Capítulo I

Características generales del cultivo de cacao

El conocimiento de las características de la planta de cacao —así como de algunas de sus variedades— es fundamental para entender el proceso de producción de semilla de esta especie, que debe considerar y atender todos los principios y componentes de calidad requeridos para lograr un buen producto final, es decir, una semilla con calidad. De manera sucinta presentamos en este capítulo algunas de las características más importantes de este cultivo, su origen, su polinización y el concepto de *semilla*.

Generalidades de la especie

El cacao (*Theobroma cacao* L.) es una planta de la familia Malvaceae, perteneciente al orden Malvales (Alverson et al., 1999). Se encuentra de manera natural en la Amazonía, zona considerada como centro de origen del cacao criollo y forastero, el cual ha sido cultivado en diversas zonas tropicales del mundo (Cuatrecasas, 1964; Motamayor & Lanaud, 2002). *Theobroma cacao* ha sido clasificado en tres grandes grupos denominados criollo, forastero y trinitario, y este último grupo es un híbrido procedente de cruces

naturales y controlados entre los dos primeros. En los tres grupos se encuentran las características genéticas y morfológicas y el origen geográfico de la especie (Bartley, 2005). Posteriormente, en el desarrollo de otros estudios, se han identificado diez agrupaciones genéticas morfológicamente variables (Motamayor et al., 2008).

¿Qué es la semilla o material de propagación de cacao?

La semilla —o material de propagación— de cacao es la unidad básica de propagación de esta planta. Las Normas Internacionales para Medidas Fitosanitarias (NIMF 5) definen la semilla como un material para plantar (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], 2019). Nuestra organización nacional de protección fitosanitaria (ONPF), el ICA, establece en la Resolución 3168 de 2015 que la semilla es "el óvulo fecundado y maduro o cualquier otra parte vegetativa de la planta de un cultivar obtenido por el mejoramiento genético como consecuencia de la aplicación de conocimientos científicos que se use para la siembra y/o propagación". En resumen, cualquier unidad que permita la reproducción de las plantas se considera semilla en el sentido amplio de la definición, la cual puede abarcar semilla sexual (proveniente de un óvulo fecundado) o asexual (vegetativa), esta última claramente definida en la Resolución ICA 780006 de 2020.

Ahora bien, para el cultivo de cacao, la multiplicación asexual mediante métodos de injertación en vivero se realiza con el fin de conservar las características genéticas de las variedades para la instalación de un nuevo cultivo (Palencia C. & Mejía F., 2003; Ramírez Chamorro et al., 2020). Para este procedimiento, las yemas (figura 1a) que provienen de materiales genéticos con alta producción se injertan sobre plantas producidas en vivero a través de semilla sexual, las cuales son llamadas comúnmente "patrones" (figura 1b) (Palencia C. et al., 2009; Ramírez Chamorro et al., 2020).

El proceso de injertación es el método más común para multiplicar plantas de cacao en vivero, pues así se logra combinar las características de la copa y el patrón (Susilo et al., 2005). Este método de multiplicación de plantas para establecimiento en campo disminuye el periodo entre el inicio de la floración y la producción de frutos en la planta, y con el injerto en árboles adultos ya establecidos en campo se puede llegar a duplicar la producción (Kouassi et al., 2018). Aunque existen varios métodos de injertación en vivero para la multiplicación de plantas, los más empleados por los injertadores de los departamentos de Boyacá, Santander y Norte de Santander son el injerto lateral y el de púa terminal (figura 1c).

Fotos: Genaro Andrés Agudelo Castañeda y Manuel Bello Gáfaro

Figura 1. Semilla asexual de cacao y sus componentes. a. Ramas portayemas; b. Patrón para la propagación asexual de material de cacao, con el cual, por medio de injertación, se obtiene una plántula injertada o semilla asexual para la siembra; c. Plántula injertada o semilla asexual para la siembra.

Variedades de cacao AGROSAVIA

El material genético de cacao, coloquialmente llamado "clon", se ha escogido por atributos deseables de producción, tamaño del fruto, tamaño y calidad del grano, adaptación a diversas condiciones ambientales y tolerancia a las principales enfermedades limitantes del cultivo. Los clones son un grupo de plantas genéticamente uniformes que provienen de una variedad o cultivar y que son propagados vegetativamente, forma que se conoce también como "propagación asexual" (ICA, 2020). Cuando las plantas injertadas en vivero —clones— se establecen en campo bajo condiciones agroecológicas óptimas para el desarrollo del cultivo, presentan buen crecimiento, desarrollo, producción y calidad (López, 2017; Ramírez Chamorro et al., 2020).

En el establecimiento de un cultivo de cacao es importante conocer las características de las variedades que se van a implementar, como el índice de grano, el índice de mazorca y la producción anual, lo cual permite proyectar el éxito del cultivo, siempre y cuando el manejo agronómico sea el adecuado. Adicionalmente, existen otras características importantes que no deben obviarse, como la compatibilidad de las variedades, para aumentar el número de frutos. Una variedad autoincompatible se debe sembrar por surcos al lado de otra variedad que le aporte polen para su fecundación. Por otro lado, cuando se establece un cultivo en zonas bajas y húmedas, es necesario el uso de materiales genéticos con tolerancia a enfermedades (Ramírez Chamorro et al., 2020).

Entre las variedades recomendadas por AGROSAVIA para la Montaña Santandereana y el Magdalena Medio, tenemos la TCS 06 y la TCS 19, que presentan bajas pérdidas por monilia (*Moniliophthora roreri*). En la tabla 1 presentamos las características productivas más importantes de los materiales genéticos universales y nacionales con registro ICA y adaptados y recomendados para la Montaña Santandereana y el Magdalena Medio.

Tabla 1. Principales características productivas de los materiales genéticos con registro ICA para la Montaña Santandereana y el Magdalena Medio

Material genético	Color del fruto	Índice de grano	Índice de mazorca	Rendimiento (kg/árbol)	Compatibilidad
TCS 01	Rojo	3,0	10	3,3	Autocompatible
TCS 06	Rojo	2,0	12	2,0	Autoincompatible
TCS 13	Rojo-naranja	1,8	14	1,5	Autocompatible
TCS 19	Rojo-naranja	1,6	16	1,8	Autocompatible

Fuente: Equipo de investigación del Centro de Investigación La Suiza, Rionegro, Santander

Las variedades de cacao de la serie TCS de AGROSAVIA cuentan con características como la precocidad, ya que las plantas establecidas en campo inician su producción a partir de los 18 meses. Estos materiales genéticos son estables, pues su comportamiento es homogéneo en las condiciones de las subregiones naturales de la Montaña Santandereana y el Magdalena Medio. Esto es de gran importancia para los productores, pues les permite incrementar los rendimientos del cultivo (Agudelo Castañeda et al., 2017).

La coloración de los frutos, así como otras características fenotípicas de las variedades, puede variar dependiendo de la disponibilidad de luz por la ubicación de los árboles y del cultivo, la disponibilidad de agua, las propiedades del suelo, la altitud y la competencia con otras plantas alrededor (Ramírez Chamorro et al., 2020). Sin embargo, en condiciones agroclimáticas similares a las de los sitios evaluados, los frutos mantienen la coloración propia del material genético (figura 2). Otras características propias de cada material, como el índice de grano, el número de granos por mazorca y el índice de mazorca, varían de acuerdo con el clima, la disponibilidad de agua, los nutrientes minerales y la fertilización, así como por el manejo agronómico proporcionado por cada productor.

Fotos: Genaro Andrés Agudelo Castañeda y Eliana Báez Daza

Figura 2. Materiales genéticos de cacao liberados por AGROSAVIA para la Montaña Santandereana y el Magdalena Medio. a. TCS 01; b. TCS 06; c. TCS 13; d. TCS 19.

Compatibilidad del material vegetal

La polinización en cacao es cruzada, se da por medios externos y es asistida principalmente por insectos del género *Forcipomyia* sp., aunque también puede ser realizada por los agricultores manualmente. De acuerdo con cada variedad, la compatibilidad se da por la aceptación o rechazo del polen del propio material. El porcentaje de aceptación define si una variedad es autocompatible (AC) o autoincompatible (AI). De igual manera, la polinización controlada, en combinación con otros materiales genéticos, define si la variedad es intercompatible (IC) o interincompatible (II). La definición de autocompatibilidad o intercompatibilidad se determina por el número efectivo de flores polinizadas entre el mismo material o en combinación con otro (Aranzazu Hernández et al., 2008; Ramírez Chamorro et al., 2020).

Tabla 2. Autocompatibilidad de los clones de cacao obtenidos por AGROSAVIA

		Madre ♀			
	Clon	**TCS 01**	**TCS 06**	**TCS 13**	**TCS 19**
Padre ♂	TCS 01	AC á	IC á	IC	II
	TCS 06	II	AI	II	IC
	TCS 13	II	IC	AC	II
	TCS 19	IC	IC á	IC	AC á

	Autocompatible		Intercompatible
á	Autocompatible > 70 %	á	Intercompatible > 70 %
	Autoincompatible		Interincompatible

Fuente: Equipo de investigación del Centro de Investigación La Suiza, Rionegro, Santander

De las variedades de cacao TCS de AGROSAVIA, tres son autocompatibles (TCS 01, TCS 13 y TCS 19) y una es autoincompatible (TCS 06). Esta última se debe establecer por surcos al lado de TCS 01 o TCS 19 para obtener los rendimientos esperados. En cuanto a TCS 13, aunque es autocompatible, tiene una eficacia de autofecundación del 35 %, por lo que, para mejorar su rendimiento, se debe establecer en surcos al lado de TCS 19. En lo que respecta a TCS 01 y TCS 19, se pueden establecer solas en franjas homogéneas o como cultivos monoclonales, ya que su nivel de eficiencia en la autofecundación es superior al 70 %.