

Capítulo II

Generalidades

Jorge Alonso Bernal Estrada
Cipriano Arturo Díaz Díez
Germán Franco

Uno de los países con mejores condiciones topográficas para el establecimiento de cultivos frutícolas es Colombia, debido a su gran variedad de climas. La ubicación en la línea ecuatorial en condiciones tropicales le confiere una iluminación solar constante a lo largo del año, permitiendo cosechas de todo tipo. Estas características hacen que los cultivos crezcan desde el nivel del mar hasta los 2.800 m, lo que constituye el 95 % del área nacional (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], 2016).

Para el año 2015, de acuerdo con estadísticas de la Red de Información y Comunicación del Sector Agropecuario Colombiano (Agronet) (2017), el país contaba con un área plantada en frutales que superaba las 901.484 ha, con una producción aproximada de 9,5 millones de t/año, distribuidas en 95 especies diferentes, sembradas en los 33 departamentos y utilizadas tanto para el consumo en fresco como para su procesamiento.

Los sistemas de producción frutícola en Colombia han presentado, a partir de la década de los 80 del siglo pasado, una notable dinámica en los diferentes ambientes en los que estos se desarrollan. Para esa misma época, era el tercer país de América Latina en número de hectáreas destinadas a la producción de frutas con una participación de 10,9 %, siendo además el tercer productor de la región con 7,6 % (Agronet, 2017; FAO, 2016).

Entre 2007 y 2015, la superficie frutícola cultivada creció a una tasa del 2,44 % anual. Esta situación ha llevado a que las frutas se conviertan en una buena alternativa productiva y económica, en diversas zonas del país (Agronet, 2017). El crecimiento mostrado por el sector frutícola, además de impactar positivamente los aspectos productivos del nivel regional y local, ha sido fundamental para el desarrollo socioeconómico de las zonas productoras. Lo anterior se sustenta principalmente en indicadores como la potencialidad para la generación de empleo rural, la posibilidad de producir ingresos agropecuarios no tradicionales, la identificación de alternativas sostenibles para espacios con problemas de degradación de recursos naturales y el papel determinante para el posicionamiento de la agroindustria en el país.

La mora es considerada como un cultivo promisorio en el proceso de diversificación de la agricultura colombiana. En toda la zona Andina del país, el cultivo de la mora ha ganado importancia debido a la necesidad de diversificación y a las condiciones favorables para la producción y comercialización, así como a la existencia de buenos canales de comercialización, un mayor apoyo en los créditos por parte de las entidades financiadoras, la asistencia técnica oportuna y la creciente demanda de las agroindustrias procesadoras de fruta. La mora se considera dentro de los cultivos de rápido retorno del capital invertido, con tasa interna de retorno superior a 50 % y relación costo beneficio de 1,5 (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural [MADR], 2005).

Aproximadamente 90 % de la producción de mora se utiliza en diferentes formas de procesamiento por la agroindustria, el resto (10 %) se destina al consumo en fresco. La producción ha aumentado gracias al interés de los consumidores por este producto, motivo por el cual se ha empezado a explotar por sus propiedades nutraceuticas y sus contenidos de metabolitos secundarios. En el ámbito nacional, el total de la producción se comercializa para el consumo interno donde se usa en la preparación de jugos, dulces y jaleas, el resto se procesa industrialmente para la elaboración de mermeladas, refrescos, jugos concentrados y purés, entre otros (Corporación Colombia Internacional [CCI], 1999a).

De acuerdo con los especialistas del sector, en los últimos años, el consumo de frutas frescas se ha reducido por el crecimiento de la industria de jugos, representada principalmente por productos transformados como concentrados y pulpas (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural [MADR], 2005).

Origen y distribución

El hombre, desde tiempos inmemoriales, ha consumido todo tipo de bayas (*berries* en inglés) cultivadas o silvestres; entre ellas están las moras, las frambuesas y las zarzamoras, que se constituyen en especies muy difundidas en algunos países europeos (como Francia, Hungría, Yugoslavia, Alemania, entre otros), en Norteamérica (en Estados Unidos y Canadá), así como en Centro y Suramérica. Esta extensa área indica que son cultivos que pueden desarrollarse en una amplia variedad de climas y suelos.

Los Andes colombianos y ecuatorianos son el hábitat natural del género *Rubus*, con el mayor número de representantes dentro de la familia Rosaceae y una de las más diversas del reino Plantae (Romoleroux, 1992). *Rubus* L. es el único género de la tribu Rubeae en la subfamilia Rosoideae (Potter et al., 2007) y comprende aproximadamente 750 especies (Robertson, 1974; Thompson, 1995; Focke, 1910, 1911, 1914; Gustafsson 1942, 1943; Spies & Du Plessis, 1984; Hummer, 1996). El género está distribuido en todo el mundo y se ha sugerido que procede de zonas templadas del hemisferio norte, mientras que solo algunas especies se encuentran en los trópicos o en el hemisferio sur (Kalkman, 2004).

El nivel de ploidía de este interesante grupo de plantas tiene un rango que varía desde plantas diploides hasta dodecaploides, la mayoría de estas apomíticas y altamente heterocigóticas. *Rubus* ha sido dividido en doce subgéneros, de los cuales solo unas pocas especies han sido domesticadas. El subgénero *Idaeobatus* contiene las frambuesas (en inglés *Raspberries*) que están distribuidas en el hemisferio norte, principalmente Asia, África, Europa y Norteamérica; el subgénero *Rubus* incluye especies encontradas en Europa, Asia y Norteamérica, mientras que el subgénero *Orobatus* es exclusivo de Suramérica. Especies representativas de los subgéneros *Rubus*, *Orobatus* e *Idaeobatus* se encuentran en los Andes colombianos y ecuatorianos (Ballington, Luteyn, Thompson, Romoleroux, & Castillo, 1993). *Rubus* está distribuido alrededor de las zonas altas de los trópicos, usualmente por encima de los 800 m s. n. m.

El género *Rubus* es uno de los de mayor número de especies en el reino vegetal; y se encuentra diseminado en casi todo el mundo, excepto en las zonas desérticas. El botánico y explorador alemán Karl Theodor Hartweg, trabajando para la Sociedad de Horticultura de Londres, realizó varias expediciones de colecta de especies, entre 1836 y 1847, en Colombia, Ecuador, Guatemala, México y California (Estados Unidos), dentro de las cuales estaba la mora de Castilla (*Rubus glaucus* Benth.). Muchas de las especies de *Rubus* colectadas fueron identificadas y catalogadas por Bentham (1839), inglés botánico, pteridólogo (experto en helechos) y micólogo, en su libro *Plantas Hartwegianas*. La mora de Castilla (*Rubus glaucus* Benth.) encontrada por Hartweg y descrita por Bentham (1839), es originaria de las zonas altas tropicales de América. Esta fruta es oriunda de la zona Andina y de algunos países de la América intertropical, donde en muchos casos se encuentra en estado silvestre (Gattoni, 1962; Obregón, 1969). Se cultiva comercialmente en Colombia (Popenoe, 1920), Ecuador (Popenoe, 1921), Panamá, Guatemala, Honduras, México y Salvador (Gattoni, 1962). En Colombia la mora de Castilla sobresale entre las especies cultivadas por la variabilidad en tamaño, color y calidad del fruto, y se considera como una selección antigua derivada de plantas silvestres (Eraso, 1982); además, se acepta como un híbrido pues combina características de los subgéneros *Idaeobatus* y *Rubus*, y es además un anfídiploide fértil (Jennings, 1998).

Pérez (1956) reporta cuatro especies de *Rubus* para Colombia a saber, *R. glaucus* (mora de Castilla), *R. bogotensis* H.B.K. (mora borrachera), *R. floribundus* y *R. giganteus*; por su parte, Romero (1961) menciona, además, a *R. macrocarpus* Benth. o *R. nubigenus* H.B.K. (morón), *R. urticaefolius* Poiret, *R. porphyromalus* Focke y *R. macrocarpus* Benth. Gutiérrez (1970) reporta a *R. roseus* Poir y *R. adenotrichos* Schltdl.; y Vargas (2002), a *R. coriaceus* Poiret (mora de páramo), *R. compactus* Benth.

y *R. guianensis* Focke. Otros autores señalan, fuera de las anteriores, a *R. robustus*, *R. rosifolius*, *R. niveus* Thunb y *R. alpinus* Macfad (Angulo, Rosero, & González, 2012; Cancino-Escalante, Barbosa, & Díaz-Carvajal, 2012; Cancino-Escalante, Sánchez-Montaño, Quevedo-García, & Díaz-Carvajal, 2011; Espinosa, Medina, & Lobo, 2009; Marulanda & López 2009; Marulanda, López, & Aguilar, 2007; Moreno, Villarreal, Lagos, Ordoñez, & Criollo, 2011; Morillo, Morillo, Muñoz, Vásquez, & Zamorano, 2005; Muñoz, Morillo, & Morillo, 2008; Rivera, Linares, Carrizosa, & Ramírez, 1997; Zamorano, Morillo, Morillo, Muñoz, & Vásquez, 2007). De acuerdo con Bernal, Galeano, Rodríguez, Sarmiento y Gutiérrez (2017), en el Jardín Botánico de la Universidad Nacional sede Bogotá, reposan ejemplares colectados de *Rubus* desde los años 30 a los 40, entre los que se mencionan las siguientes especies: *R. choachiensis* Berger, *R. compactus* Benth., *R. coriaceus* Poir., *R. eriocarpus* Liebm., *R. floribundus* Weihe, *R. gachetensis* A. Berger, *R. glabratus* Kunth, *R. guyanensis*, *R. idaeus* Focke, *R. nubigenus* Kunth, *R. obtusifolius*, *R. roseus* Poir y *R. urticifolius* Poir.

Debido a cruzamientos naturales en *Rubus*, se pueden identificar hasta 500 especies. En áreas donde especies de este género son cultivadas, individuos silvestres son encontrados en zonas de crecimiento secundario, en márgenes de bosques y a lo largo de los bordes de los caminos. Plantas silvestres y cultivadas tienen el potencial de interactuar de muchas maneras. Los materiales cultivados pueden influenciar la diversidad genética de las poblaciones naturales a través de pérdida de genes y transferencia de polen. Las especies silvestres también pueden servir como plantas hospederas de plagas y de sus predadores naturales (Romoleroux, 1992).

Adicionalmente, las poblaciones silvestres son también una fuente potencial de material para el mejoramiento genético. Sin embargo, hay poca información disponible sobre la extensa relación e interacción natural entre las poblaciones de las especies cultivadas y silvestres de *Rubus* (Graham, Squire, Marshall, & Harrison, 1977). En *Rubus glaucus* Benth. existe un debate sobre si este taxón pertenece al subgénero *Rubus* o a *Idaeobatus*, dado que su morfología es la combinación de ambos en cuanto a crecimiento y follaje, semejante a la frambuesa (subgénero *Idaeobatus*) y de la zarzamora (subgénero *Rubus*), cuyo receptáculo permanece en el fruto cuando está maduro; tales elementos constituyen que sea considerado como un anfidiplóide fértil o un híbrido intersubgenérico (*Rubus* × *Idaeobatus*) (Popenoe, 1921; Popenoe, King, León, & Kalinowski, 1989; Ballington et al., 1993; Jennings, 1998; Espinosa et al., 2009); sin embargo, Bentham (1839) ubica a *R. glaucus* dentro del subgénero *Lampobatus*.

Distribución en Colombia

En Colombia el género *Rubus* se encuentra distribuido desde el Magdalena hasta el Putumayo (Romero, 1991); de acuerdo con Patiño (2002), el cronista Simón hace la primera referencia sobre la existencia de moras en Colombia, en 1625, en Santa Fe de Bogotá. Dentro de las frutas andinas encontradas por los españoles en Colombia, la mora tuvo gran aceptación por parte de la población tanto extranjera como criolla, ello generó que la fruta pasara de ser una especie silvestre a una planta domesticada y explotada comercialmente. El auge fue mayor hacia la década de los años 70 y se consolidó en los años ochenta del siglo xx.

La producción de la mora en Colombia se originó de manera fortuita, ya que en el mercado local su demanda surgió sin que los cultivos comerciales aún existieran. Esto indujo a que los huertos productivos se incrementaran, pues lo que realmente había se limitaba a plantas de patio o solar. De aquí surgieron zonas en las cuales se observó mayor adaptación de la especie y se desarrollaron áreas productivas, tal es el caso del oriente antioqueño, zonas frías de Cundinamarca y Boyacá, Nariño y Eje Cafetero, entre otras.

En Colombia el área sembrada en mora en 2015, de acuerdo con estadísticas de la Red de Información y Comunicación del Sector Agropecuario Colombiano [Agronet] (2017), era aproximadamente de 13.425 ha, con una producción de 116.231 t/año y un rendimiento promedio de 8,5 t/ha, lo que se considera bajo. La siembra de este frutal está en 361 municipios de los departamentos de Cundinamarca, Santander, Antioquia, Huila, Nariño y Boyacá, con un 74 % del área total sembrada en el país, seguidos de Valle, Tolima, Caldas, Norte de Santander, Cauca, Risaralda y Cesar con un 25 %, el 1 % restante está sembrada en los departamentos de Quindío, Putumayo y Chocó (tabla 2.1). Los departamentos con mayores rendimientos en t/ha son Caldas (16,12), Risaralda (10,3), Santander (10,3), Cundinamarca (8,6) y Antioquia (11,2), que superan el promedio nacional (tabla 2.1).

Tabla 2.1. Área, producción y rendimiento de mora en Colombia, por departamento en 2015

Departamento	N.º Municipios	Área cosechada (ha)	Producción (t)	Rendimiento (t/ha)	Participación del área cosechada nacional (%)	Participación de la producción nacional (%)
Antioquia	30	1.423	16.536	11,62	10,60	14,23
Boyacá	53	746	5.905	7,91	5,56	5,08
Caldas	14	411	6.623	16,10	3,06	5,70
Cauca	17	450	2.248	4,99	3,36	1,93
Cesar	6	333	1.988	5,97	2,48	1,71
Chocó	1	3	18	6,00	0,02	0,02
Cundinamarca	46	2.968	25.482	8,58	22,11	21,92
Huila	32	1.124	7.795	6,93	8,37	6,71
Meta	5	89	1.146	12,88	0,66	0,99
Nariño	37	1.172	7.085	6,04	8,73	6,10
N. de Santander	17	492	4.065	8,26	3,66	3,50
Putumayo	3	6	72	12,00	0,04	0,06
Quindío	9	96	342	3,56	0,72	0,29
Risaralda	11	274	2.818	10,26	2,05	2,42
Santander	37	2.285	23.524	10,30	17,02	20,24
Tolima	17	710	5.520	7,78	5,29	4,75
Valle del Cauca	26	839	5.058	6,03	6,25	4,35
Total nacional		13.425	116.231	8,54	100,00	100,00

Fuente: Red de Información y Comunicación del Sector Agropecuario Colombiano [Agronet] (2017)

De acuerdo con estadísticas de Agronet (2017), el área sembrada de mora en Colombia tuvo un aumento del 76% entre 2004 y 2015; de igual manera, la producción aumentó en un 90% (figura 2.1). Estos incrementos son el resultado del progresivo interés por parte de la agroindustria y de los consumidores por la fruta y, además, por la promoción que algunas asociaciones de productores o esquemas de gobierno y sector privado le han ofrecido a este cultivo (Agronet, 2017).

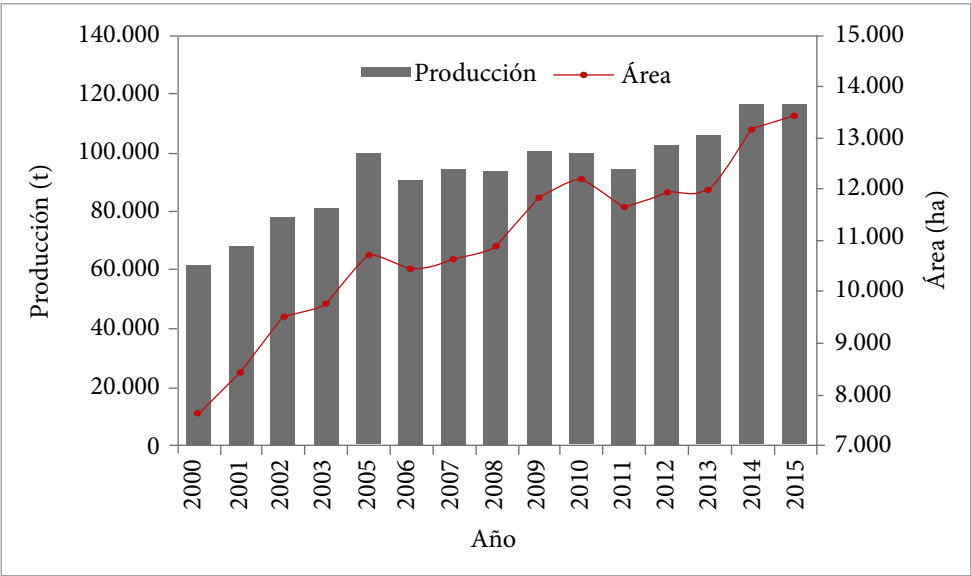


Figura 2.1. Tendencia del área y la producción de mora sembrada en Colombia de 2000 a 2015.
Fuente: Elaboración propia con base en información obtenida en Agronet (2017)

Taxonomía

Reino:	Plantae
Subreino:	Tracheophyta
Superdivisión:	Spermatophyta
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Subclase:	Rosidae
Orden:	Rosales
Familia:	Rosaceae
Subfamilia:	Rosoideae
Género:	<i>Rubus</i> L.
Subgénero:	<i>Lampobatus</i>
Especie:	<i>Rubus glaucus</i> Benth.

Fuente: Bentham (1839) y United States Department of Agriculture [USDA] (2017)

La palabra *Rubus* se deriva del nombre en latín de la zarzamora y se origina de la palabra *ruber* que significa rojo (Wagner, Herbst, & Sohmer 1999). El nombre de *glaucus* proviene del latín *glaucus-a* y este del griego *glaucón*, que significa de color verde mar, debido al matiz ligeramente azulado que presenta el haz de las hojas (Miranda, 1976).

Nombres comunes: Mora, mora de Castilla, mora azul (Colombia), zarza o zarzamora (España), *mora de rovo* (Italia), *mure sauvage*, *mûre des andes* o *ronce común* (Francia), *gemeiner brombeerstrauch*, *andenbeere*, *andenhimbeere*, *brombeer* (Alemania), *blackberry* (Estados Unidos) (Winton, 1935; Pérez, 1956; Tamaro, 1964; Romero, 1991). Por su parte, Popenoe (1969) designa esta especie con el nombre de “Andes Berry”.

Al género *Rubus* pertenecen también las frambuesas y las zarzamoras. Desde 1881 a la fecha se han desarrollado híbridos entre moras y frambuesas, que han dado origen a nuevos materiales de siembra y que son utilizados tanto para el consumo fresco de los frutos, como para el procesamiento industrial por sus finos sabores (Darrow, 1995).

Morfología

La mora en su forma natural es una planta de hábito perenne, de porte arbustivo (figura 2.2a), semierecto y semitrepador (figura 2.2b), y de crecimiento muy vigoroso; puede llegar a tener hasta tres metros o más de altura. En la base de la planta se encuentra una corona o macolla, de donde se forman los tallos y la cual está conformada por una gran cantidad de raíces superficiales (Gutiérrez, 1970; Franco & Giraldo, 2001).

Raíz

La raíz de la mora es de hábito indefinido, muy ramificada (fasciculada) (figura 2.3a), la cual se distribuye en los primeros 30 a 50 cm del suelo en disposición horizontal, con longitudes entre 0,5 y 1,2 m, las cuales cumplen la función de sostén. El sistema radical es perenne, cuya longevidad puede llegar a más de 20 años; es poco profundo, concertándose el 90 % entre los 10 y 15 cm de profundidad, con raíces adventicias; carece de un eje central en caso de ser plantas provenientes de propagación asexual; en cualquiera de sus formas es comúnmente conocida como fasciculada. Por medios sexuales, su sistema radical se particulariza por tener una raíz pivotante que profundiza hasta 1,20 m y desarrolla vigorosamente raíces secundarias, obteniendo

así un fuerte anclaje. La raíz se origina, por lo general, del cuello cicatrizal en las estacas y en los acodos. Las raíces cumplen la función de absorción de nutrientes, anclaje de la planta y reproducción al emitir brotes de las yemas vegetativas que posee (figura 2.3b) (Romero, 1991).



Fotos: Jorge Alonso Bernal Estrada

Figura 2.2. Aspecto de las plantas de mora. a. Porte arbustivo; b. Hábito semitrepador de la planta.

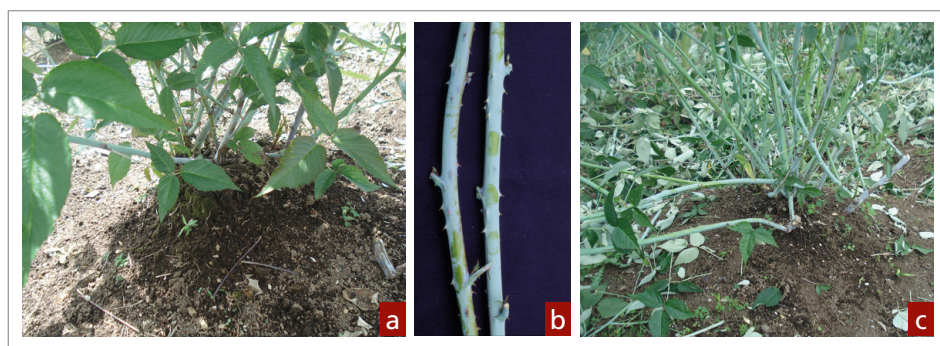


Fotos: Jorge Alonso Bernal Estrada

Figura 2.3. Raíces de una planta de mora. a. Raíces fasciculadas; b. Emisión de brotes de yemas vegetativas en la raíz.

Tallos

Los tallos de la mora son rastreros o semierguidos (figura 2.4a), redondeados, glabros (sin tricomas), glaucos (azulosos), cubiertos por una capa gruesa de cera blanquecina (figura 2.4b), con aguijones recurvos (2 a 3 mm de longitud), tanto en el tallo como en los pecíolos y en las nervaduras principales de los folíolos, por el envés. Algunos materiales no poseen aguijones (mora sin espinas) (figura 2.4c); tienen un diámetro de 1 a 2 cm y de 3 a 4 m de longitud (Miranda, 1976). Los tallos de la mora son simpodiales, lo cual significa que la yema terminal del eje central (o de una rama) muere sistemáticamente (en el invierno en zonas con estaciones o por floración) y es una yema lateral la que retoma el crecimiento (Corzo, 1995). Las plantas presentan diferentes tipos de tallos o ramas, y se distinguen entre ramas vegetativas y reproductivas.



Fotos: Jorge Alonso Bernal Estrada

Figura 2.4. Tallos de mora. a. Tallos rastreros o semierguidos; b. Tallos redondeados, glabros y cerosos; c. Plantas con tallos sin espinas.

Hojas

Las hojas de la mora de Castilla son trifoliadas (figura 2.5), alternas, compuestas, de folíolos ovoides, ovado-lanceolados, de bordes aserrados, provistas de estípulas que se unen al tallo en la base del pecíolo, de 4 a 5 cm de largo, con espinas recurvas, verde claro por el haz y glaucos por el envés. Los pecíolos también tienen espinas de color blanco y forma cilíndrica. Las nervaduras son curvinervias y alternas (Gutiérrez, 1970).



Fotos: Jorge Alonso Bernal Estrada

Figura 2.5. Detalle de hojas de mora de Castilla (haz y envés).

Inflorescencias

Las inflorescencias en la mora son compuestas y se presentan en racimos terminales (figura 2.6a), aunque en ocasiones se ubican en las axilas de las hojas. Las inflorescencias son racimosas (figura 2.6b), con 10-20 cm de longitud y con 15-22 flores; poseen un eje principal que crece indefinidamente y produce ramificaciones laterales que terminan en flores. Presentan un pedicelo de 10-40 mm de longitud, sin vellosidades y con espinas. Las flores inferiores se abren primero, razón por la cual dichas inflorescencias reciben el nombre de centrípetas. El racimo está formado por nudos y en cada uno de ellos se producen hojas, y en las axilas se emite un pedúnculo principal que da origen a otros pequeños racimos, los cuales terminan en botones florales (Gutiérrez, 1970; Miranda, 1976; Romoleroux, 1992) (figura 2.7).



Fotos: Jorge Alonso Bernal Estrada

Figura 2.6. Inflorescencias en plantas de mora de Castilla. a. Racimos terminales; b. Inflorescencias racimosas.



Fotos: Jorge Alonso Bernal Estrada

Figura 2.7. Inflorescencia axilar en un nudo de la planta de mora.

Flores

La mora presenta alogamia, un tipo de reproducción sexual en las plantas, el cual consiste en la polinización cruzada y la fecundación entre plantas genéticamente diferentes. Este tipo de reproducción favorece la producción de individuos genéticamente nuevos y, por ende, la generación constante de variabilidad genética en las poblaciones (Frankel & Galun, 1977). Sin embargo, también presenta autocompatibilidad, lo que le permite polinizar flores de la misma planta entre sí.

Antonius y Nybon (1995) reportaron la existencia de muchas especies de mora que son poliploides y que presentan apomixis facultativa, esto significa que la semilla se produce sin la fertilización del grano de polen, dando como resultado progenies idénticas a la planta madre, aunque ello depende de los genotipos parentales que se utilicen en los cruzamientos, ya que se observó, de manera experimental, que se puede producir semilla sexual hasta en un 40 %; sin embargo, para que se active el desarrollo de la semilla apomíctica es necesaria la polinización.

En moras europeas, africanas, asiáticas y norteamericanas, la apomixis, el nivel de ploidía y el número cromosómico, se han determinado por medio de investigaciones a nivel citológico, embriológico, fenotípico y molecular. En Colombia, estudios citológicos o embriológicos no han sido adelantados para definir la apomixis en mora de Castilla. En Antioquia, los agricultores que propagan por semilla la mora, en forma comercial, afirman que las plantas obtenidas a través de este sistema mantienen las particularidades de las plantas madres, lo cual supone la presencia de apomixis (Marmolejo, 2010).

Las flores, de 2 a 2,3 cm de diámetro, son hermafroditas, autocompatibles y actinomorfas, y presentan cinco sépalos verdes que alternan con cinco pétalos blancos, rojos o lila. El número de carpelos varía de 1 a 150, libres o reunidos con el receptáculo, rara vez soldados por los estilos o el ovario, y están ubicados junto con los estambres, que también son numerosos, sobre un eje de forma cónica (figura 2.8). Según McGregor (2009), la flor posee de 50 a 100 estambres alrededor de un número semejante de pistilos. El estilo puede ser lateral, terminal o ginobásico. El ovario posee una sola cavidad en la que se alojan de 1-120 óvulos (Miranda, 1976). El receptáculo floral o hipantio desaparece a menudo después de la fecundación, pero puede persistir con o sin transformaciones profundas;

a veces forma alrededor de los frutos una cúpula de paredes delgadas o carnosas, o bien se suelda a la cara externa de los carpelos constituyéndose en la parte más importante del fruto (Miranda, 1976). El néctar es secretado por una copa poco profunda, localizada en la base de la flor. La secreción comienza justo antes de la apertura de los pétalos y continúa hasta su caída (Percifal, 1946).

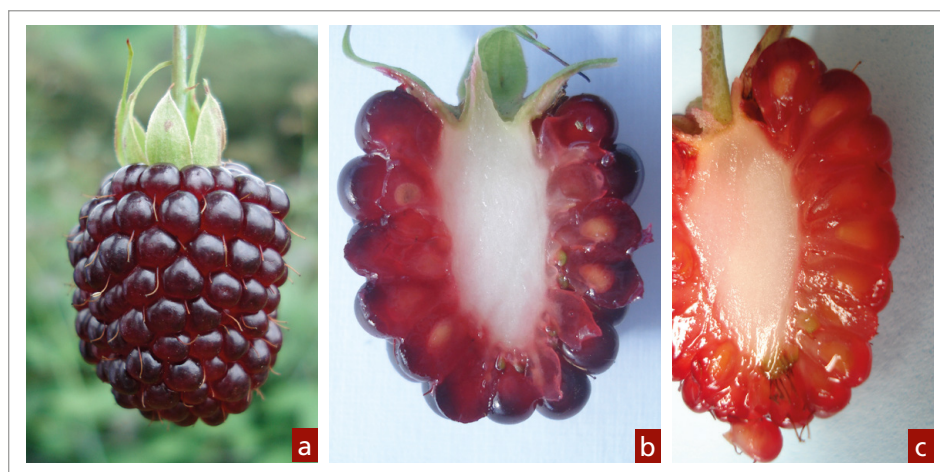


Foto: Jorge Alonso Bernal Estrada

Figura 2.8. Detalle de la flor de mora.

Fruto

El fruto de la mora es una polidrupa o fruto agregado (figura 2.9a), el cual está formado por diminutas drupas adheridas a un receptáculo desarrollado y carnoso, de color blanco (figura 2.9b); su color varía de rojo a negro brillante conforme el desarrollo. Se conoce como drupa a un fruto carnoso, indehiscente, unilocular, casi siempre monospermo (de una sola semilla), con el pericarpio succulento y el endocarpio firme (figura 2.9c) (Gutiérrez, 1970). El fruto es de forma esférica o elipsoidal, de tamaño variable (1,5 a 2,5 cm) en su diámetro más ancho, de color verde cuando se está formando, pasando por un color rojo hasta morado oscuro cuando se madura. Los frutos maduran de manera dispareja porque la floración no es homogénea (Miranda, 1976).



Fotos: Jorge Alonso Bernal Estrada

Figura 2.9. Fruto de mora. a. Fruto con numerosas drupas; b. Detalle de drupas unidas al receptáculo; c. Detalle de drupas con la semilla en su interior.

El peso del fruto fluctúa de 3 a 8 g, es de consistencia firme y sabor agridulce, su pulpa es rojiza y allí se encuentran las semillas (de 100 a 120). Dadas estas características, el fruto es altamente perecedero, por lo que debe hacerse la cosecha una vez que el fruto ha llegado a su madurez comercial, es decir de color escarlata, con suficiente dureza y textura, para evitar que el producto se deteriore (Miranda, 1976).

Semillas

Las semillas son pequeñas (de 2 a 3 mm de longitud y de 1 a 2 mm de ancho), reniformes, rugosas, abultadas y de color café claro (figura 2.10). Cada semilla pesa aproximadamente 1,7 mg y el peso de 100 semillas es de 0,17 g. El micrópilo, pequeño poro a través del cual se produce la entrada del tubo polínico en el óvulo y por donde se dirige la radícula en la germinación, es ventral. Se estima que un fruto grande de mora posee alrededor de 199 semillas en promedio; uno mediano, 95, y uno pequeño, 84, con un promedio de 126 semillas por fruto (Díaz, 2011).

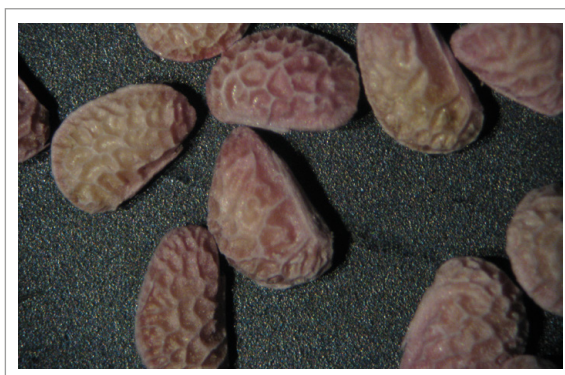


Foto: Cipriano Arturo Díaz Díez

Figura 2.10. Detalle de las semillas de mora (reniformes y rugosas), con un aumento de 10×.

Género *Rubus*

Las especies del género *Rubus* están ampliamente distribuidas en los cinco continentes, y sobresalen las que pertenecen a los subgéneros *Rubus*, *Orobatus* e *Idaeobatus*. Este género (*Rubus*) es muy complejo y contiene trece subgéneros: *Anoplobatus*, *Chamaebatus*, *Chamaemorus*, *Comaropsis*, *Cyclactis*, *Diemenicus*, *Dalibardastrum*, *Idaeobatus*, *Lampobatus*, *Malachobatus*, *Micranthobatus*, *Orobatus* y *Rubus*. El subgénero *Rubus* es el mayor y está dividido en doce secciones: *Allegheniensis*, *Argoti*, *Caéis*, *Canadenses*, *Corylifolii*, *Cuneifolii*, *Flagellares*, *Hispidi*, *Rubus* (también conocido como *Rubus fruticosus*), *Setosi*, *Ursini* y *Verotriviales* (Zasada & Tappeiner, 2003).

Especies de *Rubus* en Colombia

La Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA), que tiene a su cargo el sistema de Bancos de Germoplasma de la nación colombiana, conserva una colección de especies de *Rubus* que incluye tanto plantas cultivadas como silvestres (espontáneas), obtenidas en diversas áreas dentro y fuera del país. El objetivo de la colección es conservar la variabilidad del género y promocionar su uso para la explotación comercial, partiendo de la caracterización de las especies colectadas (Espinosa et al., 2009).

En Colombia, además de la mora de Castilla (*Rubus glaucus* Benth.), la cual es la más cultivada comercialmente, se han encontrado otras especies de mora que se describen a continuación.

Rubus bogotensis H.B.K.

Vulgarmente se conoce como mora caballuna o mora de piedra, por la consistencia de sus frutos, los cuales son secos, duros y de pocas drupas. Se ha reportado en Colombia en los departamentos de Antioquia, Boyacá, Caldas, Cauca, Cesar, Cundinamarca, Quindío, Norte de Santander, Nariño, Santander, Tolima y Valle del Cauca, dentro de los rangos de altitud de 1.390 a 3.858 m s. n. m. Se caracteriza por producir frutos en racimos apretados con semillas grandes y de poco jugo (Romero, 1991; Galvis & Herrera, 1995; Bernal et al., 2017).

Rubus bogotensis presenta bejucos ramosos de hasta 5 m de largo, trepadores, tallos teretes (casi cilíndricos, pero sin ranuras o surcos), con pocas espinas cortas; es de color amarillo claro, con un par de estípulas en la base del peciolo de 1,2 cm de largo y 1,5 mm de ancho; peciolo teretes, de 4,0-5,6 cm de largo y con 5-9 espinas curvas. Tiene hojas compuestas, trifoliadas (figura 2.11a), de foliolos ovalados, de consistencia parecida al papel, con una longitud de 6,3 a 7,6 cm, y de ancho tiene de 3,4 a 4,7 cm, con su base redondeada o ligeramente truncada, de margen aserrada. Las hojas son pilosas por el envés y pubescentes o tomentosas por el haz, las cuales presentan hasta siete espinas curvas y cortas en la nervadura central. Cuenta con inflorescencias terminales, en forma de panícula. Las flores revelan cinco sépalos (pentámeras) (figura 2.11b), los cuales están unidos en la base, son pubescentes, acuminados y miden de 0,9 a 1,2 por 5 cm. Los pétalos son de blancos a rosados claro; además, cuenta con numerosos estambres de filamentos finos. Los frutos presentan un cáliz persistente y piloso (Cancino-Escalante et al., 2011).

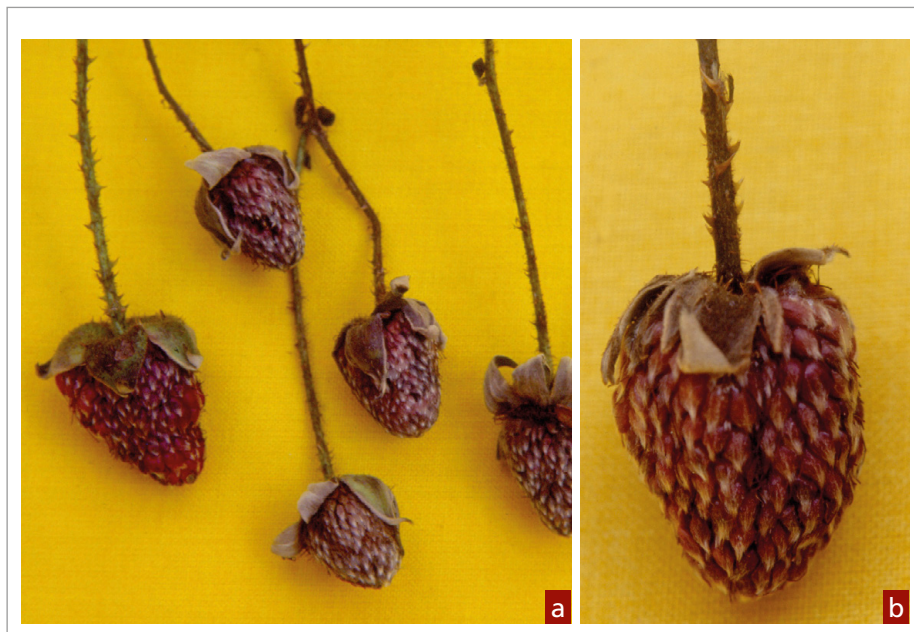


Ilustración: Juan Felipe Martínez Tirado

Figura 2.11. *Rubus bogotensis* H.B.K. a. Detalle de hojas y tallos; b. Detalle de la flor.

Rubus macrocarpus Benth. sin. *Rubus nubigenus* Kunth.

Conocida como mora de gato, presenta hojas trifoliadas, con tallos tipo terete, con aguijones curvos de 1 a 3 mm de longitud, los foliolos son acartonados con márgenes dentados. Esta especie se encuentra principalmente en el departamento de Cundinamarca, en las zonas altas del municipio de Fusagasugá, en altitudes entre los 2.600 y 3.400 m s. n. m. Se caracteriza porque los frutos son muy grandes con longitudes de hasta 7 cm (figura 2.12a). Tiene como característica importante que su receptáculo interno del fruto es hueco (Popenoe, 1926; Romero, 1991; Galvis & Herrera, 1995; Romoleroux, 1996). De otra parte, Bernal et al. (2017) mencionan que esta especie se ha encontrado, además, en los departamentos de Antioquia, Boyacá, Caldas, Caquetá, Cauca, Cesar, Huila, Magdalena, Norte de Santander, Nariño, Quindío, Risaralda y Tolima, en altitudes que van de 1.200 a 3.820 m s. n. m. Las inflorescencias son cimas compuestas de 8 a 20 flores, que tienen de 20 a 30 cm de diámetro, con flores de pétalos color magenta o púrpura; los frutos son de forma ovoide-globosa (figura 2.12b), formados con 40 a 60 drupas, de color vino tinto a negro (Romoleroux, 1996).



Fotos: Jorge Alonso Bernal Estrada

Figura 2.12. Frutos de *Rubus macrocarpus* Benth. a. Detalle del tamaño de los frutos; b. Fruto de forma ovoide.

Rubus roseus Poir.

Plantas de cerca de 1,5 m de largo, algunas veces trepan sobre otras plantas y pueden llegar a tener hasta 2,5 m de alto; presenta hojas trifoliadas, con folíolos ovales a oblongo-agudas, brillantes, aserradas, frecuentemente con un tinte marrón; las flores son rosadas púrpuras; y los frutos son ovales o cónicos, de 2,5 a 4 cm de largo, de color carmesí (figura 2.13) (Gutiérrez, 1970). Se encuentra a alturas entre los 2.100 y 3.300 m s. n. m. en los departamentos de Cauca, Cundinamarca, Nariño y Putumayo; también las hay con flores de color morado y los frutos son grandes, rojos y de sabor aceptable (Franco et al., 1996a).



Ilustración: Juan Felipe Martínez Tirado

Figura 2.13. Frutos de *Rubus roseus* Poir.

Rubus notingensis H.B.K.

Se encuentra en alturas entre los 2.600 y 3.100 m s. n. m., sus frutos son muy grandes y cuenta con ramas y pecíolos vellosos; los folíolos son aovados (forma de huevo), agudos, de apariencia blanquecina y con nervaduras espinosas, vellosos en el haz y pubescentes en el envés. Se halla principalmente en los departamentos Cauca, Risaralda, Quindío y Caldas (Uribe, 1940; Romero, 1991; Galvis & Herrera, 1995).

Rubus porphyromallus Focke

Es una mora trepadora, encontrada en Cundinamarca y Magdalena entre los 2.000 y los 2.800 m s. n. m.; los frutos son pequeños y jugosos (Romero, 1991).

Rubus urticaefolius Poir.

Es una de las especies que presenta más área de dispersión geográfica, ya que va desde el Cauca hasta el Magdalena, en alturas que van de 40 a 2.842 m s. n. m. (Romero, 1991). Cuenta con plantas de 3 a 3,5 m de alto, que presentan bejucos rastreros o trepadores, angulosos y con algunas espinas; hojas ternado-palmadas, con los foliolos ovado-acorazonados; flores blancas o rosadas (Miranda, 1976). Presenta canículas hirsutas muy delgadas, comúnmente de 10 a 20 cm de largo, con flores pequeñas, frutos pequeños de 6 mm de largo, ampliamente ovales (figura 2.14) (Gutiérrez, 1970).



Ilustración: Juan Felipe Martínez Tirado

Figura 2.14. Frutos de *R. urticaefolius* Poir.

Rubus floribundus H.B.K.

Presenta tallos poliédricos y vellosos (Pérez, 1956); de foliolos largamente peciolados, firmemente aserrados y vellosos; las hojas superiores ternadas y las inferiores quinadas; flores blancas o rosadas; inflorescencias con 30 a 80 flores; racimos muy esparcidos, frutos pequeños y ácidos. Romoleroux (1996) expresa que esta especie presenta tallos trepadores, angulosos, tomentosos (cubiertos de pelos generalmente ramificados, cortos y dispuestos muy densamente) o glabros (sin pelos), a veces con glándulas disgregadas sésiles; con aguijones curvos, más estrechos en su ápice que en su base. Es de las especies más comunes en la sabana de Bogotá, se ha encontrado en alturas comprendidas entre los 3.000 y 3.600 m s. n. m. (Uribe, 1940); sin embargo, Bernal et al. (2017) reportan esta especie en los departamentos de Cauca, Cundinamarca, Santander y Valle, entre los 1.500 y los 3.500 m s. n. m. Las plantas llegan a 4,5 m de altura, son semiarbusivas, los tallos son poco angulados, finamente pubescentes, de color verde. Las hojas superiores son trifoliadas y las inferiores pentafoliadas; los foliolos son oblongo-elípticos, acuminados, finamente aserrados, escasamente pubescentes por el envés y glabros por el haz; las flores son de color blanco a rosado pálido, con pétalos más largos que el cáliz, cerca de 2,5 cm de ancho; dispuestas en racimos terminales hasta de 30 cm de largo. El fruto es de forma oblongo oval (figura 2.15). de cerca de 2,0 cm de largo; las drupitas son más bien pequeñas (40 a 50 por receptáculo) y están muy estrechamente agrupadas, de color negro (Gutiérrez, 1970).



Foto: Germán Franco

Figura 2.15. Frutos de *R. floribundus* H.B.K.

Rubus adenotrichus Schelecht

Plantas muy vigorosas que pueden llegar hasta los 5,5 m de alto; sus tallos son robustos y muy gruesos, cubiertos por pelos cortos, tiesos y de color marrón (figura 2.16); los foliolos son de ovado-acuminados a oblongo-acuminados, finamente aserrados, de 7,5 a 10 cm de largo; las flores son de color blanco y están dispuestas en panículas laxas que algunas veces pueden medir más de 30 cm de largo, las cuales producen frutos muy abundantes, ovoides, de color púrpura oscuro, comúnmente de cerca de 2,0 cm de largo, con numerosas drupitas estrechamente agrupadas (Gutiérrez, 1970). Es una mora silvestre que se encuentra en el norte del Ecuador, entre los 2.500 y 3.700 m s. n. m. (Popenoe, 1924). En Colombia se ha reportado esta especie en Cundinamarca, Boyacá, Caldas, Chocó, Magdalena, Norte de Santander, Putumayo, Quindío y Valle del Cauca entre los 1.700 y 3.300 m s. n. m. (Bernal et al., 2017).



Figura 2.16. Hojas e inflorescencias de *R. adenotrichus* Schelecht.
Fuente: Culbert (s. f.).

Rubus megalococcus Focke

Esta variedad se encuentra principalmente en Cundinamarca, sembrada entre los 2.300 y los 2.700 m s. n. m. Es una planta silvestre, rústica, con espinas agudas, cuyos frutos son pequeños (Galvis & Herrera, 1995). *R. megalococcus* es un arbusto de hasta 3 m de altura; tiene tallos angulosos, glabros o pubescentes, espinosos, con espinas que se estrechan gradualmente desde la base, de 3-5 mm de largo, curvados,

con estípulas. Peciolos de 60-100 mm de largo, glabros a pubescentes y espinosos. Hojas trifoliadas, raramente pentafoiliadas, folíolos oval-lanceolados, subcoriáceos, de base redondeada, *ápice* acuminado, de margen aserrada, con haz y envés glabros. Inflorescencias en panículas, de 10-30 mm de largo, con 15-25 flores (figura 2.17a). Flores 15-17 mm de diámetro, sépalos ovales-lanceolados, pétalos de color rosado. Frutos globosos, 15-25 × 15-25 mm, con presencia de los sépalos; drupas grandes, de 10-20 por receptáculo, glabras, de color morado oscuro a negro (figura 2.17b) (Romoleroux, 1996).



Ilustración: Juan Felipe Martínez Tirado

Figura 2.17. *R. megalococcus* Focke. a. Inflorescencias; b. Frutos.

Rubus alpinus Macfad

Arbustos trepadores, de tallos acanalados, glabros o ligeramente pubescentes, con ramas que miden hasta 3 m de largo, reclinadas; de hojas brillantes, sin pelos (glabras) (figura 2.18a), con estípulas alargadas de 0,6 mm; de pecíolos casi cilíndricos, con 5 a 9 espinas curvas. Presenta hojas pentafoiliadas o trifoliadas, con folíolos ovados, de margen aserrado y venación prominente en el envés; las inflorescencias son panículas ramificadas y terminales, con pedicelos pubescentes, con una longitud de 0,6 a 1 cm; los sépalos son deltoides, en forma de punta, unidos en su base, con una longitud de 7 a 8 mm y 4 mm de ancho; los pétalos son redondeados, lisos, en forma

de membrana, con un largo y ancho de 6 a 7 mm, de color rosado tenue a blancos; con numerosos filamentos de una longitud de 6 mm y con anteras de 0,3 mm, con forma de ovado y redondeadas. Los frutos son redondeados, con un diámetro de 1 cm y compuestos por numerosas drupas, de un color púrpura profundo cuando están maduros (figura 2.18b), sostenidos por un cáliz persistente (Cancino et al., 2011).



Fotos: Jorge Alonso Bernal Estrada

Figura 2.18. *R. alpinus* Macfad. a. Planta; b. Frutos.

Descripción de algunos materiales de mora comúnmente sembrados en Colombia

Aunque la mora es una especie que se propaga vegetativamente, existen diferencias marcadas en los materiales de las zonas productoras del país, incluso dentro de las mismas zonas. Esta carencia de materiales debidamente caracterizados y evaluados, con una oferta tecnológica adecuada que resuelva los problemas de manejo del cultivo y en especial los problemas sanitarios, ha sido uno de los principales obstáculos para la inversión, debido a los riesgos económicos que acarrea el uso de materiales con un manejo desconocido. Por lo tanto, la caracterización y evaluación de materiales de mora garantiza un conocimiento certero de su comportamiento en las zonas de interés. En Colombia se han venido seleccionando accesiones o materiales, la mayoría provenientes de la mora de Castilla, los cuales han sido nombrados a partir de la zona de origen, vereda, municipio o con de nombres locales. De esta manera, se conocen materiales como: mora Pantanillo (de la vereda Pantanillo, en Envigado, Antioquia), Manzanares y Pácora (del departamento de Caldas), Santa Elena (corregimiento de Medellín), Guarne (Antioquia), Quinchía (Risaralda), francesa

(material seleccionado por la Universidad Católica de Oriente, procedente de una finca ubicada en la Ceja, Antioquia), entre otras.

De acuerdo con Escobar (1988), en algunas zonas de Colombia los campesinos han identificado ciertos materiales de mora de Castilla, que se conocen localmente como:

Mora pajarita

Se denomina comúnmente mora Pajarita a todas aquellas plantas que se encuentran por lo general en los bordes de los caminos o reductos de bosques primarios, entre los 1.200 y 3.000 m s. n. m.; por lo general son de baja producción y de difícil manejo. Tienen racimos ramificados de frutos pequeños y redondos, de color negro al madurar (figura 2.19), de sabor dulce y muy apetecidos por los campesinos donde la planta fructifica; aparentemente es una planta rústica y tolerante a plagas y enfermedades (Escobar, 1988).



Fotos: Jorge Alonso Bernal Estrada

Figura 2.19. Racimo de mora pajarita.

Mora ranchona

Es una mora de Castilla con espinas, a la cual los agricultores le dan este nombre debido al exuberante crecimiento que tiene la planta (figura 2.20), semejante a un rancho o choza, lo que la hace difícil para su manejo (Escobar, 1988).



Foto: Germán Franco

Figura 2.20. Planta de mora de Castilla Ranchona.

Mora hartona

Planta de mora de Castilla poco ramificada, de frutos grandes y de buen rendimiento (8 a 12 kg/planta/año) (Escobar, 1988).

Morón

Denominación dada a la mora de Castilla en algunas zonas de los departamentos de Boyacá y Santander, debido a que en los cultivos locales son utilizadas moras más silvestres o zarzamoras, las cuales tienen un tamaño de fruto más pequeño. En algunas zonas productoras de Cundinamarca, se le denomina Morón a una mora de tamaño mayor a la mora de Castilla, que pertenece posiblemente a la especie *R. macrocarpus* y que se caracteriza por tener frutos muy grandes, de sabor astringente y muy ácido.

Además de los anteriores, los agricultores han denominado otros materiales de mora, de los cuales sobresalen los siguientes:

Mora San Antonio

La mora San Antonio se encontró por primera vez en el año de 1995 en predios del agricultor Rodrigo Echavarría, en el corregimiento San Antonio de Prado, Vereda El Llano, perteneciente al municipio de Medellín, a una altura de 2.180 m s. n. m. Posteriormente, Córdoba, Londoño y Bernal (1998), adelantaron un trabajo de investigación en el Centro de Investigación La Selva, de AGROSAVIA, donde se evaluaron diferentes materiales de mora como la mora San Antonio, mora de Castilla procedente de Guarne y de Santa Elena, y tres materiales foráneos denominados *Black Satin*, *Thornless Evergreen* y *Jumbo*. En esta investigación los mayores rendimientos se obtuvieron con el material San Antonio (15,83 t/ha/año), el cual mostró diferencias significativas con los materiales Santa Elena (5,11 t/ha/año) y Guarne (3,89 t/ha/año). La diferencia del material San Antonio se debe a la presencia de un número mayor de ramas productivas (figura 2.21a), mayor número de inflorescencias y frutos, que se distribuyen a lo largo de las ramas (figura 2.21b), así como baja o nula emisión de tallos vegetativos, además de una mayor precocidad en comparación con los otros dos materiales regionales. De acuerdo con los mismos autores, en información tomada durante 43 semanas, el cultivar San Antonio fue el más precoz, iniciando producción a los ocho meses después de la siembra, y se sostuvo como el de mayor rendimiento en once meses, en comparación con los otros dos materiales, los cuales iniciaron producción solo once meses después de la siembra.



Fotos: Germán Franco

Figura 2.21. Mora San Antonio. a. Planta con todas sus ramas productivas; b. Frutos distribuidos a lo largo de la rama.

Los frutos de la mora San Antonio pueden ser circulares, cónicos o elípticos, aunque predomina la forma redondeada (figura 2.22); son de tamaño variable y más pequeños que los de la mora de Castilla; su color va de rojo a púrpura, o rojo oscuro cuando maduran; presentan fructificación continua, aunque se observan picos de producción a intervalos de cinco a seis meses. El diámetro polar de la fruta se halla en un rango de 2 a 2,5 cm, el diámetro ecuatorial va de 2,1 a 2,5 cm y el peso es de 4,7 a 5 g por unidad. Los sólidos solubles de estos frutos fluctúan entre los 8 y 9 °Bx. En ensayos experimentales realizados por Corpoica, en el Eje Cafetero a 2.200 m s. n. m., durante un año de producción se obtuvieron rendimientos promedio de este material de 15,83 t/ha, lo cual duplica al promedio nacional. En el predio de un agricultor del municipio de El Retiro (Antioquia), vereda Pantalio, a 2.180 m s. n. m., en un año de producción de la mora San Antonio se obtuvieron 15 kg/planta/año lo que, a una distancia de 2,5 m entre surcos por 1,5 m entre plantas, significa un potencial productivo de hasta 40 t/ha (Bernal & Díaz, 2006).



Fotos: Jorge Alonso Bernal Estrada

Figura 2.22. Fruto de mora San Antonio.

Mora de Castilla sin espinas, mora sin espinas o mora sin tunas

Según Clavijo y Pedraza (2004), de acuerdo con un relato de señor José Manuel Bedoya Orozco, la mora de Castilla sin espinas se encontró por primera vez en 1998 en la finca La María, vereda Canaán, municipio de Salento, departamento del Quindío, de propiedad de su familia. El sitio del hallazgo de una sola planta fue bajo la sombra de un guadual, en cercanías a la casa de la finca, a una altura de 1.760 m s. n. m. La observación inicial permitió esbozar algunas teorías muy campesinas, por cierto, sobre su posible aparición, adjudicándole el traslado de sus semillas “a unas mirlas patiamarillas que tenían su nido encima del guadual”. A partir de entonces, a través de una “diseminación espontánea” aparecieron plantas de moras de Castilla sin espinas en distintas zonas productoras del Eje Cafetero, que además de esta destacada e importante característica, presentaba una notable capacidad productiva pues se observa la emisión de un mayor número de ‘ramas hembras’ o ramas productivas (figura 2.23), en contraste con una disminución significativa de ‘ramas fuate’ o improproductivas. Este material cuenta con racimos y frutos de tamaño similar a la mora con espinas. En general, todas estas características convirtieron a la mora de Castilla sin espinas en una buena alternativa para las zonas moreras del país (Clavijo & Pedraza 2004; López, Marulanda, & López, 2009).



Foto: Jorge Alonso Bernal Estrada

Figura 2.23. Proliferación de ramas productivas en mora sin espinas.

La mora sin espinas es una planta perenne, con porte arbustivo, semierecto, de tallos rastreros o semierguidos que forman macollas, en este sentido, el material objeto de caracterización presenta similitudes morfológicas con la mora de Castilla (*Rubus glaucus*). La característica principal de la mora sin espinas es la ausencia total de aguijones o espinas en toda la planta, en la que se evidencian vestigios en forma de pequeñas protuberancias perceptibles al tacto y acentuadas mayormente en los pecíolos de las hojas (figura 2.24). En la mora con espinas los aguijones se hallan distribuidos en toda la planta, lo que además de generar las dificultades para su manejo, se constituye en un punto susceptible a antracnosis o tuna negra. Por su parte, en la mora sin espinas se presentan aisladamente algunas vellosidades o pelos delgados difíciles de detectar a simple vista, los cuales están ausentes en la mora con espinas (Clavijo & Pedraza, 2004).



Foto: Jorge Alonso Bernal Estrada

Figura 2.24. Vestigios de los aguijones en mora sin espinas.

De acuerdo con observaciones realizadas por Clavijo y Pedraza (2004), la mora sin espinas produce un macollamiento 15 a 20 % superior al de la mora con espinas, con aproximadamente un 98 % de ramas productivas, lo que hace que el material sea alrededor del 30 % más productivo frente a la mora con espinas.

El tamaño de la fruta de este material alcanza longitudes de hasta 3,5 cm y diámetros de hasta 2,3 cm; el peso del fruto es de 6,1 a 7,8 g, similar o ligeramente mayor al de la mora con espinas. Los frutos son principalmente de forma cónica (figura 2.25). La semilla es de forma cuneiforme (Clavijo & Pedraza, 2004), de superficie reticulada, y mide entre 4 y 6 mm de largo por 2 mm de ancho. En la mora sin espinas se encontraron 134-150 drupas por fruto.

En la zona cafetera los periodos pico de producción son de enero a febrero y de julio a agosto, con ligeras variaciones que dependen de los periodos de lluvia. Por lo general, se obtienen rendimientos de hasta 15 t/ha (Clavijo & Pedraza, 2004).



Foto: Jorge Alonso Bernal Estrada

Figura 2.25. Frutos de mora sin espinas.

Condiciones climáticas y de suelos

La mora en Colombia se desarrolla en clima frío; es sensible a las heladas que ocasionan la quemazón de los tallos o anulan la producción de frutos si se presentan en periodos de floración o al inicio de la fructificación, por ello se debe conocer muy bien el microclima de la zona donde se va a establecer el cultivo.

Radiación solar

La radiación solar influye marcadamente sobre el crecimiento y desarrollo de la planta, principalmente por su efecto sobre la fotosíntesis que determina la síntesis de los carbohidratos y la producción de biomasa de los cultivos. La duración, intensidad y calidad de la luz están dentro de los factores climáticos más importantes para determinar la calidad del fruto, pues la alta luminosidad favorece el color porque promueve la mayor síntesis de los pigmentos antociánicos (rojos), mejora el índice refractométrico (°Bx) elevando el contenido de sólidos solubles; además, aumenta el contenido de ácido ascórbico (Kader, 2011). En zonas altas, donde la radiación solar es mayor, la calidad del fruto es superior, respecto a su coloración y al aspecto sanitario (menos alteraciones por fisiopatías) (Fischer, 2000). Por el contrario, las radiaciones solares altas prolongadas y acompañadas por un periodo seco, causan quemaduras (golpe de sol) sobre los frutos (Fischer, 2000). En hojas y tallos de mora se han observado mecanismos de resistencia a la incidencia de los rayos solares, con la presencia de las antocianinas y los fenoles que actúan como filtros contra la radiación ultravioleta; por lo anterior, es frecuente observar coloraciones moradas o violetas intensas en los tallos expuestos a la radiación solar directa, como mecanismo de protección, lo que puede ser confundido con enfermedades o deficiencias nutricionales.

La mora tiene bajo punto de compensación lumínica para realizar procesos de fotosíntesis y transformación. Se considera que 1.200 a 1.600 horas de brillo solar/año son adecuadas a medida que se incrementan los requerimientos hídricos y nutricionales (Erazo, 1988). La incidencia lumínica diaria está afectada por las nubes y las lluvias fuertes, y esta a su vez determina la intensidad del proceso fotosintético.

Altitud

La mora crece en un amplio rango de alturas. En Colombia puede encontrarse creciendo tanto en forma silvestre como cultivada; se localiza en la región Andina, donde se desarrolla entre los 1.400 y 3.200 m s. n. m. A pesar de que se desconocen las condiciones óptimas para su cultivo, los mayores rendimientos de la mora se han obtenido entre los 1.800 y 2.500 m s. n. m. Por encima de los 2.500 m s. n. m. se presentan condiciones limitantes que disminuyen los rendimientos, la calidad y el tamaño de los frutos (Cortés & Ruiz, 1978; Federación Nacional de Cafeteros [FNC], 1992; Franco & Giraldo, 2001).

Temperatura

En Colombia se encuentran cultivos de mora en zonas con temperaturas que oscilan entre los 14 °C y 18 °C. En regiones muy frías, de 10 a 12 °C, el fruto es pequeño, debido a que en estos pisos térmicos no hay las unidades de calor suficientes que permitan un desarrollo mayor y más rápido del fruto (Erazo, 1988). La temperatura óptima está comprendida entre los 12 y 19 °C (Cortés & Ruiz, 1978; FNC, 1992).

Otro factor de importancia que afecta el cultivo son las heladas, las cuales son muy comunes a alturas superiores de los 2.400 m s. n. m., que ocasionan quemazón de los tallos, para lo que luego se requiere de fuertes podas a nivel del suelo (FNC, 1992).

Humedad relativa

En general, la humedad relativa influye sobre la temperatura del aire, la presencia de vientos, nieblas y lloviznas, y disminuye la insolación. La alta humedad relativa dificulta la transpiración adecuada de la planta, lo que origina una deficiente absorción de nutrientes, la hace más susceptible al ataque de enfermedades y disminuye el efecto de los productos para su manejo. Además, en periodos de floración dificulta la transferencia del polen y el vuelo de los polinizadores. En zonas con humedades relativas altas es recomendable ampliar las densidades de siembra, con el fin de garantizar una buena aireación en el cultivo; además es necesario realizar podas de aclareo, mantenimiento o podas sanitarias. Contrariamente, humedades relativas muy bajas (40 %) acompañadas por vientos cálidos pueden originar una fuerte marchitez de flores, deshidratación y cese de la fotosíntesis, por el cierre de los estomas y la muerte de brotes tiernos (Fischer, 2000).

La humedad relativa está en función de la temperatura y en estrecha relación con la precipitación. En zonas donde la humedad relativa es del 70 al 80 %, la mora crece en buenas condiciones. Cuando los valores son superiores al 80 % perjudican el desarrollo normal del cultivo, ya que favorecen la incidencia de enfermedades que pueden afectar significativamente la producción (FNC, 1992; Franco & Giraldo, 2001).

Precipitación

La importancia ecológica del agua se debe a su papel fisiológico en la planta, ya que su actividad metabólica está estrechamente relacionada con su contenido hídrico

(Kramer, 1989). Un ejemplo es el coeficiente de fotosíntesis que se reduce invariablemente al disminuir el agua en la planta. En especies como la mora, en las cuales la floración y la fructificación ocurren durante todo el año, la precipitación debe estar bien distribuida. Periodos secos en épocas críticas (brotación de yemas florales, floración, fecundación, cuajado y llenado de frutos) causan disminución en el tamaño y aumento de la caída de los frutos (Fischer, 2000). Sin embargo, la lluvia debe ser mínima durante el periodo de floración, teniendo en cuenta que cuando el polen es mojado por el agua libre se revienta y pierde su función. Al respecto, Bautista (1977) reporta que hay una reducción en la producción de moras por planta al mes siguiente en el cual la precipitación fue menor a 100 mm o mayor a 350 mm. El mismo autor menciona que el exceso de humedad en el suelo, debido a lluvias o riego durante el proceso de fructificación, se reconoce como un factor desfavorable para la acumulación de sólidos solubles; de hecho, durante las épocas lluviosas los frutos de mora son menos dulces que los cosechados en épocas más secas, debido a que los sólidos solubles se encuentran menos concentrados.

En mora, cuando se presentan periodos secos o cuando el suelo muestra baja retención de humedad, la planta se resiente, lo que implica que esta necesita de un permanente suministro de agua. En condiciones del trópico, en particular de los Andes suramericanos, el suministro de agua debe ser del orden de los 1.500 (mínimo) a 3.500 mm/año (máximo); las zonas cultivadas tienen precipitaciones entre los 1.500 y 2.500 mm anuales (Franco & Giraldo, 2001).

A pesar de esto, es más importante una buena distribución de las lluvias que el volumen total al año, pues la evapotranspiración juega un papel importante en esos volúmenes. Además, las propiedades físicas del suelo también intervienen en asegurar un crecimiento rápido y continuo de la planta. La producción de fruta es permanente y de mayor calidad cuando la distribución de lluvias es uniforme; sin embargo, los periodos de menor lluvia coinciden con las épocas de producción (Franco & Giraldo, 2001).

Riego

En el cultivo de la mora en Colombia no es muy utilizado el riego, puesto que la zona Andina, donde están establecidos la mayoría de los cultivos de mora en el país, posee condiciones en las cuales el régimen de lluvia permite que las plantas logren sobrevivir en las épocas de verano, con producciones aceptables, aunque con reducción en la productividad. Además, la implementación del sistema incrementa los costos de producción y no permite su viabilidad económica.

La planta puede soportar periodos relativamente prolongados de sequía; sin embargo, una suspensión intempestiva en el suministro de agua puede disminuir en forma considerable la producción y el tamaño de la fruta. Gallardo y Cuadra (2009) encontraron en plantas de este género, en pleno crecimiento, requerimientos de 25,4 mm de agua/semana; cuando se presentan épocas de sequía y frutos en pleno crecimiento, este requerimiento es aún mayor.

Para conseguir la máxima producción en el cultivo es necesario mantener una buena humedad en el suelo. El riego por microaspersión y el sistema por goteo, colocados a baja altura, son los sistemas que podrían utilizarse. Lo más importante es la regularidad en el riego, ya que, como resultado de un adecuado suministro, se obtienen plantas con ramas de mayor grosor, frutos más grandes y, por ende, plantas de mayor producción. Existen muchos factores que afectan las necesidades de riego en el cultivo, entre los cuales se destacan la capacidad de retención de agua del suelo, las condiciones climáticas y el estado fenológico de la planta. Es así como los suelos arcillosos y pesados permiten la conservación del agua abastecida tres veces más a 30 cm de profundidad, que suelos arenosos, livianos y poco profundos, los cuales requieren regarse con más frecuencia con pocas cantidades de agua. Además, se debe considerar que el agua en exceso puede inducir asfixia radical, desarrollo de hongos y pudrición de las raíces (Gallardo & Cuadra, 2009).

Viento

Diversos factores ambientales provocan estrés en las plantas, dentro de estos el viento es el principal agente, ya que potencialmente provoca cambios fisiológicos o morfológicos, causando un estrés mecánico. Como respuesta a este factor, las plantas para evitar fallas estructurales pueden adoptar mecanismos de redistribución de los fotoasimilados, o pueden mostrar variaciones en el balance osmótico para evitar la deshidratación (Schulze, Beck, & Müller-Hohenstein, 2005). Así mismo, las plantas sometidas a vientos fuertes sufren daños considerables y de importancia económica. Por ejemplo, una acelerada desecación del follaje o del hipocótilo se observa como efecto de fuertes corrientes de viento; además, las plantas suelen presentar daños en el follaje, rompimiento de tallos y ramas, volcarse o morir (Fischer, 2000).

Los vientos fuertes en el cultivo de la mora, especialmente en la época de producción, ocasionan caída de flores y frutos y desgarre de ramas. Es aconsejable entonces, ubicar los cultivos en zonas donde el viento no afecte directamente las plantas, estableciendo los surcos del cultivo en la misma dirección del viento, con el fin de mitigar el impacto

de este sobre las plantas. El cultivo de la mora establecido en zonas de vientos fuertes presenta limitantes de producción y rendimiento, lo que hace imprescindible la instalación de barreras rompevientos o un manejo de las distancias de siembra, de tal forma que las plantas se protejan unas con otras, para reducir las variaciones fisiológicas y morfológicas en estas. Con esto no solo se disminuirán los efectos dañinos del viento, sino que mejorará el rendimiento y la calidad del cultivo, creando un clima favorable para su desarrollo (Casierra-Posada & Aguilar-Avendaño, 2008).

Granizo

Las granizadas se producen esporádicamente y suelen ocurrir en épocas de verano, después de fuertes calores y ambiente en calma. Las granizadas causan una serie de heridas por impacto sobre tallos (figura 2.26a), hojas, flores, brotes y frutos (figura 2.26b); los efectos oscilan entre pequeñas heridas y defoliación parcial o total y caída completa de frutos. Ello depende del tamaño de los trozos de hielo, de la velocidad de caída y de la duración del fenómeno (Kays, 1999). Después de una granizada existe un severo riesgo de enfermedades fungosas y bacterianas como consecuencia del gran número de heridas y el alto nivel de humedad, posterior a las tormentas (Fischer, 2000). En algunas zonas productoras de mora en Antioquia, especialmente aquellas por encima de los 2.400 m s. n. m., donde se presentan granizadas periódicas, se han establecido cultivos bajo mallas antigranizo de color blanco, cuyas principales funciones son las de proteger el cultivo y filtrar el agua y los rayos del sol; sin embargo, bajo este sistema los costos de producción se incrementan.



Fotos: Jorge Alonso Bernal Estrada
y Germán Franco

Figura 2.26. Daño por granizo. a. Sobre tallos de mora; b. Decoloraciones en drupas por impacto del granizo.

Zonas de vida

Según Holdridge (1967), citado por Espinal (1986):

Una zona de vida es un grupo de asociaciones vegetales dentro de una división natural del clima, en las cuales se han tomado en cuenta las condiciones y etapas de sucesión y las cuales tienen una fisonomía similar en cualquier parte del mundo (p. 1).

El cultivo de la mora en Colombia se ha observado en las siguientes zonas de vida: bosque seco montano bajo (bs-MB), bosque húmedo montano bajo (bh-MB), bosque seco premontano (bs-PM) y bosque húmedo premontano (bh-PM).

Requerimientos edáficos

La mora de Castilla se desarrolla mejor en suelos francos, franco-arenosos y franco-arcillosos, de modo que permita una adecuada reserva de agua y el exceso sea evacuado fácilmente, para lo cual es necesario construir canales de drenaje. Un suelo apropiado debe contener altos niveles de materia orgánica, fósforo y potasio, con una buena relación Ca: Mg: K de 2: 1: 1, respectivamente, ya que junto con el boro son los responsables de una mayor o menor resistencia a las enfermedades. Deben presentar buen drenaje tanto interno como externo, ya que es una planta altamente susceptible al encharcamiento. Se adapta bien a pH ácido entre 5,2 y 6,7 siendo 5,7 el óptimo (Cortés & Ruiz, 1978).

El recurso hídrico debe ser suficiente, así como los contenidos de materia orgánica; los suelos no deben ser exageradamente arcillosos, como para encharcarse, ni tan arenosos que no permitan su disponibilidad para las plantas. Los frutos obtenidos en épocas de insuficiencia hídrica son de mala calidad, con poco desarrollo, de un color poco agradable y menos dulces. En zonas de alta pluviosidad se prefieren suelos con un 5 a un 25 % de pendiente, en zonas de menor pluviosidad se cultiva en suelos planos o de pendiente ligera (0 a 5 %); la profundidad efectiva debe ser 1 m o más (Franco et al., 1996a)

Sistemas de propagación

Propagar es producir plantas seleccionadas, con el fin de aprovechar sus características más importantes, tales como: alta producción, sanidad, tamaño y calidad de fruta,

entre otras. En lo que se refiere a los frutales (y en general, a la gran mayoría de las plantas cultivadas), su multiplicación es básicamente de dos formas: sexual –por medio de semillas– y asexual –por medio de partes de la misma planta–. Estas partes pueden ser renuevos o hijos, esquejes o estacas, rizomas, acodos (rastreros, en suelo o aéreos), pueden ser injertos; también se utiliza la técnica de cultivos *in vitro* de propagación masiva de plantas, en la cual se usan meristemos, explantes de hojas, granos de polen, embriones somáticos, entre otros. La mora se puede propagar sexual o asexualmente, pero el método más recomendado comercialmente es el asexual, por ser hasta ahora el más económico y de mejores resultados.

Selección de las plantas madres para la propagación

Antes de proceder a la propagación de la mora es necesario conocer muy bien la procedencia del material y el método de propagación a utilizar. Para ello, se deben seleccionar “plantas madres” de las que se va a extraer el material de propagación. Para la selección de estas, es necesario tener en cuenta los siguientes aspectos: la variedad o tipo de mora que se va a propagar, el aspecto fitosanitario de las plantas, la producción y la calidad de la fruta producida, la identificación de la(s) variedad(es) o material(es), entre otros.

Propagación sexual

En la naturaleza, las plantas que se multiplican por semilla muestran una marcada tendencia a la variación. Cuando estas se propagan solamente por semilla, se logra su mejoramiento en forma paulatina; cuando se emplea la multiplicación vegetativa, tal como se utiliza actualmente en mora (acodos de punta), pueden perpetuarse las características deseables de un determinado individuo en forma rápida y masiva.

Avilán, Leal y Bautista (1992) mencionan que la semilla de mora presenta alto grado de apomixis, lo cual hace que las plantas propagadas por semilla sean básicamente clones de la planta madre. No obstante, las plantas apomícticas, desde el punto de vista evolutivo, carecen de las ventajas adaptativas que brinda la reproducción sexual; esta condición (apomixis) da la posibilidad de fijar genotipos altamente adaptados a su ambiente, en forma indefnida (Asker & Jerling, 1992; Whitton, Sears, Baack, & Otto, 2008).

Por lo anterior, se puede reevaluar el criterio de que la reproducción sexual de la mora no es recomendable. Los autores consideran que es una muy buena alternativa de

propagación, ya que se pueden producir plantas clonadas a través de la reproducción sexual, en forma rápida, masiva y a muy bajo costo. Sin embargo, existen limitaciones, pues el tiempo que transcurre entre la germinación y la siembra en campo es extenso (Angulo, 2003) y, además, las plantas tardan al menos dos meses más en entrar a producir que aquellas obtenidas a través de acodos de punta (sistema tradicional vegetativo). De otra parte, los agricultores que propagan mora por semilla aún no tienen claro que esta posee latencia de tipo físico, la cual ocasiona que la germinación tarde hasta tres meses, lo que dificulta el proceso de propagación y entrega de material de siembra. Dicho inconveniente puede ser subsanado y el factor deja de ser una limitante.

En ese sentido, Díaz (2011) encontró que la semilla de mora germina más rápidamente que por medios convencionales, si se somete a un tratamiento para romper su latencia, el cual consiste en sumergirla en hipoclorito de sodio comercial (5,25 %), durante 18 horas; posteriormente la semilla se lava con agua corriente y se siembra. Con ello se logran germinaciones en promedio del 80 %, en los primeros treinta días después de la siembra.

Desde hace unos años, en algunas zonas productoras de mora del país, se han venido reproduciendo plantas por semilla sexual, estableciéndose huertos con material obtenido a partir de dicho sistema, con buenos resultados. Lo que se ha observado en dichos huertos es que los individuos son idénticos o muy similares a aquellos de donde proceden las semillas y, además, mantienen sus características varietales, presentando un muy bajo porcentaje de plantas segregantes. Sin embargo, en algunos casos, se ha observado la presencia de plantas poco productivas o diferentes en su fenotipo al material propagado; lo anterior, debido a la no implementación de protocolos de multiplicación recomendados y a la carencia del huerto madre.

El proceso sexual de propagación de la mora exige una serie de labores que garanticen que tanto la semilla como las plántulas obtenidas cumplan con calidad genética, fisiológica y sanitaria necesaria para lograr un material de siembra en óptimas condiciones. Se debe contar con un huerto madre para la obtención de la semilla, el cual consiste en el establecimiento de un grupo de al menos 25 plantas aisladas, de las que se seleccionan las seis plantas internas de donde se obtiene la fruta para semilla. De esta forma se garantiza que la fruta obtenida es producto de una polinización cerrada del genotipo deseado. Igualmente, el manejo sanitario del huerto debe cumplir con todas las normas establecidas para esto (Instituto Colombiano Agropecuario [ICA], 2011).

Una vez se tenga el huerto para la propagación por semilla, se debe partir de una buena selección, la cual consiste en empezar por una adecuada recolección de los frutos (que sean sanos, de buen tamaño, completamente maduros, de coloración uniforme, libres de plagas y enfermedades), que procedan de plantas vigorosas, sanas, bien desarrolladas (figura 2.27), reconocidas por su alto rendimiento y que lleven al menos un año de producción. En vista de que la semilla de mora acumula reservas para la germinación hasta el momento de la madurez completa del fruto, el mayor porcentaje de germinación se obtendrá con semillas extraídas de frutos en completa maduración, lo cual ocurre entre las diez y las doce semanas (70 a 84 días) después de la apertura de la flor (Bernal & Díaz, 2006).



Foto: Germán Franco

Figura 2.27. Plantas de mora aptas para la obtención de semilla sexual.

Luego de seleccionar los frutos para la semilla se procede a la extracción de esta. Existen varios métodos: mecánicos, químicos y por fermentación natural; la finalidad de estos procesos es separar la semilla del mucílago o sustancia gelatinosa (arilo), que la rodea y que dificulta su manejo, impidiendo además que germine en forma adecuada. Entre los métodos, sobresale el de fermentación por ser el más barato, confiable y por tener la ventaja de eliminar ciertas enfermedades transmisibles presentes en la capa externa de la semilla, como son principalmente las producidas por hongos y bacterias (Bernal & Díaz, 2006). Además, como ya se explicó anteriormente, el tratamiento de escarificación química es necesario para reducir el tiempo de germinación.

Para la extracción de la semilla por fermentación se procede a desmenuzar o macerar la fruta (figura 2.28); después se toma la pulpa con la semilla y se deposita en un recipiente de plástico o de vidrio, en un lugar fresco. Las semillas se someten a un proceso de fermentación durante 48 a 72 horas, agitando cada doce horas para promover la aireación de la masa y acelerar el proceso de fermentación, y así facilitar la eliminación del mucílago. Al cabo de ese tiempo se forma un hongo blanco (*Saccharomyces*), el cual indica que el proceso de fermentación ocurrió (figura 2.29). Una vez se ha completado este proceso se procede al lavado de las semillas, utilizando para ello un cedazo o colador (figura 2.30a), y luego se realiza el secado de estas sobre un papel absorbente (figura 2.30b) y a la sombra. La semilla recién lavada es de color carmelita, no requiere periodo de reposo y puede usarse inmediatamente después de la extracción (Bernal & Díaz, 2006).



Foto: Cipriano Arturo Díaz Díez

Figura 2.28. Macerado de la fruta para la obtención de semillas de mora.



Foto: Cipriano Arturo Díaz Díez

Figura 2.29. Crecimiento blanquecino que indica la presencia del hongo *Saccharomyces*, responsable de la fermentación.



Fotos Cipriano Arturo Díaz Díez

Figura 2.30. Pasos posteriores a la fermentación. a. Lavado; b. Secado.

En términos generales, se estima que son necesarios 1.200 g de moras (150 frutos de 8 g), para establecer una hectárea de cultivo; 1,2 kg de moras tienen alrededor de 18.000 semillas (120 semillas/fruto, en promedio), si se asume un porcentaje de germinación del 10% se obtendrían 1.800 plántulas, si de estas se descarta el 15% para solo dejar las más vigorosas, sanas y de mejor desarrollo, quedan 1.565 plantas, suficientes para la siembra de una hectárea, con una densidad de 1.333 plantas/ha, a una distancia de siembra de $2,5 \times 3,0$ m en cuadro, el 17% de las plantas restantes se utilizan para resiembras. En el caso de la mora San Antonio, para establecer la misma área, serían necesarios 1,5 kg de frutos, para sembrar 1.666 plantas, a una distancia de $2,0 \times 3,0$ m (Bernal & Díaz, 2006).

Semilleros

Son áreas preparadas para la siembra y mantenimiento del material vegetal de mora, bien sea de semilla sexual o asexual, durante un tiempo prudencial antes de su siembra en el sitio definitivo. Estas áreas deben ser de fácil acceso, con disponibilidad para el riego, protegidas contra el ingreso de animales.

Desinfección del suelo

El sustrato más adecuado para la germinación está compuesto por una mezcla de dos partes del suelo de textura media, una parte de materia orgánica bien descompuesta o compostada, y una parte de arena para mejorar el drenaje (figura 2.31). Los sustratos empleados en todas las etapas de propagación, tanto sexual como asexual, deben ser desinfectados para evitar problemas fitopatológicos que puedan afectar las plantas en el sitio definitivo de siembra y disminuir el riesgo de transportar plagas y enfermedades de un lugar a otro.



Foto: Jorge Alonso Bernal Estrada

Figura 2.31. Aspecto de un sustrato para la siembra de semilla de mora.

Los sustratos para la siembra pueden desinfectarse química o físicamente; un producto químico comúnmente utilizado en esta labor es el Dazomet 98 %, para lo cual es necesario tener en cuenta, previo a la siembra, el tiempo de desinfección, el volumen del producto utilizado y la apropiada ventilación. Este producto es un desinfectante de amplio espectro, con efectos herbicidas, fungicidas y nematicidas de grandes efectos en la esterilización de sustratos de siembra. Existe un método físico de desinfección del suelo denominado solarización, el cual es más económico, más sencillo y limpio (Bernal & Díaz, 2014). Este proceso hidrotérmico, mediante el uso del agua y la energía solar (radiación), permite la desinfección del suelo (Gómez, Guerra, Jaramillo & Bernal, 2000), para ello, se humedece el sustrato completamente (figura 2.32a) luego se cubre con un plástico calibre seis herméticamente (figuras 2.32b y 2.32c). Con dicha labor se consigue aumentar la temperatura en los primeros 20 cm del suelo, por lo tanto, la altura del suelo a solarizar no debe superar esa medida (figura 2.33); cabe anotar que el polietileno negro no muestra los mismos resultados que el transparente, por lo cual no es recomendable (Mesa & Rivera, 1996; Bernal & Díaz, 2014).

Fotos: Jorge Alonso
Bernal Estrada**Figura 2.32.** Desinfección física del suelo mediante solarización. a. Humedecimiento del sustrato; b. Cubrimiento de la cama; c. Sustrato cubierto herméticamente.



Foto: Jorge Alonso Bernal Estrada

Figura 2.33. Altura de la cama para la solarización.

Dependiendo de las zonas y las condiciones ambientales, para una adecuada solarización se requieren entre 30 y 45 días, con lo cual se asegura la muerte de patógenos y de algunas semillas de arvenses no deseadas en los cultivos. Una vez se desinfecta el sustrato (suelo), este se utiliza para la preparación de semilleros y almácigos (Mesa & Rivera, 1996; Bernal & Díaz, 2014).

Con el sustrato (suelo) desinfectado, se procede a la construcción de los semilleros, los cuales, en mora, pueden ser cajones de madera (de 10 cm de profundidad), germinadores plásticos con tapa (de 5 cm de profundidad) (figura 2.34a) o bandejas plásticas, conocidas también como bandejas para producción de plantas en confinamiento (de 5 a 8 cm de profundidad) (figura 2.34b), o se puede sembrar directamente en eras construidas en el suelo. Sin embargo, el método más adecuado para esta práctica consiste en la construcción de camas en el suelo o por encima de este. Los semilleros se deben ubicar en sitios planos, en lo posible retirados del cultivo (para evitar contaminaciones con plagas y enfermedades), con buen drenaje, cerca de fuentes de agua que permitan el riego; además, se deben proteger contra la acción directa del viento, el sol y los animales. Los semilleros que se construyen directamente en el suelo normalmente miden 20 cm de alto, 1,20 cm de ancho y el largo necesario (figura 2.35).



Fotos: Cipriano Arturo Díaz Díez

Figura 2.34. Germinadores para la siembra de semilla de mora. a. Bandejas plásticas con tapa; b. Bandejas con alvéolos.



Foto: Jorge Alonso Bernal Estrada

Figura 2.35. Semilleros construidos en el suelo para la siembra de semilla de mora.

Siembra de la semilla

Para la siembra de la semilla es necesario usar sustratos finos, sin la presencia de terrones; esta no se debe enterrar, por lo que se aconseja depositarla en hileras sobre el sustrato, con un espaciamiento de 5 cm, en el que se depositan 300 a 400 semillas por metro lineal y luego, manualmente, se debe cubrir con una capa delgada del mismo sustrato, a fin de evitar pérdidas por el viento, el agua y los animales (figura 2.36). Cabe anotar que el tamaño de la semilla de mora no permite que esta sea enterrada, ya que, a pesar de que puede germinar, no emerge del suelo (Bernal & Díaz, 2006).



Foto: Jorge Alonso Bernal Estrada

Figura 2.36. Semillero con un sustrato suelto apto para siembra de semillas de mora.

Una vez se tiene sembrada la semilla, se procede a cubrir el semillero con helecho o pasto seco para protegerlo de la radiación solar, mantener la humedad del semillero y controlar la temperatura de este; además, se debe aplicar riego con frecuencia (diariamente en épocas de verano). Es necesario revisar periódicamente el semillero y cuando se inicie la germinación (en 30 días aproximadamente), se debe retirar la cobertura. La temperatura óptima de germinación oscila entre los 17 y 21 °C, por debajo de 16 °C o por encima de 30 °C la germinación se reduce considerablemente. En mora se ha observado que, además de la latencia de la semilla que ocasiona un periodo de germinación tan largo, el porcentaje de germinación es bajo, alrededor de un 10 %, lo cual implica la siembra de un gran número de semillas para obtener plantas adecuadas (Díaz, 2011).

Selección de plántulas y trasplante al vivero

Para seleccionar las mejores plantas, es decir, las más vigorosas, sanas y bien formadas, se realiza descarte de al menos un 15 % de las mismas, 30 a 45 días después de la germinación cuando la planta haya alcanzado una altura de 1 a 2 cm. Las plántulas se trasladan a bolsas plásticas cuando tengan una altura de 3 a 4 cm en el semillero y más de dos hojas verdaderas (Díaz, 2011) (figura 2.37). Para facilitar el trasplante a bolsa se humedece previamente el semillero. En el proceso de trasplantación se debe utilizar una pequeña herramienta que no cause daño a las plántulas, con la cual se saca una porción de suelo que contiene varias de ellas; a continuación, manualmente, se separan las que tienen un buen sistema radical,

el que se caracteriza por tener una raíz pivotante, larga, recta, sana y formada completamente con raíces secundarias. Hay que tener cuidado de no cortar o herir las raíces. Con un ahoyador (palo cilíndrico, provisto de punta) de 1 cm de diámetro, se hacen hoyos de aproximadamente 3 cm de profundidad, en los que se introduce la raíz de la plántula, procurando que la raíces queden bien distribuidas y que el cuello de la plántula quede a nivel de la superficie del suelo. Una vez sembradas las plántulas en bolsas, estas se llevan al vivero, en condiciones protegidas (polisombra), para su endurecimiento (Bernal & Díaz, 2005).



Foto: Cipriano Arturo Díaz Díez

Figura 2.37. Extracción de plántulas del semillero para su posterior trasplante a bolsas de almácigo.

Se deben utilizar bolsas de polietileno negro, de calibre 4, de una dimensión aproximada de 10 cm de alto por 6 cm de diámetro, perforadas de la mitad hacia la base, con una capacidad aproximada de 600 g (figura 2.38). El vivero o almácigo, sitio donde permanecen las plantas hasta el trasplante, debe estar protegido de vientos fuertes, lluvias constantes y de la luz directa del sol (figura 2.39), ya que esta última puede ocasionar su deshidratación o quemaduras en las hojas. Se debe tener disponibilidad de agua para mantener los almácigos húmedos, pero no encharcados (riegos cada tres días) y libre de plantas nocivas; el vivero también debe ubicarse alejado de focos de contaminación por agroquímicos y animales (Bernal & Díaz, 2005).



Foto: Cipriano Arturo Díaz Díez

Figura 2.38. Plántula de mora en bolsa de almácigo.

Foto: Jorge Alonso Bernal Estrada

Figura 2.39. Vivero o almácigo para la mora propagada por semilla.

Para la construcción de los viveros pueden emplearse desde plásticos transparentes calibre 6 y maderas inmunizadas, hasta materiales de la región y maderas rústicas, lo cual disminuye los costos de instalación y brinda protección a las plantas. En épocas secas y en regiones con altas temperaturas puede resultar necesaria la utilización de telas polisombra, para disminuir el efecto dañino de los rayos solares sobre las plantas. Se debe hacer una vigilancia, seguimiento y manejo riguroso de los problemas sanitarios. Las plantas pueden permanecer hasta por tres meses en el invernadero, por lo tanto deben brindarse las mejores condiciones para obtener un material de siembra de excelente calidad y con un buen desarrollo (Bernal & Díaz, 2005).

Propagación asexual o vegetativa

Este método de propagación consiste en obtener plantas para la siembra a partir de trozos de tejido vegetativo, tomado de plantas madres seleccionadas por sus características sobresalientes. Con la propagación asexual se obtienen plantas idénticas (clones) a las plantas madres seleccionadas; además, el periodo productivo se inicia más rápido (precocidad) y la etapa de establecimiento de los cultivos puede ser más corta (Bernal & Díaz, 2005).

La propagación asexual de la mora es la más empleada, debido principalmente a que las plantas obtenidas por semilla tardan demasiado tiempo en germinar y pueden presentar heterocigosis. Es de anotar que para esta especie se emplean diferentes métodos de propagación asexual, tales como acodo de punta, acodo de ramas jóvenes, estacas, estaca modificada, cepa e *in vitro*, entre otros, siendo el primero el más utilizado en mora (Bernal & Díaz, 2005).

Para la multiplicación asexual de la mora es necesario conocer la procedencia y la forma de propagación a utilizar. Para ello se tienen que seleccionar plantas madres, de las cuales se van a extraer las partes vegetativas para la propagación. En la selección de dichas plantas se deben considerar los siguientes aspectos: la variedad o material de mora que se va a propagar, el estado fitosanitario de las plantas, la producción y calidad de la fruta, la productividad y la edad de las plantas, entre otros (Franco & Giraldo, 2001).

Tipos de ramas en mora

Para entender cuáles son las partes de la planta que se utilizan para la propagación vegetativa en mora, es necesario conocer los tipos de ramas que la planta emite y de esta manera utilizar el método más apropiado. Esta información será necesaria cuando en este capítulo se mencione el tema de podas.

Ramas látigo (fuetes)

Son ramas muy delgadas, de origen vegetativo (improductivas), poco lignificadas, con hojas pequeñas, escasas y atrofiadas (figura 2.40). Crecen horizontalmente buscando el suelo y con tendencia a enterrarse. Estas ramas se deben eliminar desde su punto de origen, ya que generan mayor humedad en el cultivo, lo cual aumenta la incidencia de plagas y enfermedades y pueden ser foco de infección; además, compiten por nutrientes y energía con las demás ramas de la planta (Franco et al., 1996a).



Foto: Germán Franco

Figura 2.40. Ramas látigo de plantas de mora.

Ramas vegetativas o machos

Son ramas de grosor variable, que se conocen porque su terminal o punta tiene las hojas cerradas (ángulo de inserción de la hoja sobre el tallo), las hojas ya abiertas tienden a girar sobre el eje del tallo y dirigirse hacia el mismo lado (figura 2.41); este tipo de ramas crecen inicialmente en forma vertical y luego, por su propio peso, se doblan (agobian) hacia abajo al alcanzar determinada altura. Se pueden observar dos tipos de ramas macho: la rama macho productiva y la rama macho improductiva. La primera es aquella que al agobiarse produce en sus yemas brotes secundarios productivos; cuando se observe esta situación se debe podar en un punto semileñoso, cerca del sitio de agobio (figura 2.42a), teniendo cuidado de dejar la mayor cantidad de brotes productivos; si la poda se realiza en un sitio juvenil de la rama, se inducirá la formación de ramas tipo látigo (figura 2.42b). Por su parte, la rama macho improductiva tiene las mismas características que la anterior, pero al agobiarse no produce crecimiento de brotes laterales (figura 2.42c); esta rama se poda desde la base.



Fotos: Jorge Alonso Bernal Estrada

Figura 2.41. Rama macho en planta de mora.

Fotos: Germán Franco

Figura 2.42. Poda de rama macho. a. Sitio de poda de una “rama macho productiva” (se observan en ella los brotes laterales en crecimiento); b. Emisión de ramas látigo por la poda de la rama macho en un punto de crecimiento juvenil; c. Detalle de una “rama macho improductiva” (se observa que al agobiarse no produce brotes laterales productivos).

Si la planta presenta muy buenas características en cuanto a producción y sanidad, deben protegerse las “ramas macho productivas” para emplearlas como semilla vegetativa, bien sea para realizar los acodos de punta, como para su reproducción por estacas (Franco et al., 1996a; Franco & Giraldo, 2001).

Ramas productivas o hembras

Las ramas productivas o hembras son de grosor variable, en un rango intermedio entre látigos y machos. Estas ramas pueden tener varios orígenes, por ejemplo: las ramas productivas primarias que se originan en la base de la planta, su crecimiento es vertical y siempre tienen en sus terminales las hojas abiertas (figura 2.43a); las ramas productivas secundarias, las cuales se producen a partir de la estimulación de las yemas en las ramas macho y hembras, luego de cosecharlas se pueden emplear en la propagación por estacas; y las ramas productivas terciarias, que se originan a partir de las ramas secundarias, son generalmente delgadas y no se utilizan en la propagación (Franco et al., 1996a).

Dentro de las ramas hembra que produce la planta hay una que proviene de la parte basal, la cual se distingue por ser muy gruesa, vigorosa y con abundantes espinas; estas ramas productivas primarias florecen generalmente casi en su totalidad, a una altura ligeramente superior a la de la planta. Las moras más grandes proceden de estas ramas (figura 2.43b), las cuales, una vez han dado su producción, se deben podar a ras del suelo, estas no son adecuadas para propagación debido a que no lignifican. Otro tipo de rama hembra que produce la planta es aquella que se origina de ramas primarias, esta se debe podar, luego de haber dado la producción, en el punto de inserción de esta junto con la rama primaria (Franco & Giraldo, 2001).



Fotos: Germán Franco

Figura 2.43. Ramas productivas o hembras. a. Terminal de una rama productiva o hembra; b. Rama hembra primaria florecida.

Acodos

La mora tiene la capacidad de emitir raíces adventicias, las cuales se producen a partir de yemas ubicadas en los tallos de la planta y no provienen de la raíz original. Esta capacidad permite que el método de propagación vegetativa por acodo sea efectivo y rápido; por esta razón, este sistema es un método de multiplicación utilizado en mora.

Propagación por acodo de punta

El acodo de punta es el método más utilizado en el cultivo por su rapidez y efectividad, la parte terminal en una rama posee un gran número de yemas (figura 2.44), las cuales emiten raíces al entrar en contacto con el suelo. Contrariamente, si se remueven los ápices de las ramas para ponerlas a enraizar, el porcentaje de raíces emitidas será muy inferior al obtenido de ramas con todas sus yemas terminales.



Foto: Jorge Alonso Bernal Estrada

Figura 2.44. Parte terminal de una rama macho productiva, apta para realizar el acodo de punta.

El acodo de punta consiste en seleccionar ramas macho (nunca se deben propagar ramas látigos), para ponerlas a enraizar, introduciendo su ápice o “punta” en una bolsa con suelo previamente desinfectado (figura 2.45a). Las ramas seleccionadas deben ser lo suficientemente largas para que permitan agobiarlas, es decir que no se deben quebrar cuando se realice esta práctica (figura 2.45b), pues de esta manera se reduce el porcentaje de prendimiento.



Fotos: Jorge Alonso Bernal Estrada

Figura 2.45. Acodos de punta realizados con ramas macho productivas en un cultivo de mora.
a. Puntas de ramas introducidas en bolsas; b. Ramas suficientemente largas aptas para el acodo.

Para realizar el acodo se introduce la punta de la rama seleccionada en una bolsa con tierra, a la cual se le ha hecho previamente un hueco con un implemento redondo, de una pulgada de diámetro (p. ej., palo de escoba). El agujero debe hacerse hasta el fondo de la bolsa, ya que la rama seleccionada debe introducirse a igual profundidad; para facilitar esta labor se recomienda humedecer el suelo de la bolsa el día anterior. Las bolsas para los acodos deben tener una dimensión de 25 cm de largo por 12 cm de diámetro, en plástico negro, de calibre 4, y perforadas desde la mitad hasta el fondo para permitir su drenaje. Antes de enterrar la rama se deben remover las hojas terminales, de tal manera que se facilite la introducción de esta; bajo ninguna circunstancia se debe remover el ápice de la rama, pues como ya se explicó, las raíces adventicias emergerán de las yemas presentes en este sitio. La rama acodada debe permanecer adherida a la planta madre por un tiempo aproximado de 30 días, al cabo del cual se observarán brotes procedentes de las yemas de la parte aérea del acodo. Una vez se observen estos brotes, las plantas cuentan con un buen sistema radical (figura 2.46a) y los acodos pueden cortarse de la planta madre a una altura aproximada de 25 a 30 cm (figura 2.46b).



Fotos: Jorge Alonso Bernal Estrada

Figura 2.46. Plantas de mora obtenidas por acodo de punta, 30 días después de realizado. a. Sistema radical con buen desarrollo; b. Planta propagada por acodo.

Una vez las plantas acodadas son separadas de la planta madre, estas deben permanecer en un vivero con polisombra (sarán) del 50 % de retención de luz, por al menos 30 días, para llevarlas posteriormente al campo.

Propagación por estacas

La propagación por estacas en mora no es un método muy utilizado, debido al bajo porcentaje de prendimiento, comparado con el sistema de acodo. Sin embargo, algunos productores de plantas y viveristas se han especializado en esta práctica y la usan para obtener un gran número de individuos en forma rápida. La siembra por estaca se puede realizar de varias maneras, pues es posible sembrar estas en camas, directamente en bolsas, directamente en campo, pregerminadas (modificadas) o no.

Las estacas, al igual que en la semilla sexual, deben proceder de las mejores plantas, seleccionadas por su rendimiento y demás características deseables. Para la propagación por estacas en mora se emplean trozos procedentes de todo aquel material resultante de podas, que presenten consistencia semileñosa, de al menos 1 cm de diámetro (grosor de un lápiz), de aproximadamente 20 cm de longitud y que contengan de 3 a 5 yemas

viales (figura 2.47); los trozos pueden provenir de ramas que hayan producido frutos, ramas secundarias y terciarias ubicadas en la parte media de la planta, que no presenten ataques de plagas y enfermedades, sin daño mecánico y de buena apariencia. Las estacas se cortan en bisel a 1 cm de la última yema y en corte recto en su parte basal, con herramientas debidamente afiladas, sin desgarrar sus tejidos; se debe proceder a deshojarlas para disminuir la transpiración y evitar la deshidratación. Las herramientas empleadas para realizar el corte de las estacas deben ser desinfectadas en una solución de yodo. Es importante aplicar productos protectantes sobre los cortes de la estaca para evitar pudriciones y contaminaciones en el material de siembra. Además, las plantas de las cuales se toma el material de propagación deben ser asperjadas con un fungicida protectante, para evitar la pudrición posterior de las mismas (Franco & Giraldo, 2001).



Foto: Germán Franco

Figura 2.47. Estacas sanas de mora aptas para propagación vegetativa.

La propagación por estacas presenta algunas dificultades, representadas en un rápido brote de las yemas, sin que exista aún el sistema radical, por lo que este crecimiento se detiene pronto; con el fin de obviar dicho fenómeno, Franco, Rodríguez y Guevara (1996b) desarrollaron una metodología de propagación por estacas en mora, denominada “estaca modificada”, la cual consiste en seguir todos los pasos que se recomiendan para la obtención de estacas, con la diferencia de que estas son sometidas a un proceso de estimulación de brotación de raíces en las yemas de las estacas obtenidas. Para esto, se procede a “curar” las estacas, colocándolas en un sitio en completa oscuridad (figura 2.48), cubriéndolas ya sea con pasto, papel periódico húmedo o recubiertas con plástico por dos semanas (15 días); esta condición ayuda a crear una cámara húmeda en oscuridad que promueve la brotación equilibrada de

raíces y yemas latentes (figura 2.49). Es importante que las estacas sean puestas en forma horizontal para favorecer la translocación de las sustancias elaboradas de la estaca y así estimular bajo completa oscuridad la brotación de raíces.



Foto: Germán Franco

Figura 2.48. Estacas de mora antes del proceso de “curado” para estimular su brotación.



Foto: Germán Franco

Figura 2.49. Estaca modificada brotada, con buen equilibrio entre follaje y raíces.

Siembra de estacas en camas

Para la siembra de estacas en este sistema se construyen normalmente camas directamente en el suelo, las cuales miden 25 cm de alto, 120 cm de ancho y el largo necesario. En las camas se pueden sembrar las estacas, enterrándolas casi acostadas en un ángulo de 30 grados, de tal manera que todas las yemas, excepto la que queda por fuera, queden por debajo del nivel del suelo para así favorecer la mayor emisión de raíces, las cuales emergerán en forma adventicia de las yemas enterradas. Una vez se siembran las estacas, se deben cubrir con pasto o helecho seco, con el fin de conservar la humedad y la temperatura y evitar daños por la incidencia directa de los rayos solares y así favorecer que broten yemas y raíces. Al cabo de unos 20 a 30 días, tiempo en el cual los brotes emergen del suelo, debe ser retirado el material que las cubre para que la planta continúe con el desarrollo normal. Luego de permanecer unas cuatro semanas en la cama de enraizamiento, las estacas enraizadas y con brotes vigorosos son llevadas a raíz desnuda directamente al campo para la siembra, teniendo precaución de realizar esta labor en días frescos o hacia las últimas horas de la tarde, para protegerlas de la radiación solar y evitar su deshidratación.

Siembra directa en campo

Las estacas también pueden sembrarse directamente en el campo, en el sitio definitivo de siembra. Para esto se procede a sembrar máximo tres estacas por sitio, enterrándolas casi acostadas en un ángulo de 30 grados, de tal manera que todas las yemas excepto una (la que quede por fuera) estén por debajo del nivel del suelo (figura 2.50a), para así favorecer la mayor emisión de raíces, las cuales emergerán en forma adventicia de las yemas enterradas. Una vez se siembran las estacas en el sitio de siembra se deben cubrir con pasto o helecho seco, con el fin de conservar la humedad y la temperatura y evitar daños por la incidencia directa de los rayos solares, y así favorecer que broten yemas y raíces. Al cabo de unos 20 a 30 días, tiempo en el cual las plantas emergen del suelo, debe ser retirado el material que las cubre y así permitir que la planta siga su normal desarrollo (figura 2.50b). Propagar plantas por este sistema no requiere bolsas ni almácigos, ya que la siembra es directa en el campo, se puede hacer en la finca, con lo cual se evita el transporte de material vegetal y no se requiere realizar acodos, lo que ahorra tiempo; en general se estima que con este sistema se disminuyen los costos de siembra entre un 60 y 80 % (Franco & Giraldo, 2001).



Fotos: Germán Franco

Figura 2.50. Estacas en el campo. a. Siembra de estacas de mora directamente en campo; b. Estacas brotadas.

Microestacas pregerminadas

El proceso consiste en seleccionar ramas enteras, con más de 50 cm de longitud, para lo cual se puede utilizar el material de poda; estas deben ser productivas, sanas y vigorosas. Una vez obtenidas, antes de la siembra, se desinfectan con el fin de reducir las pérdidas en la pregerminación. Las ramas obtenidas se entierran en forma horizontal en el suelo y se cubren con una capa ligera de tierra y otro tanto de hierba o pasto seco, con el fin de formar una cámara húmeda. De acuerdo a la humedad y la temperatura, luego de 25 a 30 días se inicia el enraizamiento. Las estacas germinadas se dividen en número igual al de las yemas que estas posean y se desinfectan. Posteriormente, las microestacas se trasplantan a bolsas de vivero y se ubican bajo sombrero para crear un ambiente apropiado de luz y humedad. A diferencia de los sistemas tradicionales, con las microestacas pregerminadas se logra un mayor número de plantas, a un precio menor y, por ende, con una considerable disminución en los costos de producción (Molina, 1998).

Las ventajas de la metodología de las microestacas pregerminadas son el máximo aprovechamiento del material vegetal de propagación disponible, alto porcentaje de prendimiento, bajos costos de producción, fácil desarrollo en finca, obtención de material vegetal similar al comúnmente empleado por los productores y fácil proceso de selección del material de siembra. Este método presenta ciertos requisitos técnicos y de manejo que, en algunos casos, pueden convertirse en desventajas respecto a los sistemas tradicionales: requiere buena desinfección en los procesos de pregerminación y siembra, se debe tener especial cuidado en el proceso de siembra y se requiere mano de obra con alto grado de capacitación o calificación. El proceso

intenta optimizar lo que resulta de las podas, reducir los costos y permitir una mejor selección del material de siembra (Molina, 1998).

Cultivo de tejidos *in vitro*

Consiste en producir en laboratorio, bajo condiciones controladas, en forma rápida y masiva, plantas libres de plagas y enfermedades, de materiales seccionados previamente (plantas élite). El material se obtiene de yemas, meristemos, tejidos vegetales o células individuales de una planta seccionada (Castellanos & Botero, 2003). En la actualidad muchas plantas pueden ser propagadas mediante la técnica del cultivo de tejidos vegetales *in vitro*. Especialmente para el género *Rubus* se han reportado importantes progresos con relación a las técnicas de cultivo *in vitro* de callos y a las técnicas del cultivo de meristemos y yemas (Castro & Gaviria, 1995) (figura 2.51). Cancino-Escalante, Quevedo, Villamizar y Díaz (2015) recomiendan el empleo de microestacas con yema axilar, como un buen material para procesos de propagación *in vitro* en diferentes genotipos de mora. La 6 bencilaminopurina 6BAP 2,0 mg/L, ácido giberélico GA_3 1,0 mg/L y la 6BAP 2,5 mg/L con GA_3 0,03 mg/L fueron los mejores reguladores de crecimiento adicionados al medio de cultivo, ya que favorecieron la longitud, el desarrollo foliar y el número de brotes en los explantes. Los autores indican, además, que el desarrollo radicular se estimula con la aplicación de ácido indolbutírico (IBA) 2,0 mg/L; mientras que Sigarroa-Rieche y García-Delgado (2011), al utilizar ápices meristemáticos de mora sin espinas, con un medio de cultivo 6 bencilaminopurina (6BAP) 1 mg/L y ácido giberélico (GA_3) 0,5 mg/L, obtuvieron resultados similares para el desarrollo de los explantes.



Fotos: Jorge Alonso Bernal Estrada

Figura 2.51. Plantas de mora en propagación vegetativa mediante el cultivo de tejidos *in vitro*.

Broome y Zimmerman (1978) reportaron en su trabajo la propagación *in vitro* de especies de mora (*Rubus* spp.), “Black Satin”, “Dirksen Thornless”, “Smothstem US 64-39-2”, “Thornless Blackberry”, mediante explantes tomados de vástagos en crecimiento activo, de los cuales se retiraron de 3 a 4 de las hojas que encierran el ápice y se sembraron en medio de cultivo. Skirvin, Chu y Gomez (1981) lograron la multiplicación y el enraizamiento de tres variedades de mora (Thornless Boysenberry, Thornless Youngberry y Thornless Evergreen) libres de virus. Por su parte, Ramírez (1989) logró el crecimiento y desarrollo de microplántulas en el medio de cultivo Murashige y Skoog (1962), suplementado con 6-bencilaminopurina (BAP) (2 mg/L).

Castro et al. (1995) realizaron la evaluación de plantas propagadas por acodo tradicional frente a plantas micropropagadas, de allí se encontró que inicialmente las plantas producidas *in vitro* tuvieron un retraso de cuatro semanas para entrar en producción, debido a un periodo de juvenilidad, sin embargo, en observaciones posteriores las plantas de procedencia *in vitro* presentaron frutos de mayor tamaño, más homogéneos y de mayor peso. El cultivo de meristemos tiene dos ventajas: la contaminación por virus puede ser solucionada en combinación por termoterapia y se pueden producir plantas con la misma identidad genética en corto tiempo.

Fisiología de la planta

Factores como el viento, el suelo, la humedad relativa, la sequía, el agua, la altitud, la radiación solar y la temperatura ejercen un efecto sobre la ecofisiología de las plantas, las cuales responden de manera distinta de acuerdo con su constitución genética (vigor y productividad) (Fischer, 2000). El efecto de las condiciones ecológicas sobre la fisiología de la planta es marcado no solamente durante el crecimiento y desarrollo de esta, sino también en la fase de poscosecha, lo cual influye en la calidad de los frutos y su duración en almacenamiento.

Fases fenológicas

La fenología se refiere a las diferentes etapas que permiten el estudio del crecimiento y desarrollo de los órganos vegetativos y productivos de una planta (Martínez & Beltrán, 2007). Las fases fenológicas de la mora reseñan las distintas etapas por las que pasa el cultivo, desde la siembra hasta la cosecha. Estas etapas o fases varían con

las condiciones climáticas, siendo de menor duración en zonas más bajas, mientras que bajo condiciones de mayor altitud o más frías, estas fases toman mayor tiempo. A continuación se describen las diferentes fases, tomando como base para ello las condiciones climáticas de las zonas productoras en Colombia, que corresponden a cultivos ubicados entre los 1.800 y los 2.500 m s. n. m., con temperaturas promedio de 14 a 18 °C y de 900 a 2.500 mm de precipitación promedio anual.

En la tabla 2.2 se describen los estados fenológicos de la mora de Castilla (Franco & Giraldo, 2001), y adaptados de Castro et al. (1995); García y García (2001) y Marulanda et al. (2011).

Tabla 2.2. Estados fenológicos de la mora de Castilla

Estado	Duración (días)
De yema a botón floral	5-6
De inicio de floración a apertura de flor	22-24
De apertura de flor a polinización	2-5
De polinización a formación de fruto	6-8
De formación de fruto a cosecha	40-48
Total	75-91

Fuente: Elaboración propia con base en Castro et al. (1995), Franco y Giraldo (2001), García y García (2001) y Marulanda et al. (2011)

De otra parte, Graber (1997) menciona los diferentes estados fenológicos que cumple *Rubus glaucus* Benth. en los Andes ecuatorianos, así: de yema inicial hasta floración tarda 42 días (6 semanas); la flor dura pocos días; de floración hasta fruto cuajado transcurren 14 días, y a fruto maduro 119 días (17 semanas).

Fase vegetativa

Es la fase que transcurre entre la siembra y el momento en que se inicia la floración. En plantas propagadas vegetativamente por acodo de punta, y de acuerdo con las condiciones climáticas, esta etapa tarda entre 4 y 6 meses (16 a 24 semanas). Cuando las plantas son procedentes de propagación *in vitro* se presenta un retraso entre 1 a 1,5 meses, comparadas con aquellas propagadas por acodo. Las plantas propagadas por semilla sexual tienen un periodo vegetativo más largo y pueden llegar a tardar entre 7,5 y 10 meses.

Fase reproductiva

Esta fase comienza con la primera floración y concluye con la estabilización de la fructificación. La etapa inicia entre los 4 y 6 meses después de la siembra y termina 2 a 3 meses después, cuando la planta se propaga por acodo. Si las plantas son procedentes de propagación *in vitro* se presenta un retraso de 4 a 6 semanas, comparadas con las plantas propagadas por acodo. Las plantas propagadas por semilla sexual inician el periodo vegetativo más tarde y pueden iniciar la fase reproductiva a las 30 o 40 semanas, terminando entre las 48 y 52 semanas después de la siembra.

Fase productiva

Contando desde el momento del trasplante, a los ocho meses se inicia la producción, la cual se va incrementando hasta estabilizarse en el mes 18 (Vélez, Tatum, & Jaramillo, 1967). Generalmente, todas las plantas de un cultivo empezarán la etapa rentable de producción entre los diez y doce meses después de la siembra. Es de anotar que la mora no tiene una etapa de declinación en la producción, simplemente presenta épocas marcadas de cosecha, intercaladas con épocas de poca producción, pero se puede cosechar fruta todo el año. Se presentan uno o dos picos bien marcados de cosecha dependiendo de los periodos de lluvia en cada zona (Bautista, Figueredo, & Salas, 1973).

En estado de cultivo la planta de mora tiene un desarrollo vegetativo y reproductivo continuo durante todo el año, el cual varía de acuerdo con algunas condiciones. Durante los periodos de alta precipitación se presenta un crecimiento de ramas que involucra los procesos de brotación y elongación; mientras que, en los periodos secos prolongados, el ritmo de crecimiento se reduce y estabiliza, aumentando la floración y el cuajamiento de los frutos. La duración de la floración está determinada por condiciones sanitarias, ecológicas y de manejo. Una vez la planta ha florecido, la floración es permanente, y la duración de toda la vida útil del cultivo concluye cuando las condiciones sanitarias y botánicas reducen drásticamente la emisión de ramas y flores (Miranda, 1976).

Biología reproductiva

Las flores de la mora son hermafroditas y su polinización es cruzada, principalmente entomófila, a través de los insectos de la familia Hymenoptera (figura 2.52) (McGregor, 2009), presentando aproximadamente un 20 % de autofecundación;

además, Santana y Echeverri (2000) manifiestan que los frutos obtenidos por polinización cruzada tienen un mayor número de drupas y frutos más uniformes, que aquellos autopolinizados.



Foto: Jorge Alonso Bernal Estrada

Figura 2.52. Insectos de la familia Hymenoptera (abejas), polinizadores de las flores de mora.

La polinización conduce a la fecundación de las flores para la formación de los frutos. Es necesario mantener un equilibrio de la fauna benéfica asociada al cultivo, para garantizar una adecuada polinización. Debido a que en los huertos de mora la polinización en su mayoría es realizada por insectos, se recomienda el establecimiento de colonias de abejas dentro del cultivo o en su cercanía, para incrementar la producción de frutos; además, teniendo en cuenta que estos insectos producen miel, su aprovechamiento puede constituir un importante renglón económico para el agricultor (Monroy & Ávila, 1985). Con una densidad de 1,6 colmenas de abejas por hectárea de mora se pueden obtener incrementos en el número de frutos por planta de un 41,9 %; y en la producción, del 98,9 %. Así mismo, al evaluar la calidad de los frutos se incrementa el porcentaje de aquellos clasificados como extra y primera, en las plantas que se encuentran más cerca del apiario; además tienen un mayor peso, diámetro y resistencia, respecto a los frutos producidos por las plantas más lejanas de este (Vásquez, Ballesteros, Muñoz & Cuellar, 2006; Vásquez et al., 2011).

El número de flores que lleva cada racimo en mora es muy variable, dependiendo tanto del número de racimitos que lo conforman y que nacen en cada yema, como del número de flores que cada uno porta, constituyendo todo el conjunto la inflorescencia. Algunos racimos llevan desde 4 hasta 12, con 1, 2, 3, 4 y 8 flores; pero lo más común es encontrar los de 3 flores. De tal manera que cada inflorescencia puede estar compuesta de 4 a 27 flores, habiendo algunas con 40 y otras con más de 50. El tiempo que tardan en abrir todas las flores de un racimo es de 30 días, contados a partir de la apertura de la primera hasta la última flor (Miranda, 1976). Las flores de la mora pueden ser viables entre seis y ocho días después de la apertura floral, siendo el segundo día el que presenta mayor porcentaje de polen viable, mientras que los días cinco y seis de apertura floral son los de menor viabilidad (Santana & Echeverri, 2000).

Fructificación

Aproximadamente cuatro a seis meses después de la siembra la mora inicia su floración. Desde el inicio de la yema floral hasta la formación del botón transcurren aproximadamente seis días y de allí (botón) a la apertura de la flor transcurren aproximadamente 24 días (Franco et al., 1996a). La apertura floral (antesis) en la mora es de dos días, lo cual se nota fácilmente por la caída de los pétalos; dos semanas después ya se observa un diminuto fruto, compuesto por numerosas drupeolas, finamente unidas a un receptáculo convexo, de aspecto carnoso, cuya base se asienta sobre un pedúnculo, que al desprenderse deja en el fruto una pequeña cavidad (Miranda, 1976).

El desarrollo del fruto en un principio es muy lento, alcanzando 1 a 2 cm de largo en un mes; al cabo de dos meses tiene 3 a 4 cm de largo y ya está bien formado; puede alcanzar de 3,5 (fruto pequeño) a 5 cm (fruto grande) de largo. El número de drupeolas que constituye el fruto o polidrupa varía desde 84 (fruto pequeño) a 199 (fruto grande). El peso del fruto está relacionado con su tamaño, fluctuando entre 4,5 y 8,5 g. Bautista (1978) encontró que la posición del fruto en la infrutescencia y la densidad de siembra influyen en el tamaño del fruto de la mora; en ese sentido, los frutos primarios originarían mayor centro de atracción de metabolitos durante el proceso de fructificación que los secundarios y terciarios, dando como resultado frutos de distintos tamaños. A medida que se incrementan las densidades de siembra, el tamaño del fruto, independientemente de su posición en la infrutescencia, se reduce.

La coloración característica que van adquiriendo los frutos indica el grado de madurez que han alcanzado, siendo primero verdosos-azulados como las hojas, luego se tornan

de color rojo que va subiendo de tono hasta alcanzar un color vinotinto casi negro. Cuando el fruto está bien maduro se desprende fácilmente del cáliz y este permanece con el pedúnculo en la inflorescencia; en cambio, cuando está “pintón” (de un color rojo subido), el cáliz y aun el pedúnculo se quedan firmemente adheridos a él, siendo a veces necesario algún esfuerzo para desprenderlo (Miranda, 1976).

El tiempo transcurrido desde la apertura de la flor hasta la madurez completa del fruto es de 90 días, a 2.680 m s. n. m.; pero como se indicó anteriormente, un racimo tarda 30 días en abrir todas las flores; por lo tanto, todas las flores de un racimo habrán madurado a los 120 días, bajo estas mismas condiciones. El orden de maduración de los frutos está relacionado con el tiempo de apertura de las flores y, como es de suponer, el primer fruto en madurar es el del ápice (Miranda, 1976). En estudios realizados en el oriente antioqueño y el Eje Cafetero se observó que el tiempo transcurrido desde la antesis hasta la cosecha del fruto es de 60 días, aproximadamente. Bautista et al. (1973) encontraron que el fruto de la mora, a una altura de 1.960 m s. n. m., tarda de antesis hasta la maduración completa de 58 a 64 días.

Establecimiento del cultivo

La elección del lugar donde se piensa establecer el cultivo de la mora reviste mucha importancia, ya que una buena ubicación del cultivo constituye la base para implementar un adecuado manejo. Debe situarse cerca de vías carretables, con facilidad para el transporte de insumos y productos, que permita la supervisión y que tenga buena disponibilidad de agua para las aplicaciones de agroquímicos y riego. Este tema es fundamental en el cultivo de la mora, por lo tanto, es sumamente importante que las vías sean accesibles y estén en buen estado, y cerca de los centros de comercialización y consumo, por ser este un producto altamente perecedero.

Selección del lote

Cuando se va a elegir un lote para establecer un cultivo de mora, se deben descartar sitios con influencia en cuencas hidrográficas o que estén cubiertos por bosques o arreglos vegetales de flora en vía de extinción. La topografía más recomendada y usada para la siembra de la mora es la ondulada con pendientes inferiores al 30 %, ya que el cultivo en suelos con pendientes superiores dificulta el manejo y hace más propenso el suelo a la erosión.

Los mejores suelos para el cultivo de la mora son los de textura franca, ricos en materia orgánica, con buena capacidad de retención de humedad, pero lo suficientemente permeables como para evitar encharcamientos. El cultivo de la mora soporta suelos ácidos, pero su comportamiento es superior en suelos cercanos a la neutralidad y con un mínimo de 50 cm de profundidad; es exigente en N, P, K, Ca y Mg (Erazo, 1988; Escoto, 1994). En zonas lluviosas son preferibles los suelos inclinados que favorezcan el drenaje; sin embargo, es importante disponer de buena humedad en el suelo, para favorecer el crecimiento vegetativo y productivo de la planta, ya que un déficit de agua afectará su rendimiento (Franco et al., 1996a).

Una vez se tenga el lote seleccionado es necesario, en algunos casos, realizar adecuaciones, las cuales pueden variar de acuerdo con el terreno a utilizar. Es de vital importancia planear los programas y labores de adecuación del terreno, lo cual incluye la elaboración de canales de drenaje (en caso de ser necesario), el riego que se va a utilizar (si se requiere), la construcción o mejora de carreteras de acceso al huerto, la adecuación de un sitio de empaque y el almacenamiento del producto, entre otros (Franco et al., 1996a).

Preparación del terreno

Para un buen desarrollo de las plantas se requiere que el suelo sea preparado en forma adecuada, previo a la siembra de las plantas; en suelos con capas endurecidas se debe subsolar para facilitar la aireación y el drenaje, con el fin de garantizar que las raíces tengan un adecuado espacio para la exploración del perfil del suelo.

La siembra con labranza reducida se ha generalizado en algunas zonas productoras del país. Para la preparación del lote, se debe guadañar o sobrepastorear y aplicar un herbicida (preferiblemente sistémico), si el lote posee una especie gramínea agresiva en cada sitio de siembra. Luego, con un azadón se debe remover la vegetación y picar el suelo en el área circundante a un metro de radio a partir del sitio de siembra (figuras 2.53a y 2.53b). El lote para establecer el cultivo debe estar libre de árboles, arbustos y plantas nocivas, para lo cual es necesario cortar a ras del suelo la vegetación herbácea y arbustiva y arrancar las cepas de esta; se debe elegir preferiblemente un terreno con vegetación baja (rastroyo); además se deben tener registros históricos del lote, especialmente si han presentado cultivos de mora anteriores con problemas fitosanitarios, entre ellos el de la perla de tierra.



Fotos: Jorge Alonso Bernal Estrada

Figura 2.53. Labranza reducida para el establecimiento de un cultivo de mora. a. Remoción de la vegetación del sitio donde se va a sembrar; b. Lote preparado listo para la siembra.

Trazado

El trazado es una labor que debe realizarse 45 días previos a la siembra; para esto se señalan los puntos donde se van a ubicar las plantas, utilizando estacas, marcando con un azadón o con cal en cada lugar, teniendo en cuenta la densidad de siembra; la forma del trazado dependerá esencialmente de la topografía del lote.

Densidad de siembra

La densidad de siembra se define como la cantidad de plantas que se siembran por unidad de área, factor que obedece a varios componentes tales como el hábito de crecimiento de la planta, el cultivar, la fisiografía del terreno, las condiciones físicas y de fertilidad del suelo, y los factores ambientales como la temperatura, humedad relativa, la precipitación, los vientos y la luminosidad. En este cultivo se pueden usar diversas distancias de siembra, la más recomendada es de 2,0 m entre plantas por 3,0 m entre surcos, para una población de 1.666 plantas/ha. Sin embargo, se ha observado que cuando se cultiva la variedad de mora San Antonio se pueden utilizar distancias menores, dada la arquitectura del material; en este caso, la distancia recomendada para el material es de 1,5 m entre plantas por 2,5 m entre surcos, para una población de 2.666 plantas/ha. En la tabla 2.3 se muestran las diferentes distancias de siembra utilizadas en el cultivo de mora de Castilla en Colombia.

Tabla 2.3. Distancias de siembra más utilizadas en el cultivo de la mora de Castilla

Distancia		Número de plantas/ha	
Entre plantas (m)	Entre surcos (m)	Cuadro o rectángulo	Tresbolillo
3,0	4,0	833	958
3,0	3,5	952	1.095
3,0	3,0	1.111	1.277
3,0	2,5	1.333	1.533
2,5	4,0	1.000	1.150
2,5	3,5	1.142	1.313
2,5	3,0	1.333	1.533
2,5	2,5	1.600	1.840
2,0	4,0	1.250	1.437
2,0	3,5	1.428	1.642
2,0	3,0	1.666	1.916
2,0	2,5	2.000	2.300

Fuente: Elaboración propia

Distribución espacial

La forma como se ubican las plantas en un terreno se denomina distribución espacial, la cual depende de diversos factores entre los que se destacan la topografía, el tipo de suelo y el clima; el cultivo de la mora se siembra en el piso térmico frío que, por lo general, presenta topografía ondulada o quebrada y en ese sentido, lo ideal es utilizar como sistema de trazado las curvas a nivel, con el fin de proteger el suelo (figura 2.54). En términos generales, lotes con pendientes superiores al 20 % deben sembrarse utilizando el sistema de tresbolillo o triángulo, puesto que permite sembrar un 15 % más de plantas por área que el que se obtiene en cuadro. Cuando la topografía es plana se recomienda el sistema de cuadro o rectángulo.



Foto: Jorge Alonso Bernal Estrada

Figura 2.54. Trazado en curvas a nivel en zonas de ladera, para el establecimiento de un cultivo de mora.

Ahoyado

Esta labor se hace un mes antes de la siembra y consiste en hacer huecos en los sitios previamente demarcados, los cuales deben tener las siguientes dimensiones: 40 cm de diámetro $\times$ 40 cm de profundidad (figura 2.55). La tierra puede sacarse del hoyo o también se puede picar y repicar en el sitio de siembra sin sacarla. En caso de encontrar horizontes diferentes al hacer hoyo, se recomienda separar el suelo de cada horizonte, de tal manera que al llenar el hueco no se mezclen dichos horizontes. Una vez se tengan los hoyos listos para la siembra, se depositan e incorporan de 2 a 5 kg de materia orgánica seca y compostada (gallinaza, humus, champiñonaza) (figura 2.56a), con 500 a 1.000 g de cal agrícola o dolomítica (figura 2.56b) (en suelos con pH ácido y con contenidos altos de aluminio); la materia orgánica y la cal se mezclan con el primer horizonte (figura 2.56c).



Foto: Jorge Alonso Bernal Estrada

Figura 2.55. Hoyo de 40 × 40 × 40 cm para la siembra de mora.

Fotos: Jorge Alonso Bernal Estrada

Figura 2.56. Incorporación de correctivos en el hoyo para la siembra de mora. a. Aplicación de materia orgánica; b. Aplicación de cal dolomítica; c. Mezcla para incorporación de materia orgánica y cal dolomítica en el sitio de siembra.

Sin embargo, en la adición de fertilizantes o enmiendas al suelo, durante la siembra o en la etapa de crecimiento y producción del cultivo, es necesario realizar de antemano un análisis físico-químico del suelo, con el propósito de conocer las necesidades nutricionales del mismo.

Análisis de suelos

Uno o dos meses antes de sembrar un cultivo de mora se debe tomar una muestra de suelo por lote (si son varios), con características homogéneas, para ser enviadas a un laboratorio especializado para el análisis de contenido físico-químico. Con el resultado, en el cual se conocen los contenidos de los nutrientes en suelo, se elabora un programa de fertilización para el cultivo.

El análisis químico del suelo otorga un resultado importante, por lo que el productor debe invertir para diagnosticar y conocer la fertilidad de los suelos destinados a la producción de mora. Con el análisis se pretende determinar el grado de suficiencia o deficiencia de los nutrientes del suelo, como también las condiciones adversas que pueden perjudicar al cultivo, tales como la acidez, la salinidad, la toxicidad por algún elemento. Por medio del análisis de suelos es posible evaluar el grado de eficiencia de los nutrientes y determinar las cantidades de fertilizantes que se deben aplicar (Castellanos & Botero, 2003).

Trasplante al campo

Una vez que se tengan las plantas de mora lo suficientemente desarrolladas en su sistema radical y foliar se procede a la siembra en campo (figura 2.57). El tiempo que transcurre entre el establecimiento de las plantas en el almácigo o vivero, hasta que están de trasplante a campo, depende del sistema de propagación utilizado. Es decir, si las plantas proceden de acodo de punta o de estacas el periodo tarda aproximadamente ocho semanas (dos meses), si son plantas *in vitro* o por semilla sexual tardan entre 10-12 semanas (2,5 a 3 meses).



Foto: Jorge Alonso Bernal Estrada

Figura 2.57. Plantas de mora recién sembradas.

La siembra en campo debe hacerse en épocas de lluvia o disponer de riego en épocas de verano, para garantizar un porcentaje alto de prendimiento. En el sistema tradicional de ahoyado se deposita la planta sin la bolsa en el hoyo y sin disturbar el suelo que rodea las raíces, a continuación se llena el hueco con el suelo negro que se sacó de este realizando una presión sobre el área circundante para extraer el exceso de aire. La planta debe quedar en un montículo de aproximadamente 10 cm por encima de la superficie del suelo, para evitar encharcamiento y posteriores pudriciones; además, con esto se permite que el suelo, una vez pierda el exceso de aire presente, adquiera la forma original y quede casi a ras. Se estima que la resiembra no debe superar el 5 %.

Uso de las micorrizas en el cultivo

La micorriza es la unión de algunos hongos habitantes del suelo y las raíces de un gran número de plantas nativas y cultivadas, y se caracteriza por los beneficios mutuos, pues el organismo y la planta sacan provecho de la vida en común. Las micorrizas arbusculares juegan un papel importante en el funcionamiento de las plantas, porque aumentan la capacidad para la toma y absorción de nutrientes de poca movilidad como el fósforo, el zinc y el cobre, y evitan la fijación y el lavado. La acción de las micorrizas se concentra en donde está la mayor cantidad de materia orgánica y en los sitios de mayor crecimiento de raíces (Botero, Rivillas, Franco, & Saldarriaga, 2006).

El micelio externo de las micorrizas puede extenderse varios centímetros desde las raíces aumentando la superficie de contacto con el suelo, para absorción de los elementos minerales. Además, el micelio es de menor dimensión que las raíces de las plantas, por lo tanto puede penetrar entre los poros del suelo más fácilmente, lo que hace más eficiente la extracción de nutrientes y favorece el crecimiento de las plantas, esto sucede principalmente en suelos de baja fertilidad. Otras de las ventajas del micelio son: mejora la capacidad de absorción de agua y la tolerancia a sequía de las plantas; beneficia las condiciones físicas del suelo, previene la erosión como consecuencia de la agregación de partículas del suelo, debido a su crecimiento intensivo; protege la raíz contra patógenos porque favorece la lignificación de las paredes celulares de esta, lo que dificulta la penetración de microorganismo nocivos y activa mecanismos de defensas de las plantas contra ellos; así mismo, estimula a otros organismos que actúan como controladores biológicos (Botero et al., 2006).

Para la mora se ha observado que la aplicación de la micorriza *Acaulospora mellea*, así como las mezclas de estas con especies del género *Glomus*, favorecen el crecimiento de la planta y su producción. La aplicación de este biofertilizante se recomienda

hacerla en vivero, adicionando 10 a 20 g del inóculo completo al suelo de las bolsas en el momento de la siembra de las plántulas. Además, al instante de la siembra en campo también es recomendable adicionar aproximadamente 30 g de micorrizas por planta, para lo cual se procede a impregnar las raíces de la planta a sembrar con el biofertilizante, de tal manera que quede en contacto con estas. Es importante aclarar que una vez las plantas han sido micorrizadas no es necesario repetir la aplicación posteriormente (Botero et al., 2006).

Ramírez et al. (2008) encontraron que plantas de mora inoculadas con micorrizas mostraron mejor porte, una mayor área foliar, más acumulación de biomasa foliar, mejor estado nutricional y mayor absorción de P, N, Ca y Mg (nutrientes esenciales), en comparación con las plantas no inoculadas. El uso de micorrizas puede sustituir hasta en un 50 % la fertilización convencional; además, en plantas de mora obtenidas *in vitro* contribuye a disminuir el estrés causado durante el traslado de estas, de un medio aséptico en el laboratorio a un ambiente normal de crecimiento, en condiciones menos favorables (invernadero), donde la supervivencia es de alto riesgo debido al pobre sistema radical y a su sistema estomático no funcional.

Actualmente, varias empresas e instituciones han seleccionado cepas de micorrizas y mezclas de estas, procedentes de cultivos de mora en las zonas productoras del país, algunas de las cuales se comercializan en las regiones de cultivo.

Fertilización

En la producción agrícola moderna, los fertilizantes se utilizan para corregir las deficiencias nutricionales de las plantas, conservar en los cultivos niveles nutricionales eficientes y balanceados, generar resistencia a condiciones de estrés, mejorar las condiciones de cosecha y mantener el nivel óptimo de las propiedades químicas del suelo (Castellanos & Botero, 2003).

La producción de mora está directamente relacionada con los nutrientes disponibles en el suelo, por esto la importancia de una buena fertilización. La mora necesita de una precisa nutrición que se basa en el análisis de los suelos del huerto. La fertilización se debe realizar cuando haya una buena humedad en el suelo, anterior y posterior a la cosecha principal y a las “traviesas”, lo que implica cuatro aplicaciones por año aproximadamente. Cuando las plantas están en crecimiento, la fertilización comienza a los dos meses de establecido el cultivo y continúa cada tres meses, hasta que las plantas logren su madurez, es decir al año de siembra (Franco, Gallego, Rodríguez, Guevara, & Morales, 2001) (figura 2.58).



Foto: Cipriano Arturo Díaz Díez

Figura 2.58. Fertilización de plantas de mora.

En términos generales, se deben considerar algunos de los siguientes aspectos:

- Antes de la siembra y durante el cultivo es necesario aplicar materia orgánica.
- En suelos muy arenosos o muy arcillosos es conveniente aplicar la materia orgánica como un acondicionador de suelos; si fuese necesario se debe aplicar una enmienda suficiente según el tipo de suelo.
- El nitrógeno es fundamental durante los primeros meses para la formación de ramas y hojas.
- El fósforo es necesario para un adecuado enraizamiento de la planta y junto con el potasio es importante para la maduración y buena calidad de los frutos.
- Nitrógeno, fósforo y potasio deben aplicarse fraccionados, cada 30 a 45 días iniciando a los dos meses después del trasplante. La dosis dependerá del análisis de suelos y de la edad del cultivo, aumentando en la medida que el cultivo crece.
- Deben aplicarse elementos menores cada seis meses, realizando aplicaciones adicionales de boro y magnesio. La aspersión con boro hay que hacerla por lo menos dos veces al año, el magnesio puede ser aplicado en forma de sulfato de magnesio o como cal dolomítica. Las aplicaciones de fertilizantes foliares son aconsejables para inducir floración y emisión de rebrotes (Federación Nacional de Cafeteros [FNC], 1992). En el capítulo III se amplía la información referente a la nutrición y fertilización del cultivo.

Podas

Durante el proceso de domesticación de las especies perennes y particularmente los frutales, el hombre encontró en las prácticas culturales la primera herramienta para el aumento de la producción, facilitar la cosecha y reducir los problemas sanitarios. En el manejo del cultivo de la mora se deben implantar, como base fundamental, un conjunto de prácticas culturales en forma adecuada y oportuna para propender por aumentar la competitividad y productividad de este cultivo entre los pequeños productores.

Hasta hace algunos años la mora, frutal originario de los Andes suramericanos, se desarrollaba en forma casi espontánea en los huertos de las casas campesinas de los altiplanos andinos y tierras frías del país. Durante el proceso que la convirtió en una especie explotada comercialmente, se vio la necesidad de mantener un equilibrio en la aparición y crecimiento desordenado de las ramas, con el fin de facilitar el manejo del cultivo, reducir la incidencia de plagas y enfermedades y aumentar las cosechas, para lo cual se recurrió a la práctica de la poda.

Importancia de la poda

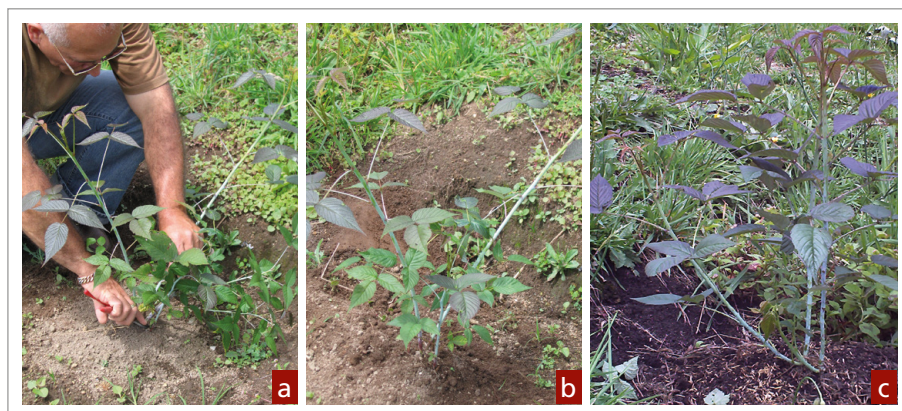
La mora, por ser una planta que pertenece a la familia de las rosáceas, tiene una bioarquitectura desordenada que puede ser modificada por medio de la poda, la cual consiste en cortar o remover ramas y brotes para mejorar su forma y facilitar las labores de cultivo y cosecha. Esta práctica es necesaria porque permite direccionar la producción en el espacio y en el tiempo por las cosechas continuas; prepara la planta para la vida productiva y la beneficia en el proceso de floración, formación de frutos y renovación de ramas; favorece la aireación de la plantación, ayuda en la evaluación fitosanitaria del cultivo, facilita las prácticas de desyerba, fertilización, aspersión de productos, mantenimiento de tutorados y cosecha; reduce la incidencia y severidad de enfermedades y plagas; facilita el desplazamiento de los trabajadores de campo en el huerto; además, mantiene la plantación vigorosa y con una producción uniforme. Cultivos mal podados emiten tallos de mala calidad, el cultivo se enmaraña, las producciones son bajas y las épocas de cosecha disminuyen (Franco et al., 1996a; Franco & Giraldo 2001; Castellanos & Botero, 2003).

Los productores y operarios que realicen las podas deben conocer bien los tipos de rama que emite la planta y la forma como se deben podar y manejar, con el fin de obtener el máximo rendimiento. La descripción de las ramas está relacionada en este mismo

capítulo, en el tema de propagación. La poda debe hacerse regularmente, cada seis a ocho semanas, para lograr una buena eficiencia en la producción. Esta se realiza con tijeras desinfectadas con hipoclorito de sodio o de calcio al 2% o yodo al 5%. Los cortes de la poda se hacen al lado de una yema y en forma de bisel.

Poda de formación

Este tipo de poda consiste en realizar cortes de ramas, con la finalidad de proporcionarle a la planta una altura y estructura que permita su fácil manejo y producción. La poda de formación se realiza a partir de las seis u ocho semanas, después del trasplante al campo, cuando la planta está en crecimiento vegetativo, y antes de la primera cosecha. Inicialmente, se corta la rama que procedía de la planta madre, correspondiente al acodo de punta en la propagación o el tallo inicial emitido por la planta cuando esta se obtiene por estaca (figuras 2.59a y 2.59b). A continuación, se deben observar los rebrotes provenientes de yemas que están por debajo del suelo, ya que de estos el podador selecciona entre ocho y diez tallos principales por planta (según la fertilidad del suelo, las condiciones climáticas, la topografía, el sistema de tutorado y el material de siembra), los cuales se deben ubicar a lado y lado de las espalderas, cuando estas son dobles, dándole al cultivo un crecimiento en forma de V. Estos tallos conformarán la unidad productiva (Franco & Giraldo, 2001, 2002; Franco, Rodríguez, & Giraldo, 2005) (figura 2.59c).



Fotos: Germán Franco
y Jorge Alonso Bernal Estrada

Figura 2.59. Poda de formación. a. Remoción de las ramas procedentes de la planta madre; b. Vista de una planta después del corte de ramas de la planta madre; c. Planta con poda de formación y con brotes en activo crecimiento.

Poda de producción

Con esta poda se promueve la emisión de nuevos crecimientos para obtener una planta con suficiente número de tallos primarios, con capacidad de dar ramas fructíferas y vigorosas; además, con esta es posible programar las cosechas. La poda de producción es diferente para cada tipo de rama, tal como se explicó en el tema de propagación, y se inicia a partir de los seis meses. Las ramas hembra crecen hasta que ellas pasan del estado vegetativo al reproductivo (diferenciación floral), mientras que los tallos machos productivos se cortan sobre la última rama lateral productiva en una zona semileñosa, los tallos machos vegetativos y látigos se cortan desde su punto de origen (Franco et al., 1996a; Franco et al., 2005).

Poda de mantenimiento y fitosanitaria

Con esta poda se promueve la emisión de ramas productoras de fruta y la sanidad del cultivo. Consiste en cortar permanentemente todos aquellos tallos y ramas que ya produjeron fruta, y eliminar los látigos y las ramas secas o enfermas, así como las ramas macho improductivas (figura 2.60a). Es importante recordar que todas las ramas que producen fruta son ramas que no vuelven a producir y que entran en etapa de senescencia, por ende, una vez son cosechadas, empiezan a ser atacadas por gran diversidad de plagas y enfermedades, especialmente hongos; esta situación crea una fuente de inóculo dentro del cultivo, que contamina otras ramas en crecimiento y producción. Por lo anterior, es necesario retirar todas las ramas productivas una vez se cosechen. Posteriormente, se procede a podarlas, en muchos casos desde la base (figura 2.60b) y en otros casos, hasta encontrar un brote con suficiente vigor que pueda sostener una próxima fructificación. De esta forma la planta se renueva, se erradica un potencial inóculo de plagas y enfermedades y se logran mayores producciones (Miranda, 1976; Franco et al., 1996a; Franco & Giraldo, 2001; Franco et al., 2005).



Fotos: Germán Franco

Figura 2.60. Poda de mantenimiento y fitosanitaria. a. Poda de ramas que ya produjeron; b. Corte en la base de una rama enferma.

Cuando se eliminan materiales desde la base de la planta, se debe hacer el corte a ras del suelo sin dejar tocones para evitar el embalconamiento de la planta y el ataque de plagas y enfermedades (figura 2.61) (Franco et al., 2005).



Foto: Germán Franco

Figura 2.61. Poda basal de ramas que ya produjeron.

La parte basal de la planta se debe conservar libre de hojas, como mínimo, los primeros 30 a 40 cm desde el suelo (figuras 2.62a y 2.62b) para, de esta forma, mejorar la aireación y la entrada de la luz, estimular el crecimiento de brotes de reemplazo y contribuir al control de plagas y enfermedades (Franco et al., 2005).



Fotos: Germán Franco
y Jorge Alonso Bernal Estrada

Figura 2.62. Poda basal. a. De hojas en los primeros 30-40 cm para facilitar la aireación dentro del cultivo; b. Vista de una plantación con corte basal de hojas.

La poda de mantenimiento y fitosanitaria se debe hacer cada 20 a 30 días, para mantener el cultivo tecnificado y con alta producción; además, para permitir trabajar más rápidamente y eliminar material poco productivo (Franco et al., 1996a; Franco & Giraldo, 2001, 2002; Castellanos & Botero, 2003; Franco et al., 2005). En mora sin espinas esta práctica puede hacerse un poco más espaciada en el tiempo o después de cada cosecha principal (figura 2.63a). Es importante mencionar que todos los residuos resultantes de la poda deben ser retirados del cultivo para su compostaje, ya que dejarlos dentro de las calles proporciona una fuente de inóculo de plagas y enfermedades que afectan la producción (figura 2.63b).



Fotos: Germán Franco
y Jorge Alonso Bernal Estrada

Figura 2.63. Poda de mantenimiento y fitosanitaria. a. Poda en mora sin espinas después de cosecha principal con corte de gran cantidad de follaje; b. Residuos de poda retirados del cultivo.

Poda de renovación

Dado el poder regenerativo que presenta la planta de mora, la poda de renovación es viable; este es uno de los cultivos en los que esta práctica funciona y por la cual es posible encontrar plantaciones longevas, con altas producciones y buena calidad de fruta. Para realizar esta poda es necesario asegurarse de que el sistema radical esté completamente sano, de lo contrario, el cultivo se debe renovar por siembra y de preferencia en otro lote.

La poda de renovación se puede efectuar de manera total o parcial. La renovación total, que consiste en el corte total de la planta a ras del suelo (figura 2.64a), se realiza una vez el cultivo cumple su ciclo productivo, cuando después de varios años de producción continua sus brotes o renuevos no muestran el vigor requerido para una producción óptima, o cuando se han presentado daños severos debido a factores ambientales como heladas, granizadas o por ataques fuertes de alguna enfermedad o plaga, posterior a la poda se observará la emisión de nuevos brotes (Castellanos & Botero, 2003) (figura 2.64b).



Fotos: Germán Franco y Jorge Alonso Bernal Estrada

Figura 2.64. Poda de renovación en plantaciones de mora. a. Corte a ras del suelo del sitio productivo, obsérvese la emisión de rebrotes; b. Planta en brotación posterior a la poda de renovación.

La renovación parcial se realiza cuando se observa que un tallo primario termina su producción y hay proliferación de tallos, los cuales dañan la arquitectura de la planta e impiden una correcta aireación y dificultan la cosecha. En este caso, el tallo se corta a ras de la corona, evitando dejar tocones que pueden podrirse. El mejor momento para hacer esta poda es después del último pico alto de producción (Castellanos & Botero, 2003).

En caso de que la poda de renovación coincida con una época muy seca, se recomienda cubrir la corona podada con pasto o helecho seco, el cual se retira una vez se observen los nuevos brotes. En caso contrario, si coincide con una época de alta humedad se debe proteger la corona con la aplicación de cicatrizantes. Se estima que luego de una poda de renovación los cultivos empiezan a producir de nuevo, seis meses después de realizada (Franco & Giraldo, 2002).

Manejo de arvenses

Entre los factores que afectan la producción del cultivo se encuentran las arvenses, las cuales causan grandes pérdidas en condiciones inadecuadas de manejo. El control comprende la realización oportuna de diferentes prácticas, como la siembra de cultivos intercalados de ciclo corto y porte bajo, la selección y eliminación de malezas por medios físicos o químicos, el control mecánico con guadaña y manual y, por último, la utilización de herbicidas selectivos (Castellanos & Botero, 2003).

En mora, el sitio destinado a la siembra puede tratarse previamente con herbicida, para permitir que la planta en sus estados iniciales de crecimiento no sufra los efectos de la competencia con otras especies (Franco & Giraldo, 2002). Se debe mantener el cultivo con un manejo estricto de arvenses (zona de plateo y calles) en la época crítica de competencia, la cual se extiende hasta los primeros nueve meses después de la siembra, periodo que puede considerarse también como la fase de establecimiento del cultivo, en el cual la interferencia de las arvenses logra ocasionar pérdidas hasta del 60 % de la producción (Gómez, Arango, Franco, Gómez, & Cayón, 2000). Posterior a la época crítica, se debe realizar un manejo selectivo de las arvenses, para tratar de establecer alguna cobertura de baja altura que no compita con el cultivo. Es importante mantener la zona de plateo limpia con el fin de permitir la llegada de luz y la brotación de yemas que darán origen a nuevos tallos (Franco & Giraldo, 2002).

El manejo de arvenses en las calles por métodos mecánicos, como por ejemplo la guadaña, ha reducido de manera sustancial gastos y el tiempo de la mano de obra, lo cual redundaría en la reducción de los costos de producción. Además, el uso de algunos métodos de control químico de manera selectiva (selector de arvenses), permiten mantener dentro del cultivo un tipo de maleza denominada “noble”, con la que es posible convivir y contribuye a reducir el impacto de los factores climáticos (agua, viento y radiación solar, entre otros), ya que el sistema radical de planta es muy superficial (figura 2.65).



Foto: Germán Franco

Figura 2.65. Uso del selector para el manejo de arvenses en el cultivo.

De otra parte, el manejo en las calles por medio de métodos químicos se debe hacer siguiendo algunas recomendaciones como: aplicar el herbicida en cultivos bien desarrollados, con plantas que posean consistencia leñosa; siempre se debe dirigir la aplicación por fuera de la zona de plateo. La aplicación de herbicidas sistémicos con pantalla ayuda al manejo de malezas en lotes con invasiones severas, las cuales interfieren con el desarrollo normal de la planta y con la producción de fruta; para esto, la aplicación debe hacerse en las horas de la mañana sin viento ni calor. En caso del control de arvenses poco agresivas se usan herbicidas de contacto, a los cuales la mora es sensible por lo que se recomienda usarlos alejados del tallo o utilizar preferiblemente el control manual.

Una forma de manejar las arvenses es mediante la siembra de cultivos intercalados, en los meses de establecimiento del cultivo. Se pueden sembrar hortalizas o frijol arbustivo (figura 2.66).



Foto: Germán Franco

Figura 2.66. Cultivo de mora intercalado con frijol arbustivo para el manejo de arvenses en etapas iniciales.

En general, las desyerbas dentro del cultivo deben realizarse cada tres meses, según las condiciones climáticas de la zona y las épocas de lluvia. En huertos con pendiente se debe mantener una cobertura en el suelo y plantar barreras vivas para favorecer la conservación del suelo.

Plateo

A partir de la siembra, y en forma permanente, se debe mantener libre de malezas la zona alrededor de la planta. El plateo (figura 2.67a) tiene que hacerse con cuidado, preferiblemente en forma manual o, en su defecto, con machete o guadaña, ya que el sistema radical de la planta es superficial y el uso de azadones y gambias causan heridas que son la puerta de entrada a diversas enfermedades. Según las condiciones de la zona donde se encuentre establecido el cultivo, los plateos deben hacerse cada ocho a diez semanas. Es recomendable que los residuos resultantes del plateo y de las desyerbas se coloquen como cobertura muerta en el mismo plateo (figura 2.67b) sin cubrir la base de la planta y en las calles (figuras 2.68a y 2.68b), pues con esto se evita la evaporación del agua en el suelo, se regula la temperatura en este y se disminuye el efecto erosivo del agua lluvia.



Fotos: Jorge Alonso Bernal Estrada

Figura 2.67. Plateo. a. Detalle de un lote con plantas de mora plateadas; b. Residuos de las desyerbas usados como cobertura muerta en el plateo.



Fotos: Jorge Alonso Bernal Estrada

Figura 2.68. Uso de coberturas en las calles del cultivo. a. Pasto como cobertura viva; b. Pasto como cobertura muerta.

Aporque

El aporque es una labor que consiste en acumular suelo alrededor de los tallos de las plantas para mejorar el anclaje, incentivar un mayor desarrollo de raíces adventicias, asegurar nutrición más completa y conservar la humedad durante más tiempo. El primer aporque en mora se hace después de la poda de formación, y debe ser bajo para facilitar la salida de brotes. Una vez formada la planta puede ser más alto. Se debe hacer por lo menos dos veces al año (figura 2.69) (Franco & Giraldo, 2001).



Foto: Jorge Alonso Bernal Estrada

Figura 2.69. Aporque de una planta de mora.

Tutorado

La planta de mora, por su naturaleza y hábito de crecimiento (semirastrero o semierecto), exige un sistema de soporte, conducción o tutorado, que permita la aireación de las plantas, facilite las labores culturales (podas, desyerbas, aspersiones), mejore la sanidad del cultivo y facilite la cosecha (Peña, 1993). Su selección depende de la eficiencia que se brinde para manejar el cultivo, de los costos, de la disponibilidad de materiales y de la facilidad para la construcción.

El tutorado es un sistema de soporte mecánico que se hace de materiales locales, con postes de madera, guadua, alambre o polipropileno. La necesidad de establecer sistemas de soporte en este tipo de cultivos ha llevado a la utilización indiscriminada de maderas de especies nativas, especialmente de bosques aledaños a las zonas de explotación, lo que causa un impacto ambiental negativo por deforestaciones no controladas. Esta situación ha llegado a afectar las fuentes primarias de agua en las microcuencas, por lo que las corporaciones ambientales están tomando cartas en el asunto. En este sentido, y con el fin de mitigar los daños descritos, se ha propuesto el uso de tutores procedentes de maderas comerciales o de explotaciones forestales, como guadua, eucalipto, pino o acacia. Para reducir costos en la compra de los

tutores, en las fincas se recomienda el establecimiento de huertos con las especies mencionadas. En esta misma línea, Castellanos y Botero (2003) proponen el uso de tutores vivos para el cultivo de la mora, con la utilización de especies forestales como Acacia (*Acacia decurrens*), Arboloco (*Montanoa quadrangularis*), Quiebrabarrigo o Nacedero (*Trichanthera gigantea*), Chachafruto (*Erythrina edulis*), Eucalipto (*Eucalyptus grandis*) y Sauce (*Salix humboldtiana*), con resultados promisorios.

Aunque se ha demostrado que la mora se comporta mejor en todas sus etapas de crecimiento cuando se utiliza el tutorado, todavía es posible encontrar zonas productoras donde los agricultores manejan la mora sin una estructura de soporte; el sistema sin tutorado es frecuente en muchas zonas de cultivo, aunque no es recomendable por la dificultad que se presenta para realizar las labores agronómicas en la plantación y porque la fruta se puede estropear y contaminar por estar en contacto directo con el suelo (Franco & Giraldo, 2001).

En mora se reporta un gran número de sistemas de tutorado que varían considerablemente según la zona, los materiales utilizados, la tradición del agricultor y el conocimiento que sobre el hábito y comportamiento de la planta tienen los productores, quienes han diseñado la mayoría de los sistemas existentes. Además, los nombres que los sistemas de tutorado reciben también varían.

En general, para el tutorado en mora se utilizan estacones de madera o de guadua, de 4 a 5 pulgadas de grueso (10 a 12 cm); en lo posible, este material debe estar inmunizado tal como se consigue comercialmente; en el lote, estos deben ser enterrados mínimo 0,5 m e impermeabilizados en sus dos extremos para evitar pudriciones y alargar la vida útil, para este propósito se pueden utilizar productos comerciales (derivados del petróleo con diferentes nombres comerciales) o de tipo casero como aceite quemado, brea diluida, ACPM, entre otros. Los postes de la periferia deben ser los más gruesos, pues son los que soportarán mayor peso y en la mayoría de los casos deben ir con pie de amigo. Según la experiencia de algunos agricultores, se ha observado que envolver con tiras de plástico o polietileno (de un ancho de aproximadamente 25 cm) la base de los postes (el sitio más vulnerable a la pudrición y fractura de los mismos), ayuda a disminuir el problema y por ende a aumentar la vida útil; con esta práctica también se ha logrado disminuir el deterioro de los postes, al colocar en el extremo superior de los mismos la base de envases plásticos, a manera de barrera protectora. Además, comúnmente se utiliza alambre liso, galvanizado, calibre 10 o 12 y en algunos casos alambre de púas, para formar hilos que unen los estacones, formando así el sistema donde se apoyarán las ramas de las plantas.

Entre los tipos de tutorado que se pueden encontrar en mora están: chiquero en triangulo o en cuadro, espaldera sencilla (con un solo hilo), espaldera compuesta (con dos o tres hilos), espaldera doble o de cama (con uno, dos o tres hilos) y espaldera en T (sencilla o doble). A continuación, se describen estos sistemas.

Chiquero

Este método es muy común en pequeños cultivos, debido a que se construye con materiales que generalmente existen en las fincas y se considera un método artesanal de tutorado. Es más utilizado en cultivos con distancias muy amplias (3×4 o 4×4 m), para poblaciones de 833 y 625 plantas/ha respectivamente. Consiste en un soporte individual para cada planta, en una especie de corral. Alrededor de la planta se colocan tres o cuatro estacones de madera de 2 m de largo, los cuales se entierran (0,5 m) en forma inclinada o recta, queda así un chiquero de 1,5 m de alto, a una distancia entre los postes de 1 m aproximadamente, unidos en su parte superior por alambre o varas de madera, en donde se apoyará posteriormente toda la planta. Existen adaptaciones de este sistema, las cuales dependen de muchos factores; se pueden encontrar chiqueros de uno, dos o tres hilos, ya sea en madera o alambre (Erazo, 1988; Escoto, 1994) (figura 2.70). Este sistema de tutorado no es aconsejable, puesto que requiere mucha mano de obra en la instalación, por la necesidad de tuturar planta por planta, además es costoso por el uso excesivo de madera.



Foto: Jorge Alonso Bernal Estrada

Figura 2.70. Tutorado en chiquero.

Sistemas de espaldera

Son estructuras en las que se forma un soporte para toda una hilera de plantas y, según sea el número de alambres y el tipo de construcción, se elaboran de diferentes formas. Cuando en este sistema se utiliza un solo hilo de alambre, se denomina espaldera sencilla; cuando utilizan dos o tres, espaldera compuesta. En todos los casos se usa alambre liso galvanizado, calibre 12 o 14.

Espaldera sencilla

El sistema de espaldera sencilla consiste en la ubicación de postes de madera o guadua de 2,2 m de largo en la dirección del surco, enterrados 50 cm, de modo que queden con una altura de 1,7 o 1,8 m. Se deben colocar cada 6 a 8 m y sembrar la primera planta a un metro del primer poste; esto permite sembrar de 3 a 4 plantas entre postes. En este sistema se tiende un solo alambre que une los postes a una altura de 1,5 m; cuando las plantas empiezan a crecer, los tallos primarios se amarran individualmente al alambre principal, por medio de fibras sintéticas de polipropileno; este mismo procedimiento se sigue a través de la vida del cultivo, eliminando los tallos que producen y amarrando nuevamente los tallos que emergen (figura 2.71).

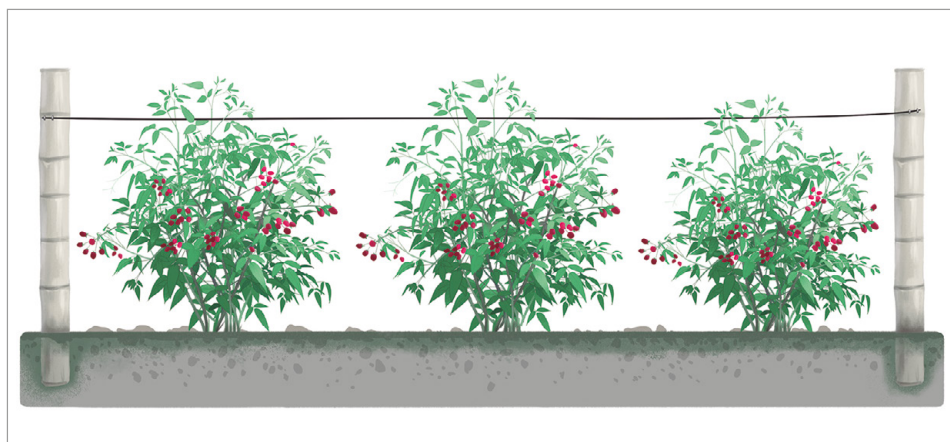


Ilustración: Juan Felipe Martínez Tirado

Figura 2.71. Diagrama de una espaldera sencilla.

Espaldera compuesta (de dos o tres alambres)

Cuando se utilizan dos hilos, se tiende un primer alambre liso a 60 cm del suelo, en el que se enredan las ramas, y un segundo alambre a 1,3 o 1,5 m del suelo. Al primer alambre se le pueden amarrar hasta cuatro ramas en ángulos abiertos y, a medida que estas crecen, se amarran al segundo alambre en número de cuatro o más. Se pueden usar también tres alambres, colocando el primero a 80 cm y los otros a 45 cm cada uno (Eraso, 1982) (figura 2.72).

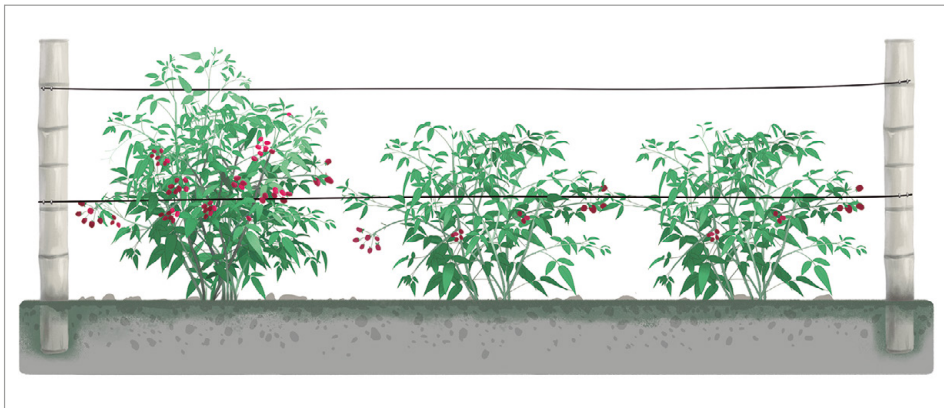


Ilustración: Juan Felipe Martínez Tirado

Figura 2.72. Diagrama de una espaldera compuesta.

El sistema de tutorado en espaldera, sencilla o compuesta, no es muy recomendado porque demanda mucha mano de obra, pues las ramas deben amarrarse con fibra o tratar de entrelazarlas entre sí para lograr sostenerlas en el tutorado, lo cual causa que gran cantidad de tallos queden sin tutorar. La arquitectura de la planta obtenida bajo este sistema no permite un adecuado manejo del cultivo, pues las plantas forman copas muy desniveladas y con un crecimiento muy desigual.

En zonas de ladera existe una modificación al sistema de espaldera. Consiste en la colocación de dos postes de madera con terminación en horqueta, de 1 m de altura sobre el suelo, a 2 m de distancia entre sí y ubicados en la parte baja de la pendiente del surco, aproximadamente a 50 cm. En la parte superior de los postes (horquetas) se tiende una vara de madera de aproximadamente 2 a 3 pulgadas de grueso, sobre la cual se recuesta la planta una vez alcanza la altura del tutorado (figura 2.73). Por lo general, con este sistema se pueden tutorar dos plantas sembradas a 2 m dentro de los postes.



Foto: Jorge Alonso Bernal Estrada

Figura 2.73. Sistema de tutorado tradicional, aún utilizado en cultivos poco tecnificados.

Espaldera doble o de cama

Consta de dos espalderas sencillas (un hilo) o compuestas (dos o tres hilos), ubicadas a cada lado del surco y separadas 1,2 m la una de la otra. Dado que los postes de las espalderas se ubican cada 6 m, entre estos se siembran tres plantas. El alambre inferior se puede reemplazar por hilo terlenka o fibra de polipropileno, lo cual rebaja los costos de instalación. Bajo este sistema se procura dejar en promedio unos diez tallos primarios, los cuales se direccionan a lado y lado de los alambres de las espalderas para crear una arquitectura más uniforme y equilibrada de la planta, lo que facilita todas las prácticas del cultivo. Por esta razón las espalderas dobles son más aconsejables que las espalderas sencillas o compuestas (figura 2.74) (Franco & Giraldo, 2001).



Foto: Germán Franco

Figura 2.74. Sistema de tutorado en espaldera doble o de cama.

La tabla 2.4 muestra la producción de espalderas tipo doble y sencilla, comparadas con el sistema de siembra tradicional del agricultor. Se observan las mejores producciones en el sistema de espaldera doble.

Tabla 2.4. Rendimientos mensuales en kilogramos por hectárea para tres sistemas de tutorado en mora (Riosucio, Caldas, 1996)

Sistema	Rendimiento	Rendimiento proyectado a un año
	(kg/mes)	(t/ha)
Postrado	630	7,6
Espaldera sencilla con un alambre	750	9
Espaldera doble con dos alambres	1.230	14,8

Fuente: Elaboración propia con base en Franco et al. (1996a)

Espaldera compuesta en T

En este sistema se clavan los postes sobre el surco, cada tres o cuatro plantas. En cada poste, a 1,5 m de altura, se coloca un travesaño (que debe medir 80 cm de largo) (figura 2.75), en el cual se apoyará un alambre en cada extremo. A 60 cm del suelo se puede colocar un hilo provisional de terlenka o de fibra de polipropileno que sirve para soportar los tallos primarios emergentes, mientras la planta alcanza los alambres de la T. Las plantas se separan unas de otras con alambre (quemado) o con hilo terlenka, asemejando un cajón. Este sistema presenta la dificultad de tener que sostener la planta en los primeros estados, con hilos provisionales, con el agravante de que durante el desarrollo del cultivo los tallos que emergen de la base de la planta pueden quedar sin tutorado y constantemente hay que tratar de direccionarlos hasta el alambre superior, esto incrementa la mano de obra y por ende los costos de producción (Franco & Giraldo, 2001).



Foto: Jorge Alonso Bernal Estrada

Figura 2.75. Espaldera compuesta en T.

Espaldera compuesta en doble T

Sistema similar al anterior en donde la primera T se coloca a 60-80 cm del suelo con un ancho de 60 cm y la segunda T, a 1,4 o 1,5 m del suelo con 80 cm de ancho (figuras 2.76a y 2.76b). El alambre de la primera T puede ser de calibre menor o reemplazarse por fibra sintética de alta resistencia (hilo terlenka). Los estacones usados en estos sistemas deben asegurarse con pie de amigo en los extremos y algunos en el centro. El pie de amigo puede reemplazarse colocando el primer y último poste en forma oblicua para que ofrezcan una resistencia contraria a la que realiza el alambre. El tutorado se debe instalar entre el tercero y cuarto mes después de la siembra (Franco & Giraldo, 2001).



Fotos: Jorge Alonso Bernal Estrada

Figura 2.76. Sistema de tutorado compuesto en doble T. a. En guadua; b. En madera.

El tutorado en doble T ha demostrado ser eficiente en el cultivo de la mora, pues su construcción en forma de V facilita el direccionamiento de las ramas de la planta hacia ambos lados de la espaldera, lo que facilita las labores de cultivo. Además, resulta ser más económico que la espaldera doble o de cama, puesto que la doble T lleva solo un poste entre las plantas, mientras que el otro lleva dos. El efecto del tipo de espaldera sobre la producción es marcado como lo muestra la tabla 2.5, donde se evidencia que la espaldera en doble T presentó mejores promedios de producción que el sistema de espaldera sencilla y el de chiquero, usualmente empleados por los agricultores (Franco et al., 1996a).

Tabla 2.5. Rendimientos en kilogramos/planta para tres sistemas de tutorado en mora durante 14 semanas de producción (Rionegro, Antioquia, 1995)

Sistema de tutorado	Producción kg/planta
Espaldera doble T	4,75 a*
Espaldera sencilla	3,95 b
Chiquero	3,50 b

* Duncan 5 %

Fuente: Elaboración propia con base en Castro et al. (1995)

Cosecha

En esta etapa el fruto alcanza el estado de madurez adecuado para su comercialización. Cuando las plantas son producidas vegetativamente por acodos o estacas, transcurridos entre 7 y 9 meses después del trasplante, se efectúa la primera cosecha y, a partir de los 18 meses, se llega a plena producción con rendimientos hasta de 20 t/ha. Grijalba, Calderón y Pérez (2010) encontraron que la producción de mora con espinas en Cajicá, Cundinamarca, fue de 23,8 t/ha, mientras que en mora sin espinas esta fue de 20,8 t/ha, durante 27 semanas de cosecha; dichas producciones son considerablemente superiores al rendimiento nacional que para 2015 era de 8,5 t/ha (Agronet, 2017). De acuerdo con el Plan Frutícola Nacional [PFN] (2006), la mora tiene un potencial productivo de 25 t/ha.

En mora la cosecha se realiza prácticamente durante todo el año, desde cuando la planta empieza la producción; por lo general, las cosechas principales coinciden con las épocas secas (figura 2.77), aunque con el uso de sistemas de riego es posible programarlas, para obtener fruta en forma más regulada durante todo el año. La

recolección del fruto es tal vez la etapa de mayor cuidado en el cultivo y consiste en seleccionar individualmente cada fruto con el estado de madurez adecuado. La cosecha es una labor difícil que requiere mucha mano de obra y mucho cuidado, puesto que los frutos maduran en forma desuniforme; además, en el caso de plantas con espinas esta labor es más dispendiosa. Las tablas 2.6 y 2.7 muestran la oferta de mora por departamento en Colombia (Escobar, 2015).

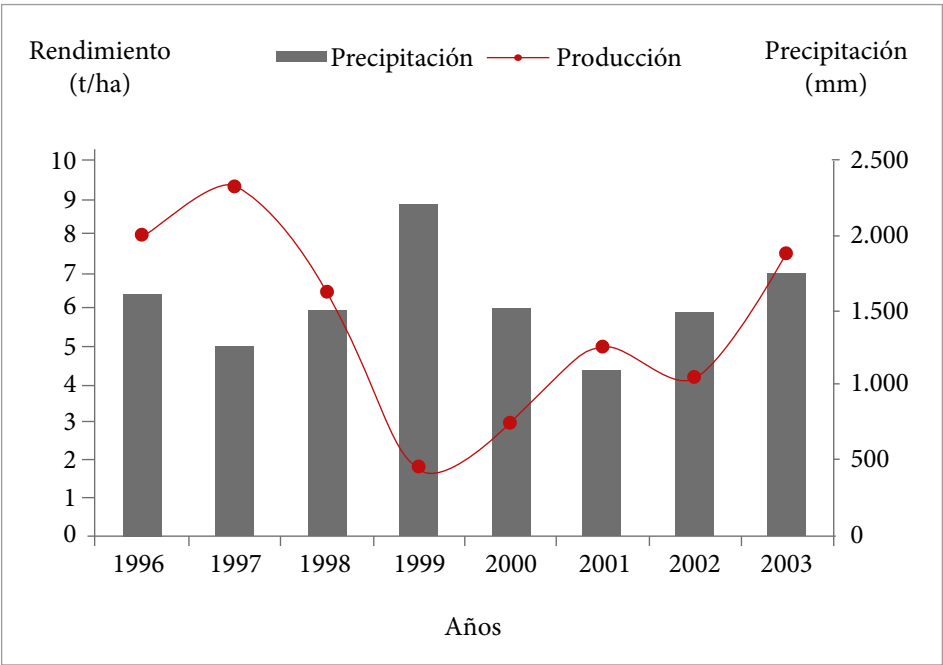


Figura 2.77. Producción de mora en el Eje Cafetero colombiano, en función de la precipitación, durante ocho años de evaluación (1996-2003).
Fuente: Elaboración propia

Tabla 2.6. Distribución de la oferta de mora en Colombia

Mes	Departamento							
	Cundinamarca	Santander	Huila	Antioquia	Valle	Tolima	Risaralda	Caldas
Enero								
Febrero								
Marzo								
Abril								
Mayo								
Junio								
Julio								
Agosto								
Septiembre								
Octubre								
Noviembre								
Diciembre								

Oferta abundante 
Oferta estable 
Oferta baja 

Fuente: Elaboración propia con base en Escobar (2015)

Tabla 2.7. Épocas de oferta de mora en Colombia

Meses	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Oferta												

Oferta alta 
Oferta media 
Oferta baja 

Fuente: Elaboración propia con base en Castañeda (s. f.)

Referencias

- Angulo, A., Rosero, R., & González, M. (2012). Estudio etnobotánico de las plantas medicinales utilizadas por los habitantes del corregimiento de Genoy, Municipio de Pasto, Colombia. *Universidad y Salud*, 14(2), 168-185.
- Angulo, R. (2003). *Frutales exóticos de clima frío moderado*. Bogotá, Colombia: Bayer Crop Science S. A.
- Antonius, K., & Nybom, H. (1995). Discrimination between sexual recombination and apomixis/automixis in a *Rubus* plant breeding programme. *Hereditas*, 123(3), 205-213.
- Asker, S., & Jerling, L. (1992). *Apomixis in plants*. Boca Ratón, EE. UU.: CRC Press, Inc.
- Avilán, L., Leal, F., & Bautista, D. (1992). *Manual de fruticultura. Principios y manejo de la producción*. Caracas, Venezuela: Editorial América.
- Ballington, J. R., Luteyn, J. L., Thompson, M. M., Romoleroux K., & Castillo R. (1993). *Rubus* and Vacciniaceous germplasm resources in the Andes of Ecuador. *Plant Genetic Resources Newsletter*, 93, 9-15.
- Bautista, D. (1977). Observaciones sobre el cultivo de la mora (*Rubus glaucus* Benth.) en los Andes venezolanos. *Agronomía Tropical*, 27(2), 253-260.
- Bautista, D. (1978). Efectos de la distancia de siembra y la posición en la inflorescencia sobre el tamaño del fruto de la mora (*Rubus glaucus* Benth). *Agronomía Tropical*, 28(1), 55-60.
- Bautista, D., Figueredo, C., & Salas, A. (1973). La mora, un cultivo para la zona alta de los Andes. En Colegio de Ingenieros de Venezuela (Ed.), *Memorias del II Seminario Nacional de Fruticultura* (pp. 333-348). Caracas, Venezuela: Autor.
- Bentham, G. (1839). *Plantas hartwegianas imprimis mexicanas*. Londres, Reino Unido: The Linnean Society of London.
- Bernal, J., & Díaz C. (2005). *Tecnología para el cultivo de la curuba*. Medellín, Colombia: Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica).
- Bernal, J., & Díaz, C. (2006). *Materiales locales y mejorados de tomate de árbol, mora y lulo sembrados por los agricultores y cultivares disponibles para su evaluación en Colombia* (Boletín divulgativo N.º 7). Bogotá, Colombia: Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica).
- Bernal, J., & Díaz, C. (2014). Manejo del cultivo. En Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria [Corpoica] (Ed.), *Actualización tecnológica y buenas prácticas agrícolas (BPA) en el cultivo de aguacate* (pp. 10-151). Medellín, Colombia: Corpoica.

- Bernal, R., Galeano, G., Rodríguez, A., Sarmiento, H., & Gutiérrez, M. (2017). *Nombres comunes de las plantas de Colombia*. Recuperado de <http://www.biovirtual.unal.edu.co/nombrescomunes/>.
- Botero, M., Rivillas, C., Franco, G., & Saldarriaga, A. (2006). *Micorrizas arbusculares en frutales de clima frío* (Plegable divulgativo). Colombia: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Centro Nacional de Investigaciones de Café (Cenicafé), Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica).
- Broome, O. C., & Zimmerman, R. H. (1978). *In vitro* propagation of blackberry. *HortScience*, 13, 151-153.
- Cancino-Escalante, G., Barbosa, D., & Díaz, C. (2012). Diversidad genética de especies silvestres y cultivadas de *Rubus* L. de los municipios de Pamplona y Chitagá, región nororiental de Colombia. *Bistua: Revista de la Facultad de Ciencias Básicas*, 10(1), 80-89.
- Cancino-Escalante, G., Quevedo, E., Villamizar, C., & Díaz, C. (2015). Propagación in vitro de materiales seleccionados de *Rubus glaucus* Benth. (mora de Castilla) en la provincia de Pamplona, región nororiental de Colombia. *Revista Colombiana de Biotecnología*, 17(2), 7-15.
- Cancino-Escalante, G., Sánchez-Montaña, L., Quevedo-García, E., & Díaz-Carvajal, C. (2011). Caracterización fenotípica de accesiones de especies de *Rubus* L. de los municipios de Pamplona y Chitagá, región nororiental de Colombia. *Universitas Scientiarum*, 16(3), 219-233.
- Casierra-Posada, F., & Aguilar-Avendaño, O. (2008). Respuestas fisiológicas y morfológicas de plantas de mora (*Rubus* sp.) sometidas a estrés por viento inducido. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 2(1), 43-53.
- Castañeda, N. (s. f.). Menú de temporada. *Catering*, 5(27), 46-50. Recuperado de <https://www.yumpu.com/es/document/read/43711405/informe-alimentos-perecederos-cateringcomco>
- Castellanos, P., & Botero, R. (2003). *Producción de mora (Rubus glaucus Benth.) con tutores vivos*. Manizales, Colombia: Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica).
- Castro, D., Arenas, R., Gutiérrez, E., Ayala, F., González, M., & Loaiza C. (1995). *Comportamiento y rendimiento de plantas de mora (Rubus glaucus Benth.) producidas in vitro en tres sistemas de tutorado* (Serie: Investigaciones, N.º 11). Rionegro, Colombia: Universidad Católica de Oriente.
- Castro, D., & Gaviria, B. (1995). *Propagación in vitro de especies del género Rubus* (Serie: Investigaciones, N.º 10). Rionegro, Colombia: Universidad Católica de Oriente.

- Clavijo, J., & Pedraza, J. (2004). *Caracterización de la mora de Castilla sin espinas* (Trabajo presentado por los instructores de agricultura SENA al comité técnico pedagógico). Armenia, Colombia: Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA), Regional Quindío.
- Córdoba, O., Londoño, J., & Bernal, J. (1998). *Evaluación de seis materiales de mora (Rubus spp.) bajo condiciones de clima frío moderado*. Recuperado de <http://hdl.handle.net/20.500.12324/17724>
- Corporación Colombia Internacional (CCI). (1999a). Avances en la investigación sobre frutales: la mora. *Exótica - Desarrollo tecnológico*, 12(3), 18-19.
- Cortés, G., & Ruiz, C. (1978). *Comercialización de la mora de Castilla* (Tesis de pregrado). Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia.
- Corzo, J. (1995). *Mora: guía de producción, manejo poscosecha y mercadeo de mora*. Ciudad de Guatemala, Guatemala: Asociación Gremial de Exportadores de Productos no Tradicionales.
- Culbert, D. (s. f.). *Rubus adenotrichos*. Reproducida de acuerdo con los términos de la licencia cc <https://creativecommons.org/licenses/by/2.0/>. Recuperado de <https://www.flickr.com/photos/92252798@N07/14774085968/>.
- Darrow, G. (1955). Blackberry-Raspberry Hybrids. *Journal of Heredity*, 46(2), 67-71.
- Díaz, C. (2011). *Categorización de la latencia en semillas de mora (Rubus glaucus Benth.), para el apoyo a programas de mejoramiento y conservación de la especie* (Tesis de maestría). Universidad Nacional de Colombia, Medellín, Colombia.
- Eraso, B. (1982). *El cultivo de mora de Castilla* (Cartilla divulgativa n.º 13). Bogotá: Instituto Colombiano Agropecuario (ICA).
- Erazo, B. (1988). Análisis agroclimático para la producción de frutales caducifolios en Colombia. En R. Salazar (Ed.), *Memorias del Primer Curso Nacional de Frutales de Clima Frío*. Medellín, Colombia: Instituto Colombiano Agropecuario (ICA).
- Escobar, C. (2015). *Cadena productiva nacional de la mora. Indicadores de apoyo*. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Recuperado de <https://sioc.minagricultura.gov.co/Mora/Documentos/002%20-%20Cifras%20Sectoriales/Cifras%20Sectoriales%20%E2%80%93%202015%20Marzo.pdf>
- Escobar, R. (1988). *El cultivo de la mora (Rubus glaucus Benth.)*. Recuperado de <http://bit.ly/2D3Zzz0>.
- Escoto, A. (1994). *El cultivo de la mora*. Cartago, Costa Rica: Editorial Tecnológica de Costa Rica.
- Espinal, L. (1986). *Zonas de vida en Colombia*. Medellín, Colombia: Universidad Nacional de Colombia.

- Espinosa, N., Medina, C., & Lobo, M. (2009). Identificación taxonómica de las especies del género *Rubus* presentes en la colección colombiana de mora. En L. S. Barrero (Ed.), *Caracterización, evaluación y producción de material limpio de mora con alto valor agregado* (pp. 25-33). Bogotá, Colombia: Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica), Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural.
- Federación Nacional de Cafeteros (FNC). (1992). *El cultivo de la mora de Castilla* (cartilla divulgativa). Colombia: FNC.
- Fischer, G. (2000). Ecofisiología en frutales de clima frío moderado. En *Memorias del III Seminario de Frutales de Clima Frío Moderado*. Manizales, Colombia: Centro de Desarrollo Tecnológico de Frutales, Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica).
- Focke, W. (1910). Species Ruborum. Monographiae generis Rubi prodromus. En *Bibliotheca Botanica* (pp. 1-120). Stuttgart, Alemania: Stuttgart, E. Schweizerbart.
- Focke, W. (1911). Species Ruborum. Monographiae generis Rubi Prodromus. En *Bibliotheca Botanica* (pp. 121-223). Stuttgart, Alemania: Stuttgart, E. Schweizerbart.
- Focke, W. (1914). Species Ruborum. Monographiae generis Rubi Prodromus. En *Bibliotheca Botanica* (pp. 1-274). Stuttgart, Alemania: Stuttgart, E. Schweizerbart.
- Franco, G., Bernal, J., Gallego, J., Rodríguez, J., Guevara, N., & Londoño, M. (1996a). Agronomía del cultivo de la mora. En *Memorias del I Seminario de Frutales de Clima Frío Moderado*. Manizales, Colombia: Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica).
- Franco, G., Gallego, J., Rodríguez, J., Guevara, N., & Morales, J. (2001). *Encuentro por producto: Mora*. Huila, Colombia: Corporación Colombia Internacional y Gobernación del Huila.
- Franco, G., & Giraldo, M. (2001). *El cultivo de la mora*. Manizales, Colombia: Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica), Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural.
- Franco, G., & Giraldo, M. (2002). *El cultivo de la mora*. Manizales, Colombia: Corpoica.
- Franco, G., Rodríguez, J., & Giraldo, M. (2005). *Las podas en el cultivo de la mora* (recomendaciones técnicas). Manizales, Colombia: Fondo para la acción ambiental (FAA), Corporación autónoma regional del Valle del Cauca (CVC), Fundación Smurfit, Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica).
- Franco, G., Rodríguez, J., & Guevara, N. (1996b). Propagación por estaca modificada. En *Memorias del I Seminario de Frutales de Clima Frío Moderado*. Manizales, Colombia: Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica), Banco Ganadero, Universidad de Caldas.

- Frankel, R., & Galun, E. (1977). Pollination mechanisms, reproduction, and plant breeding. Berlín, Alemania: Springer-Verlag.
- Gallardo, I., & Cuadra, J. (2009). *Producción de mora híbrida (zarzamora)*. Recuperado de http://www.abcagro.com/frutas/frutas_tradicionales/mora_hibrida.asp#1.10
- Galvis, J., & Herrera, A. (1995). *La mora: manejo poscosecha*. Bogotá, Colombia: Universidad Nacional de Colombia, Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA).
- García, C., & García, H. (2001). *Manejo cosecha y postcosecha de mora, lulo y tomate de árbol*. Bogotá, Colombia: Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica).
- Gattoni, L. (1962). Una mora silvestre cultivada. *Agricultura en el Salvador*, 3(3), 3-8.
- Gómez, L., Arango, L., Franco, G., Gómez, C., & Cayón, G. (2000). Estudio de la competencia entre las arvenses y el cultivo de la mora (*Rubus glaucus* Benth.) en la zona de Manizales Caldas. En *Memorias del III Seminario de Frutales de Clima Frío Moderado*. Manizales, Colombia: Centro de Desarrollo Tecnológico de Frutales.
- Gómez, L., Guerra, D., Jaramillo, J., & Bernal, J. (2000). Uso de la solarización como tratamiento de desinfección de suelo para semilleros de frutales y hortalizas en clima frío moderado. En *Memorias del III Seminario de Frutales de Clima Frío Moderado*. Manizales, Colombia: Centro de Desarrollo Tecnológico de Frutales.
- Graber, U. (1997). *Fenología de los cultivos: mora de Castilla (Rubus glaucus B.) y babaco (Carica pentagona H.)* (1.^a ed.). Quito, Ecuador: Zollikofen Colegio Suizo de Ingeniero de Agricultura.
- Graham, J., Squire, G., Marshall, B., & Harrison, R. (1997). Spatially dependent genetic diversity within and between colonies of wild raspberry *Rubus idaeus* detected using RAPD markers. *Molecular Ecology*, 6(11), 1001-1006.
- Grijalba, C., Calderón, L., & Pérez, M. (2010). Rendimiento y calidad de la fruta en mora de Castilla (*Rubus glaucus* Benth.), con y sin espinas, cultivada en campo abierto en Cajicá. *Revista Facultad de Ciencias Básicas*, 6(1), 24-41.
- Gustafsson, A. (1942). The origin and properties of the European blackberry flora. *Hereditas*, 28(3-4), 249-277.
- Gustafsson, A. (1943). *The genesis of the European blackberry flora*. Suecia: Lunds Universitet Ars-Skrif.
- Gutiérrez, G. (1970). *Manual práctico de botánica taxonómica* (1.^a ed., T. 2). Medellín, Colombia: Universidad Nacional de Colombia.
- Holdridge, L. R. (1967). *Life zone ecology*. Recuperado de <http://bit.ly/2EHaijQ>.
- Hummer, K. (1996). *Rubus* diversity. *HortScience*, 31, 182-183.

- Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). (2011). *Manejo fitosanitario del cultivo de la mora (Rubus glaucus Benth.). Medidas para la temporada invernal*. Bogotá, Colombia: ICA.
- Jennings, D. L. (1998). *Raspberries and blackberries: their breeding, diseases and growth* (1.^a ed.). Nueva York, Estados Unidos: Academic Press.
- Kader, A. (2011). *Postharvest technology of horticultural crops* (3rd ed.). California, Estados Unidos: Universidad de California.
- Kalkman, C. (2004). Rosaceae. En K. Kubitzki (Ed.), *The families and genera of vascular plants* (pp. 343-386). Berlin, Alemania: Springer-Verlag.
- Kays, S. (1999). Preharvest factors affecting appearance. *Postharvest Biology and Technology*, 15(3), 233-247.
- Kramer, P. (1989). *Relaciones hídricas de suelo y plantas: una síntesis*. Ciudad de México, México: Editorial Harla.
- López, J., Marulanda, M., & López, A. (2009). Comportamiento agronómico y adaptabilidad de materiales élite de *Rubus glaucus* Benth. sin aguijones en dos municipios del departamento de Risaralda, Colombia. *Revista Unisarc*, 7(1), 14-29.
- Marmolejo, D. (2010). *Evaluación de apomixis en germoplasma seleccionado de mora de Castilla Rubus glaucus Benth.* (Tesis de maestría). Universidad Nacional de Colombia, Palmira, Valle del Cauca, Colombia.
- Martínez, A., & Beltrán, O. (2007). *Manual del cultivo de la mora de Castilla (Rubus glaucus B.)* (1.^a ed.). Ambato, Ecuador: Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP).
- Marulanda, M. & López, A. (2009). Characterization of thornless *Rubus glaucus* in Colombia. *Canadian Journal of Pure and Applied Sciences*, 3(3), 875-885.
- Marulanda, M., López, A., & Aguilar, S. (2007). Genetic diversity of wild and cultivated *Rubus* species in Colombia using AFLP and SSR markers. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, 7, 242-252.
- Marulanda, M., López, A., López, J., Isaza, L., Gómez, L., & Arias, J. (2011). *Resultados de investigaciones en mora de Castilla: una aplicación para el agricultor (2008-2011)*. Pereira, Colombia: Universidad Tecnológica de Pereira (UTP).
- McGregor, S. (2009). *Small fruits and brambles*. Tucson, Arizona, Estados Unidos: Agricultural Research Service Western Region.
- Mesa, C., & Rivera, C. (1996). *Evaluación de diferentes materiales plásticos en la solarización de suelos para semilleros* (Tesis de pregrado). Universidad Católica de Oriente, Rionegro, Colombia.

- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR). (2005). *La industria procesadora de frutas y hortalizas en Colombia*. Recuperado de <http://bit.ly/2uzmWM7>.
- Miranda, P. (1976). *El cultivo de la mora de Castilla (Rubus glaucus Benth.)* (Tesis de pregrado). Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Tunja, Colombia.
- Molina, M. (1998). Microestacas pregerminadas, una alternativa de propagación de la mora. En *Memorias del II Seminario de Frutales de Clima Frío Moderado*. Manizales, Colombia: Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica).
- Monroy, E., & Ávila, R. (1985). *Producción y mercadeo de la mora de Castilla en la región de Florida, Cundinamarca* (Tesis de pregrado). Universidad de la Salle, Bogotá, Colombia.
- Moreno, M., Villarreal, D., Lagos, T. C., Ordoñez, H., & Criollo, H. (2011). Caracterización “in situ” de genotipos silvestres y cultivados de mora *Rubus* spp. en el municipio de Pasto. *Revista de Ciencias Agrícolas*, 28(2), 109-128.
- Morillo, A., Morillo, Y., Muñoz, J., Vásquez, H., & Zamorano, A. (2005). Caracterización molecular con microsatélites aleatorios RAMs de la colección de mora, *Rubus* spp., de la Universidad Nacional de Colombia sede Palmira. *Acta Agronómica*, 54(2), 15-24.
- Muñoz, J., Morillo, A., & Morillo, Y. (2008). Microsatélites Amplificados al Azar (RAM) en estudios de diversidad genética vegetal. *Acta Agronómica*, 57(4), 219-226.
- Murashige, T., & Skoog, T. (1962). A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue culture. *Physiologia Plantarum*, 15(3), 473-497.
- Obregón, R. (1969). Algunas enfermedades de la mora, el guamo, la cabuya y la cebolla. *Revista Facultad Nacional de Agronomía*, 26(67), 3-18.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2016). *Inversión en el sector hortofrutícola en Colombia*. Bogotá, Colombia: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Procolombia. Recuperado de <http://es.slideshare.net/pasante/inversin-en-el-sector-hortofruticola-en-colombia>
- Patiño, V. (2002). *Historia y dispersión de los frutales nativos del neotrópico*. Santiago de Cali, Colombia: Centro Internacional de Agricultura Tropical.
- Peña, P. (1993). *Análisis técnico-socioeconómico de la producción de mora en el departamento de Cundinamarca* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia.

- Percifal, M. (1946). Observations on the flowering and nectar secretion of *Rubus fruticosus* (agg.). *New phytologist*, 45(1), 111-123.
- Pérez, E. (1956). *Plantas útiles de Colombia*. Bogotá, Colombia: Bogotá DAMA, Fondo FEN, Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis.
- Plan Frutícola Nacional (PFN) (2006). *Diagnóstico y análisis de los recursos para la fruticultura en Colombia* (1.ª ed.). Santiago de Cali, Colombia: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR), Fondo Nacional de Fomento Hortofrutícola (FNFH), Asociación Hortofrutícola de Colombia (Asohofrucol), Sociedad de Agricultores y Ganaderos del Valle del Cauca (SAG).
- Popenoe, W. (1920). The Colombian berry or giant blackberry of Colombia. *Journal of Heredity*, 11(5), 195-203.
- Popenoe, W. (1921). The Andes berry. *Journal of Heredity*, 12(9), 387-393.
- Popenoe, W. (1924). Economic fruits-bearing plants of Ecuador. *Contributions from the United States National Herbarium*, 24(5), 101-134.
- Popenoe, W. (1926). Round about Bogota: A hunt for new fruit and plants among the mountain forest of Colombia's unique capital. *National Geographic Magazine*, 49(2), 127-160.
- Popenoe, W. (1969). *Las moras y frutas afines*. (Boletín Informativo de Fruticultura N.º 75). Antioquia, Colombia: Secretaría de Agricultura de Antioquia.
- Popenoe, H., King, S., León, J., & Kalinowski, L. (1989). *Lost crops of the Incas: little known plants of the Andes with promise for worldwide cultivation* (1.ª ed.). Washington D.C., Estados Unidos: National Academy Press.
- Potter, D., Eriksson, T., Evans, R., Oh, S., Smedmark, J., Morgan, D., ... Campbell, C. (2007). Phylogeny and classification of Rosaceae. *Plant Systematics and Evolution*, 266(1-2), 5-43.
- Ramírez, A. (1989). *Estudios preliminares para la propagación clonal in vitro de mora (Rubus glaucus)* (Tesis de maestría). Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia.
- Ramírez, M., Roveda, G., Bonilla, R., Cabra, L., Peñaranda, A., López, M., ... Díaz, C. (2008). *Uso de microorganismos con potencial como biofertilizantes en el cultivo de mora*. Bogotá, Colombia: Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica).
- Red de Información y Comunicación del Sector Agropecuario Colombiano (Agronet) (2017). *Área, producción y rendimiento nacional por cultivo*. Bogotá, Colombia: Agronet, Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR). Recuperado de <http://www.agronet.gov.co/estadistica/Paginas/default.aspx>

- Rivera, D., Linares, E., Carrizosa, M., & Ramírez C. (1997). Conservación de germoplasma de moras silvestres (*Rubus* spp.) de la cuenca del río El Palmar, municipio de Ubaque (Cundinamarca, Colombia). I: Distribución y ecología. *Plant Genetic Resources Newsletter*, 111, 40-52.
- Robertson, K. (1974). The genera of Rosaceae in the southeastern United States. *Journal of the Arnold Arboretum*, 55(3), 344-401.
- Romero, R. (1961). *Frutas silvestres de Colombia* (1.^a ed.). Bogotá, Colombia: Editorial San Juan Eudes.
- Romero, R. (1991). *Frutas silvestres de Colombia* (2.^a ed.). Bogotá, Colombia: Editorial ABC.
- Romoleroux, K. (1992). Rosaceae in the paramos of Ecuador. En H., Balslev & H. Luteyn, J. (Eds.) *Paramo: An Andean ecosystem under human influence* (pp. 85-94). Londres, Reino Unido: Academic Press.
- Romoleroux, K. (1996). *Rosaceae. Flora of Ecuador* 56. Aarhus, Dinamarca: Aarhus University Press.
- Santana, G., & Echeverri, M. (2000). Estudio preliminar de biología floral en mora de Castilla (*Rubus glaucus* Benth.). En *Memorias del III Seminario de Frutales de Clima Frío Moderado*. Manizales, Colombia: Centro de Desarrollo Tecnológico de Frutales.
- Schulze, E. D., Beck, E., & Müller-Hohenstein, K. (2005). *Plant ecology* (1st ed.). Heidelberg, Alemania: Springer-Verlag.
- Sigarroa-Rieche, K., & García-Delgado, C. (2011). Establecimiento y multiplicación in vitro de mora de Castilla (*Rubus glaucus* Benth.) variedad sin espinas, mediante ápices meristemáticos. *Acta Agronómica*, 60(4), 347-354.
- Skirvin, R., Chu, M., & Gomez, E. (1981). *In vitro* propagation of thornless trailing blackberries. *HortScience*, 16(3), 310-312.
- Spies, J. J., & Du Plessis, H. (1984). The genus *Rubus* in South Africa. I. Chromosome numbers and geographical distribution of species. *Bothalia*, 15(3-4), 591-596.
- Tamaro, D. (1964). *Fruticultura*. Barcelona, España: Editorial Aguilar S. A.
- Thompson, M. (1995). Chromosome number of *Rubus* species at the National Clonal Germplasm Repository. *HortScience*, 30(7), 1447-1452.
- United States Department of Agriculture (USDA). (2017). *Rubus glaucus* Benth. Andes Berry Classification. In *Plant Data Base. Natural Resources Conservation Service*. Recuperado de <https://plants.usda.gov/core/profile?symbol=RUGL5>.
- Uribe, J. (1940). *Flora de Antioquia* (1.^a ed.). Medellín, Colombia: Imprenta Departamental.

- Vargas, W. (2002). *Guía ilustrada de las plantas de las montañas del Quindío y los Andes centrales* (1.^a ed.). Manizales, Colombia: Universidad de Caldas y Corporación Autónoma Regional del Quindío.
- Vásquez, R., Ballesteros, H., Castañeda, S., Riveros, L., Ortega, C., & Calvo, N. (2011). *Polinización dirigida con abejas Apis mellifera: Tecnología para el mejoramiento de la producción de cultivos con potencial exportador*. Bogotá, Colombia: Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica).
- Vásquez, R., Ballesteros, H., Muñoz, C., & Cuéllar, M. (2006). *Utilización de la abeja Apis mellifera como agente polinizador de cultivos comerciales de fresa (Fragaria chiloensis) y mora (Rubus glaucus) y su efecto en la producción*. Colombia: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica).
- Vélez, I., Tatum, W., & Jaramillo, R. (1967). La mora de Castilla. *Revista Agrícola*, 14(5), 29-31.
- Wagner, W., Herbst, D., & Sohmer, S. (1999). *Manual of the flowering plants of Hawaii* (3rd. ed.). Honolulu, Hawaii, USA: University of Hawaii and Bishop Museum Press.
- Whitton, J., Sears, C., Baack, E., & Otto, S. (2008). The dynamic nature of apomixis in the angiosperms. *International Journal of Plant Sciences*, 169(1), 169-182.
- Winton, L. (1935). *Vegetables, legumes and fruits. Structure and composition of foods* (1st ed.). Nueva York, Estados Unidos: John Wiley & Sons.
- Zamorano, A., Morillo, A., Morillo, Y., Muñoz, J., & Vásquez, H. (2007). Caracterización morfológica de mora en los departamentos de Valle del Cauca, Cauca y Nariño de Colombia. *Acta Agronómica*, 56(2), 51-60.
- Zasada, J., & Tappeiner, III J. (2003). *Rubus L. blackberry, raspberry. Rosaceae Rose family. The Woody Plant Seed Manual* (1st ed.). Estados Unidos: Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA). Forest Service.