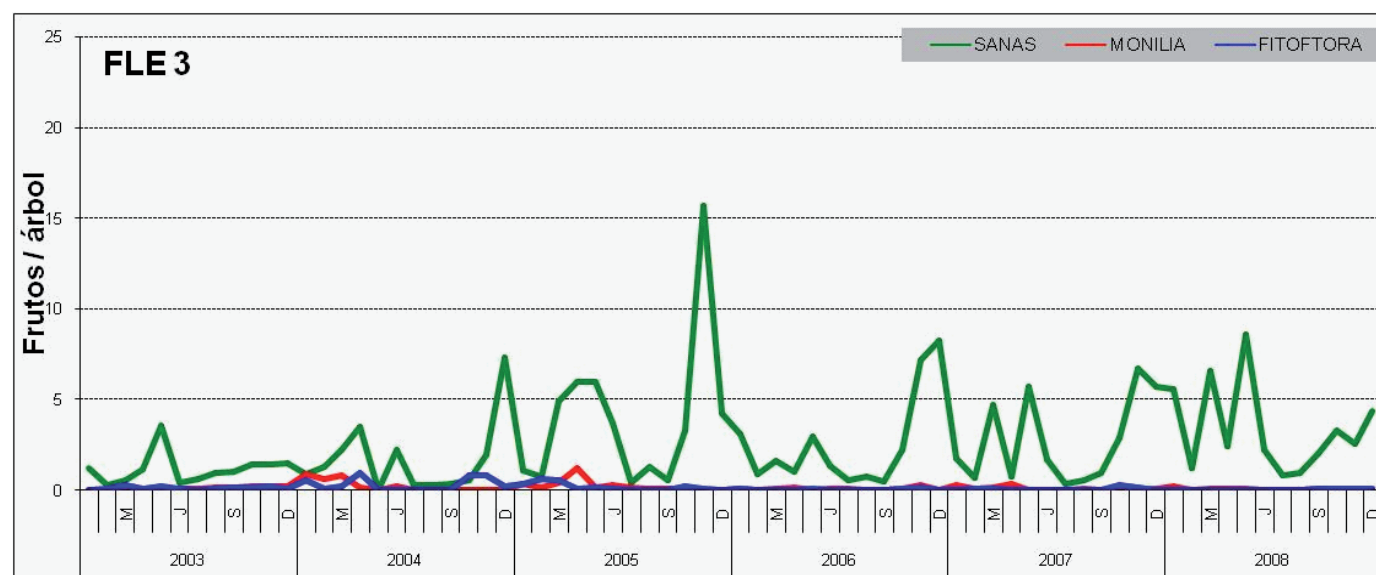
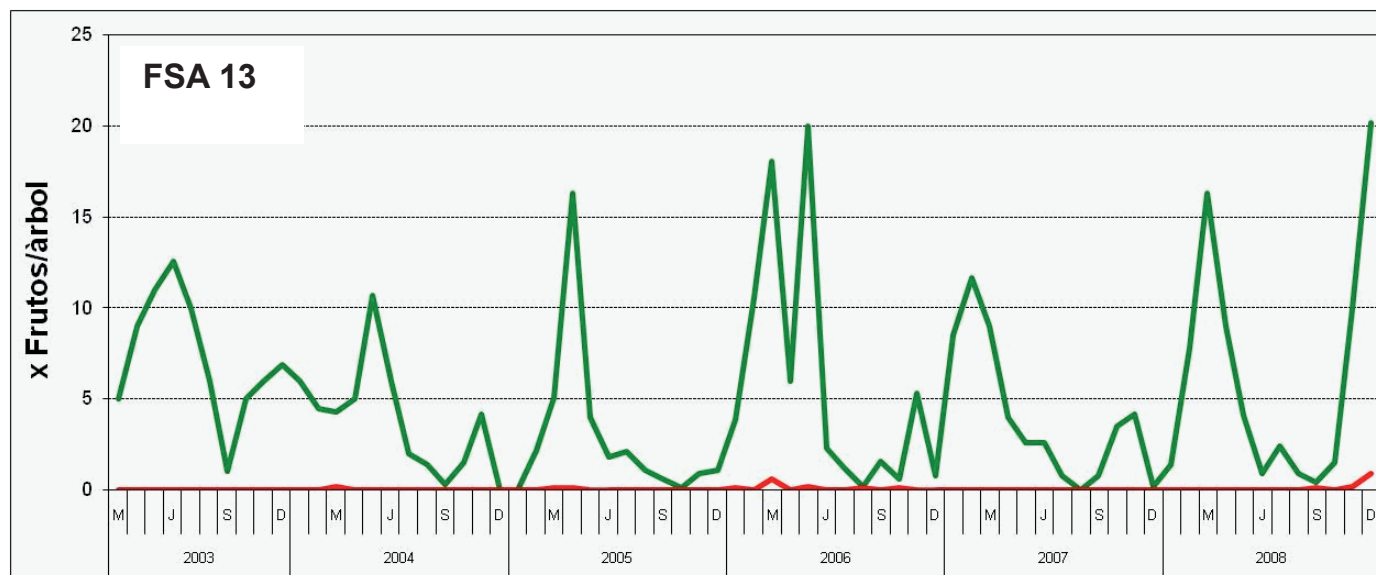


» **Figura 18.** Materiales, finca El Recuerdo, Tame Arauca. 8 años de edad. Año 2008

Para efectos prácticos en el manejo del cultivo, especialmente podas, nutrición y manejo de enfermedades, en la Figura 19 se presenta la evolución y variación estacional de la producción de frutos sanos y enfermos por *Monilia*, en los materiales FSA 13 (Saravena) y FLE 3 (Lebrija).

En términos generales, después de comparar todos los materiales regionales e introducidos de cacao, se puede constatar, que el mayor volumen de producción de frutos se concentra generalmente durante el primer semestre de cada año, más una pequeña cosecha en los meses de Noviembre y Diciembre.

A su vez, se comprobó que el período de mayor presencia de frutos enfermos por *Monilia*, se ubica en los meses de febrero y marzo de cada año. Este resultado indica que la época de mayor infección por *Monilia* ocurre en los meses de noviembre, diciembre y enero, período en el cual se concentra la mayor floración y desarrollo de frutos jóvenes, que luego dos meses después, en Febrero y Marzo se recogen enfermos, muchos de ellos esporulados.



» **Figura 19.** Evolución y variación estacional de la producción de frutos por árbol en los materiales regionales FSA 13 en Saravena, Arauca y FLE 3 en San Vicente de Chucurí, Santander.

EVALUACION DE MATERIALES REGIONALES DE FEDECACAO Y CORPOICA

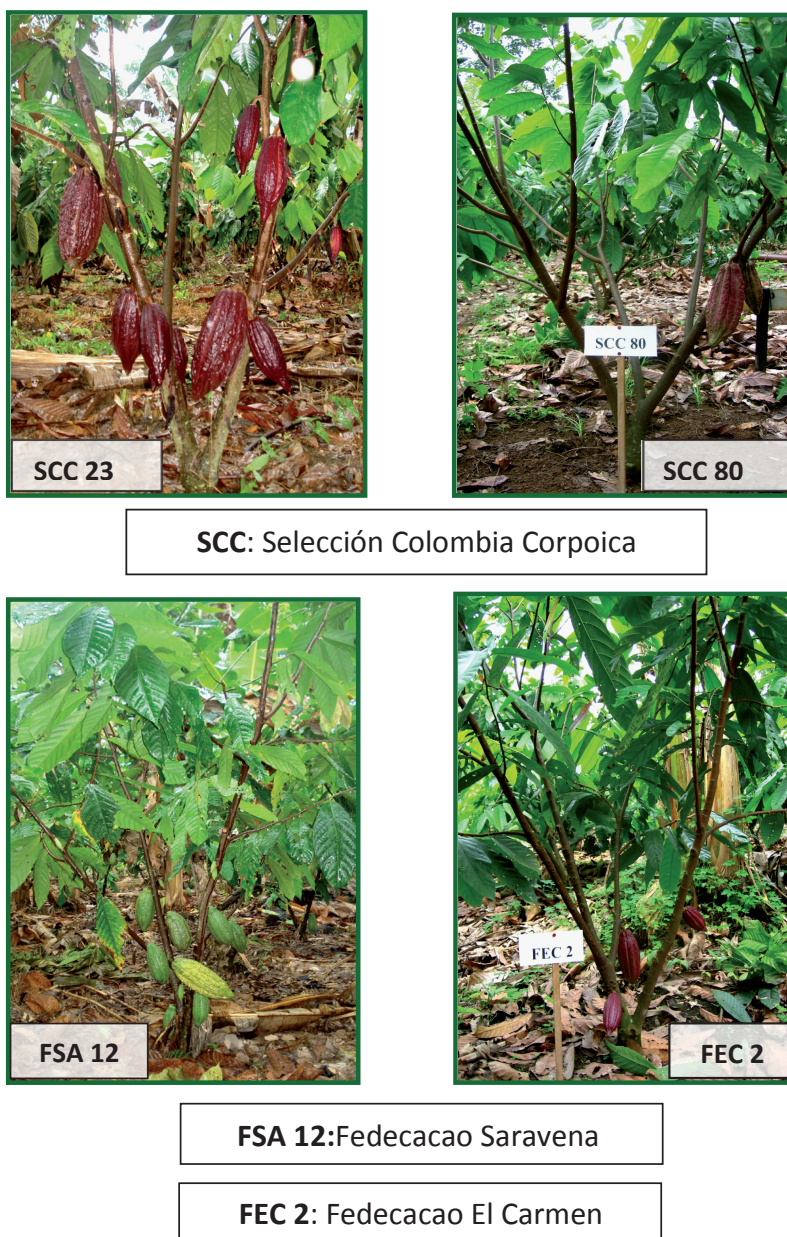
Así mismo con recursos del Ministerio de Agricultura, la Unión Temporal Cacao de Colombia Uno estableció una red de experimentos con un protocolo unificado, en 6 regiones cacaoteras del país, en los siguientes municipios productores: San Vicente de Chucurí, Rionegro, Gigante, Zona Bananera, Pueblo Bello y Arauquita, para evaluar cinco materiales regionales

seleccionados por Corpoica, cinco por Fedecacao y dos testigos: ICS 95 y CCN 51.

- Materiales regionales CORPOICA: SCC (Selección Colombia Corpoica) 23, 41, 52, 55, 80.

- Materiales regionales FEDECACAO: FLE3 (Fedecacao Lebrija), FEAR 5 (Fedecacao Arauquita), FSA12 (Fedecacao Saravena), FEC2 (Fedecacao El Carmen), FSV41 (Fedecacao San Vicente).

En la Figura 20 se presentan algunos de los materiales evaluados.



» **Figura 20.** Materiales regionales de cacao, destacados por su precocidad, proyecto 2, Unión Temporal Cacao de Colombia Uno, 2 años de edad.

Las parcelas experimentales se establecieron a partir del año 2006. Por lo tanto los análisis sobre el rendimiento en Kg /ha y otras variables son preliminares.

En cuanto a los rendimientos en Kg /ha en la primera cosecha a los 24 meses de establecidos los experimentos (Tabla 11), se destacan los materiales FSA 12 y CCN 51 que fueron los materiales que iniciaron más temprano la producción (precocidad), con rendimientos de 133 Kg/ha en promedio en todas las localidades. Con rendimiento intermedio de 72 a 100 Kg/ha, se ubicaron los materiales FLE 3, SCC 80, SCC 23 y FEAR 5. Este comportamiento solamente está indicando cuales son los materiales con mayor precocidad.

» **Tabla 11.** Rendimiento promedio de los materiales regionales evaluados en seis localidades. Año 2008.

Material	Promedio	Material	Promedio
FSA 12	133	SCC 41	60
CCN 51	133	SCC 55	54
FLE 3	97	FSV 41	44
SCC 80	93	FEC 2	42
SCC 23	82	SCC 52	40
FEAR 5	72	ICS 95	31

Por considerarlo de interés en la Tabla 12 se presenta el rendimiento en Kg /ha, Índices de Grano y Mazorca, de cada uno de los doce materiales evaluados en la localidad de Saravena, que fue el primer experimento en ser instalado destacando que el rendimiento promedio de los materiales fue de 146 Kg/ha.

El mejor material fue FSA 12 con 356 Kg/ha, ratificando su buen comportamiento, que

ha demostrado en la región. Sin embargo es un material cuyo rendimiento depende más del número de frutos por árbol al año, que de sus índices de mazorca y grano (22 y 1,2 respectivamente). Otros materiales a destacar son el FLE 3, SCC 23 y CCN 51, que superan los 200 kg/ha, con índices de grano superiores a 1.5. Estos resultados pronostican que es posible que la mayoría de los materiales presenten buenos comportamientos en su etapa adulta.

» **Tabla 12.** Comportamiento productivo a los 24 meses de establecimiento, de los materiales regionales evaluados en la localidad de Saravena, 2008.

Material	Kg / ha Acumulado	IM *	IG *	Frutos /árbol
FSA 12	356	22	1,2	7,8
FLE 3	279	18	1,5	5,0
CCN 51	200	18	1,5	3,6
SCC 23	200	14	1,6	2,7
FEC 2	198	18	1,3	3,6
SCC 80	191	18	1,4	3,4
SCC 41	110	15	1,5	1,6
FSV 41	100	14	1,7	1,4
ICS 95	39	21	1,3	0,8
FEAR 5	30	22	1,2	0,7
SCC 52	29	16	1,5	0,5
SCC 55	20	16	1,5	0,3
Promedio	146	18	1,4	3,0

* IM: Índice de Mazorca

* IG: Índice de grano

Los resultados obtenidos con los materiales regionales en cuanto a producción y resistencia a Monilia, animan a continuar la búsqueda de árboles de alto rendimiento en todo el país, aprovechando la gran cantidad de árboles híbridos existentes, ajustando más los parámetros de selección, especialmente los índices de grano, mazorca y porcentaje de Monilia.

El proceso de selección de materiales promisorios, debe desarrollarse con la colaboración activa de los productores,

enmarcada dentro de proyectos de selección varietal participativa, con el apoyo de alianzas interinstitucionales.

En el año 2005, Fedecacao lanzó el concurso “Se Busca” (Figura 21), donde se motivó a los agricultores a seleccionar los mejores materiales dentro de sus plantaciones. Como producto de esta campaña, se logró la selección de los materiales: FSV 41, FSV 106, FSV 30 en San Vicente de Chucurí, Santander y Villa Esneda 1,2 y 3 en Saravena Arauca, entre otros.

FEDERACION NACIONAL DE CACAOTEROS
SERVIENDO A LA CACAOCULTURA COLOMBIANA
FONDO NACIONAL DEL CACAO

¡SE BUSCAN!

Árboles de cacao de alto rendimiento
Aquellos que tengan las siguientes características:

- Que produzcan 100 mazorcas o más al año de cáscara delgada y más de 46 granos.
- Granos que pesen más de 1,5 gramos, preferiblemente blancos o rosados claros.
- Que no sean árboles clonados.

Participe con su mejor árbol. Inscríbese en las oficinas de Fedecacao más cercanas presentando dos (2) mazorcas maduras

Su árbol puede ser mejor que los clones recomendados actualmente

¡Participe y gane fabulosos premios!



» **Figura 21.** Afiche del Concurso “Se Busca” y material regional seleccionado por un agricultor.

Capítulo VII.

MATERIALES INTRODUCIDOS A COLOMBIA

El ICA entre 1960 y 1980, creó y fortaleció el Banco Nacional de Germoplasma de cacao, ubicado en Palmira, con la introducción de materiales de cacao procedentes de Trinidad, Perú, Ecuador, Costa Rica y Brasil (Tabla 13).

» **Tabla 13.** Nomenclatura y origen de materiales introducidos a Colombia.

NOMENCLATURA	NOMBRE	ORIGEN
ICS 1, 6, 39, 40, 60, 95	Imperial College Selection	Trinidad
TSH 565, 792, 812	Trinidad Selection Hybrid	Trinidad
TSA 654, 644, 641	Trinidad Selection Amazon	Trinidad
EET 8, 62, 96, 400	Estación Experimental Tropical	Ecuador
UF 29, 613, 650	United Fruit Co.	Costa Rica
SCA 6, 12	Scavina	Perú
IMC 67	Iquitos Marañon Collection	Perú
PA 46, 121, 150	Parinari	Perú
P 7, 12	Pound	Perú
CATONGO	Catongo	Brasil

En esa época estos materiales fueron la base para la producción de la semilla híbrida en el país. A partir de la década de los años 80, aprovechando los jardines, se inició la investigación en clones para conocer su comportamiento, en las estaciones experimentales del ICA en Palmira, Tulenapa, Caribia y en las granjas de las compañías Luker y Nacional de Chocolates. Lastimosamente la información obtenida de producción y comportamiento sanitario de estos materiales solamente fue registrada en informes técnicos y nunca fue publicada.

Sin embargo, según estos informes los materiales con mejor comportamiento fueron ICS 95, EET 62, ICS 1 y TSH 565. El clon CCN 51 de Ecuador, fue introducido al país en el año de 1998.

En la granja Luker (Palestina, Caldas), a partir de 1987, el ICA inició la evaluación de algunos clones, con el objetivo de explorar su comportamiento productivo y sanitario en altas densidades bajo sistema agroforestal,

con el empleo de maderables (*Cordia alliodora*), establecidos en barreras de 18 x 3 m. Los primeros experimentos fueron:

- “Evaluación de 4 clones trinitarios bajo altas densidades (1.600, 2.000 y 2.600 árboles por hectárea)”.
- “Evaluación de siete materiales clonales para rendimiento en la zona marginal baja cafetera (2.000 árboles por hectárea)”.
- “Evaluación de los tres mejores clones y los tres mejores híbridos de la Zona Cafetera, bajo un sistema Agroforestal”.
- “Evaluación de clones élite en surcos dobles, con refuerzo del clon IMC 67 al 25% (2.200 árboles por hectárea)”.
- “Comportamiento del clon CCN 51 bajo dos distancias de siembra y tres épocas de poda, establecido en el año 2000”.

Estas primeras investigaciones bajo altas densidades de siembra, concluyeron que los materiales TSH 565, ICS 6, ICS 40, ICS 60 e IMC 67, alcanzaban rendimientos mayores de 1.500 Kg/ha/año, a partir del cuarto año.

Sin embargo, también se observó que en estas densidades, con más de 1.600 plantas por hectárea, el incremento en la producción se detenía aproximadamente al sexto año y se presentaba una fuerte competencia entre los árboles. Los estudios demostraron que no se deben establecer plantaciones de cacao con densidades mayores de 1.100 árboles por hectárea.

Se encontró que no todas las plantas de un mismo material clonal son 100% eficientes en producción, existiendo hasta un 10% de plantas con baja producción dentro del mismo clon. En la mayoría de los ensayos, bajo las condiciones ambientales de la Granja Luker, en Caldas, el material ICS 95 presentó los más bajos rendimientos; no obstante, todos los resultados permitieron demostrar que el rendimiento de los clones estuvo por encima de los mejores híbridos (Aranzazu, 2003).

Otros estudios realizados por Corpoica en la Estación Experimental La Suiza en Santander, durante los primeros siete años de producción de los materiales ICS 1, ICS 6, ICS 95, TSH 565 y CAP 34, establecidos a 3x3 m, destacan que el tratamiento “mezcla de clones”, presentó el mayor rendimiento con 2.278 Kg/ha/año, seguido de ICS 95 con 2.179 Kg. Los materiales ICS 1 e ICS 6, fueron los de menor rendimiento con 1.730 Kg., Morales (1996).

En Colombia se inició el fomento de la propagación masiva de clones de cacao en el año 2000, con la injertación de los materiales introducidos más conocidos. Para facilitar el fomento se establecieron biofábricas para la producción masiva de plantas clonadas en diferentes regiones productoras del país. Producto del seguimiento a estas biofábricas, CORPOICA pudo establecer las preferencias y cantidades promedio de material clonado entregadas a los agricultores, siendo en su orden los materiales con mayor preferencia

TSH 565, IMC 67, ICS 95, CCN 51, ICS 60, ICS 1 y CAP 34 (Galvis, 2007).

EVALUACIÓN DE MATERIALES INTRODUCIDOS A COLOMBIA

Para dar cumplimiento al objetivo del proyecto 3, de la Unión Temporal Cacao de Colombia Uno “Evaluar algunos de los mejores clones introducidos establecidos en jardines clonales para calidad, rendimiento y sanidad, plantados por Fedecacao-Corpoica-Ministerio de Agricultura en todo el país”; Fedecacao aprovechó la fortaleza de la existencia de diferentes jardines clonales en granjas propias, así como en jardines y experimentos ubicados en fincas de agricultores.

Para evaluar el comportamiento productivo y sanitario, se decidió bajo un protocolo único, establecer una red de parcelas que permitiera realizar el seguimiento de los materiales.

Para facilitar la evaluación y el análisis de los materiales, se clasificaron en dos grupos:

1. Materiales con mayor preferencia en el país: ICS 1, ICS 39, ICS 95, TSH 565, IMC 67, CCN 51 y EET 8.
2. Materiales con menor preferencia: ICS 6, TSH 792, UF 613, EET 96, EET 400 y MON 1.

Para la evaluación de los materiales se utilizaron los registros de dos años de información (2006 y 2007) y se utilizó una red de 12 jardines.

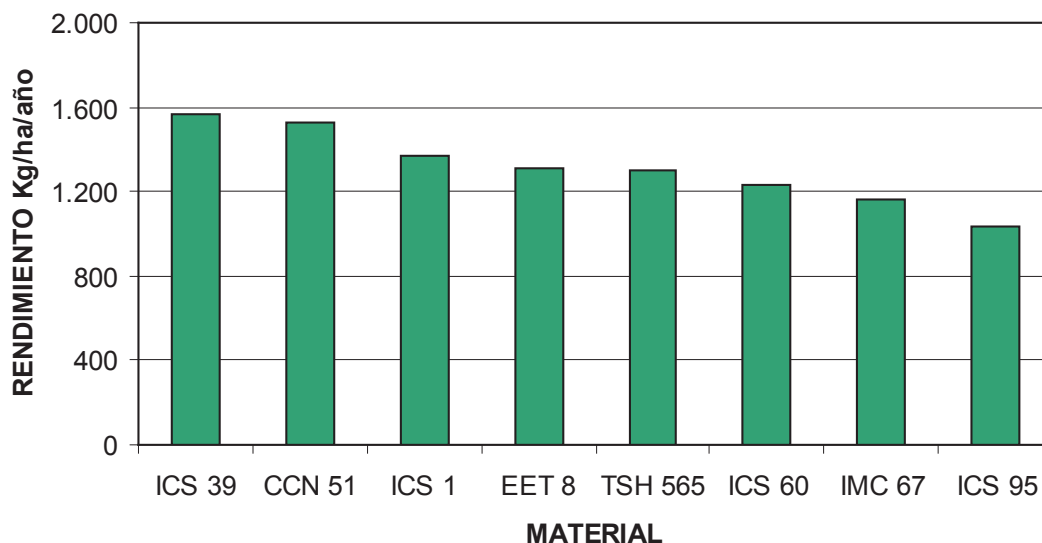
En la Tabla 14, se relacionan las localidades (Fincas), altura sobre el nivel del mar, tipo y edad de los materiales.

» **Tabla 14.** Ubicación, identificación y edad de materiales introducidos evaluados.

DEPTO.	LOCALIDADES	MATERIALES	EDAD Años	ALTURA m.s.n.m.
VALLE	GRANJA CAMPO ALEGRE	ICS 1, ICS 39, ICS 60, ICS 95, TSH 565, TSH 792, IMC 67, MON 1, EET 8, EET 96, EET 400, CCN 51.	28	1.000
CAUCA	GRANJA TIERRA DURA	ICS 1, ICS 6, ICS 39, ICS 60, ICS 95, TSH 565, TSH 792, IMC 67, MON 1, UF 613, EET 8, EET 96, EET 400, CCN 51.	15	1.000
TOLIMA	GRANJA CAMACHO ANGARITA	TSH 565, ICS 1, IMC 67, ICS 6, EET 8, TSH 792, UF 613, ICS 60, CCN 51, ICS 39.	24	950
SANTANDER	GRANJA VILLA MÓNICA	ICS 1, ICS 6, IMC 67, TSH 792, UF 613, MON 1, TSH 565, ICS 39, CCN 51, ICS 95, EET 8.	19	900
	LA MILAGROSA	IMC 67, ICS 1, EET 8, TSH 792, ICS 95, ICS 60, TSH 565, UF 613, ICS 6, CCN 51, ICS 39.	21	650
	CHIMITA	ICS 39, ICS 60, ICS 95, IMC 67, CCN 51, EET 8.	7	900
	LA CABAÑA	ICS 1, ICS 39, ICS 95, CCN 51, EET 8.	6	850
ARAUCA	GRANJA LA PERLA	TSH 565, ICS 39, MON 1, ICS 95, CCN 51, IMC 67, ICS 1.	7	230
	EL PROGRESO	ICS 95, ICS 60, ICS 1, TSH 565, CCN 51, IMC 67, EET 8, ICS 39.	7	200
	GRANJA SANTA ELENA	ICS 95, ICS 60, IMC 67.	7	200
HUILA	EL GUADUAL	TSH 565, IMC 67, ICS 60, ICS 95, CCN 51, ICS 1.	7	760
CESAR	JETZEMANÍ	ICS 39, ICS 95, CCN 51, IMC 67.	6	840

MATERIALES CON MAYOR PREFERENCIA

Realizados los análisis se encontraron diferencias estadísticas para cada jardín o sitio experimental, resultado esperado debido a la edad de los materiales, zonas agroecológicas y pisos altitudinales.



» **Figura 22.** Rendimiento promedio en Kg/ha/año, en los materiales de mayor preferencia, evaluados en 12 jardines clonales del país, periodo 2006 - 2007.

Rendimiento

Aunque no se encontraron diferencias estadísticas entre los materiales evaluados para rendimiento en kilogramos de cacao seco por hectárea, al observar el comportamiento productivo, en la Figura 22, se destacan como mejores materiales en el país ICS 39 y CCN 51, con 1.561 y 1.532 Kg/ha/año respectivamente, mientras que los materiales con menor rendimiento fueron IMC 67, con 1.160 Kg/ha/año e ICS 95 con 1.039 Kg/ha/año, como consecuencia de sus menores índices de grano y mazorca.

» **Tabla 15.** Promedio de frutos por árbol, porcentaje de Monilia e índices de grano y mazorca de materiales introducidos de alta frecuencia. Promedio 2006 - 2007.

Material	Frutos/árbol	% Monilia	I.M.	I.G. *
ICS 39	22	14	14	2,0 a
CCN 51	23	8	15	1,5 c
ICS 1	23	14	17	1,7 b
EET 8	18	18	15	2,0 a
TSH 565	24	16	19	1,3 d
ICS 60	17	13	15	1,9 a
IMC 67	22	9	19	1,2 e
ICS 95	22	7	21	1,3 de

» * Valores con la misma letra no difieren estadísticamente (Tukey $p < 0.05$)

Frutos por árbol al año

El promedio de frutos por árbol al año, no presentó diferencias significativas entre los materiales evaluados (Tabla 15). Sin embargo, el número de frutos presentó una variación promedio entre 17 y 24 fruto por árbol año, siendo el de menor promedio de frutos ICS 60, seguido de EET 8 y el de mayor promedio TSH 565, con 24. Es importante destacar que en algunos jardines o experimentos se han obtenido promedios de frutos por árbol al año, superiores a 30, tal es el caso de la finca Chimitá en San Vicente de Chucurí.

Índices de Mazorca y Grano

El índice de mazorca varió de 14 en ICS 39, a 21 en ICS 95. Los materiales con mejores índices de mazorca para el país son ICS 39 e

Los resultados garantizan que Colombia con el empleo de estos materiales, podrá incrementar a mediano plazo la producción de cacao que hoy es deficitaria. Sin embargo, es importante tener presente que para mejorar la competitividad del sistema cacao, se deben recomendar los materiales que se destaquen por un mejor aporte genético, en cuanto al índice de grano e índice de mazorca.

En la Tabla 15, se relacionan el promedio de frutos por árbol al año, comportamiento a Monilia, índice de mazorca e índice de grano de dos años de evaluación (2006 - 2007).

ICS 60 y los más bajos ICS 95 e IMC 67.

En cuanto al Índice de Grano, se encontraron diferencias significativas (Tukey $p < 0.05$) entre los materiales evaluados. Se destacaron los materiales EET 8 e ICS 39, con promedio de 2.0 gramos por grano, seguido de ICS 60 con un promedio de 1,9.

Los materiales ICS 95 e IMC 67 presentaron los menores índices de grano de 1,3 y 1,2 gramos/grano; siendo este último el mínimo nivel aceptado por la Norma de calidad ICONTEC 1252. Éstos resultados demuestran que los rendimientos dependen más de los índices de grano y mazorca, que del número de frutos por árbol.

Teniendo en cuenta las estadísticas sobre venta de materiales en el país (Galvis, 2007)

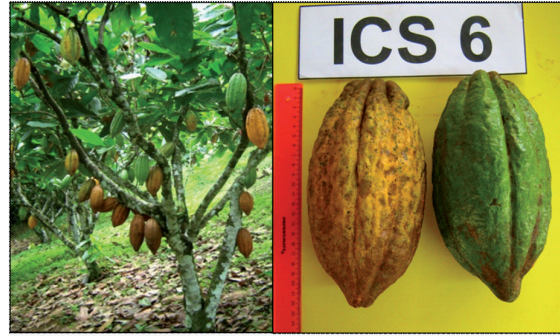
y los resultados del censo cacaotero en Santander (Fedecacao, 2008) - sin publicar -, que demuestran que los materiales ICS 95 e IMC 67 hacen parte del grupo de materiales más preferidos y sembrados, es necesario revisar su uso desde el punto de vista de la eficiencia productiva, dado el hecho de que son los materiales de menor rendimiento en el país.

Monilia

En cuanto al porcentaje de Monilia, se presentaron diferencias significativas (Tukey $p < 0.05$) entre los materiales evaluados, siendo ICS 95, CCN 51 e IMC 67 los materiales que presentaron menor incidencia de Monilia (menor del 10%) mientras que los materiales EET8 y TSH565 fueron los mas susceptibles.



ORIGEN: TRINIDAD	I.M.: 18
COMPATIBILIDAD	I.G.: 1.6



ORIGEN: TRINIDAD	I.M.: 15
COMPATIBILIDAD: AC	I.G.: 1.8



ORIGEN: TRINIDAD	I.M.: 13
COMPATIBILIDAD: AI	I.G.: 2.3



ORIGEN: TRINIDAD	I.M.: 14
COMPATIBILIDAD: AI	I.G.: 2.2



ORIGEN: TRINIDAD	I.M.: 19
COMPATIBILIDAD: AC	I.G.: 1.4



ORIGEN: ECUADOR	I.M.: 16
COMPATIBILIDAD: AC	I.G.: 1.5

» **Figura 23.** Principales materiales (clones) introducidos empleados en siembras comerciales en Colombia.

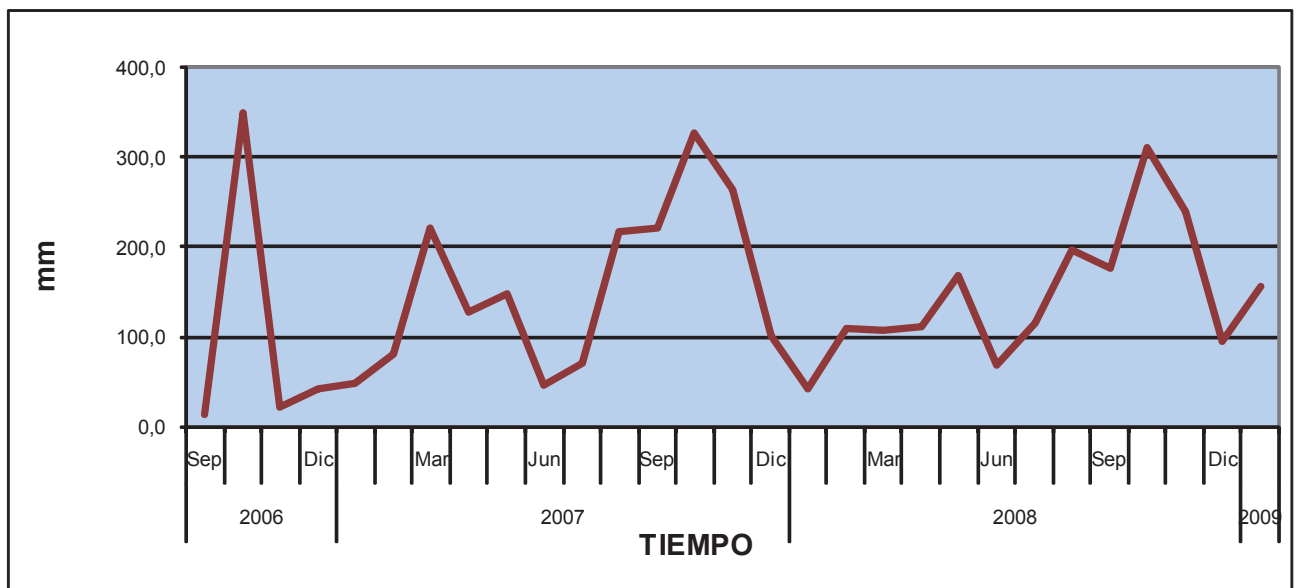
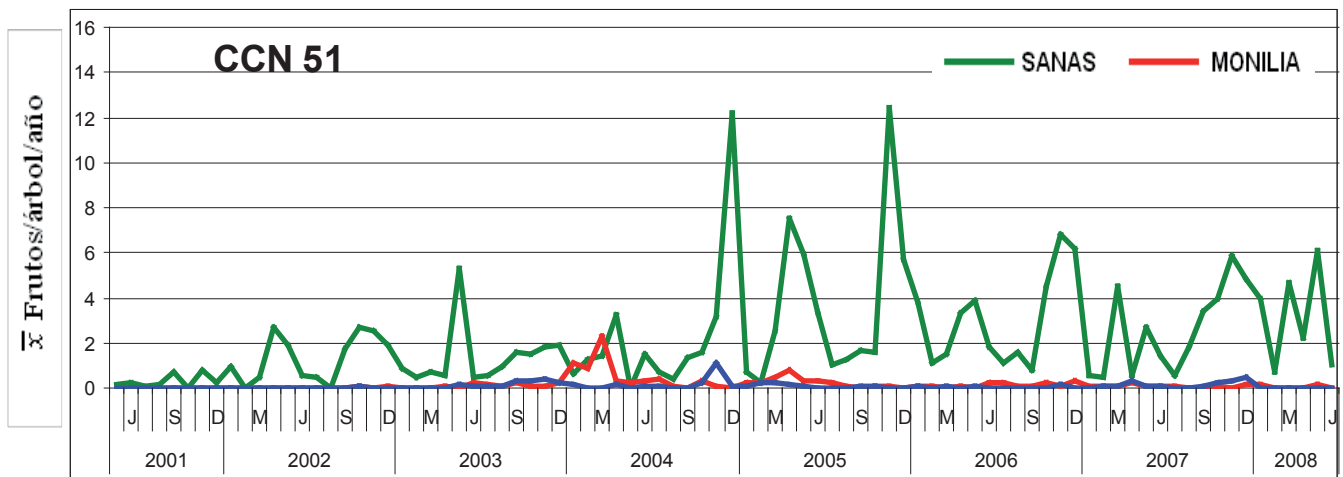
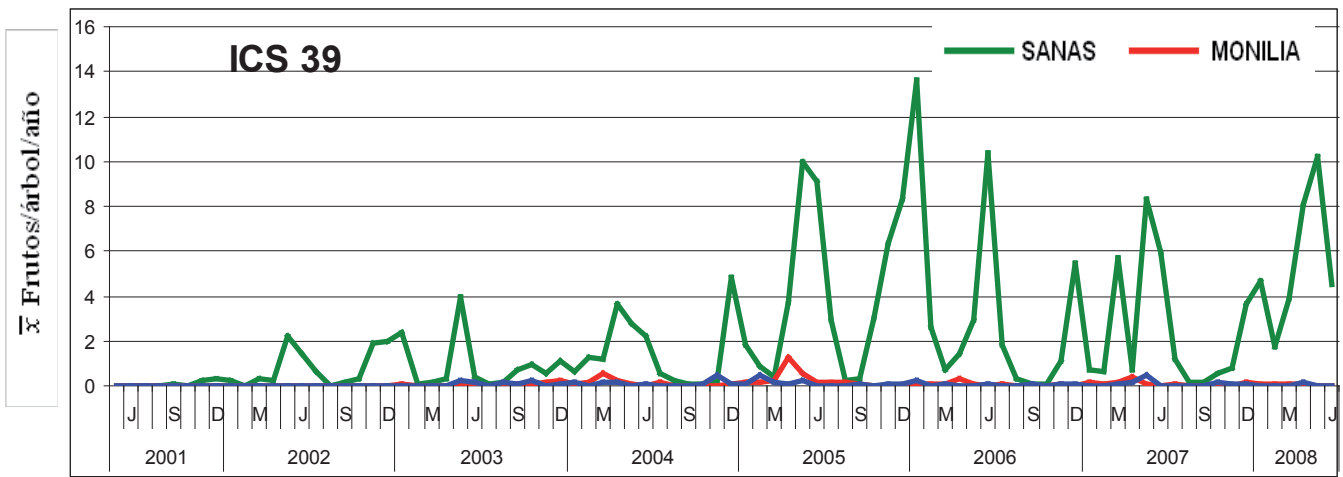
Dado que la Moniliasis es el principal problema limitante del cultivo en el país, este resultado es de gran valor práctico, porque permite recomendar los materiales que toleran mejor el problema sanitario especialmente en zonas húmedas, menores a 500 m.s.n.m. Los materiales con mayor susceptibilidad a Monilia y que presentaron buenas características de rendimiento (EET 8, ICS 1, ICS 39, ICS 60), se deben recomendar principalmente para zonas altas, donde las pérdidas por Monilia con un control cultural óptimo son menores.

En la Figura 23, se presentan las características del fruto y la planta de los principales materiales introducidos en Colombia.

Como complemento al estudio de los materiales evaluados y conocer la variación estacional de la producción de frutos, en la Figura 24 se presenta el comportamiento productivo y sanitario desde el inicio de la producción de los materiales ICS 39 y CCN 51, en Santander, San Vicente de Chucurí, Finca Chimitá.



» **Figura 23.** Continuación. Principales materiales (clones) introducidos empleados en siembras comerciales en Colombia.



» **Figura 24.** Variación estacional de la producción de frutos de cacao en los materiales ICS 39 y CCN 51, en San Vicente de Chucurí, Finca Chimitá.

En esta figura se destaca cómo el material CCN 51 es el más precoz, iniciando fructificación y cosecha a los 18 meses después de la siembra. Se observa cómo estos dos materiales, desde temprana edad organizan los picos de cosecha en ciclos definidos, resaltando que la mayor producción se presenta en los meses de Abril a Junio y una cosecha intermedia de Noviembre a Enero.

En cuanto a ICS 39, se observa que el comportamiento de los picos de cosecha coinciden con los de CCN 51, comportamiento que fue igual en los demás materiales evaluados en esta localidad. Es importante resaltar que el periodo de menor cosecha de fruta en todos los años, es el comprendido entre Julio a Septiembre, indicando que durante los meses de Febrero a Abril, los árboles de cacao entran en un periodo de reposo para floración y cuajamiento de frutos, época que se recomienda para realizar la poda de mantenimiento del árbol de cacao.

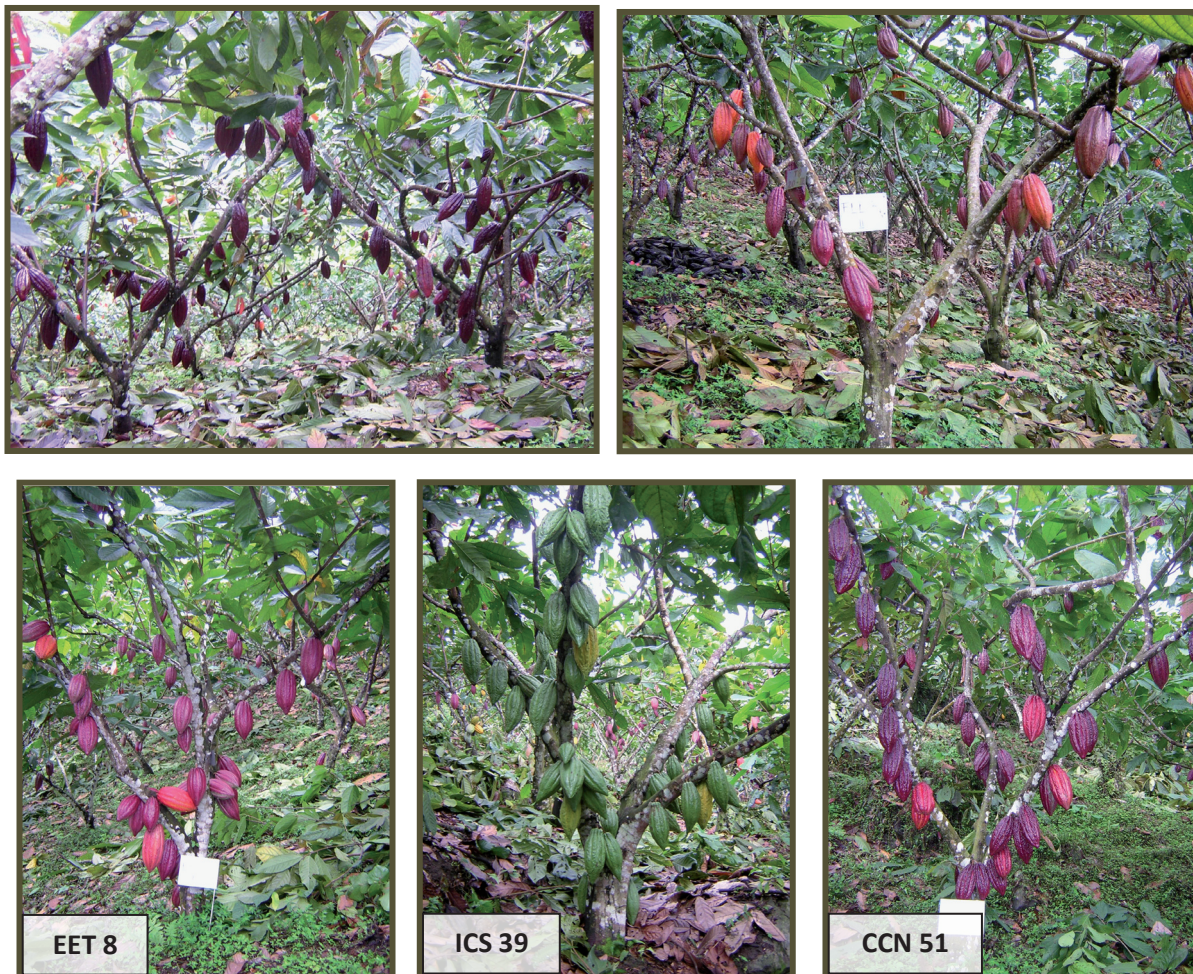
En cuanto a Monilia, la mayor cantidad de frutos enfermos se presenta en los meses de Febrero a Abril, indicando que la infección ocurre al final del año. Es de anotar que estos picos marcados de cosecha, generalmente se presentan siempre y cuando la precipitación sea bien distribuida al año y se realicen las dos podas de mantenimiento al año, en los meses de Febrero a Marzo y otra entre Julio a Agosto.

El comportamiento de las lluvias en San Vicente, resalta la existencia de dos periodos húmedos, alternados con dos periodos de menores lluvias. La región ha venido paulatinamente presentado disminución en la cantidad de lluvia anual; para el año 2007 la precipitación registrada fue de 1879 milímetros y para el año 2008 de 1746 milímetros.

El experimento de evaluación de doce materiales que adelanta el Programa de Investigación de Fedecacao en la finca Chimitá, San Vicente de Chucurí con ocho años de edad, ha presentado generalmente dos cosechas al año y rendimientos que han superado en promedio 1.500 Kg/ha/año. Este resultado estable a través del tiempo, es producto de dos podas de mantenimiento al año (Febrero- Marzo y Julio - Agosto), así como dos fertilizaciones completas (química más orgánica), en los meses de Mayo y Octubre y control de Monilia semanal y quincenal, según las recomendaciones de la Campaña Monilia. En la Figura 25 se presenta el estado productivo y manejo agronómico.

MATERIALES DE MENOR PREFERENCIA

Éste grupo de materiales es el de menor preferencia de uso en el país, debido principalmente a que en muchas regiones no se conocen y obviamente se carece de material de siembra. El comportamiento productivo y sanitario de éstos materiales se evaluó en seis (6) jardines clonales del país, cuyos resultados se presentan en la Tabla 16.



» **Figura 25.** Estado productivo y agronómico de algunos materiales, en La Finca Chimitá. 8 años de edad.

» **Tabla 16.** Rendimiento promedio de 6 materiales de menor frecuencia de uso evaluados en 6 jardines clonales. Periodo enero de 2006 a diciembre de 2007 (24 meses).

Material	Kg/ha/año	I.M.	I.G.	% Monilia	Frutos/ árbol
EET 96	2.380	17	1,6	8	40
ICS 6	1.744	14	1,8	11	24
EET 400	1.561	17	1,5	6	26
MON 1	1.281	18	1,6	11	22
TSH 792	903	19	1,4	17	17
UF 613	807	19	1,8	21	15

Según los resultados presentados en la Tabla 16, se destacan por mayor rendimiento los materiales EET 96 e ICS 6, con promedios de 2.380 y 1.744 Kg/ha/año, respectivamente, anotando que son materiales autocompatibles. Igualmente, éstos mismos materiales sobresalieron por

su excelente comportamiento en índice de grano (ICS 6: 1.8, EET 96: 1.6) e índice de mazorca (ICS 6: 14, EET 96: 17). Se resalta que EET 96, fue el material de mayor número de frutos por árbol al año (40), y de mayor producción de todos los materiales introducidos evaluados en Colombia.

Para estos dos materiales también es digno resaltar la calidad organoléptica de su grano, especialmente en EET 96 (tipo Cacao Nacional de Ecuador). También se distinguen por ser excelentes donadores de polen, característica ratificada por los recientes estudios de Fedecacao (Matriz de compatibilidad), siendo una de las razones por las cuales fueron muy utilizados como materiales parentales para la producción de semilla híbrida en el país.

Según estos resultados, es necesario que los materiales ICS 6 y EET 96 amplíen su presencia en los jardines clonales de las diferentes regiones y sean promovidos por las instituciones y proyectos, para que hagan parte del grupo de materiales selectos, que ubicados en modelos de siembra, según su grado de intercompatibilidad, se utilicen siembras comerciales de alta calidad en el país.

El porcentaje de Monilia en éste grupo de materiales fluctuó entre 6 y 21%, siendo UF 613 el material más afectado por esta enfermedad y por Escoba de Bruja. Este resultado, unido al bajo rendimiento en Kg/Ha/año y al menor promedio de frutos/árbol/año, coloca al UF 613, junto con el TSH 792, como materiales no recomendables para siembras comerciales en Colombia, especialmente para zonas con menos de 500 m.s.n.m., dado que su aporte es mínimo en los rendimientos y es más el riesgo sanitario que se corre con ellos.

La evaluación de materiales introducidos, demuestra que el país viene utilizando un moderado número de estos materiales, que ofrecen una gran variabilidad en los rendimientos, índices de grano, mazorca y diferente comportamiento a Monilia y Escoba de Bruja.

Los resultados demuestran que la variabilidad en los rendimientos, obedece más al índice de grano y mazorca, que al número de frutos por árbol.

Por consiguiente en Colombia, es importante explotar de la mejor forma posible las características deseables que la genética proporciona, recurrir a los conocimientos de la compatibilidad sexual de los materiales y utilizar algunos arreglos de siembra que mejoren los rendimientos, la calidad organoléptica y hagan más competitivo el sistema de producción de cacao, sin incrementar los costos de producción.

Finalmente, al comparar el comportamiento productivo de los materiales introducidos, con materiales regionales, se resalta que en Colombia es viable encontrar materiales regionales que igualen o superen en rendimiento y calidad a los materiales introducidos; como ejemplo se detallan los altos rendimientos obtenidos por los materiales regionales FLE 2, FLE 3 y FSA 13, que superaron los 1.600 Kg/ha/año, en comparación con el rendimiento promedio de 1.500 Kg/ha/año de los materiales ICS 39 y CCN 51.

Capítulo VIII.

CALIDAD EN CACAO

El concepto de calidad puede definirse como el conjunto de atributos debidamente balanceados, que posee un bien o servicio para cumplir o superar estándares establecidos que conduzcan a la satisfacción de las necesidades de los usuarios. El mejoramiento permanente de la calidad y la adición de nuevos atributos para comprometer y aumentar el nivel de satisfacción de los consumidores, es hoy en día una herramienta imprescindible para competir en la lucha por el mantenimiento y expansión de nichos de mercado (Amores, 2004).

En este contexto, los mercados internacionales del cacao son cada vez más exigentes. Los estándares para calificar esta mercancía se están tornando más estrictos, al tiempo que se van integrando nuevos criterios a los sistemas de control de calidad. Dos razones fundamentales sostienen esta tendencia: 1) la

necesidad de incrementar el valor agregado para estimular y mantener la dinámica de la economía cacaotera mundial y 2) La creciente sensibilidad de los consumidores con relación a temas ambientales y de salud, asociados a los procesos de producción primaria y consumo de los productos derivados de la industrialización del cacao.

Debe subrayarse que la calidad de los productos que consumen los usuarios finales se construye a lo largo de toda la cadena productiva del cacao. Son varios los actores que intervienen en el proceso de adicionar valor, al pasar de un eslabón a otro de la cadena y así hasta la manufactura, distribución y venta minorista de los productos. Cada eslabón de la cadena depende del anterior para agregar valor, confirmándose así su estrecha interdependencia.

Factores que intervienen en la calidad del cacao a lo largo de la cadena productiva:

- Ambientales, principalmente suelo y clima
- Genéticos
- Agronómicos (Fertilización, Manejo de enfermedades, Plagas y arvenses)
- Beneficio: Cosecha, Fermentación, Secado, Almacenamiento y Transporte
- Transformación: Torrefacción (Tostado)
- Fabricación del chocolate

Mundialmente los cacaos han sido divididos desde el punto de vista comercial en dos categorías muy amplias: cacaos corrientes y cacaos finos de aroma. Los cacaos corrientes o forasteros están constituidos principalmente por los amelonados de África occidental y Brasil. En general el sabor a chocolate de estas variedades no está acompañado de aromas auxiliares. Los cacaos finos de aroma incluyen a los

criollos y a los trinitarios, éstos tienen características de aroma y sabor que los distinguen de los cacaos corrientes y que surgen fundamentalmente de impresiones aromáticas auxiliares, ausentes en los forasteros. Por lo tanto Colombia por cultivar híbridos trinitarios y hoy en día clones de origen trinitario, produce cacao fino y de aroma (Brito, 2007).

En Ecuador en el año 2004, durante el taller “Calidad Internacional del Cacao, teoría y práctica” realizado, por expertos catadores de Guittard, caracterizaron el cacao de Colombia así: *“Color chocolate oscuro, con aroma suave. El sabor inicial es muy suave, con muy leves notas ácidas que conducen a un sabor chocolate suave y luego un rápido cambio a un carácter picante (casi pimienta negra). El sabor final es más astringente que el criollo venezolano del sur del lago de Maracaibo, debido al carácter pimentoso. El sabor posterior es duradero y tiene una latente astringencia”* (Seguine, 2004).

En este mismo taller, según Seguine (2004), el cacao Nacional de Ecuador se definió como: *“Chocolate muy oscuro de color intenso. El sabor inicial es suave y va creciendo hasta alcanzar un sabor medio con aroma a bosque/floral/herbal. El sabor final es igualmente fuerte y persiste la astringencia”*.

La Organización Internacional del Cacao (ICCO), reconoce 17 países productores de cacao fino en el mundo. Recientemente Colombia fue catalogado como país productor de cacao 100% fino y de aroma. En el mundo se comercializan 150.000 Toneladas de cacaos finos, que representan el 5% de la producción mundial, siendo América Latina y el Caribe la región que aporta el 80% de este tipo de cacao. El mercado de los cacaos finos, es un mercado separado, relativamente pequeño y altamente especializado, que posee sus propias características de oferta y demanda.

Finalmente, a pesar de la importancia económica del cacao, el concepto de calidad y su naturaleza es muy poco conocida y comprendida en su contenido real. En la actualidad la calidad se evalúa desde el punto de vista físico, químico y organoléptico.

CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS:

- pH
- Porcentaje de Grasa
- Porcentaje de Fibra
- Porcentaje de Proteína
- Valor Calórico
- Contenido de minerales
- Otros contenidos

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

- Índice de Grano (I.G.)
- Índice de Mazorca (I.M.)
- Porcentaje de Cascarilla
- Porcentaje de Almendra

CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS:

- Sabor y aroma (Flavor): Chocolate, Malta, Nuez, Vainilla, Frutal, Floral, Herbal, Amargo, Acido.
- Sensación: Astringente, Cuerpo

Otras dimensiones de la calidad provienen de la satisfacción de demandas de tipo emocional o político, tal es el caso de productos provenientes de selvas tropicales, lugares exóticos, producción orgánica y comercio justo “Fair Trade”.

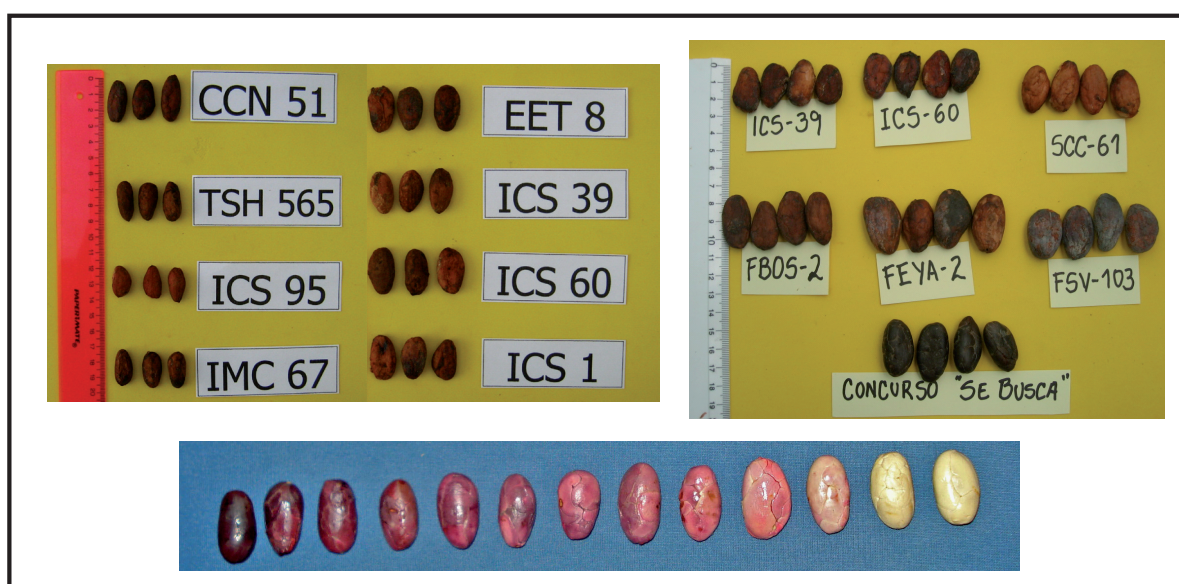
CALIDAD DEL CACAO EN COLOMBIA

En Colombia, en los últimos años se ha venido reconociendo la importancia que tienen todos los aspectos relacionados con la calidad en cacao, que antes eran de dominio de compañías procesadoras del grano.

Conociendo que prácticamente todo el cacao que produce el país es catalogado como cacao

de calidad (ICCO, 2008) y que próximamente debido al establecimiento de nuevas áreas con material clonal basado en trinitarios, se esperan excedentes exportables; por lo tanto es conveniente conocer mejor las propiedades físicas, químicas y organolépticas de los materiales y explotar comercialmente estas características.

Para dar una idea de la gran diversidad que posee el país, en tamaños, formas y color del grano de cacao, en la figura 26 se presentan algunos materiales que sobresalen por su tamaño y que fluctúan entre 1.1 a 2.6 gramos por almendra, cuya coloración va desde el violeta oscuro (forastero), pasando por diferentes matices hasta el blanco (criollos).



» **Figura 26.** Diferentes tamaños y coloraciones de las almendras de materiales de cacao introducidos y regionales.

Uno de los objetivos específicos del proyecto sobre evaluación de materiales regionales y materiales introducidos, fue la caracterización físico química y organoléptica, la cual realizó la Escuela de Química de la Universidad Industrial de Santander y que contribuyó a complementar estudios anteriores, realizados por la misma Universidad.

CALIDAD EN MATERIALES INTRODUCIDOS

Inicialmente se presentaron algunos resultados sobre las principales características químicas y físicas de los clones introducidos más empleados en el país. El estudio se realizó con muestras obtenidas de la zona cacaotera de San Vicente de Chucurí, Santander.

Con relación al porcentaje de cascarilla los materiales ICS 39, EET 8, TSH 565 y Criollo, fueron los únicos que presentaron cantidad de cascarilla en rango aceptable según la norma ICONTEC 1252, los restantes presentaron cascarilla alta atributo que afecta el rendimiento industrial (Tabla 17).

En cuanto al tamaño de grano, los materiales introducidos registraron valores superiores

» **Tabla 17.** Caracterización física y química de algunos materiales introducidos de cacao. Periodo 2004 - 2005. San Vicente de Chucurí.

CLON	% CASACARILLA	% ALMENDRA	I. G.	% GRASA	% FIBRA	pH
ICS 1	12	88	1,8	53	6	5,1
ICS 39	11	90	2,0	54	5	4,9
ICS 60	13	87	2,2	55	5	4,8
ICS 95	16	84	1,5	54	4	4,9
TSH 565	12	88	1,4	56	7	5,0
EET 8	11	89	2,0	55	6	4,9
IMC 67	15	85	1,3	57	6	4,9
CCN 51	14	87	1,7	55	3	5,0
CRIOLLO	11	89	1,8	55	2,5	6,1

Fuente: Fedecacao, 2004.

En el mismo estudio se realizó una caracterización organoléptica (Tabla 18), donde los materiales presentaron nivel suave de aroma floral y sabor frutal; solamente el material CAP 34 presentó un nivel medio de aroma floral. En cuanto al sabor chocolate, los materiales ICS 39, CAU 39 y UF 613, presentaron valores altos, los demás materiales presentaron valores

medios, ratificando que el cacao producido en Colombia es fino y de aroma (ICCO 2008).

Adicionalmente los estudios realizados demostraron que el material CCN 51, presentará características químicas, físicas y organolépticas dentro de los parámetros normales.

» **Tabla 18.** Caracterización organoléptica de materiales introducidos de cacao

Material	Sabor				Aroma floral	Sensación Astringente
	Chocolate	Frutal	Acido	Amargo		
ICS 1	Normal	Leve	Leve	Leve	Leve	Leve
ICS 39	Alto	Muy Leve	Leve	Leve	Leve	Muy Leve
ICS 60	Medio	Leve	Alto	Leve	Leve	Leve
ICS 95	Medio	Leve	Medio	Leve	Leve	Muy Leve
TSH 565	Medio	Leve	Leve	Medio	Leve	Leve
EET 8	Medio	Leve	Leve	Leve	Leve	Leve
IMC 67	Medio	Leve	Medio	Leve	Leve	Leve
CCN 51	Medio	Leve	Leve	Leve	Leve	Leve
CAU 39	Alto	Leve	Leve	Leve	Leve	Muy Leve
CAP 34	Medio	Leve	Leve	Leve	Medio	Leve
UF 613	Alto	Leve	Leve	Leve	Leve	Muy Leve
Híbridos	Medio	Leve	Leve	Leve	Leve	Leve

CALIDAD EN MATERIALES REGIONALES

En la búsqueda de materiales de excelente calidad, Corpoica y Fedecacao han realizado varias selecciones de materiales regionales, mencionados anteriormente. Algunos de ellos han resultado promisorios en cuanto a eficiencia productiva, sin embargo se desconocen sus características físicas y químicas. Por lo tanto, dentro de la Unión Temporal Cacao de Colombia Uno, se contempló el estudio de estas características en cumplimiento de los objetivos propuestos.

En la Tabla 19, se presentan los resultados obtenidos en la caracterización física y química de algunos materiales regionales, comparados con dos materiales introducidos ICS 95, CCN 51 y un Criollo como testigo.

Según los resultados, en cuanto al porcentaje de cascarilla, la mayoría de materiales presentaron contenidos altos, en algunos casos superando el contenido de los materiales

introducidos. Los mejores materiales por su menor contenido de cascarilla fueron el Criollo, SCC 41 y FEAR 5, con 11%.

Para el índice de grano, todos los materiales se ubicaron en el rango mayor de la norma NTC 793, para chocolate de mesa. Se resalta el índice de grano del material FSV 41 con 2,0 gramos por grano y un índice de mazorca de 12. Por su parte, el material criollo aunque presentó un índice de 1,8 gramos por grano, el número de frutos para hacer un kilogramo de cacao seco fue de 30 frutos, producto de un bajo número de almendras por fruto, entre 25 y 30.

En cuanto a la caracterización química, el porcentaje de grasa fue alto para la mayoría de los materiales (> 55%) y solamente el material SCC 23 presentó 51%, porcentaje inferior al nivel normal, según la norma NTC 793.

Los materiales Criollo, ICS 95 y SCC 23 registraron un pH. alrededor de 6.0. Los materiales SCC 80 y CCN 51, registraron la mayor acidez con pH 5.2.

» **Tabla 19.** Caracterización física y química de materiales regionales evaluados en la Unión Temporal Cacao de Colombia 1, año 2008.

Material	Porcentaje		I. G.*	I. M.*	Porcentaje		Fibra	pH
	Cascarilla	Almendra			Grasa	Proteínas		
FEAR 5	11	89	1,3	19	54	12	4	5,9
FEC 2	14	86	1,3	18	56	14	4	5,6
FLE 3	14	86	1,5	18	55	14	3	5,4
FSA 12	14	86	1,2	22	55	14	3	5,5
FSV 41	12	88	2,0	12	54	13	2	5,4
SCC 23	14	86	1,6	14	51	13	4	6,0
SCC 41	11	89	1,5	15	57	15	4	5,8
SCC 52	16	84	1,5	16	58	13	4	5,3
SCC 55	13	87	1,5	16	56	14	3	5,2
SCC 80	17	83	1,4	18	56	14	3	5,2
ICS 95	15	85	1,3	21	54	14	2	6,2
CCN 51	16	84	1,5	15	54	14	2	5,3
CRIOLLO	11	89	1,8	30	55	15	3	6,1

* I.G: Índice de Grano.

* IM: Índice de Mazorca.

Como complemento a la caracterización química, en la Tabla 20 se presenta el contenido de los principales ácidos grasos en los materiales regionales evaluados. Según los resultados, no se aprecian diferencias significativas entre los materiales para el contenido de cada ácido graso. En términos generales, los ácidos grasos predominantes en los materiales fueron el Estearico y el Oleico.

» **Tabla 20.** Contenido de ácidos grasos en materiales regionales evaluados en la Unión Temporal Cacao de Colombia Uno. Año 2008.

Material	% Estearico	% Oleico	% Palmítico	% Linoleico
FEAR 5	35,4	33,9	27,0	3,0
FEC 2	33,4	32,1	29,2	2,4
FLE 3	36,6	31,9	28,1	2,0
FSA 12	35,1	32,3	28,4	2,4
FSV 41	31,9	32,5	32,0	2,4
SCC 23	31,0	32,7	30,8	2,5
SCC 41	33,9	33,4	27,7	2,8
SCC 52	35,7	32,4	26,5	2,8
SCC 55	32,7	32,9	29,9	3,2
SCC 80	33,2	33,5	27,8	3,3
ICS 95	34,2	33,6	27,8	2,7
CCN 51	34,7	31,8	28,7	2,4
CRIOLLO	32,3	33,1	29,5	3,0

Teniendo en cuenta los resultados del comportamiento del clon trinitario ICS 95 y del material Criollo de la Sierra Nevada de Santa Marta, considerados cacaos finos y de aroma, y que todas las selecciones regionales fueron hechas en poblaciones híbridas de origen trinitario, se puede decir que en Colombia, las características de calidad de cacao fino y de aroma se mantendrán con el uso de materiales regionales. Éste resultado anima a continuar con la búsqueda y selección de materiales que sobresalgan por su excelente calidad.

Finalmente, considerando que Colombia cultiva material genético de excelente calidad catalogado como cacao fino y de aroma, se debe continuar promoviendo la cultura de un buen beneficio del cacao (Figura 27), debido a que la fermentación y el secado son

factores fundamentales para el desarrollo de los precursores del sabor a chocolate y otros sabores y aromas específicos como el floral, frutal, nuez etc., así como la disminución de la acidez, con la cual se garantiza la buena calidad para los mercados internacionales (Figura 27).

En los últimos años el mercado del chocolate en el mundo ha evolucionado hacia la especialización en diferentes tipos de productos, como producción orgánica, comercio justo, de origen, bajos en azúcar y con mayores contenidos de cacao (oscuro). Estos cacaos especiales son pagados a mejores precios, con un consumo creciente relacionado con mayor calidad en el sabor y beneficios en la salud y nutrición humana (Figura 28).



» **Figura 27.** Proceso de beneficio del cacao en fermentación y secado que contribuyen con mantener la calidad del cacao fino y de aroma en Colombia.

En países como Venezuela, Ecuador y Trinidad, se han aprovechado los materiales tipo criollo para posicionar el mercado del chocolate fino en el mundo. En Colombia la Compañía Nacional de Chocolates es líder en comercializar internacionalmente la chocolatina “Chocolate Santander”, en diferentes presentaciones, cuyo contenido de cacao varía entre el 36% y 70%. Recientemente, la Casa Luker realizó el lanzamiento de la chocolatina “LUKER 1906”, utilizando materia prima exclusivamente de la región de Tumaco, con contenidos de cacao que varían de 53 a 85%. En varias regiones del país, especialmente Santander y Huila, se fabrican barras de chocolate de mesa, con materia prima regional (Figura 28).



VENEZUELA

TRINIDAD

ECUADOR

BRASIL

CHOCOLATES DE MESA



SANTANDER



ARAUCA

CHOCOLATINAS DE EXPORTACION



» **Figura 28.** Diferentes calidades de chocolates en Colombia y otros países.

Capítulo IX.

COMPATIBILIDAD SEXUAL DE MATERIALES DE CACAO EN COLOMBIA

El estudio y conocimiento de la compatibilidad sexual en cacao, es hoy en día fundamentales para apoyar la modernización del cultivo, que está basada en el empleo de materiales clonales, con diferentes grados de Compatibilidad e Intercompatibilidad sexual.

Éste conocimiento es básico, porque de su correcto entendimiento y aplicación dependen los ingresos y rentabilidad del cultivo. A continuación se mencionan algunos aspectos sobre éste tema y las soluciones prácticas.

Inicialmente, es necesario recordar que el cacao es una planta típica de polinización cruzada y que depende de la acción de los insectos para polinizarse, especialmente por mosquitos o dípteros de la familia *Ceratopogonidae*, género *Forcipomyia sp.*

La incompatibilidad sexual se expresa en términos de porcentaje de flores que presentan cuajamiento de fruto, en un evento de polinización manual o artificial. Terreros *et al.*, (1983), definieron que el número de polinizaciones exitosas para considerar un cruce compatible o autoincompatible es de seis (6) flores prendidas, (30%) de un total de 20 flores polinizadas luego de 15 días.

La incompatibilidad sexual es un fenómeno genético, regido por un proceso bioquímico que sucede en el momento del reconocimiento, aceptación o rechazo del polen. En cacao éste fenómeno se produce en el ovario de la flor receptora y en algunos casos en el estigma.

El número de óvulos en el cacao fluctúa entre 50 y 60. La no fusión de los gametos puede ocurrir en 25%, 50% o 100% del total de los óvulos. Cuando una flor de cacao recibe menos de 25 granos de polen o cuando por intercompatibilidad sexual son fecundados menos del 50% de los óvulos de la flor, ocurre la marchitez del pepino, definida como marchitez diferencial (COPE, 1958).

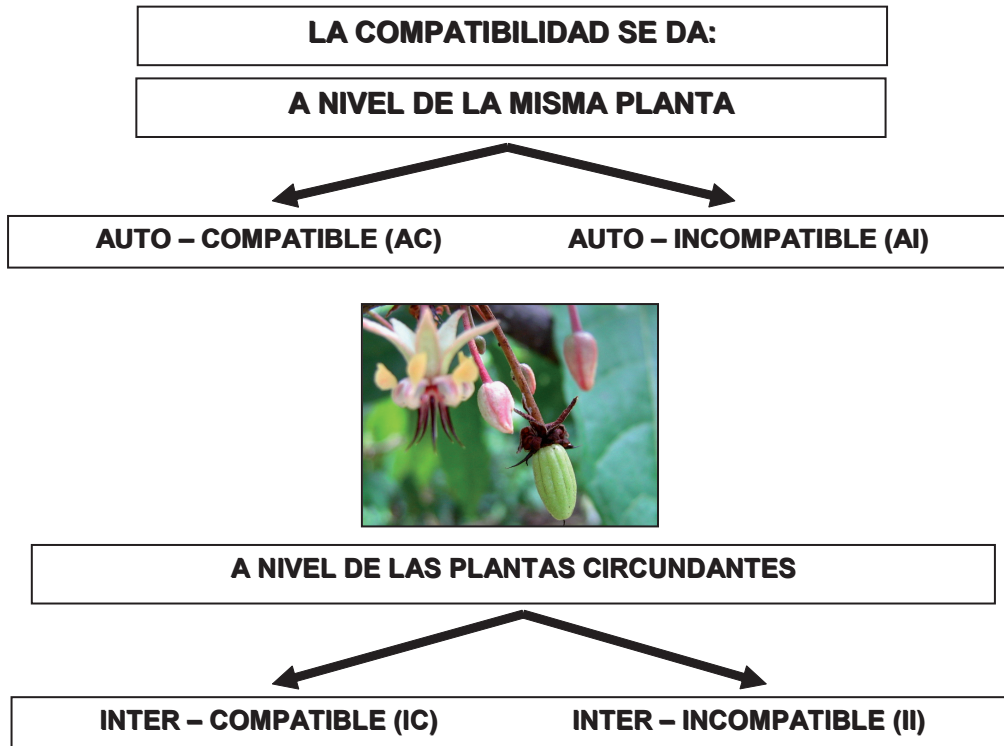
Cuando las flores de una planta son polinizadas por polen de ella misma o por polen de flores del mismo árbol u otros árboles del mismo clon, con una efectividad mayor al 30%, la planta es AUTOCOMPATIBLE (AC).

Cuando la flor no acepta su propio polen, o polen de flores del mismo árbol, se le denomina AUTO INCOMPATIBLE (AI).

Cuando las flores de una planta son fecundadas con polen de otra planta, en porcentaje mayor o igual al 30%, se reconoce que es un cruce INTERCOMPATIBLE (IC).

Cuando la flor no puede ser fecundada con polen de otra planta, en un porcentaje menor a 30 %, se dice que es un cruce INTERINCOMPATIBLE (II), (COPE, 1958).

Para mejor entendimiento en la Figura 29, se presenta un esquema de los posibles casos de compatibilidad sexual en cacao.



» **Figura 29.** Esquema de los posibles casos de compatibilidad e intercompatibilidad sexual en cacao.

Colombia a partir del año 2000, debido al deterioro e ineficiencia productiva de las plantaciones híbridas, inició un proceso de modernización de la cacaocultura, mediante el uso de algunos materiales introducidos y regionales, propagados por injertación, donde el fenómeno de intercompatibilidad en la mayoría de los cultivos es evidente. Sin embargo estos materiales tienen características de autocompatibilidad e intercompatibilidad variable, que es necesario conocer para emprender mejor la modernización del cultivo.

En efecto, se empieza a observar en las plantaciones establecidas mediante clonación, una serie de anomalías que deben ser atendidas, como:

- Desconocimiento generalizado del fenómeno de la compatibilidad sexual en cacao.
- La distribución inadecuada de los materiales en las plantaciones, realizando siembras en bloques y por preferencia de materiales.
- Deficiente control de calidad de los viveros,

deficiente supervisión por parte de entidades gubernamentales o responsables de los proyectos.

- Desconocimiento del comportamiento productivo y sanitario de los materiales por parte de viveristas, injertadores y agricultores.
- Poca oferta de otros materiales con excelentes características.

Algunos investigadores de Brasil en 1998, alertaron sobre los problemas que se originarían en plantaciones comerciales con la siembra masiva de material clonal en forma indiscriminada. Para afrontar esta problemática, realizaron los primeros estudios de intercompatibilidad en sus materiales comerciales, generando una matriz y las primeras recomendaciones sobre su aplicación práctica (Martins-Pinto *et al.*, 1998).

Colombia, a partir del año 2004, inició este tipo de estudios y fue así como la Compañía Nacional de Chocolates, desarrolló un trabajo pionero con 11 clones denominado

“Características de compatibilidad sexual de algunos clones de cacao y su aplicación en siembras comerciales” (Cadavid, 2006).

A partir del año 2005, los investigadores de FEDECACAO dentro de la Unión Temporal Cacao de Colombia Uno, ampliaron el estudio donde involucraron otros materiales introducidos y regionales, construyendo la matriz de compatibilidad sexual y la clasificación de los materiales por características especiales. El estudio permitió el diseño de varios modelos de siembra, usando como criterios la compatibilidad sexual en combinación con las características potenciales de cada material, como tamaño de grano, comportamiento a Monilia, etc. Así mismo, se elaboraron modelos compatibles para rehabilitar la copa de árboles de cacao, mediante la injertación doble en el tronco o en el chupón basal.

En el actual desarrollo cacaotero, Colombia debe implementar una mayor diversidad genética, que sea económicamente eficiente, competitiva y ambientalmente sostenible, que se utilice de forma racional y lógica. Los mejores materiales introducidos (universales) y los nacionales (regionales), deben ser agrupados en forma ordenada dentro de las plantaciones, según el grado de intercompatibilidad sexual y sus características o potencialidades especiales.

Para desarrollar los estudios de compatibilidad y definir si un material es autocompatible o intercompatible, se utilizó el nivel de 30 % de flores polinizadas, que es el más estricto de los reportados para estos estudios por los genetistas (Terreros *et al.*, 1983).

El método consistió en polinizar manualmente 20 flores, para lograr un número mínimo de 6 flores fecundadas (30%), a los 15 días (Terreros *et al.* 1983). Con esta metodología, se definió la matriz de compatibilidad sexual para los

21 materiales más utilizados en Colombia, resaltando aquellos cruces que ofrecieron una afinidad igual o superior al 70%.

Teniendo en cuenta que la compatibilidad sexual es una característica genética estable, para la construcción de esta matriz, se utilizó la información existente de algunos cruces como los referidos por la Nacional de Chocolates (Cadavid, 2006), y otros cruces (Terreros *et al.*, 1983). Los cruces se realizaron en granjas de FEDECACAO en diferentes regiones del país.

Con los resultados obtenidos, se construyó la matriz de compatibilidad sexual para los 21 materiales más utilizados en Colombia y otra matriz regional para el Pie de Monte Llanero.

En las Figuras 30 y 31 se presentan las matrices de compatibilidad de los clones más usados en Colombia y en el Pie de Monte Llanero. El grado de intercompatibilidad se representa con colores definidos (verde y rojo). Los cruces con mayor grado de afinidad sexual (70%), se representan con estrella blanca, sobre verde. La línea diagonal resalta la autocompatibilidad de los materiales.

Como se detalla en las dos matrices, en la línea diagonal, con color azul se ubica el resultado del grado de autocompatibilidad (AC) de los materiales así: ICS 1 con 96%, ICS 6 con 60%, ICS 95 con 86%, TSH 812 con 60%, EET 96 con 70%, CCN 51 con 63%. Así como los clones regionales FTA 2 con 55% y FEAR 5 con 50%.

En color verde, se identifican los cruces que resultaron intercompatibles (IC), con afinidad igual o superior al 30%; con estrella blanca se destacan aquellos materiales que presentaron una intercompatibilidad sexual igual o superior al 70%. Este valor se escogió con la finalidad de facilitar la elección de los mejores materiales, para el diseño de modelos de siembra o injertación en tronco

y así elevar la eficiencia en la polinización y finalmente en los rendimientos.

Con color rojo se identifican los cruces íterincompatibles (II), con porcentajes de afinidad entre 0 y 29%. Por lo tanto, se debe evitar la siembra de estos materiales, en líneas adyacentes para no afectar los rendimientos.

Entre los aspectos sobresalientes del estudio que se aprecian en las dos matrices se destaca que:

- Los mejores materiales donadores de polen (Compatibilidad paterna), son en su orden: CCN 51, TSH 565, EET 96, FLE 3, IMC 67, ICS 6 y CAU 39.

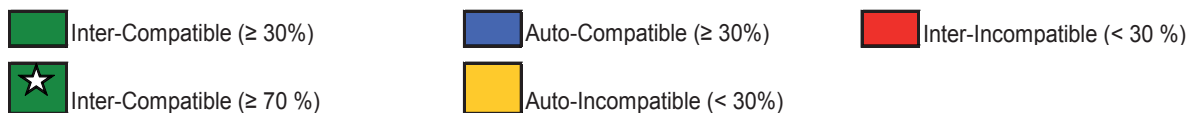
- Los materiales con mayor disposición para aceptar polen (Compatibilidad materna), son en su orden: TSH 792, TSH 812, ICS 6, ICS 95, TSH 565, y EET 96.

- Los materiales con mayor dificultad para donar su polen, por su alto grado de íterincompatibilidad paterna, son en su orden: ICS 60, ICS 39, EET 8, ICS 95, MON 1, SCC 61 y SC 6.

- Los materiales con mayor dificultad para aceptar polen proveniente de otros, por su alto grado de íterincompatibilidad materna, son en su orden: CAP 34, SCC 61, ICS 60, CCN 51, UF 613, ICS 39 y EET 8.

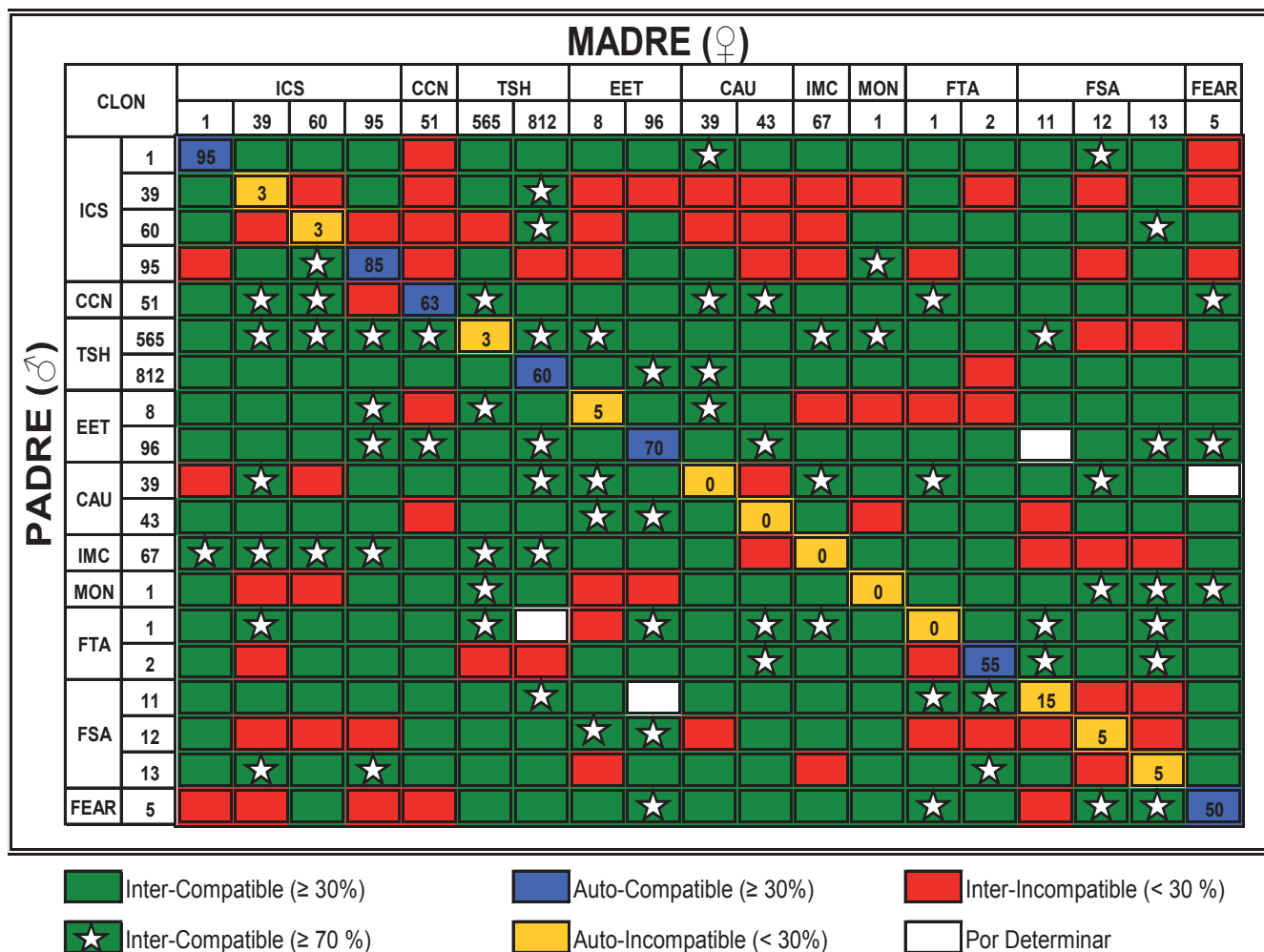
MADRE (♀)

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
ICS	1	95					★									★					
	6		50						★				★	★			★		★		
	39			3				★													
	60				3			★													
	95				★	85								★							★
TSH	565		★	★	★	3		★	★		★										★
	792			★			0									★					
	812		★					60		★			★		★						
EET	8		★		★	★			5							★					
	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		★				★	★		★			★	★			★			13	
MON	1					★															0
UF	613						★		★												0



» **Figura 30.** Matriz de compatibilidad sexual de los materiales de cacao más usados en Colombia.

MATRIZ - COMPATIBILIDAD SEXUAL DE LOS CLONES
MÁS UTILIZADOS POR FEDECACAO EN ARAUCA



» **Figura 31.** Matriz de compatibilidad sexual de los materiales de cacao más usados en el Piedemonte llanero Colombiano.

CLASIFICACIÓN DE MATERIALES POR CARACTERÍSTICAS ESPECIALES

Se aprovechó el seguimiento del comportamiento productivo, sanitario y fisiológico que FEDECACAO viene realizando a los materiales establecidos en 18 jardines clonales y 33 parcelas de evaluación de materiales regionales, así como en las diferentes pruebas de inoculación artificial para buscar resistencia a Monilia. Con los resultados fue posible clasificar los materiales por características específicas, que permitirán hacer más competitivo el sistema de producción de cacao.

En la Tabla 21, se clasifican los materiales por tamaño de grano, porte o tamaño del árbol e incidencia de Monilia.

» **Tabla 21.** Caracterización preliminar de materiales clonales de cacao en Colombia para establecer modelos de siembras.

TAMAÑO DE GRANO	
Grano Grande ($\geq 1,7$ g/grano)	ICS 1, ICS 6, ICS 39, ICS 40, ICS 60, EET 8, MON 1, SC 6, SCC 61
Grano Medio (1,4 – 1,6 g/grano)	CCN 51, FLE 2, FLE 3, FTA 2, EET 96, UF 613, CAP 34.
Grano Pequeño (1,2 – 1,3 g/grano)	TSH 565, TSH 792, TSH 812, IMC 67, ICS 95, CAU 37, CAU 39, CAU 43, FTA 1, FSA 11, FSA 12, FSA 13, FEAR 5.

PORTE DEL ÁRBOL	
Grande	ICS 1, ICS 6, ICS 39, ICS 60, ICS 95, EET 8, SCC 61, CAP 34, UF 613.
Mediano	TSH 792, CAU 37, CAU 39, CAU 43, IMC 67, CCN 51, MON 1, FLE 2, FLE 3, FSA 11, FSA 12, FSA 13, FTA 1, FTA 2.
Pequeño	TSH 565, TSH 812, EET 96.

INCIDENCIA DE MONILIA	
Baja	ICS 95, CCN 51, CAU 37, CAU 39, CAU 43, FSA 12, FLE 2.
Media	IMC 67, ICS 6, TSH 792, TSH 812, SCC 61, FTA 1, FTA 2, FLE 3, FSA 11, FSA 13, EET 96.
Alta	ICS 1, ICS 39, ICS 60, MON 1, TSH 565, FEAR 5, EET 8, UF 613, CAP 34.

MODELOS DE SIEMBRA

Una vez determinada la compatibilidad sexual de los materiales y conociendo las principales características de interés en cada uno de ellos, fue posible diseñar una serie de modelos propuestos para afrontar las nuevas siembras comerciales con material clonado. Se espera conducir hacia una mejor competitividad del sistema de producción en cacao, aumentar los rendimientos, mejorar la calidad del producto, afrontar mejor las enfermedades y bajar los costos de producción.

Así mismo, se diseñaron modelos para intervenir árboles en forma individual en los procesos de rehabilitación de plantaciones con el empleo del injerto doble en chupón basal o en tronco viejo, mediante el uso de yemas provenientes de dos clones diferentes e intercompatibles entre sí.

Teniendo en cuenta que la calidad organoléptica de CCN 51 está siendo cuestionada, es oportuno mencionar el Acuerdo No. 04 del 21 de octubre de 2008, emitido por el Consejo Nacional Cacaotero, sobre siembras de este material.

El acuerdo resuelve que se debe realizar la siembra de CCN 51 en fincas, lotes, áreas, **surcos** o independiente, sin mezclas con materiales de otros orígenes. El agricultor debe realizar las labores de recolección, beneficio y comercialización de este material en forma separada.

Como se puede observar, en las Figuras 32, 33, 34, 35 y 36, se presenta una serie de modelos de siembra diseñados por características específicas como: alta producción, calidad de grano, resistencia a Monilia y Escoba de Bruja, tamaño del árbol y modelos solo con materiales autocompatibles. En las citadas figuras, se proponen modelos de siembra con 4, 3 y 2 materiales, resaltando que en varios de ellos se excluye el clon CCN 51.

Es conveniente recordar que la Monilia es el mayor problema fitosanitario en el país, con pérdidas superiores al 40%. Por lo

tanto la mayoría de modelos propuestos para siembra o rehabilitación con énfasis en Monilia, contemplan el empleo de ICS 95 y CCN 51 en mayor proporción. En cada modelo la dirección de la flecha indica el flujo de polen y su porcentaje de aporte. El número final indica el porcentaje promedio de intercompatibilidad de todo el modelo.

Cada modelo está diseñado para repetir la misma secuencia de los materiales, las veces que se requiera o permita el ancho del lote, manteniendo el mismo orden. De fondo, cada surco debe conservar el mismo material en la cantidad que lo permita el lote.

RECOMENDACIONES

El área a establecer con cacao, se debe dividir por modelo y estos deben quedar por caminos o calles, con la posibilidad de identificar los materiales, en especial los surcos de CCN 51.

Los modelos están diseñados para utilizar cada material en surco sencillo o línea doble. La distancia de siembra más aconsejada es de 3 x 3, por calle de 4 m en especial para zonas planas. Sin embargo, se puede seguir usando 3 x 3 metros.

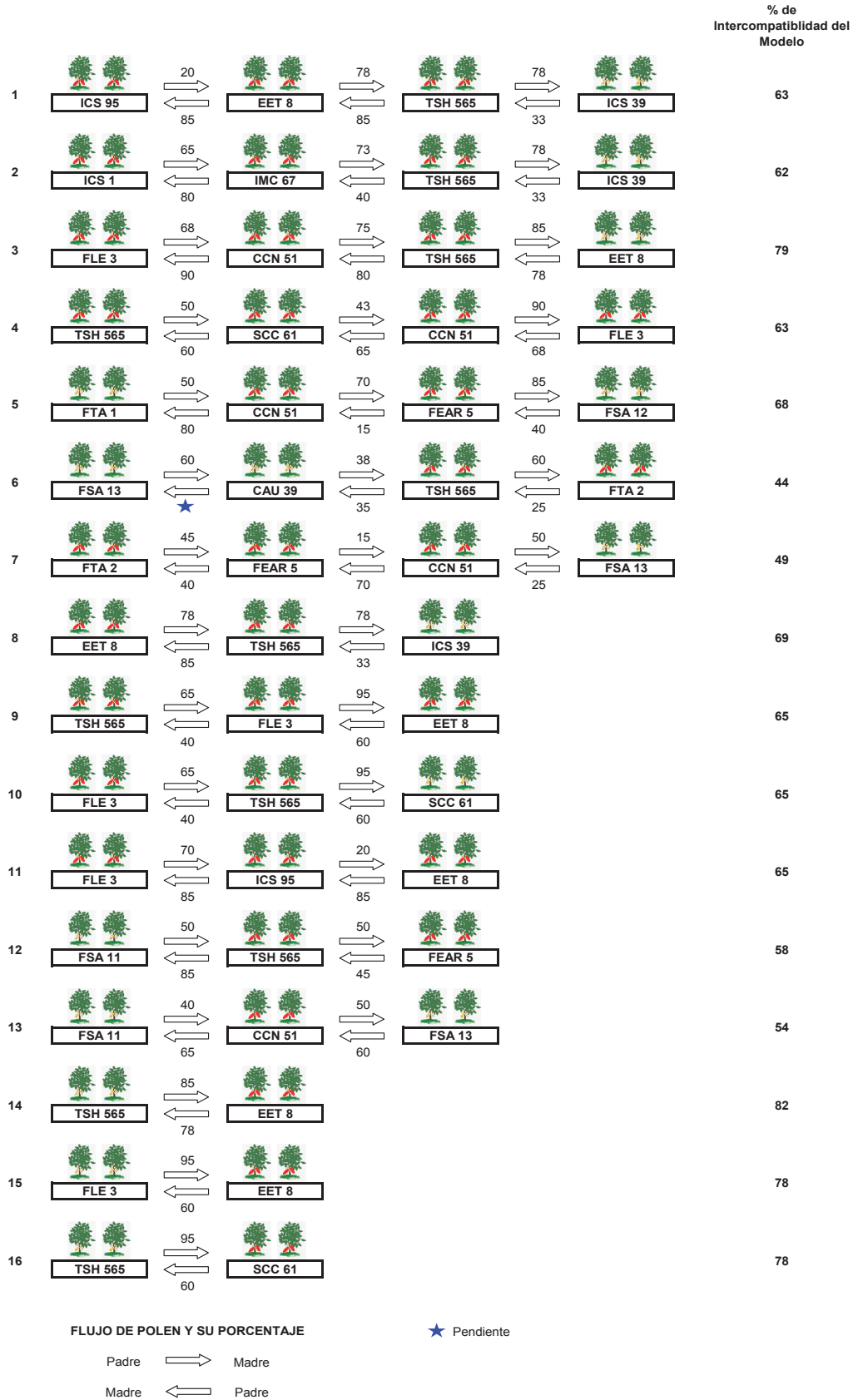
En los modelos con CCN 51, los surcos de este material pueden ser ampliados a 4 ó 6, y deben ser identificados plenamente.

Los modelos diseñados solo con materiales autocompatibles, pueden tener también 4 a 6 surcos por material.

El agricultor o el técnico, pueden escoger otros modelos, empleando los cruces marcados con color verde en la matriz de compatibilidad.

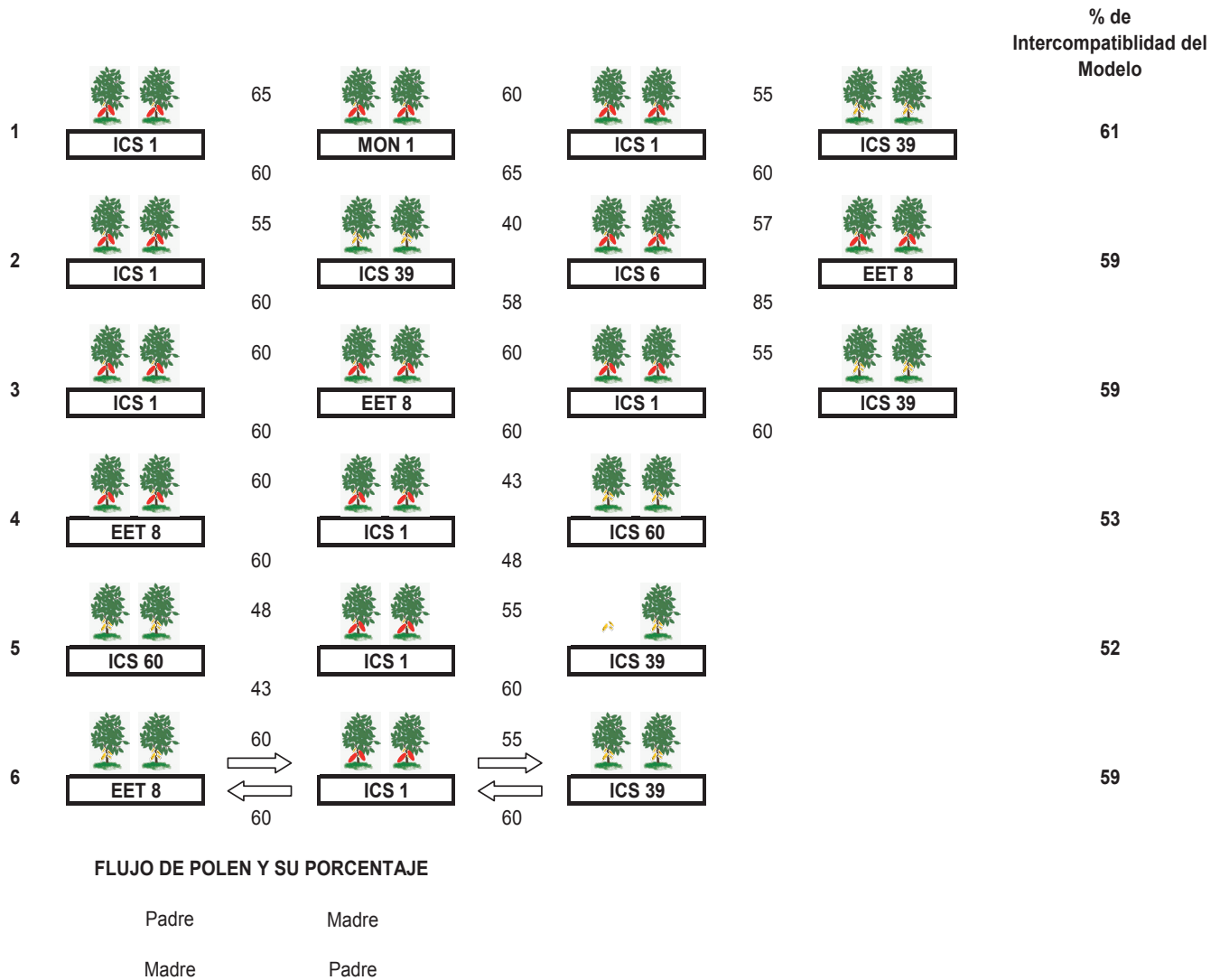
Es conveniente que el modelo sea seleccionado de común acuerdo con las necesidades y perspectivas del agricultor.

Los directores y responsables técnicos de los proyectos, deben hacer un seguimiento estricto al personal que realiza la injertación, para garantizar el establecimiento correcto del modelo.



Nota: El mismo modelo puede repetirse varias veces en el lote. Los materiales autocompatibles en especial el CCN 51 pueden establecerse en surcos o bloque de 4 líneas

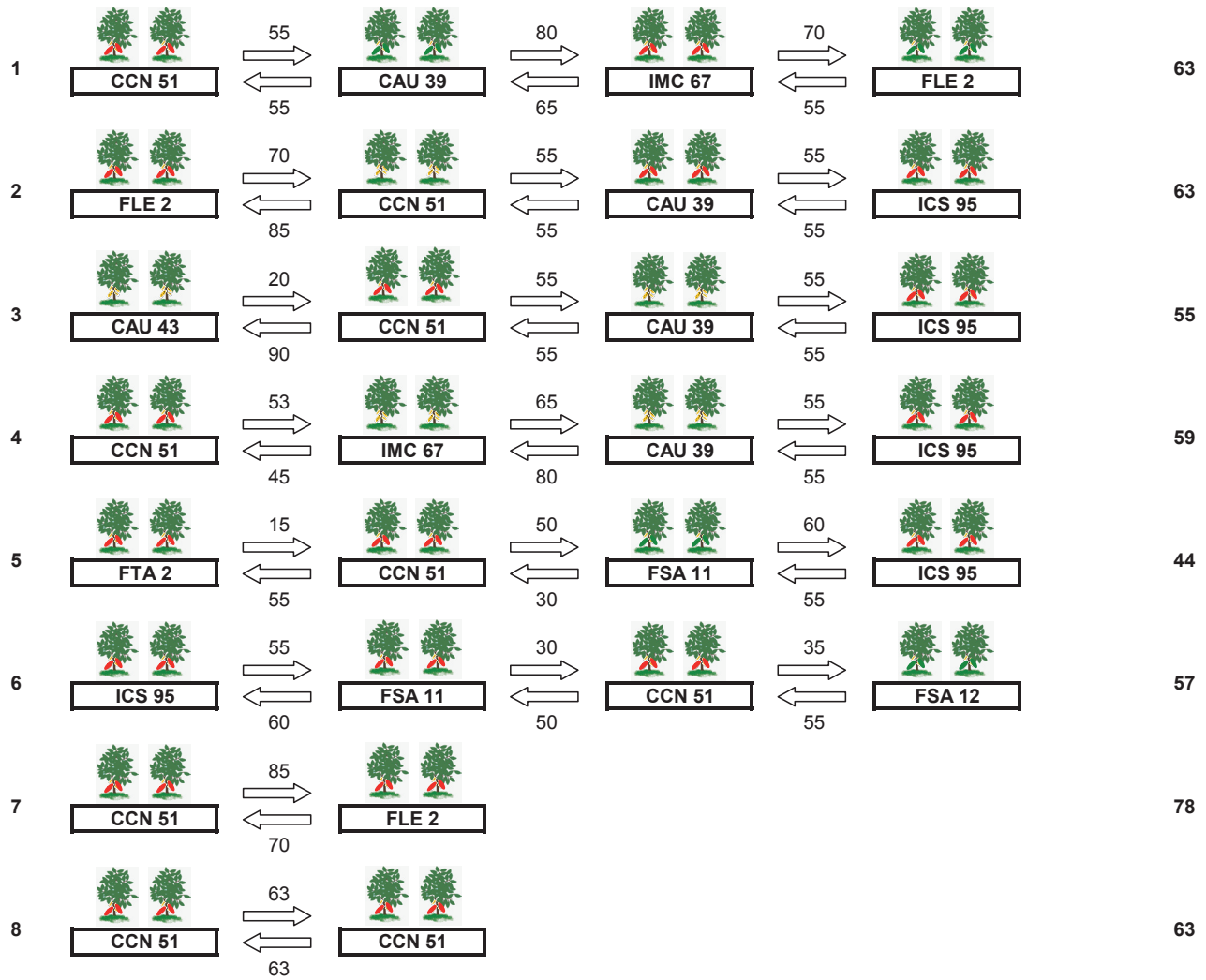
» **Figura 32.** Modelos con materiales de cacao fino y de aroma para alto rendimiento.



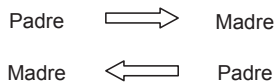
Nota: El mismo modelo puede repetirse varias veces en el lote. Los materiales autocompatibles en especial el CCN 51 pueden establecerse en surcos o bloque de 4 líneas

» **Figura 33.** Modelos con materiales de cacao fino y de aroma para alta calidad y alto rendimiento por tamaño de almendra (Mayor o igual a 1,7 gramos).

% de Intercompatibilidad del Modelo

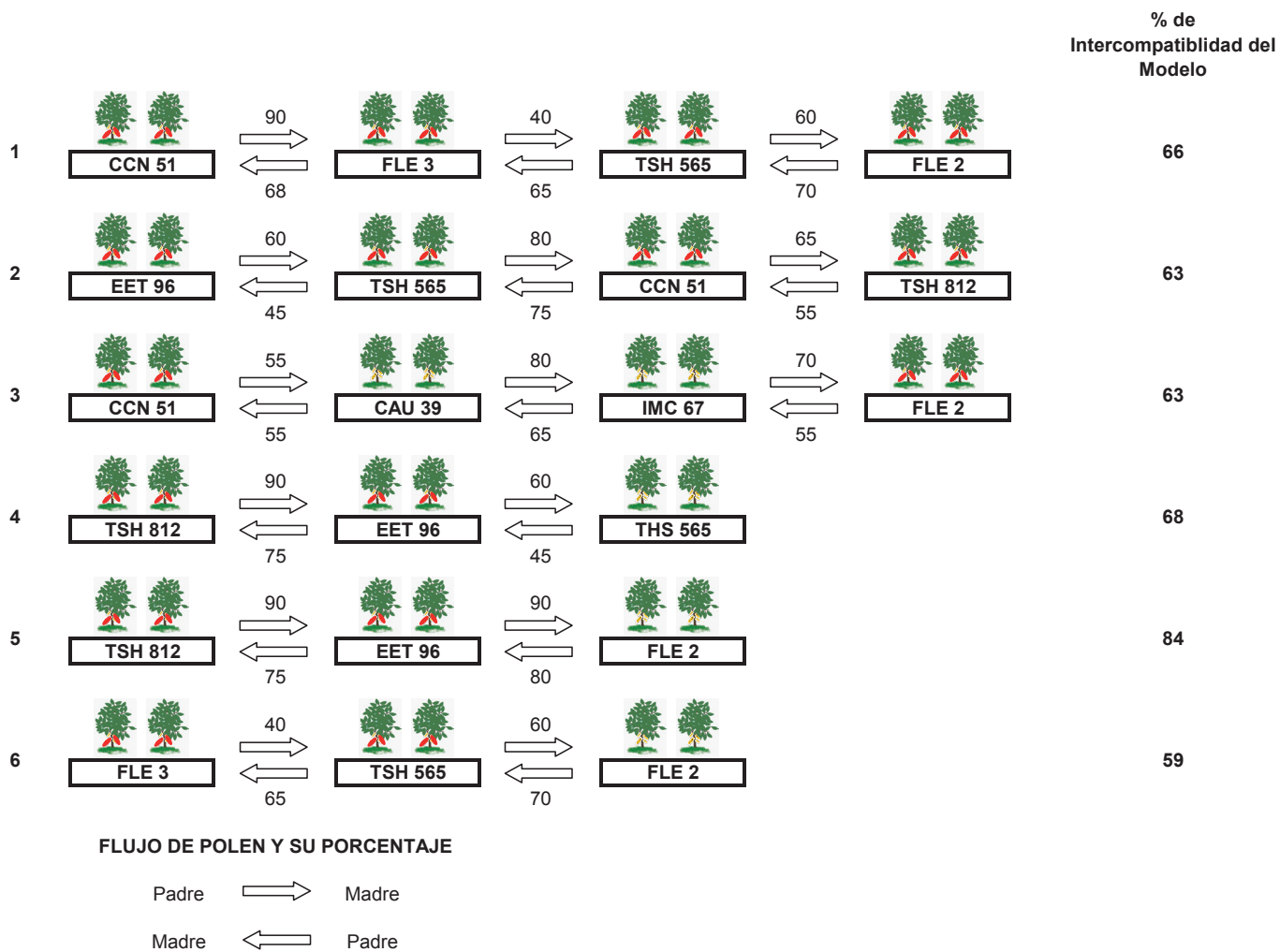


FLUJO DE POLEN Y SU PORCENTAJE



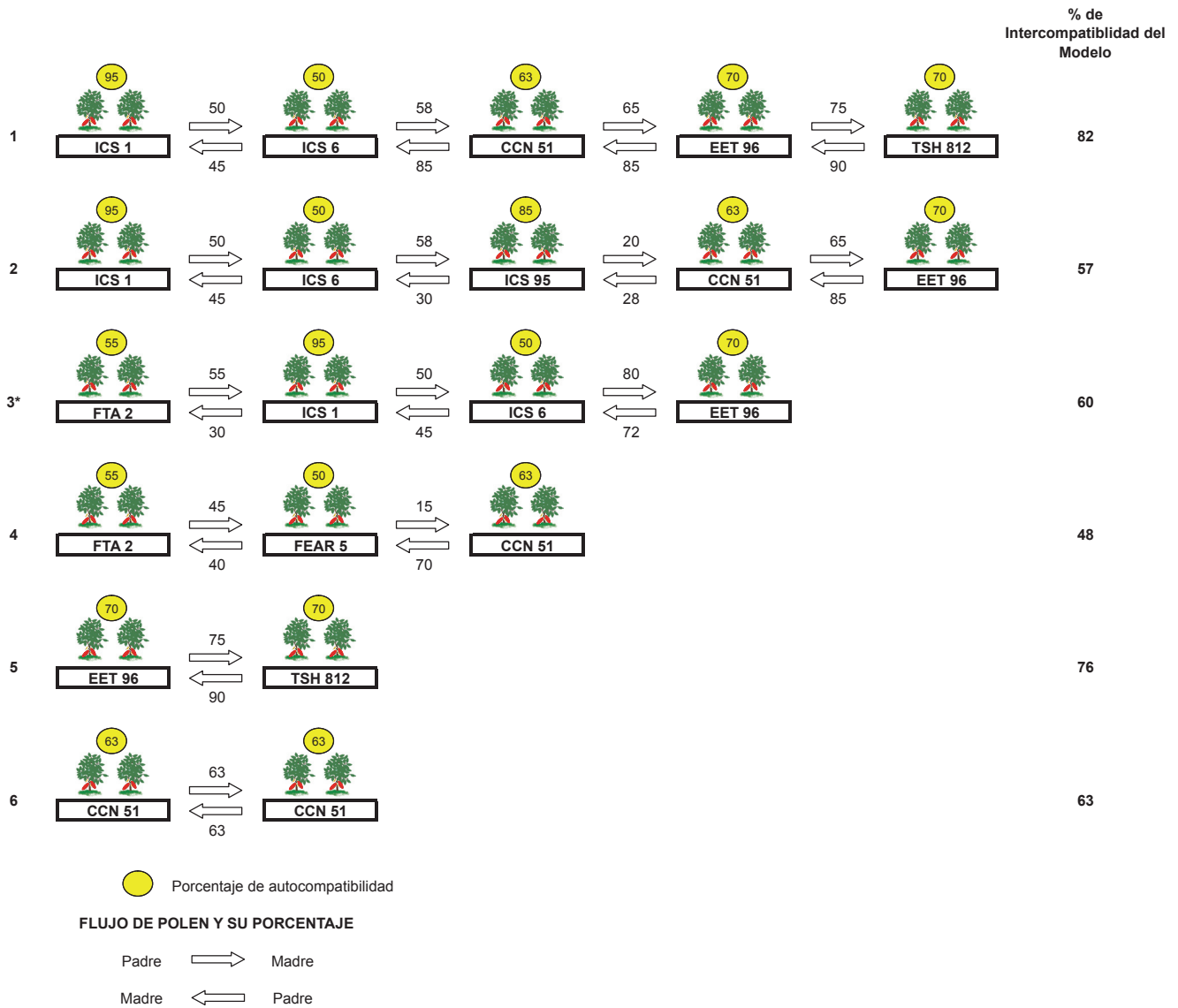
Nota: El mismo modelo puede repetirse varias veces en el lote. Los materiales autocompatibles en especial el CCN 51 pueden establecerse en surcos o bloque de 4 líneas

» **Figura 34.** Modelos para resistencia a Monilia y Escoba de Bruja.



Nota: El mismo modelo puede repetirse varias veces en el lote. Los materiales autocompatibles en especial el CCN 51 pueden establecerse en surcos o bloque de 4 líneas

» **Figura 35.** Modelos para para alto rendimiento con materiales de porte bajo.



Nota: El mismo modelo puede repetirse varias veces en el lote. Los materiales autocompatibles en especial el CCN 51 pueden establecerse con la cantidad de clones que desee en bloques de 4 - 6 líneas por material. También es viable utilizarlos en lotes en forma independiente en especial el CCN 51.

** Modelo por Tamaño y Calidad de Grano*

» **Figura 36.** Modelos con materiales autocompatibles para alto rendimiento.

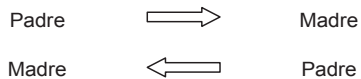
MODELOS PARA REHABILITACIÓN

La rehabilitación de plantaciones de cacao es una actividad permanente en el país, por lo tanto, aprovechando que es posible hacer injertación doble en tronco o chupón basal, en las figuras 37, 38 y 39, se proponen algunos modelos para el caso de cambio de copa, en árboles indeseables o deteriorados. En la figura 40 se presenta una serie de fotos de rehabilitación de árboles.

MODELOS PARA CALIDAD POR TAMAÑO DE GRANO Y RENDIMIENTO



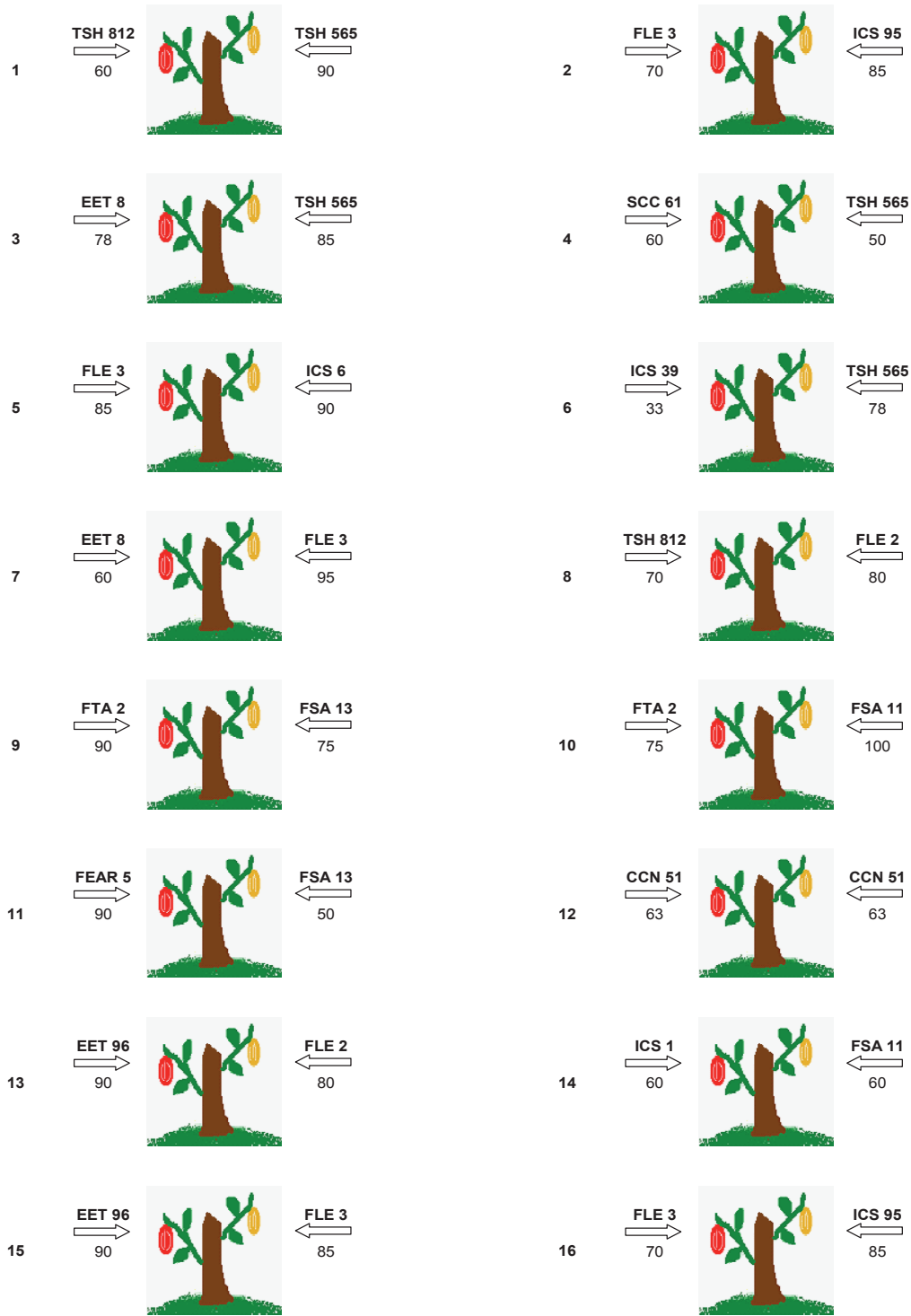
FLUJO DE POLEN Y SU PORCENTAJE



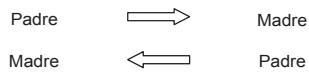
Esta metodología o tipo de injertación también podría ser útil para corregir errores en el establecimiento de plantaciones clonales o cuando se requiera hacer soca en clones

» **Figura 37.** Modelos con injerto doble en tronco o chupón basal para calidad por tamaño de grano y alto rendimiento.

MODELOS PARA ALTO RENDIMIENTO



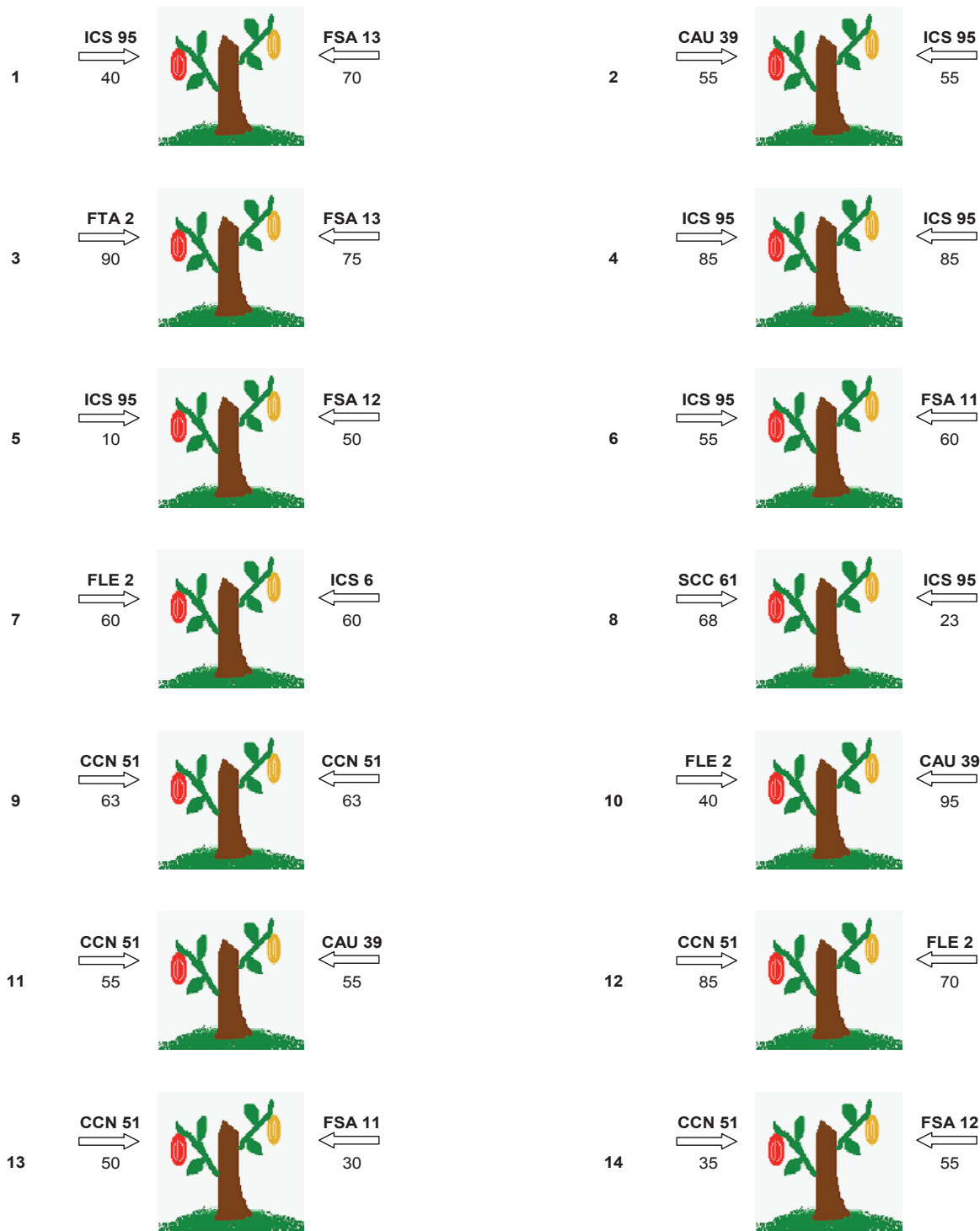
FLUJO DE POLEN Y SU PORCENTAJE



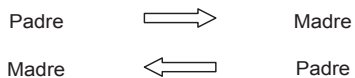
Esta metodología o tipo de injertación también podría ser útil para corregir errores en el establecimiento de plantaciones clonales o cuando se requiera hacer soca en clones

» **Figura 38.** Modelos con injerto doble en tronco o chupón basal para alto rendimiento.

MODELOS PARA RESISTENCIA A MONILIA Y ESCOBA DE BRUJA

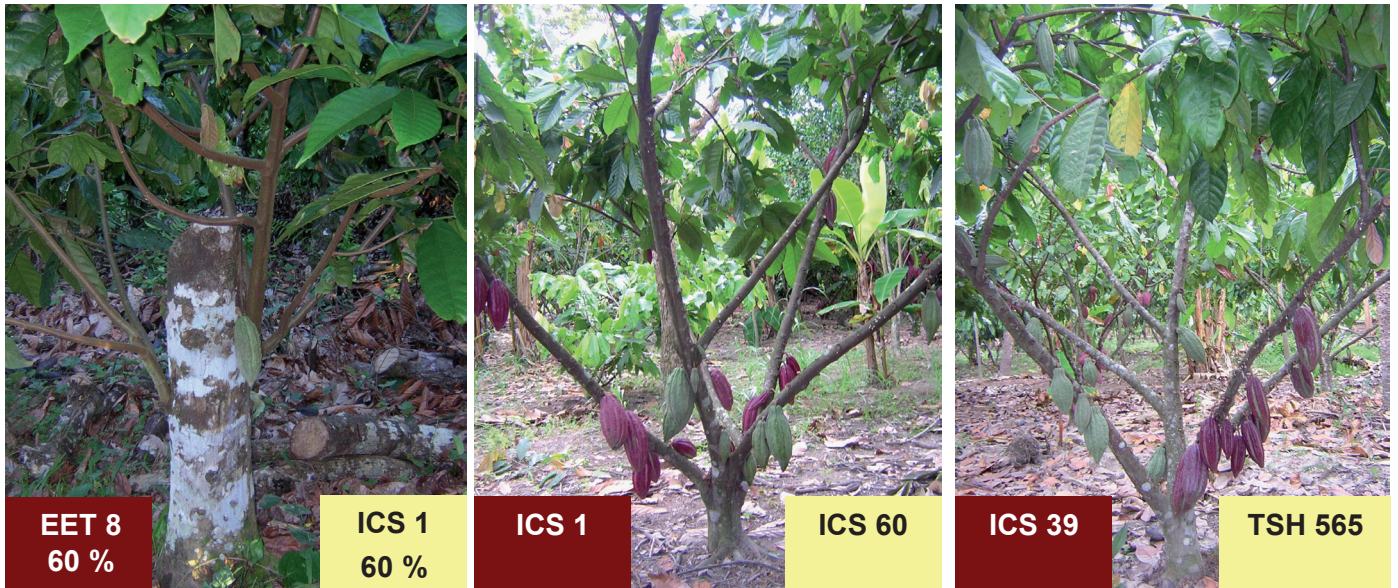


FLUJO DE POLEN Y SU PORCENTAJE



Esta metodología o tipo de injertación también podría ser útil para corregir errores en el establecimiento de plantaciones clonales o cuando se requiera hacer soca en clones

» **Figura 39.** Modelos con injerto o chupón basal para resistencia a Monilia y Escoba de Bruja.



» **Figura 40.** Modelos de injertación con materiales de alta afinidad, utilizados en procesos de modernización de plantaciones en los departamentos de Arauca y Meta.

APORTE DE LOS MODELOS

Son numerosas las ventajas que se derivan de la utilización correcta de los materiales de siembra, mediante la aplicación de los conocimientos de compatibilidad sexual y características específicas de cada material, en especial las siguientes:

Se eleva la capacidad productiva de los materiales y la eficiencia de los insectos polinizadores.

Permite realizar cosechas diferenciales por calidad, en cuanto al tamaño de grano, facilitando un adecuado beneficio o por calidad organoléptica, como el caso de CCN 51.

Reducción de costos debido al manejo más focalizado de enfermedades, especialmente Monilia, Escoba de Bruja y Fitóptora.

Disminución de la muerte de plantas causada por la competencia de luz debido al tamaño o porte del árbol. Ejemplo materiales: ICS o UF (Porte Alto), contra materiales como TSH 812, TSH 565 y CCN 51, (Porte Bajo).

Reducción de costos en poda, al hacerla selectiva por material. Debido a que existen clones que requieren menos poda que otros. Ejemplo: CCN 51, CAU, comparados con los materiales ICS 95, UF 613, entre otros.

Facilita en el futuro la rehabilitación por soca del cultivo o la renovación por injerto, del material o surco que resulte indeseable, por baja producción, enfermedades o calidad.

No se presentan modelos para los diferentes pisos altitudinales, dado que hasta el momento la limitación del uso de los materiales en cacao se basa en el comportamiento sanitario, especialmente a Monilia y Escoba de Bruja y no por la capacidad en la formación y producción de frutos, debido a la altura.

Por lo tanto para zonas bajas y húmedas (0 - 400 msnm), se deben preferir los modelos que presenten de baja a mediana incidencia de Monilia y Escoba de Bruja. Para zonas altas, superiores a 800 m, donde estas enfermedades no son tan limitantes y dado

el hecho que la eficiencia productiva de un clon depende del índice de mazorca y de grano, se debe promover la utilización de clones con mayor índice de grano, como EET 8, ICS 1, ICS 6, ICS 39, ICS 60, FSV 41, FLE 2, SCC 61, MON 1, FTA 2 y CAP 34.

Sin embargo, es pertinente dejar claro que en fincas de baja altitud y de alta humedad se pueden cultivar todo tipo de clones, siempre y cuando las prácticas de manejo, especialmente el sanitario, son aplicados de manera correcta, con lo cual se caracteriza el éxito productivo.

Capítulo X.

BANCOS DE GERMOPLASMA Y COLECCIONES DE CACAO EN COLOMBIA

El banco de germoplasma de cacao, es una unidad dinámica donde se concentra por tiempo indefinido la mayor diversidad genética del género *Theobroma*, expresada por un alto número de cultivares representativos y especies afines de alto valor científico. Su manejo está determinado por un conjunto de normas y procedimientos técnicos estándar para asegurar su longevidad. Los bancos de germoplasma son considerados como la riqueza genética más grande de la humanidad.

El objetivo principal es el de introducir, coleccionar, conservar y evaluar los recursos genéticos de tal forma que estos ofrezcan un beneficio sostenible a las generaciones presentes y futuras.

Los recursos genéticos son la base para la creación de nuevos cultivares y del desarrollo de la agroindustria. La diversidad genética permite la obtención de materiales adaptados a nuevas áreas agroecológicas, condiciones de cultivo o de mejor rendimiento, calidad nutritiva y organoléptica.

Colombia en la Estación Experimental La Suiza, de CORPOICA, en Santander posee el Banco de Germoplasma de cacao, que comprende gran parte de la biodiversidad genética del cultivo. Este banco está considerado como el cuarto mayor banco de cacao del mundo, después de Brasil, Costa Rica y Francia (en África).

El estado colombiano, en cumplimiento de los compromisos adquiridos en el Convenio sobre Diversidad Biológica, Ley 165/94, apoyó la conformación de un Sistema de Bancos de Germoplasma para la Alimentación y la Agricultura. Actualmente

el Banco es manejado por el ICA en acuerdo con CORPOICA.

La Unión Temporal Cacao de Colombia Uno, aportó al Banco de Germoplasma de la E.E La Suiza, 56 materiales criollos y 38 regionales, a finales de del año 2008. En la actualidad, el Banco de Germoplasma cuenta con 518 accesiones, de las cuales 103 pertenecen a materiales introducidos, 415 son colectas realizadas en el territorio colombiano, siendo 98 accesiones de materiales tipo criollo y 317 de materiales regionales.

Con el fin de salvaguardar el recurso genético, el país cuenta también con un Banco Satélite de cacao, ubicado en el Centro de Investigación Palmira de Corpoica, el cual es un duplicado de todas las accesiones del Banco Nacional de Germoplasma.

Por otro lado, en Colombia existen colecciones de trabajo privadas y jardines pertenecientes a entidades como Casa Luker, Compañía Nacional de Chocolates, SENA, Fedecacao, Corpoica y algunos agricultores, basados principalmente en materiales introducidos más utilizados comercialmente.

Con la modernización del cultivo del cacao, basada en materiales clonales, Fedecacao creyó conveniente rediseñar y actualizar las diferentes granjas que posee y que venían siendo destinadas a la producción de semilla híbrida, por lo tanto, en cumplimiento de uno de los objetivos de la Unión Temporal Cacao de Colombia Uno, la Federación Nacional de Cacaoteros estableció tres colecciones de trabajo en tres localidades estratégicas en el país: Santander (Granja Villa Mónica, Finca Villa Hermosa), Arauca (Granja Santa Elena)

(Figura 41) y Cauca (Granja Tierra Dura). Estas colecciones de trabajo se conformaron con materiales de varios países y regionales de Colombia, según la siguiente relación:

MATERIALES INTRODUCIDOS DE AMPLIA DISTRIBUCIÓN.	24
MATERIALES INTRODUCIDOS DE MENOR DISTRIBUCIÓN	38
PRIMERAS SELECCIONES NACIONALES (1940 - 1960)	10
SELECCIONES NACIONALES POSTERIORES (Hasta 2000)	12
SELECCIONES NACIONALES ACTUALES (2001- 2007)	36
TOTAL	120



» **Figura 41.** Banco de germoplasma Santa Helena

En la Tabla 22 se relacionan los materiales y la procedencia de los mismos.

» **Tabla 22.** Relación de materiales introducidos y regionales de cacao, ubicados en los Bancos de Trabajo de Fedecacao. 2008

INTRODUCIDOS				REGIONALES (1940 - 2000)				REGIONALES FEDECACAO - CORPOICA					
No.	CLON	ORIGEN	No.	CLON	ORIGEN	No.	CLON	ORIGEN	No.	CLON	ORIGEN	No.	CLON
1	ICS 1	Trinidad	33	EET 397	Ecuador	63	SC 5	Colombia	85	FSV 30	San Vte	111	SCC 19
2	ICS 6	Trinidad	34	EET 400	Ecuador	64	SC 6	Colombia	86	FSV 41	San Vte	112	SCC 18
3	ICS 8	Trinidad	35	CCN 51	Ecuador	65	SC 9	Colombia	87	FSV 52	San Vte	113	SCC 23
4	ICS 39	Trinidad	36	CAP 34	Ecuador	66	SC 10	Colombia	88	FSV 89	San Vte	114	SCC 41
5	ICS 40	Trinidad	37	NAL. ECUADOR	Ecuador	67	SC 11	Colombia	89	FSV 106	San Vte	115	SCC 52
6	ICS 48	Trinidad	38	P 18	Peru	68	SC 13	Colombia	90	FSV 121	San Vte	116	SCC 55
7	ICS 60	Trinidad	39	P7	Peru	69	SC 51	Colombia	91	FLE 2	Lebrija	117	SCC 80
8	ICS 78	Trinidad	40	PA 30	Peru	70	SC 55	Colombia	92	FLE 3	Lebrija	118	SCC 59
9	ICS 95	Trinidad	41	PA 46	Peru	71	SPA 9	Colombia	93	FLE 4	Lebrija	119	SCC 61
10	ICS 98	Trinidad	42	PA 121	Peru	72	SPA 11	Colombia	94	FEC 10	El Carmen	120	SCC 67
11	TSH 565	Trinidad	43	PA 150	Peru	73	CAU 16	Colombia	95	FEC 26	El Carmen		
12	TSH 622	Trinidad	44	PA 169	Peru	74	CAU 18	Colombia	96	FBO 1	Landazuri		
13	TSH 792	Trinidad	45	IMC 67	Peru	75	CAU 37	Colombia	97	FSA 11	Saravena		
14	TSH 812	Trinidad	46	SCA 6	Perú	76	CAU 39	Colombia	98	FSA 12	Saravena		
15	TSH 942	Trinidad	47	SCA 12	Perú	77	CAU 43	Colombia	99	FSA 13	Saravena		
16	TSH 1188	Trinidad	48	PLAYA ALTA	Venezuela	78	MON 1	Colombia	100	FSA 30	Saravena		
17	TSA 641	Trinidad	49	CHUAO	Venezuela	79	SOPETRAN 12	Colombia	101	FTA 1	Tame		
18	TSA 644	Trinidad	50	PORCELANA	Venezuela	80	SOPETRAN 506	Colombia	102	FTA 2	Tame		
19	TSA 654	Trinidad	51	MATINA	Venezuela	81	PUEBLO QUEMADO	Colombia	103	FTA 33	Tame		
20	UF 29	Costa Rica	52	GUASARE	Venezuela	82	AMANAVEN	Colombia	104	FEAR 12	Araucuita		
21	UF 613	Costa Rica	53	R 13	México	83	LA MARINA	Colombia	105	FEAR 5	Araucuita		
22	UF 650	Costa Rica	54	R 30	México	84	PERSEA	Colombia	106	FEAR 4	Araucuita		
23	UF 667	Costa Rica	55	R 41	México				107	FEL 3	Elias		
24	UF 677	Costa Rica	56	R 105	México				108	FGA 4	Garzon		
25	UF 671	Costa Rica	57	GS 29	Granada				109	FGU 4	Guadalupe		
26	EET 8	Ecuador	58	GS 36	Granada				110	FSAT 8	Ataco		
27	EET 48	Ecuador	59	GS 39	Granada								
28	EET 59	Ecuador	60	CATONGO	Brasil								
29	EET 62	Ecuador	61	FLORIDA 302	EE.UU.								
30	EET 96	Ecuador	62	FLORIDA 303	EE.UU.								
31	EET 313	Ecuador											
32	EET 395	Ecuador											

UF = United Fruit Company. Costa Rica

P = Pound. Amazónico

PA = Parinari. Amazónico

R = Rosario. Mexico

F = Florida. Estados Unidos

GS = Selección Granada. Antillas

CAU = Caucasia. Colombia

SC = Selección Colombia

SCA = Scavina. Amazónico

SPA = Selección Palmira. Colombia

MON = Monsalve. Colombia

FLE = Fedecacao Lebrija. Colombia

SCC = Selección Colombia Corpoica

Capítulo XI.

CONCLUSIONES

Como en éste documento se plasmaron los resultados más relevantes de los tres proyectos realizados por la Unión Temporal Cacao de Colombia Uno, el capítulo de conclusiones se organizó por proyecto.

Proyecto 1

“Recolección, caracterización morfoagronómica y molecular de materiales criollos y de alto rendimiento en Colombia”

Materiales Criollos

El proyecto permitió la colecta de 56 materiales tipo criollo, provenientes de la Sierra Nevada de Santa Marta y la Serranía de Perijá, que entraron a hacer parte del Banco Nacional de Germoplasma de Cacao, ubicado en la Estación Experimental La Suiza de Corpoica y colecciones de trabajo en la Granja Villa Mónica de Fedecacao, en San Vicente de Chucurí, Santander.

Se comprobó que en la región comprendida entre la Sierra Nevada de Santa Marta y la Serranía de Perijá, aún existen en estado silvestre materiales tipo criollo. Es necesario continuar con el proceso de búsqueda y selección de árboles promisorios, antes que desaparezcan por problemas patológicos o por acción antrópica.

Materiales Regionales

Se logró identificar y seleccionar 38 materiales provenientes de diferentes regiones de todo el país, que sobresalieron por características de excelente rendimiento, tamaño de almendra, número de frutos y resistencia a Monilia, entre otras.

Los materiales seleccionados entraron a hacer parte del Banco Nacional de Germoplasma de

Cacao en la E. E. La Suiza y se establecieron dos réplicas en las Granjas Tierradura en Miranda, Cauca y Santa Elena en Arauquita, Arauca.

Con el ingreso de 56 accesiones tipo criollo y 38 regionales, la colección del Banco Nacional de Cacao, se incrementó a 518 materiales a finales del año 2008.

Los materiales criollos y regionales seleccionados, fueron caracterizados morfoagronómicamente, mediante el uso de 24 descriptores cuantitativos y cualitativos.

Las variables de mayor importancia agronómica fueron: Índice de Grano y Mazorca, Frutos por árbol al año, número de granos por mazorca e incidencia a Monilia.

Como producto de las colectas, selecciones y caracterización molecular de materiales de cacao se comprobó que Colombia posee una amplia diversidad genética. Así mismo se contribuyó a la recuperación de materiales de alto valor genético para calidad de cacaos finos de aroma y resistencia a enfermedades.

Se ha confirmado una vez más la eficiencia del método de selección participativa de árboles, en donde el productor cacaotero desempeña un papel preponderante, especialmente en la búsqueda y selección de materiales regionales.

Caracterización Molecular

El estudio de 52 genotipos de cacao con 23 marcadores moleculares, mostró una población muy heterocigota, con alta variabilidad genética. Se encontraron dos grupos genéticos distantes, en el primero se ubicaron únicamente los materiales criollos y en el segundo se reunieron todos los materiales de procedencia híbrida (Trinitarios X Forasteros). Algunas accesiones como SCC 15 y SCC 61 mostraron similitud del 70% con CCN 51.

Proyecto 2

“Estudio de adaptación de clones regionales promisorios y universales (introducidos) de cacao en las zonas cacaoteras de Colombia”

En regiones donde el sombrío temporal se desarrolló sin restricciones edafo-climáticas, los materiales de cacao presentaron un mejor desarrollo y desempeño. Con 18 meses de evaluación, los materiales que presentaron mayor precocidad fueron FSA 12 y CCN 51.

El comportamiento preliminar de los cinco mejores materiales regionales propuestos por Fedecacao y cinco de Corpoica, permitieron demostrar que en Colombia existe un potencial de materiales promisorios con buena precocidad y altos rendimientos.

En cuanto a las características Químicas y Físicas, ningún material presentó valores inferiores establecidos por la norma ICONTEC 1252. Los materiales con mayor contenido de grasa fueron SCC 41, 52, 55, 80 y FEC 2, con un rango entre 55,7 y 57,7%. En cuanto al tipo y contenido de ácidos grasos, la manteca se asemejó más en composición a las mantecas clasificadas como duras.

Proyecto 3

“Continuación de la evaluación de materiales regionales de cacao y de algunos clones introducidos ya establecidos en el país”

De los 98 materiales regionales que Fedecacao viene evaluando en todo el país, sobresalieron 13. Seis en el departamento de Arauca: FSA 11, FSA 12 y FSA 13, FTA 1 y FTA 2, y FEAR 5; siete materiales del departamento de Santander: FLE 2 y FLE 3, FSV 64 y FSV 85, FEC 2, FEC 7 y FEC 44.

Se logró conocer el comportamiento de los mejores materiales introducidos al país. En rendimiento sobresalieron los materiales ICS 39, CCN 51 e ICS 1. En resistencia a Monilia los tres mejores materiales fueron ICS 95, CCN 51 e IMC 67. Como muy susceptibles se clasificaron TSH 565, EET 8, ICS 1, ICS 60.

Los materiales con mejores índices de grano (2,0 gramos/almendra), fueron EET 8, ICS 39, ICS 60 y los de menor índice fueron IMC 67 e ICS 95.

Con el estudio de compatibilidad sexual se diseñaron dos matrices para 21 materiales de cacao, entre regionales e introducidos. Se diseñaron 16 modelos para alta producción, 6 modelos con materiales de alta calidad por tamaño de almendra, 8 modelos para resistencia a Monilia y Escoba de Bruja, 6 modelos con árboles de porte bajo y 6 modelos con materiales autocompatibles. Así mismo, se diseñaron 30 modelos para rehabilitación de plantaciones, con injertación en tronco o en chupón basal.

Fedecacao modernizó y estableció tres bancos de trabajo, con aproximadamente 100 accesiones, cada una ubicada en: la Granja Santa Elena en Arauquita (Arauca), Granja Tierradura en Miranda (Cauca), Granja Villa Mónica y Finca Villa Hermosa (San Vicente de Chucurí – Santander).

OTROS APORTES DE LA UNION TEMPORAL CACAO DE COLOMBIA UNO

Además de los resultados técnicos obtenidos con el desarrollo de los tres proyectos pertenecientes a la Unión Temporal Cacao de Colombia Uno, se contribuyó al fortalecimiento institucional en la formación de recurso humano mediante 3 trabajos de tesis y 4 pasantías.

Así mismo se contribuyó a la apropiación social de conocimientos mediante:

Elaboración de dos cartillas técnicas sobre compatibilidad sexual, realización del

Seminario Internacional de Investigación en cacao y sus memorias, con la participación de 11 conferencistas internacionales, 12 nacionales y 460 asistentes.

Socialización de resultados en 22 encuentros técnicos en diferentes regiones cacaoteras del país.

Elaboración del presente documento “Manejo del recurso genético para incrementar la producción y productividad del sistema de cacao en Colombia”.

ANEXOS

UNIÓN TEMPORAL "CACAO DE COLOMBIA 1" FEDECACAO - CORPOICA VIGENCIA 2005 AL 2007 PROGRAMA: MANEJO DEL RECURSO GENÉTICO			
PROYECTO UNO: "RECOLECCIÓN, CARACTERIZACIÓN MORFOAGRONÓMICA Y MOLECULAR DE MATERIALES CRIOLLOS Y DE ALTO RENDIMIENTO" FICHA TECNICA PARA ARBOLES CRIOLLOS			
1. IDENTIFICACION DEL ARBOL: _____			
2. IDENTIFICACION DE LA FINCA:			
Nombre de la Finca: _____		Propietario: _____	
Vereda: _____	Municipio: _____	Departamento: _____	
Latitud: _____	Longitud: _____		
2.1 FACTORES AGROCLIMATICOS:			
Altitud: _____ msnm		Precipitación anual: _____ mm	
Temperatura promedio: _____ °C		Humedad relativa: _____ %	
2.2 CARACTERISTICAS DEL TERRENO:			
Plano <input type="checkbox"/>		Ligeramente inclinado <input type="checkbox"/>	Pendiente _____ %
2.3 USO DEL TERRENO:			
Agrícola <input type="checkbox"/>		Pecuaría <input type="checkbox"/>	Reserva forestal <input type="checkbox"/>
Rastrojo <input type="checkbox"/>			
2.4 MANEJO DEL CULTIVO:			
Tecnificado <input type="checkbox"/>		Semitecnificado <input type="checkbox"/>	Tradicional <input type="checkbox"/>
3. CARACTERISTICAS DEL ARBOL:			
Altura: _____ Mts		Perímetro del tronco (DAP): _____ cms	
Edad: _____ Años (Aprox.)			
Hábito: Erecto <input type="checkbox"/>		Decumbente (Pendulado) <input type="checkbox"/>	
Follaje (Sin Poda): Abundante <input type="checkbox"/>		Escaso <input type="checkbox"/>	
Presencia de escobas: <input type="checkbox"/> Si		<input type="checkbox"/> No	
Características de la Flor:			
Tipo de Floración:		Color	
Constricción basal: <input type="checkbox"/> Nula		<input type="checkbox"/> Media	
<input type="checkbox"/> Redondeado		<input type="checkbox"/> Severa	
Forma del Apice: <input type="checkbox"/> Redondeado		<input type="checkbox"/> Puntigudo	
<input type="checkbox"/> Liso		<input type="checkbox"/> Muy Puntigudo	
Profundidad de los surcos: <input type="checkbox"/> Liso		<input type="checkbox"/> Medio	
<input type="checkbox"/> Amelonado		<input type="checkbox"/> Profundo	
Forma del Fruto: <input type="checkbox"/> Amelonado		<input type="checkbox"/> Calabacillo	
<input type="checkbox"/> Verde		<input type="checkbox"/> Angoleta	
Color del Fruto inmaduro: <input type="checkbox"/> Verde		<input type="checkbox"/> Rojo	
<input type="checkbox"/> Rugoso		<input type="checkbox"/> Cundeamor	
<input type="checkbox"/> Rugoso		<input type="checkbox"/> Morado	
<input type="checkbox"/> Ligeramente Rugoso		<input type="checkbox"/> Criollo	
<input type="checkbox"/> Liso		<input type="checkbox"/> Liger. Morado	
Presencia de Plagas y enfermedades: Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Cual(es): _____			
Mazorca: (Sobre una muestra de 10 mazorcas, determinar)			
Longitud X: _____ cms		Diámetro X: _____ cms	
Calibre de la cascara X: _____ cms		No. de Granos X: _____	
Peso de mazorca X: _____ grs		Peso hdo. Granos X: _____ grs	
Grano: (Sobre una muestra de 10 de granos, determinar)			
Forma del Grano: <input type="checkbox"/> Aplanado		<input type="checkbox"/> Ovoíde	
<input type="checkbox"/> Blanco		<input type="checkbox"/> Cilíndrico	
<input type="checkbox"/> Rosado		<input type="checkbox"/> Púrpura	
<input type="checkbox"/> Semillas		<input type="checkbox"/> Violeta oscuro	
<input type="checkbox"/> Mazorcas		<input type="checkbox"/> Otros	
4. MATERIAL COLECTADO:			
5. OBSERVACIONES: _____			
Fecha de recolección D: _____ M: _____ A: _____			
Nombre del colector: _____			
PERIMETRO (DAP): Perímetro a la altura del pecho, este punto debe ser marcado en el árbol con pintura			

» **Anexo 1.** Formato de toma de datos de descriptores para caracterización de materiales criollos en Colombia.

UNIÓN TEMPORAL "CACAO DE COLOMBIA 1" FEDECACAO - CORPOICA VIGENCIA 2005 AL 2007 PROGRAMA: MANEJO DEL RECURSO GENÉTICO					
PROYECTO UNO: "RECOLECCIÓN, CARACTERIZACIÓN MORFOAGRONÓMICA Y MOLECULAR DE MATERIALES CRIOLLOS Y DE ALTO RENDIMIENTO" FICHA TECNICA PARA ARBOLES DE ALTO RENDIMIENTO					
1. IDENTIFICACION DEL ARBOL: _____					
2. IDENTIFICACION DE LA FINCA:					
Nombre de la Finca: _____		Propietario: _____			
Vereda: _____		Municipio: _____		Departamento: _____	
2.1 FACTORES AGROCLIMATICOS:					
Altitud: _____ msnm		Precipitación anual: _____ mm			
Temperatura promedio: _____ °C		Humedad relativa: _____ %			
2.2 CARACTERISTICAS DEL TERRENO:					
Plano <input type="checkbox"/>		Ligeramente inclinado <input type="checkbox"/>		Pendiente <input type="checkbox"/> _____ %	
2.3 MANEJO DEL CULTIVO:					
Tecnificado <input type="checkbox"/>		Semitecnificado <input type="checkbox"/>		Tradicional <input type="checkbox"/>	
3. CARACTERISTICAS DEL ARBOL:					
Altura: _____ Mts		Perímetro del tronco (DAP): _____ cms			
Edad: _____ Años (Aprox.)					
Hábito: Erecto <input type="checkbox"/>		Decumbente <input type="checkbox"/>			
Follaje (Sin Poda): Abundante <input type="checkbox"/>		Escaso <input type="checkbox"/>		Color del Brote _____	
Características de la Flor: Color _____					
Tipo de Floración: Continua <input type="checkbox"/>		Discontinua <input type="checkbox"/>			
Forma del Fruto: <input type="checkbox"/> Amelonado		<input type="checkbox"/> Calabacillo	<input type="checkbox"/> Angoleta	<input type="checkbox"/> Cundeamor	
<input type="checkbox"/> Verde		<input type="checkbox"/> Verde claro	<input type="checkbox"/> Rojo	<input type="checkbox"/> Morado	<input type="checkbox"/> Criollo
Rugosidad del Fruto: Rugoso <input type="checkbox"/>		Ligeramente Rugoso <input type="checkbox"/>		Liso <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Liger. Morado
Mazorca: (Sobre una muestra de 10 mazorcas, determinar)					
Longitud X: _____ cms		Diámetro X: _____ cms		No. de Granos X: _____	
Forma del Grano: <input type="checkbox"/> Aplanado		<input type="checkbox"/> Ovoíde	<input type="checkbox"/> Cilíndrico		<input type="checkbox"/> Violeta oscuro
<input type="checkbox"/> Blanco		<input type="checkbox"/> Rosado	<input type="checkbox"/> Púrpura	<input type="checkbox"/> Violeta oscuro	
4. OBSERVACIONES: _____					
Fecha de elaboración: _____			Nombre del Técnico Responsable		
Firma del jefe de la Unidad Técnica					
F.T.1					
NOTA: Este formato se debe diligenciar 2 veces: la 1° con la mayor cantidad de información posible de captar al momento de la inscripción del árbol, 2° con la información faltante si el árbol es seleccionado para 2° Fase. De este formato se debe enviar una copia en lo posible completamente diligenciada al Programa de Investigación, con una fotografía del árbol y los frutos.					
PERIMETRO (DAP): Perímetro a la altura del pecho, este punto debe ser marcado en el árbol con pintura					

» **Anexo 2.** Formato de toma de datos de descriptores para caracterización de árboles sobresalientes en Colombia.

Capítulo XII.

BIBLIOGRAFIA

- AMORES F. 2004.** El concepto de la calidad integral del cacao En: Taller Internacional Calidad Integral del cacao. Noviembre 15 - 17. Estación Experimental Pichilingue. Ecuador 10p.
- ANGULO, J. GRAZIANI, L. ORTIZ, L. PARRA, P. 2001.** Caracterización física de la semilla de los cacaos criollo, forastero amazónico y trinitario de la localidad de cumboto, Estado de Aragua. Venezuela Agronomía Tropical 51(2): 203-219.
- ARCINIEGAS, A. 2005.** Caracterización de árboles superiores de cacao (*Theobroma cacao L.*). Tesis Magíster Scientiae. CATIE. Costa Rica. 125p.
- ARANZAZU H, F. 2003.** Evaluación de híbridos y clones de cacao en rendimiento y calidad para la Zona Marginal baja cafetera bajo sistema agroforestal. Convenio CORPOICA - LUKER. Colombia.
- ARANZAZU F. MARTÍNEZ, N. 2008.** Reseña histórica o evolución del manejo del recurso genético en Colombia. En: Memorias Seminario Internacional de Cacao. Junio 26 y 27 de 2008. Bucaramanga. Colombia. Pp 12 - 25.
- ARANZAZU, H.F. RODRIGUEZ E. JAIMES Y. RINCON D. 2008.** Evaluación de la resistencia genética a *Monilophthora rozeri* de algunos materiales de cacao universales y regionales de Colombia. En: Memorias Seminario Internacional de Cacao. Avances de Investigación. Junio 26 y 27 de 2008. Bucaramanga, Colombia. Pp 165 - 183.
- ARGUELLO, C.O. MEJIA, F.L.A CONTRERAS, M.N TOLOZA. O. J.A. 1999.** Manual de caracterización morfoagronómica de clones élite de cacao (*Theobroma cacao L.*) en el Nororiente Colombiano. CORPOICA. Bucaramanga. Colombia. 60 p.
- ARGUELLO O., L. A. MEJIA. 2000.** Variabilidad morfoagronómica de 59 árboles elite de cacao (*Theobroma cacao L.*) en Santander. En: Tecnología para el mejoramiento del sistema de producción de cacao. CORPOICA. Ministerio de Agricultura. Bucaramanga. Pp 50 - 72.
- ARIZA, A. 2006.** El cacao en cifras. Federación Nacional de Cacaoteros. Bogotá. 34p.
- BARROS, O. 1981.** Cacao. Manual de Asistencia Técnica No. 23. Instituto Colombiano Agropecuario, ICA. Bogotá. Colombia.
- BARTLEY, B.G.D. 2005.** The genetic diversity of cacao and its utilization. CABI Publishing. U.K. 336 p.
- BASIL, G. D. BARTLEY, W. MONTEIRO, G. CARLETTO. 1981.** Comportamiento dos clones introducidos como progenitores de híbridos em Bahia. En: 8va Conferencia Internacional de Investigación en Cacao. Cartagena, Colombia. Pp 703 - 712.
- BATISTA, L. J. 1987.** Evaluación fenotípica de árboles locales para clones de alto rendimiento. En: 10^a Conferencia Internacional de Investigación en cacao. República Dominicana. Pp 607 - 610.

- BIOVERSITY, 2008.** Project on Cocoa Productivity and Quality Improvement, a Participatory approach. General progress report year 4. June 2007 - may 2008. Bioversity International. Rome, Montpellier. Italy. 31 pp.
- BRITO R. 2007.** Características físico - químicas y organolépticas de cacao criollo en Venezuela. En: Seminario Internacional de cacao, avances de investigación. Bucaramanga. Colombia Pp283 - 284 Junio 26 y 27.
- CADAVID-VÉLEZ, S. 2006.** Características de Compatibilidad sexual de algunos clones de cacao y su aplicación en siembras comerciales. Compañía Nacional de Chocolates. Medellín, Colombia. 28 p.
- CCI. 2005.** Corporación Colombia Internacional. Cacao. Perfil de Producto No. 16. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Inteligencia de Mercados, Sistema de Inteligencia de Mercados.
- CHEESMAN EE. 1944.** Notes on the nomenclature, classification and posible relationships of cocoa populations. Trop. Agric. 21:144-159.
- CUATRECASAS J. 1964.** Cacao and its allies: a taxonomic revision of the genus *Theobroma*. Contrib US Herbarium 35: 379-614.
- COPE, F. 1958.** Incompatibility in *Theobroma cacao* L. Nature. England. Vol. 181.297 p.
- CORREA, J. T. 1981.** Determinación de los genotipos de compatibilidad en algunos cultivares y progenies híbridas de cacao. (*Theobroma cacao* L.). Tesis M.Sc. Universidad Nacional de Colombia. Instituto Colombiano Agropecuario. Bogotá, Colombia. 75 p.
- CRESPO, E., CRESPO F. 1997.** El cultivo y beneficio del cacao CCN 51, Editorial Conejo. Primera Edición. Quito. Ecuador. 136p.
- DANE** Departamento Administrativo de Estadística <http://www.dane.gov.co>
- ESPINAL, C., MÁRTINEZ, H. Ortiz. 1995.** La cadena del cacao en Colombia. Una mirada global de su estructura y dinámica 1991-2005. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Documento de trabajo No. 58, Bogotá. Colombia.
- ENRIQUEZ, G.A.; SORIA, V.J. 1966.** Estudio de variabilidad de varias características de las mazorcas de cacao (*Theobroma cacao* L.) Fitotécnica Latinoamericana 3: 99 -124.
- FEDECACAO. 2000.** Evaluación de materiales de cacao de alto rendimiento en el Departamento de Arauca. Colombia. Proyecto Pronatta. 16 pp.
- FEDECACAO. 2004.** El Beneficio y características físico - químicas del cacao (*Theobroma cacao*). Bogotá D.C. Colombia. Produmedios. 30 p.
- FEDECACAO. 2005.** Caracterización físico - química y beneficio del grano de cacao (*Theobroma cacao*) en Colombia. Bogotá D.C. Produmedios. 31 p.
- FEDECACAO. 2007.** Guía Técnica para el Cultivo del Cacao. PRONATTA, Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. 2da ed. Bogotá. Colombia. 189p.
- FEDERACIÓN NACIONAL DE CACAOTEROS. 2005.** Informe segundo trimestre del Programa de Investigación para la Ejecución del Plan de Inversiones y Gastos.
- FOWLER M.S. 1996.** Cacaos finos o aromáticos: situación actual y perspectivas. En: El Cacaotero Colombiano. Vol 15. No. 41. Compañía Nacional de Chocolates. Medellín. Colombia. Pp 27 - 36.
- GADSBY, P. 2002.** El chocolate en peligro. Discover en español. Septiembre: 50-57.

- GALVIS, P.I. 2007.** Las boifábricas de cacao, una estrategia de desarrollo regional. En: Innovación y cambio tecnológico. Corpoica Vol. 6 p.31
- GARCÍA, C. 1985.** Cacao (*Theobroma cacao L.*). Universidad Nacional de Colombia. 432 p.
- ICCO. 2008.** Grupo ad hoc sobre cacao fino o de boca. Notas de prensa. Enero 2 de 2008.
- JOHNSON, E. BEKELE, F. SCHNELL, R. 2004.** Field Guide to the ICS Clones of Trinidad. Tropical Agricultural Research and Higher Education Center. Manual técnico No. 54. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 31 p.
- JOHNSON, E. BEKELE, F. BROWN, S. SONG, Q. ZHANG, D. MEINHAROT, L. SCHNELL R. 2009.** Population structure and genetic diversity of the Trinitario Cacao (*Theobroma cacao L.*) from Trinidad and Tobago. Crop Science 49: 564 - 572. USA.
- KNIGHT, R. ROGERS, H. 1953.** Sterility in *Theobroma cacao L.* Nature. England. Vol. 172. 164 p.
- LANAUD, 1987.** Nouvelles clones sur la biology da cacaoyer (*Theobroma cacao L.*): Diversité des populations, systemes d'incompatibilité, haploides spontanés. Leurs consequences pour l'amélioration génétique de cette espèce. Ph. D. Thesis, Paris.
- LANAUD C, RISTERUCCIA, PIERETTI I, FALQUE M, BOVET A, LAGODAP JLo. 1999.** Isolation and characterization of microsatellites in *Theobroma cacao L.* Mol. Ecol. 8: 2141-2143.
- LOPEZ, O. RAMÍREZ, S. 2006.** La selección participativa y la conservación de la biodiversidad en los agroecosistemas. En: Agroecología y agricultura orgánica en el trópico. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia - Universidad Autónoma de Chiapas, México. Primera Edición. UPTC. Tunja. Colombia pp. 93 - 109.
- MARCANO, M. MORALES, S. HOYER M. COURTOIS. B. RSITERUCCI, A. FOCET, O. PUGH, T. CROS, E. GONZALEZ, V. DAGERT, M. LANUD, C. 2009.** A genome wide admixture mapping study for yield factors and morphological trait in cultivated cocoa (*Theobroma cacao L.*) population. Tree genetis & Genomes. 5:329-337.
- MARTINS-PINTO, L. YAMADA, M. AHNERT, D. 1998.** Recomendações para determinação da incompatibilidade sexual no cacaeiro. CEPLAC. Ministério da Agricultura. Brasil. 24 p.
- MEJIAL.A.ARGUELLO C.O.2000.** Tecnología para el mejoramiento del sistema de producción de cacao. CORPOICA. Ministerio de agricultura, Bucaramanga, Colombia, 144 p.
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural.** Observatorio de Agrocadenas en Colombia. <http://www.agrocadenas.gov.co>
- MOJICA, A. PAREDES, J. 2006.** Características del cultivo de cacao en Santander. Ensayos sobre economía regional. Banco de la República, Colombia. 38 p.
- MORALES, J. 1996.** La producción de cacao y las nuevas alternativas de producción a partir de clones. En: Perspectiva Agropecuaria. CORPOICA Regional 7. Norte de Santander. Colombia. Boletín Técnico No 11 Año 4 Junio-Julio.
- MORERA, J. MORA, A. 1996.** Comportamiento agronómico de 12 clones de cacao bajo las condiciones de Turrialba, Costa Rica. En: El cacaotero Colombiano. Vol. 15. 41:15-25.
- MOTAMAYOR, J.C. LANAUD. 2002.** Molecular analysis of the origin and domestication of *Teobroma cacao L.* En:

Managing Plant Genetic Diversity (J Engels, V. Ramnatha Rao, A.H.D. Brown, M. Jackson, Eds) CABI Publishing.

OCAMPO, F 1985. Informe sobre recolección de germoplasma de *Theobroma cacao*, El Cacaotero Colombiano. No. 31. Diciembre de 1985. Compañía Nacional de Chocolates.

OICATÁ, L.M. 1986. Caracterización de 62 clones nacionales de cacao existente en el Banco de Germoplasma C.N.I. Palmira. Tesis para obtener el título de Biología. Universidad Nacional. Palmira, Colombia. 217 p.

PALENCIA, C.G.E. CORONADO, S.R.A. BASTIDAS, P.S. MEJIA, F.L.A. 2008. Identificación, selección y multiplicación de árboles Élite o de alto rendimiento de cacao (*Theobroma cacao* L.) con la participación de los agricultores. CORPOICA- E.E. La Suiza- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. La Bastilla. Bucaramanga. Colombia. 36 p.

PARRA, D. DUARTE. CORONADO, R. 2007. Caracterización morfológica de 100 accesiones en la colección Colombiana de cacao (*Theobroma cacao* L.) en el centro de investigación La Suiza en el Municipio de Rionegro Santander. Tesis para optar el título de ingeniero Forestal. UIS. Colombia. 140 p.

POUND FJ. 1932. The genetic constitution of the cacao crop. In Imperial College of Tropical Agriculture. Ann Rep. on Cacao Res. 1932: 9-25.

SÁNCHEZ, I. ZÁRATE, L.A. GALLEGU, G. TOHME, J. 2007. Análisis de la diversidad genética de accesiones de *Theobroma cacao* L. del banco de conservación a cargo de CORPOICA. Revista CORPOICA, Vol. 8 No. 2. 99 p.

SÁNCHEZ, J. A. CUBILLOS G. 1984. Reacción de once árboles híbridos y dos clones de cacao a la inoculación manual con *Moniliophthora roreri*. El Cacaotero Colombiano. Número 28. Diciembre de 1984. Pp 27 - 35.

SEGUINE E. 2004. E. Guittard chocolate testing - An Experience in Cacao flavor Diversity. En: Taller Internacional Calidad Integral del cacao. Noviembre 15 - 17. Estación Experimental Pichilingue. Ecuador.

SORIA, B.J. 1966. Obtención de clones de cacao por el método de índices de selección. Revista Turrialba, Vol. 16, No. 2, Pág. 119-124.

TERREROS, J. CHAVARRO, G. OCAMPO F. 1983. Determinación de los genotipos de incompatibilidad o compatibilidad en varios cultivares de cacao (*Theobroma cacao* L). Medellín El Cacaotero Colombiano Vol. 24. p 27 - 37.

VALLE, R. 2007. Ciência, tecnologia e manejo do cacauero. Ilhéus, CEPLAC/CEPEC. Brasil.

VAN DER VOSSEN, H.A.M. 1997. Strategies of variety improvement in cocoa with emphasis on durable disease resistance. An external review prepared for INGENIC. The Netherlands.

WARREN JM. 1994. Isozyme variation in a number of populations of *Theobroma cacao* L. Obtained through various sampling regime. Euphytica 72: 121-126.

GLOSARIO

Amelonado: Fruto regularmente oval, redondeado, de anchura inferior a la mitad de la longitud, superficie lisa, surcos poco marcados.

Angoleta: Fruto alargado, puntiagudo, amplio en la base, sin presentar estrangulación en la base y superficie muy verrugosa.

Árboles sobresalientes: árboles que presentan características deseables para ser seleccionados.

Calabacillo: Mazorca de forma redondeada, de anchura superior a la mitad de la longitud, de superficie lisa y surcos superficiales.

Caucasia (CAU): Materiales regionales provenientes del Municipio de Caucasia, departamento de Antioquia.

Caracterización molecular: Metodología que permite la identificación a nivel molecular de los materiales de cacao.

Caracterización morfoagronómica: Metodología que permite identificar los materiales de acuerdo a atributos y característica fenotípicas

CCN: Colección Castro Naranjal. Ecuador

Clon: Material de cacao multiplicado en forma vegetativa o asexual.

CRIFC: Sigla correspondiente a la colección de Criollos Fedecacao - Corpoica. Sierra Nevada de Santa Marta y la Serranía de Perijá. Año 2008.

Cultivar: La palabra cultivar está basada en una combinación de las palabras “cultivada” y “variedad”. Es el término que se reserva para

aquellas poblaciones de plantas cultivadas que son genéticamente homogéneas y (1) comparten características de relevancia agrícola que permiten distinguir claramente a la población de las demás poblaciones de la especie y (2) traspasan estas características de generación en generación, de forma sexual o asexual

Cundeamor: Fruto oval puntiagudo en el extremo, presenta una base angosta como de cuello de botella, surcos profundos y superficie verrugosa.

Fenotipo: Características externas de los materiales de cacao.

Guasare: Tipo de cacao criollo cultivado en Venezuela, en la región del mismo nombre, en el estado Zulia.

Híbrido: Planta de cacao proveniente de semilla obtenida por cruzamiento natural o dirigido.

Índice de grano (I.G.): Peso promedio de una almendra de cacao seco. Se calcula con una muestra de 100 almendras.

Índice de Mazorca (I.M.): Número de mazorcas maduras que se requieren para obtener un kilo de cacao seco.

Materiales Regionales: Árboles sobresalientes que fueron seleccionados regionalmente y son reconocidos por sus características productivas y de calidad física.

Microsatélites o SSR (Simple Sequence Repeats): son loci polimórficos presentes en el DNA nuclear que consisten de repeticiones de motivos de 1 a 6 nucleótidos

que se ubican uno tras otro. Son utilizados como marcadores moleculares en una gran variedad de aplicaciones en el campo de la genética como parentescos y estudios de poblaciones.

Población: conjunto de organismos o individuos que coexisten en un mismo espacio y tiempo, que comparten ciertas propiedades biológicas (básicamente ser de la misma especie)

Porcelana: Tipo de cacao criollo cultivado en Venezuela en el estado Zulia.

Pubescencia: Vellosoidad

UF: Sigla United Fruit. Costa Rica

BOLETIN TECNICO

REVISIÓN TECNICA

JACOB ROJAS ARDILA

TIRAJE

1.000 EJEMPLARES

EDICIÓN

FABIO ARANZAZU HERNANDEZ

NUBIA MARTINEZ GUERRERO

DISEÑO E IMPRESION

SAS INDUSTRIAS GRÁFICAS

JUNIO 2009