

Mora

(*Rubus glaucus* Benth.)

Manual de recomendaciones técnicas para su cultivo en el departamento de Cundinamarca



Martha Marina Bolaños Benavides
William Andrés Cardona
María Cristina García Muñoz
Yimmy Alexander Zapata Narváez
Camilo Rubén Beltrán Acosta
Rodrigo Efrén Vásquez Romero
Erika Patricia Martínez Lemus
Juan Clímaco Hio
Nelly Carolina Ortega Flórez
Adriana Carolina Peña Holguín
Luis Gabriel Bautista Montealegre
Diego Alejandro López Melo

Convenio

AGROSAVIA
Corporación colombiana de investigación agropecuaria



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.

BOGOTÁ



Gobernación de
Cundinamarca



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

Mora
(*Rubus glaucus* Benth.)

Mora

(*Rubus glaucus* Benth.)

Manual de recomendaciones técnicas para su cultivo
en el departamento de Cundinamarca

Martha Marina Bolaños Benavides

William Andrés Cardona

María Cristina García Muñoz

Yimmy Alexander Zapata Narváez

Camilo Rubén Beltrán Acosta

Rodrigo Efrén Vásquez Romero

Erika Patricia Martínez Lemus

Juan Clímaco Hio

Nelly Carolina Ortega Flórez

Adriana Carolina Peña Holguín

Luis Gabriel Bautista Montealegre

Diego Alejandro López Melo

Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria - AGROSAVIA

Convenio

AGROSAVIA
Corporación colombiana de investigación agropecuaria



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.

BOGOTÁ



Gobernación de
Cundinamarca



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

Catalogación en la publicación Universidad Nacional de Colombia

Mora (*Rubus glaucus* Benth.) : manual de recomendaciones técnicas para su cultivo en el departamento de Cundinamarca / Martha Marina Bolaños Benavides [y otros once]. -- Primera edición. -- Bogotá : Universidad Nacional de Colombia : Corredor Tecnológico Agroindustrial CTA-2, 2024

1 recurso en línea (94 páginas) : ilustraciones (principalmente a color), diagramas, fotografías.

Incluye referencias bibliográficas

ISBN 978-958-505-482-0 (digital)

1. Mora -- Cultivo -- Cundinamarca -- Colombia -- Manuales 2. Mora -- Abonos y fertilizantes -- Cundinamarca -- Colombia -- Manuales 3. Mora -- Producción -- Cundinamarca -- Colombia -- Manuales 4. Mora -- Enfermedades y plagas -- Cundinamarca -- Colombia -- Manuales 5. Técnicas de cultivo -- Manuales 6. Fundación de las plantas -- Manuales I. Bolaños Benavides, Martha Marina, 1968-, autor

CDD-23 634.38 / 2024

CORREDOR TECNOLÓGICO AGROINDUSTRIAL CTA-2
UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA, SEDE BOGOTÁ
Calle 44 N.º 45-67 Unidad Camilo Torres Edificio 826
Bloque A-1 Oficina 101
Teléfono (57-1) 316 5000 Extensión 10248 Bogotá, D. C.
Colombia
Código postal: 111321

PREPARACIÓN EDITORIAL

Mesa Editorial
Corredor Tecnológico Agroindustrial CTA-2

COORDINACIÓN EDITORIAL:

Luis Gabriel Bautista Montealegre I. A., M. Sc
Rodrigo Orlando Pinzón Caballero I. A.

DISEÑO GRÁFICO:

Sonia Lucía Güiza Ariza
Andrés Conrado Montoya Acosta

IMPRESIÓN:

DGP Editores S.A.S
Bogotá D. C.
2024

CITACIÓN SUGERIDA: Bolaños-Benavides, M., Cardona, W., García-Muñoz, C., Zapata-Narváez, Y., Beltrán-Acosta, C., Vásquez-Romero, R., Martínez-Lemus, E., Hío, J., Ortega-Florez, N., Peña-Holguín, A., Bautista-Montealegre, L. y López-Melo, D. (2024). Mora (*Rubus glaucus* Benth.): Manual de recomendaciones técnicas para su cultivo en el departamento de Cundinamarca. Bogotá, D.C.: Corredor Tecnológico Agroindustrial CTA-2

Primera edición, 2024

ISBN impreso: 978-958-505-481-3

ISBN digital: 978-958-505-482-0

CLÁUSULA DE RESPONSABILIDAD: El Corredor Tecnológico Agroindustrial - CTA-2 no es responsable de las opiniones e información contenidas en el presente documento. Los autores/as se adjudican exclusiva y plenamente la responsabilidad sobre su contenido, ya sea propio o de terceros, declarando en este último supuesto que cuentan con la autorización para su publicación; adicionalmente, los autores/as declaran que no existe conflicto de interés con los resultados de la investigación propiedad de tales terceros. En consecuencia, solo los autores/as serán responsables civil, administrativa o penalmente frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros relativa a los derechos de autor u otros derechos que se hubieran vulnerado como resultado de su contribución.



El contenido del presente documento se acoge a la licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDeriv 4.0 International (CC BY-NC-ND 4.0 DEED). Su copia o redistribución debe incluir el crédito correspondiente a los autores y autoras, así como a las entidades editoriales y no debe tener fines comerciales. Se puede consultar la licencia en: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.en>.

*Dedicado a todas las personas
que trabajan la tierra*

Corredor Tecnológico Agroindustrial CTA-2

Entidad Ejecutora:
Gobernación de Cundinamarca
Jorge Emilio Rey Ángel
Gobernador

Comité Directivo

Gobernación de Cundinamarca
Secretaría de Ciencia, Tecnología e Innovación
Hjalmar Arturo Melo Román

Alcaldía Mayor de Bogotá, D. C.
Secretaría Distrital de Desarrollo Económico
Juanita Rodríguez Garay
Directora de Economía Rural y Abastecimiento Alimentario

Universidad Nacional de Colombia
Vicerrectoría de Investigación
Olga Janneth Gómez Ramírez
Directora de Investigación y Extensión Sede Bogotá

Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria - AGROSAVIA
Centro de Investigación Tibaitatá
Carlos Alberto Herrera Heredia
Coordinación de Innovación Regional

Comité Técnico Científico

Corredor Tecnológico Agroindustrial CTA-2

Gobernación de Cundinamarca
Secretaría de Ciencia, Tecnología e Innovación
Olga Lucía Guzmán Morales
Asesora de despacho

Alcaldía Mayor de Bogotá, D. C.
Secretaría Distrital de Desarrollo Económico
Andrea Campuzano Becerra

Universidad Nacional de Colombia
Dirección de Investigación y Extensión – Sede Bogotá
Bethsy Támara Cárdenas Riaño
Jefe de la División de Investigación

Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria - AGROSAVIA
Centro de Investigación Tibaitatá
Carlos Alberto Herrera Heredia
Coordinación de Innovación Regional
C. I. Tibaitatá

Directora de proyecto

Ingritts Marcela García Niño

Supervisión

Gobernación de Cundinamarca
Secretaría de Ciencia, Tecnología e Innovación
Oscar Alberto Villalba Pulido
Gerente de proyectos

El Corredor Tecnológico Agroindustrial (CTA) es una estrategia de cooperación entre Estado, sector productivo y academia, en la cual participan actores directivos del sector agropecuario y agroindustrial de Cundinamarca y Bogotá, D. C., con el fin de aunar esfuerzos en actividades de desarrollo y fortalecimiento de la ciencia, la tecnología y la innovación. Sus capacidades están orientadas a la formulación y ejecución de proyectos de carácter investigativo, que permitan la transferencia tecnológica al sector agropecuario y agroindustrial.

El presente documento es resultado del Subproyecto “Investigación y desarrollo tecnológico para los sistemas de producción de frutas (fresa y mora) en zonas productoras representativas de Cundinamarca”, desarrollado en el marco del Corredor Tecnológico Agroindustrial CTA-2, Proyecto “Investigación, desarrollo y transferencia tecnológica en el sector agropecuario y agroindustrial con el fin de mejorar todo el departamento, Cundinamarca, Centro Oriente”, suscrito por la Gobernación de Cundinamarca, a través de la Secretaría de Ciencia, Tecnología e Innovación; la Alcaldía de Bogotá, a través de la Secretaría Distrital de Desarrollo Económico; la Universidad Nacional de Colombia, y la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA, antes Corpoica). El Corredor Tecnológico Agroindustrial CTA-2 es financiado con recursos del Fondo de Ciencia, Tecnología e Innovación del Sistema General de Regalías.

Se aclara además que los resultados de investigación obtenidos deben ser comprendidos de acuerdo con el periodo en el que se ejecutó el proyecto y no con el de su fecha de publicación.

Contenido

Introducción	13
Diagnóstico del sistema productivo	15
Generalidades del cultivo.....	19
Producción y mercados.....	19
Materiales de siembra.....	20
Descripción botánica y ciclo del cultivo.....	20
Edafoclimatología	23
Temperatura y altitud.....	23
Suelos y precipitación	23
Manejo agronómico	25
Conservación de suelos y establecimiento del cultivo.....	25
Manejo eficiente de la fertilización integrada	36

Podas en el cultivo de mora.....	46
Manejo integrado de enfermedades	49
Manejo integrado de insectos plaga	59
Polinización dirigida en el cultivo de mora.....	63
Cosecha y poscosecha.....	67
Cosecha.....	67
Poscosecha.....	73
Costos de producción	79
Referencias bibliográficas	87

Introducción

El cultivo de mora (*Rubus glaucus* Benth.) es de gran importancia socioeconómica en Colombia. Por esto el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural tiene como meta para 2020 incrementar el área cultivada a 18 268 hectáreas (ha), la producción a 193 786 toneladas (t) y el rendimiento a 10,46 t/ha, respectivamente; mientras que en el Plan Frutícola Nacional 2006-2026 (Plan Frutícola Nacional, 2006) se proyecta un incremento, para 2026, del 94 % en el área cultivada, con una meta de aproximadamente 20 600 ha (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural [MADR], 2006).

No obstante, el sector frutícola requiere superar ciertas brechas tecnológicas y organizacionales, entre las que sobresalen la baja capacitación de los productores, así como el manejo deficiente de plagas y enfermedades, las cuales tradicionalmente se han manejado mediante el uso excesivo de moléculas químicas, lo que genera una baja inocuidad del producto final (LKS, 2013). En conjunto, dichos factores pueden llegar a causar hasta un 70 % de pérdidas en producción (Ayala et al., 2013).

Actualmente, la demanda internacional de mora representa una oportunidad gracias a la vigencia de los tratados de libre comercio con países de alto poder adquisitivo, como Estados Unidos (Soto, 2013). Adicionalmente, a dicho mercado se le suma el consumo en alimentos limpios provenientes de sistemas

productivos sostenibles (LKS, 2013), y la inocuidad de los productos finales que es un tema que requiere implementar estrategias de exportación direccionadas por los entes gubernamentales. En este sentido, es necesario que las actividades agrícolas nacionales sean más productivas y competitivas, para lo cual la búsqueda, transferencia y adopción de nuevas y mejores tecnologías de producción se hace necesaria (Ruíz y Piedrahita, 2012).

Considerando los planteamientos anteriores, en el marco del proyecto del Corredor Tecnológico Agroindustrial CTA-2 y el Subproyecto “Investigación y desarrollo tecnológico para los sistemas de producción de frutas (fresa y mora) en zonas productoras representativas de Cundinamarca” (en adelante Subproyecto Fresa y Mora), se realizó la instalación de Parcelas de Investigación Participativa Agropecuaria (PIPA), con el objetivo de mejorar los niveles de competitividad y desarrollo de los productores de mora en zonas representativas del departamento. Se buscó lograr este objetivo mediante la investigación, desarrollo (I+D) y transferencia tecnológica, haciendo especial énfasis en los componentes de fertilización y manejo de suelos de ladera, el manejo de cultivo mediante Buenas Prácticas Agrícolas (BPA), el uso de abejas en la polinización, el manejo integrado de enfermedades y el diseño de soluciones tecnológicas de cosecha y poscosecha.

Por otro lado, el desarrollo del Subproyecto Fresa y Mora permitió la elaboración del presente manual, enfocado en las condiciones productivas del departamento de Cundinamarca. Sin embargo, las recomendaciones incluidas pueden ser validadas y adaptadas a otras zonas agroecológicas donde se desarrolle la producción de este frutal.

Diagnóstico del sistema productivo

En el desarrollo del Subproyecto Fresa y Mora, para el caso específico del cultivo de mora (*R. glaucus* Benth.) el diagnóstico se realizó en los municipios de San Bernardo, Pasca, Granada, Silvania y El Colegio (Cundinamarca), los cuales son los principales productores de mora en el departamento.

En dichos municipios se realizó un análisis del sistema productivo de mora con el fin de considerar las prácticas de manejo de los cultivos implementadas por los productores, verificar la existencia de diferencias tecnológicas locales y proponer opciones tecnológicas que pudieran ser adoptadas por los moricultores en la zona de influencia del subproyecto.

Según los resultados obtenidos en el diagnóstico, se pudo constatar que la producción de mora en los municipios priorizados está en su mayoría en manos de pequeños productores, quienes han tenido poco acceso a la educación formal. En cuanto a asociatividad, los entrevistados aseguraron pertenecer a alguna asociación municipal; no obstante, solo 49 % de ellos manifestó haber recibido asistencia técnica.

En cuanto a la edad de los cultivos y su establecimiento, más del 61 % de los agricultores reportaron cultivos con más de cinco años, mientras que el porcentaje restante aseguró contar con cultivos con edades de dos a cinco años. Por su parte, el tipo de propagación de mora más empleado es el sexual (55 %), mediante plántulas provenientes de viveros o fincas vecinas, lo que representa

un riesgo sanitario, ya que solo el 29 % de los productores reportaron realizar algún tipo de tratamiento a las plántulas antes del trasplante a los lotes.

Las densidades de siembra empleadas por los moricultores en los municipios estudiados están entre las 300 y las 2240 plantas/ha; este rango es muy amplio, lo que a la vez refleja el desconocimiento de las distancias de siembra, en parte por la edad de los cultivos instalados. Mediante la información colectada en las encuestas se pudo evidenciar el uso generalizado del tutorado de espaldera sencilla, en el que generalmente se emplean postes de madera. Dicha práctica puede considerarse inadecuada debido a la utilización de especies nativas, razón por la cual, los productores esperan alternativas, ya sea de nuevos materiales o de nuevas especies que puedan ser utilizadas como materia prima para el tutorado.

En lo que compete al manejo del suelo, fertilización y productividad, la topografía predominante en la zona moricultora es ondulada e inclinada; también cuenta con suelos húmedos y buen drenaje natural, por lo que la mayoría de los productores no reportan problemas de encharcamientos. Adicionalmente, se encontró que la aplicación de fertilizantes más común es la edáfica, en la que se emplean fertilizantes químicos y, como principal aporte de materia orgánica, residuos vegetales. El rendimiento promedio de acuerdo con los productores de la región está en alrededor de 7,55 t/ha, valor considerado como bajo con respecto al promedio de Cundinamarca y de la región del Sumapaz.

Los moricultores de Cundinamarca conocen los efectos positivos de las prácticas de podas de formación y de mantenimiento, con las que realzan la vigorosidad de las plantas y se eliminan ramas improductivas y secas, lo cual favorece la absorción de luz por las ramas jóvenes. Sin embargo, cabe resaltar el bajo porcentaje de productores que reportan haber adoptado dichas técnicas, así como la desinfestación de herramientas para dichos procesos.

En el componente fitosanitario, los productores reportan enfermedades como moho gris, mildew polvoso y antracnosis. También se pudo evidenciar el uso de moléculas químicas para el manejo de plagas, enfermedades y arvenses sin algún tipo de registro de frecuencia, cantidades ni forma de aplicación por parte de los productores.

De otra parte, los productores desconocen el uso de abejas para la mejora de la producción y las condiciones para su establecimiento, pero se mostraron muy interesados en la implementación de esta tecnología después de explicarles sus beneficios y aplicación.

La frecuencia de recolección de frutos en los cinco municipios es, en promedio, de dos veces por semana y se deja la selección de los frutos al criterio del recolector, utilizando como indicador de la madurez el color de la fruta. Sin embargo, la mezcla de frutos en estados de madurez desde el 2 al 5 es una constante (Icontec, 1997). Por otro lado, se evidenciaron pérdidas de fruta a causa del inadecuado manejo del producto, las falencias en las operaciones de selección y limpieza, el uso de infraestructura inapropiada para las labores de acondicionamiento y por el uso de empaques inadecuados para el transporte de la fruta.

Una vez realizado el diagnóstico, y con el fin de ajustar y validar opciones tecnológicas que permitieran fomentar su uso por parte de los productores de mora en el marco del Subproyecto Fresa y Mora, se formalizaron convenios con cuatro productores para la instalación de igual número de PIPA en las veredas: Agua Bonita, El Carmen, El Carmelo y Santa Marta, pertenecientes a los municipios de Silvania, Pasca, El Colegio y San Bernardo, respectivamente.

Para la selección de las posibles fincas en donde se establecería cada PIPA se tuvieron en cuenta aquellas ubicadas en sectores de fácil acceso, con cultivos establecidos hace menos de diez años, con áreas de $\frac{1}{4}$ de hectárea para el montaje de las parcelas, con cultivos en producción que permitieran establecer una estrategia de manejo integrado de plagas y enfermedades, así como aquellas con distancias de siembra adecuadas para ejecutar las diferentes actividades sobre la plantación. Por otro lado, los productores seleccionados debían manifestar completa disposición y disponibilidad para implementar las tecnologías, ser receptivos, permitir la realización de eventos de transferencia de tecnología y pertenecer a alguna asociación de productores de mora.

Generalidades del cultivo

Producción y mercados

En Colombia, las Evaluaciones Agropecuarias Municipales (EVA) reportaron para 2022 una producción de 175 805 t de fruto a partir de 16 463 ha cosechadas (Unidad de Planificación Rural Agropecuaria [UPRA], 2023), lo que constituye un incremento con respecto a los años anteriores. En este contexto, los departamentos de mayor contribución a la producción nacional fueron Cundinamarca (57 613 t), Santander (35 319 t) y Boyacá (15 713 t) (UPRA, 2023).

A nivel municipal, en el departamento de Cundinamarca se destacan los municipios de San Bernardo, Silvania, Fusagasugá, Arbeláez, Quipile, El Colegio y Pasca los cuales, en conjunto, reportaron para 2022 una producción de 53 718 t (UPRA, 2023). Entre ellos, el municipio de San Bernardo fue el que reportó mayor área sembrada y cosechada, con valores de 2 355 ha y 2 305 ha, respectivamente; mientras que el municipio de Quipile sobresale por alcanzar un rendimiento de 10 t/ha a partir de 133 ha cosechadas.

En cuanto al comercio exterior para Colombia, la mora se encuentra en las partidas arancelarias de frambuesas, zarzamoras y moras frambuesa, las cuales no se cultivan extensivamente en el país, por lo que dichas exportaciones corresponden exclusivamente a mora. A su vez, el mercado de exportación se diversificó y pasó al 50 % hacia Estados Unidos, 18 % hacia las Antillas Holandesas, 13 % a España, 6 % a Aruba, 7 % a Panamá y 6 % al Reino Unido (ERS MIDAS CROPS, citado en Bautista-Montealegre, 2017).

Materiales de siembra

La mora (*R. glaucus* Benth.) pertenece a la familia Rosácea y su origen se concentra en Ecuador y México. Inicialmente fue descrita por Karl Theodor Hartweg, mientras que el primer reporte como género *Rubus* fue elaborado por George Bentham entre los años 1839 y 1857 (Bentham, citado por Morales y Villegas, 2012).

En Colombia se reconocen alrededor de 44 especies de mora; de estas, nueve son consideradas comestibles y 35 consideradas arvenses (Morales y Villegas, 2012). Dada la mezcla de dichos materiales se han adelantado proyectos de caracterización morfológica, agronómica, molecular y nutricional, con el fin de identificar materiales promisorios (Barrero, 2009) y vislumbrar la variabilidad genética de especies de mora sembradas en el país (Marulanda et al., 2007).

Descripción botánica y ciclo del cultivo

La planta de mora es de tipo arbustiva y perenne, de porte erecto a semierecto. Presenta raíces superficiales que le permiten anclarse a profundidades entre los 30 y los 50 cm y una corona en su base con gran número de tallos (Castro y Cerdas, 2005); estos últimos son cilíndricos, lisos, con o sin espinas (Morales y Villegas, 2012). Los tallos principales dan origen a tallos secundarios, que a su vez forman tallos terciarios, donde se concentran las inflorescencias (Castro y Cerdas, 2005) (Figura 1a).

Generalmente, las hojas se encuentran dispuestas alternamente y se componen por tres folíolos; son ovadas lanceoladas y presentan márgenes aserrados. Los tejidos son de color verde en el haz y blanquecino en el envés (Figura 1b); no obstante, dichas características pueden variar de acuerdo con el material sembrado (Franco y Giraldo, 1998; Castro y Cerdas, 2005; Morales y Villegas, 2012).

Las flores son hermafroditas, cuentan con numerosos estambres y pistilos, presentan cinco pétalos de color blanco a violeta o rosado y cáliz con cinco sépalos de color verde (Castro y Cerdas, 2005; Morales y Villegas, 2012) (Figura 2a). Por su parte, el fruto es circular, cónico a elíptico, con tamaño variable y color rojo y está estructurado por la unión de drupas, las cuales contienen semillas cuneiformes con superficie reticulada (Castro y Cerdas, 2005; Morales y Villegas, 2012) (Figura 2b).



Figura 1 Tallos (a) y hojas (b) de la planta de mora.
Fuente: Equipo CTA-2, Subproyecto Fresa y Mora (2018).

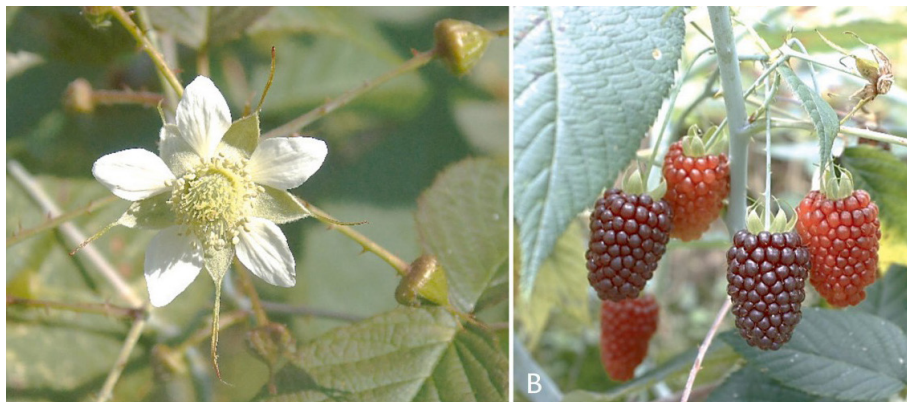


Figura 2 Flores (a) y frutos (b) de la planta de mora.
Fuente: Equipo CTA-2, Subproyecto Fresa y Mora (2018).

En el ciclo fenológico de la mora se distinguen tres etapas: la reproductiva, que inicia con la selección del material de propagación, ya sea sexual o asexual, hasta la obtención de nuevas plántulas; la vegetativa, que va desde el trasplante definitivo en campo hasta el inicio de la floración, y la productiva, que inicia con la floración y va hasta la madurez fisiológica de los frutos (Castro y Cerdas, 2005). Esta última etapa se da aproximadamente entre los 8 y los 12 meses después del trasplante; sin embargo, los tiempos de cada etapa dependen en gran medida del tipo de material, de las condiciones edafoclimáticas y del manejo agronómico dado al cultivo.

Edafoclimatología

Temperatura y altitud

El cultivo de mora se adapta a altitudes desde los 1200 hasta los 3500 m s. n. m., con un rango óptimo entre los 1800 y los 2400 m s. n. m., temperaturas entre 11 y 18° C y humedad relativa entre el 70 % y 80 %. Cuando las plantas se siembran en zonas con características por fuera de los rangos mencionados se pueden presentar problemas en la calidad de los frutos y el rendimiento del cultivo (Franco y Giraldo, 1998; Morales y Villegas, 2012).

Suelos y precipitación

Desde el punto de vista edáfico, para un adecuado desarrollo del sistema radical y, en general, de las plantas, estas deben ser establecidas en suelos con una profundidad efectiva de al menos 50 cm (Erazo, 1983), texturas francas con buen drenaje, alto contenido de materia orgánica y pH entre 5,2 y 6,7, con un óptimo de 5,7 (Franco y Giraldo, 1998; Morales y Villegas, 2012). Para el caso de los requerimientos hídricos, el cultivo demanda de 1500 a 2500 mm al año (Morales y Villegas, 2012). Sin embargo, cuando las plantas se establecen en zonas de alta precipitación, el terreno debe contar con cierto grado de inclinación

para evitar encharcamientos; aun así, la humedad del suelo debe ser permanente ya que la mora cuenta con fases de desarrollo, vegetativa y reproductiva, que se presentan simultáneamente (Franco y Giraldo, 2002).

Manejo agronómico

Conservación de suelos y establecimiento del cultivo

Preparación del terreno

La preparación del terreno en busca de la conservación de suelos involucra un arado con cincel y dos pases con discos (Figura 3). Se debe evitar la preparación generalizada del suelo para disminuir la destrucción de sus macroagregados. Por otro lado, se puede aplicar glifosato según la dosis recomendada por el fabricante del producto; no obstante, la aplicación de este ingrediente activo se recomienda únicamente durante la preparación del suelo, previo al trazado del lote, el establecimiento y la adecuación de los sitios de siembra.

Prácticas de conservación de suelos

En Colombia, los cultivos de mora se encuentran establecidos en su mayoría sobre terrenos con topografía de pendientes entre suaves y fuertes. Sin embargo, para el caso específico de Cundinamarca, donde las precipitaciones son altas, los cultivos se ubican en terrenos con pendientes superiores al 50 % para evitar



Figura 3 Preparación mecánica del suelo para la siembra de mora.
Fuente: Equipo CTA-2, Subproyecto Fresa y Mora (2018).

encharcamientos. Adicionalmente, el manejo convencional del suelo en los sistemas de producción agrícola genera limitantes a corto, mediano y largo plazo; afectando principalmente la estructura del suelo y su contenido de materia orgánica (MO).

Con el fin de disminuir el efecto de la erosión en este tipo de terrenos, es necesario implementar prácticas que incrementen los contenidos de carbono orgánico en diferentes tamaños de agregados del suelo (sumideros de carbono), disminuyan la emisión de carbono inorgánico (CH_4) y que, en general, contribuyan a la mitigación y adaptación frente al cambio climático y la conservación del recurso suelo. De acuerdo con esto, las principales prácticas implementadas se centran en: a) trazado mediante uso de curvas a nivel; b) incorporación de materia orgánica; c) empleo de biofertilizantes y biocontroladores como micorrizas y *Trichoderma*, y d) manejo integrado de arvenses y coberturas.

Siembra en curvas a nivel

Es recomendable implementar la siembra en curvas a nivel en suelos con pendientes inferiores al 15 % y cuando el área destinada para la siembra sea superior a media hectárea, pues esto facilita las labores de mantenimiento del cultivo. No obstante, la ejecución de la práctica depende de factores socioeconómicos. La siembra en curvas a nivel consiste en el trazo de los surcos del cultivo en contra de la pendiente del terreno. Para llevarla a cabo, se pueden implementar herramientas de construcción en la finca como el nivel tipo 'A', o agronivel.

Los materiales empleados para la construcción del agronivel incluyen:

- a. Dos listones de madera de 2,5 m de largo por 5 cm de grosor, aproximadamente.
- b. Una regla de madera de 1,3 m (travesaño).
- c. Cinta métrica.
- d. Dos estacas de 20-25 cm de alto y 5 cm de diámetro.
- e. Un nivel de burbuja.
- f. Tres clavos de 2 o 3 pulgadas.
- g. Una cuerda fina o cabuya.
- h. Lápiz.
- i. Navaja.
- j. Una piedra o botella con tapa para usarla como plomada.

Para armar el agronivel se deben clavar los dos listones largos con un clavo ubicado a 10 cm de los extremos; se debe dejar la cabeza del clavo salida para amarrar de allí la plomada (Figura 4a). Luego, se amarra la cuerda al clavo y se mide hasta el otro extremo de los listones; se toma la cuerda por la mitad y con esta se marca a igual distancia en cada listón (Figura 4a). Posteriormente, se clavan las dos estacas sobre el suelo a una distancia de 2,5 m entre sí y se colocan los extremos de los listones en cada estaca para guiar la apertura del aparato (Figura 4b). Finalmente, se procede a clavar el travesaño en las marcas

que se hicieron en los listones con la cuerda. Se amarra la plomada (hecha con una botella plástica o una piedra) en la cabeza del clavo de tal manera que quede ubicada por debajo del travesaño (Figura 4c).

Para calibrar el agronivel, este se ubica sobre dos estacas en un terreno inclinado y se marcan los dos puntos donde las patas tocan el suelo. Después de esto, se hace una marca sobre el travesaño en el punto donde lo cruza el hilo de la plomada (Figura 5, Marca 1). Posteriormente se le da media vuelta al agronivel, de tal manera que cada pata quede sobre la marca donde estaba la otra pata previamente y nuevamente se hace una marca con lápiz sobre el travesaño, en el punto donde lo cruza el hilo (Figura 5, Marca 2). Finalmente, se mide el centro entre la Marca 1 y la Marca 2 y se marca definitivamente sobre el travesaño; este indicará el nivel a seguir para trazar las curvas (Figura 5, marca roja en el dibujo de la derecha).

Una vez se tenga el agronivel construido y calibrado, para realizar el trazo en curvas a nivel se ubica la herramienta en la parte más alta del terreno y se traza una línea recta imaginaria perpendicular a la pendiente, que representará la línea madre; sobre este surco se irán colocando las estacas. Se marca entonces un punto inicial en el terreno y se apoya el agronivel sobre la línea del surco, apoyando sus dos extremos de manera que la inclinación de la herramienta marque 0° (la plomada debe pasar sobre la marca que se le hizo al travesaño). A continuación, se rota la herramienta en forma de compás, siguiendo el sentido del surco, y se apoya de nuevo el extremo en el punto donde la pendiente marque 0° ; se marca este punto con otra estaca (Figura 6a). Se va repitiendo el proceso a lo largo del surco, procurando ir en línea recta. Para trazar la siguiente curva a nivel, se rota el agronivel 90° , en el sentido de la pendiente, y allí se marca el inicio del siguiente surco, a lo largo del cual se repite todo el proceso sucesivamente hasta cubrir todo el terreno.

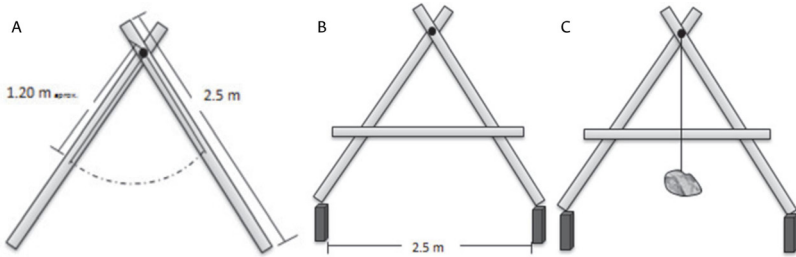


Figura 4 a) Construcción del agronivel con dos listones de madera y cabeza del clavo salida. b) Nivelación en suelo, mediante el uso de estacas. c) Uso de plomada con piedra.
Fuente: Equipo CTA-2, Subproyecto Fresa y Mora (2018).

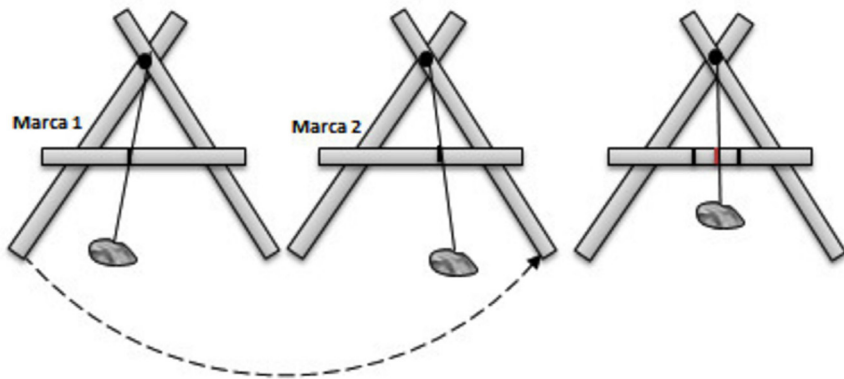


Figura 5 Calibración de nivel tipo 'A' o agronivel.
Fuente: Equipo CTA-2, Subproyecto Fresa y Mora (2018).



Figura 6 Trazado de curvas a nivel a través del terreno con la herramienta del agronivel.
Fuente: Equipo CTA-2, Subproyecto Fresa y Mora (2018).

Incorporación de materia orgánica

La materia orgánica (MO) es una fuente de nutrientes, promueve la estructura, la retención de agua y sirve como sustrato para organismos del suelo (Baldock y Skjemstad, 2000); también, mejora la agregación del suelo, favorece el desarrollo de raíces, los ciclos del agua y carbono y la resistencia del suelo a la erosión (Kay, 1998).

La materia orgánica puede ser suministrada mediante la aplicación de compost estabilizado o de residuos orgánicos previamente compostados. Según Luna y Bolaños (2007), el proceso de compostaje es la técnica biológica realizada en condiciones particulares de humedad, aireación y temperatura, bajo la acción de ciertos microorganismos, para la transformación y estabilización de residuos orgánicos biodegradables en un producto final llamado “compost”, que según su contenido de nutrientes puede ser un abono de buena calidad.

La dosis que se debe aplicar dependerá del contenido de materia orgánica del suelo, determinado mediante análisis químico. La incorporación se puede llevar a cabo durante la preparación del terreno, con lo cual se contribuye a la reducción de la erosión hídrica en suelos de ladera. Sobre el suelo con cultivos ya establecidos es recomendable la aplicación de 2 a 3 kg de compost comercial o elaborado, cada tres a cuatro meses.

Uso de biofertilizantes

El concepto de biofertilizantes es muy amplio e involucra diversas fuentes microbiológicas; sin embargo, concretamente se puede referir a ellos como productos que contienen microorganismos que, al inocularse, pueden convivir en asocio o simbiosis con las plantas, contribuyendo a su vez con la nutrición y protección de los cultivos (Vessey, 2003). Otros microorganismos empleados como biofertilizantes son de vida libre; no obstante, también cumplen funciones benéficas sobre las plantas.

Dentro del grupo de biofertilizantes sobresalen los hongos formadores de micorrizas arbusculares y el *Trichoderma*. Dichos microorganismos permiten la conservación del suelo mediante la unión temporal, mediada por sus hifas, de agregados presentes en el sustrato (Tisdall y Oades, 1982); unión que no solo

es posible gracias a las hifas, sino que también es atribuida a la producción de glomalina, una glicoproteína que actúa como sustancia cementante entre los agregados. Así, el uso de biofertilizantes puede llegar a incrementar significativamente la producción de materia seca en plantas de mora de Castilla y con la aplicación de micorrizas es posible reducir hasta en 50 % la fertilización convencional que se aplica al cultivo.

Para la implementación de estos productos en su presentación comercial se recomienda aplicar las micorrizas en los semilleros o viveros. Si no es posible en estas fases del cultivo, puede ser durante el trasplante a campo, adicionando entre 50 y 100 gramos por planta (Cardona y Bolaños-Benavides, 2019).

Se recomienda hacer la aplicación de *Trichoderma* mediante la aspersión sobre las plántulas listas para ser trasplantadas, ya que actúa como promotor de crecimiento. Por su parte, la aplicación de micorrizas se recomienda durante el ahoyado (Figura 7).



Figura 7 Aplicación de micorriza en suelo (a) y de *Trichoderma* (b) en plántulas de mora.
Fuente: Equipo CTA-2, Subproyecto Fresa y Mora (2018).

Manejo de arvenses y coberturas

Las arvenses son plantas acompañantes de los cultivos y compiten con estos por espacio, agua, luz y nutrientes, a la vez que pueden servir como hospederos alternos de insectos plaga y microorganismos fitopatógenos, lo cual obliga a implementar estrategias de manejo para evitar un efecto negativo de estas

plantas sobre las plantaciones. La práctica de manejo más recomendada para mantener el plato libre de arvenses es el control mecánico mediante machete o guadaña, con lo que se evita que superen alturas mayores a 15 cm (Figura 8).

Sin embargo, cuando se presentan altas precipitaciones y el manejo mecánico no es viable para el control de especies de hoja ancha y gramíneas (Figura 9), se recomienda recurrir al uso responsable de herbicidas postemergentes, sistémicos, no selectivos (como glifosato), y de contacto (como paraquat), en sus dosis comerciales, aplicándolos con fumigadora, con pantalla o selector de arvenses; de esta manera se favorecen las arvenses de porte bajo como golondrina (*Drymaria cordata* [L.] Will), falso trébol (*Oxalis corniculata* L.), trébol (*Trifolium repens* L.) y azulita (*Veronica persica* Poir.) (Franco y Giraldo, 2001).



Figura 8 Control mecánico de arvenses con guadaña (a) y plateo (b) para el manejo de arvenses en el cultivo de mora.

Fuente: Equipo CTA-2, Subproyecto Fresa y Mora (2018).



Figura 9 Arvenses de hoja ancha (a) y gramíneas (b) en el cultivo de mora.

Fuente: Equipo CTA-2, Subproyecto Fresa y Mora (2018).

Por otro lado, el uso de coberturas vivas o muertas en forma de *mulch* se presenta como una alternativa eficiente para el manejo de arvenses debido a que limita el crecimiento de estas y protege el suelo de la erosión. La implementación de cobertura o *mulch* que se hace con el manejo mecánico de arvenses en el cultivo de mora sembrado en suelo de ladera, permite cubrir completamente el suelo, evitando su pérdida.

Otra ventaja de las coberturas “muertas” es que durante el proceso de descomposición de los residuos se logra mejorar la retención de la humedad del suelo lo que cobra mayor importancia en épocas de bajas precipitaciones, ya que se disminuye la evaporación del agua del suelo. Adicionalmente, por medio de la acción de microorganismos y del ambiente los residuos orgánicos se convierten posteriormente en fuente de materia orgánica para el suelo y el cultivo.

Siembra

Para la siembra de las plántulas de mora, inicialmente se deben realizar hoyos con dimensiones de 40 × 40 × 40 cm (Figura 10) y, según los resultados del análisis de suelo y las recomendaciones de un ingeniero agrónomo, se realiza la aplicación de un correctivo calcáreo al menos un mes antes de la siembra (si se requiere).

Durante la siembra debe aplicarse la materia orgánica habilitada o de buena calidad, la dosis dependerá del contenido de materia orgánica del suelo determinado en el análisis de suelo.

En cuanto a las distancias de siembra recomendadas para el cultivo, se requiere tener en cuenta aspectos tales como la pendiente del lote, la humedad ambiental, la fertilidad del suelo, así como los tipos de podas y tutorado que serán empleados (Morales y Villegas, 2012).

De acuerdo con lo anterior, y según el tipo de trazado y arreglo del cultivo, se pueden manejar distancias de 1,5 a 2,5 m entre plantas y 2 a 2,5 m entre surcos (Franco y Giraldo, 2001; Morales y Villegas, 2012). Sin embargo, dadas las características topográficas de las zonas productoras de mora del departamento de Cundinamarca y el trazo de curvas a nivel recomendado para lotes con pendientes de 15 %, las distancias recomendadas son de 2 a 2,5 m entre plantas y de 3 m entre surcos.

La distancia adecuada entre plantas permite la aireación, lo que contribuye al manejo de plagas y enfermedades.



Figura 10 (a) Ahoyado del terreno, (b) aplicación de materia orgánica y (c) siembra de plántula de mora.
Fuente: Equipo CTA-2, Subproyecto Fresa y Mora (2018); Cardona y Bolaños-Benavides (2019).

Tutorado

Debido al hábito de crecimiento rastrero que desarrollan las plantas de mora, se hace necesario instalar un sistema de tutorado para brindarles soporte y facilitar además la aireación y las labores culturales en las plantaciones. Se recomienda hacer la instalación del tutorado entre el tercer y cuarto mes después de su siembra. Los tipos de tutorado que existen son: tipo “chiquero” o soporte con andamio de madera, la espaldera compuesta, la espaldera doble de cama y la espaldera en T (Franco y Giraldo, 2001; Morales y Villegas, 2012). De acuerdo con la densidad de siembra, practicidad, costos y eficiencia de producción en el departamento de Cundinamarca, se recomiendan los sistemas que se describen a continuación:

Tutorado de espalda en T sencilla: para este sistema de tutorado se emplea un poste cuadrado con dimensiones de 10 × 10 cm de ancho y 2,5 m de alto, mientras que para la cruceta en T se utiliza una vara de 5 × 5 cm de ancho y de 80 cm de longitud. Adicionalmente, para fijar la T se requiere alambre liso n.º 14, clavos de 5” y grapas de 1 ¼». Previa instalación de los postes, se recomienda realizar la inmunización con aceite quemado de la superficie de la sección que se enterrará a 60 cm de profundidad; esto con el fin de prolongar su vida útil y proteger el poste de la humedad y el deterioro.

La cruceta se debe ajustar a una distancia aproximada de entre 1,5 y 1,7 m del suelo; se debe considerar de antemano la estatura de las personas que realizarán las labores culturales y de cosecha en la plantación. Según la densidad de población del cultivo, la distancia entre postes debe abarcar el espacio equivalente a tres plantas; una vez dispuestos los tutores se tiende el alambre en los extremos de las crucetas uniéndolos con las grapas. Finalmente, para asegurar la tensión del alambre así como el soporte en los postes, más específicamente de la primera y la última sección del tendido, se recomienda instalar un pie de amigo que ayude a soportar la tensión; además, ubicar los postes por lo menos a tres metros de la primera planta, para facilitar la instalación del pie de amigo (Figura 11).

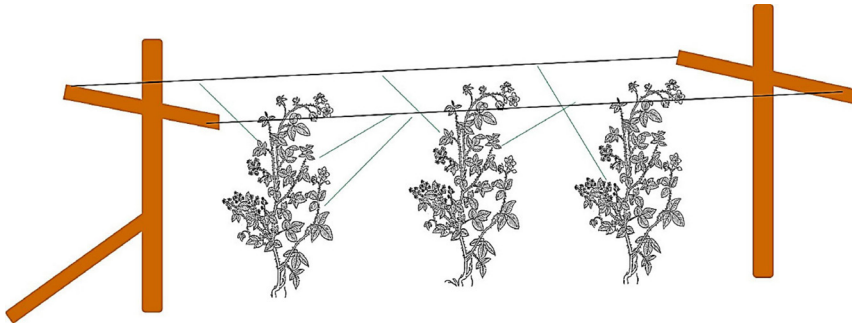


Figura 11 Sistema de tutorado de espaldera en T sencilla.
Fuente: Equipo CTA-2, Subproyecto Fresa y Mora (2018).

Tutorado de cama con dos alambres: para su construcción se emplean postes cuadrados de 10×10 cm de ancho y 2,5 m de alto, alambre liso n.º 14, clavos de 5", grapas de $1 \frac{1}{4}$ " y tensores de $\frac{3}{8}$ ". Al igual que el tutorado de espaldera en T sencilla, es recomendable la instalación de un pie de amigo en los extremos de los postes previamente inmunizados. Estos últimos se entierran a una profundidad de 60 cm y se ubica cada uno a 60 cm de las plantas, con lo cual se logrará, aproximadamente, al menos una distancia de 1,2 m entre postes. Por otro lado, la distancia entre postes a lo largo de los surcos debe abarcar alrededor de tres plantas; sin embargo, los postes ubicados al interior de la línea del surco pueden ser más delgados.

Desde los primeros postes se deben instalar los alambres a una altura de entre 1,5 y 1,7 m y posteriormente colocar los tensores de 3/8". Seguido a esto, los tensores se unen al lado externo de los siguientes postes mediante una grapa de 1 ¼," para dar cierta movilidad al tensor lo que facilita su ajuste o tensión. Es importante resaltar que los postes al final del surco deben contar a su vez con tensores para facilitar la distribución de la tensión sobre la estructura (Figura 12).

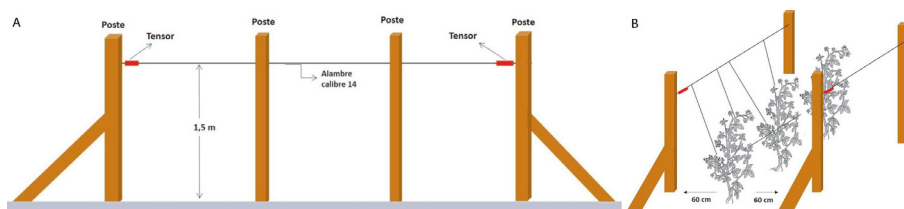


Figura 12 Vistas lateral (a) y semifrontal (b) del sistema de tutorado en cama.
Fuente: Equipo CTA-2, Subproyecto Fresa y Mora (2018).

Manejo eficiente de la fertilización integrada

A menudo se escucha a los productores referirse a los términos “fertilización” y “nutrición” como si se tratase de lo mismo; no obstante, es importante aclarar que en realidad la fertilización se realiza sobre el suelo; cuando este es fertilizado se desarrollan una serie de procesos en su interior, que finalmente permiten que la planta obtenga los nutrientes necesarios para su crecimiento, lo cual conlleva a la nutrición de las plantas (Cardona y Bolaños-Benavides, 2019).

Todo plan de fertilización se basa en cuatro principios básicos:

- a. El análisis de la fertilidad del suelo en el que se va a sembrar.
- b. El conocimiento de la concentración de nutrientes en el tejido foliar.
- c. El conocimiento de los requerimientos nutricionales del cultivo en sus diferentes etapas fenológicas.
- d. Diferenciar las etapas fenológicas de la especie sembrada.

Los criterios para el análisis de la fertilidad del suelo, la concentración de nutrientes en el tejido foliar y los requerimientos nutricionales del cultivo en sus diferentes etapas fenológicas, requieren de la asesoría de un ingeniero agrónomo quien, con su conocimiento y mediante los resultados de análisis de laboratorio y referencias bibliográficas, puede interpretar los balances asociados a la fertilización (Cardona y Bolaños-Benavides, 2019).

Por otro lado, las etapas fenológicas de la especie dependen del desarrollo de cada cultivo y permiten identificar los momentos y el fraccionamiento de los fertilizantes en busca de optimizar el crecimiento y desarrollo de las plantas. Adicionalmente, si algunos de los anteriores principios son desconocidos es imposible hablar de un plan de fertilización, lo que se refiere finalmente a una labor de fertilización empírica, la cual es ineficiente, poco práctica y que probablemente incrementará los costos de producción (Cardona y Bolaños-Benavides, 2019).

Análisis de suelos

Como se comentó con anterioridad, el plan de fertilización debe iniciar a partir de un análisis de suelo de las muestras colectadas en campo. Para hacer el muestreo se debe contar con un mapa de la finca, un barreno, pala o palín, un machete, un cuchillo, un balde, bolsas plásticas limpias, marcadores y papel para identificar la(s) muestra(s). Cabe resaltar que las herramientas deben estar completamente limpias para evitar la alteración de los resultados (Osorio y Ruiz, 2001) y se deben seguir las siguientes recomendaciones:

Frecuencia de muestreo y delimitación de suelos: para cultivos establecidos, se recomienda realizar el análisis de suelo cada dos años (Cardona y Bolaños-Benavides, 2019). Para la toma de las muestras que serán enviadas al laboratorio, se deben coleccionar aleatoriamente varias submuestras en los terrenos seleccionados. Para tal fin, se realiza un recorrido en zigzag para tomar la submuestra y cambiar de dirección de acuerdo con el tipo de suelo de la finca, la pendiente de cada lote y el manejo dado al mismo, pues dichas condiciones influyen sobre las características fisicoquímicas de los suelos, por lo cual los lotes se consideran como la unidad de muestreo.

Toma de submuestras: en cada sitio de muestreo se recomienda inicialmente remover piedras, raíces gruesas, lombrices e insectos, al igual que las plantas y vegetación superficial de un área de 40 × 40 cm. Después, se toma con un barreno una muestra de 100 a 200 g de suelo a una profundidad de 30 cm (Cardona y Bolaños-Benavides, 2019).

Si se usa una pala, se recomienda realizar un corte en forma de ‘V’ a una profundidad de 30 cm, para luego tomar del centro del corte una porción de suelo que será transferida a un balde. La cantidad de suelo por enviar al laboratorio debe ser de un kilogramo y estará conformada de 15 submuestras previamente mezcladas y seleccionadas mediante cuarteo diagonal (Cardona y Bolaños-Benavides, 2019).

Una vez seleccionada la muestra de suelo, se debe guardar en una bolsa plástica limpia, que luego se marca con los datos básicos de la finca y el propietario, para poder identificarla ante el laboratorio (Cardona y Bolaños-Benavides, 2019). Se debe tener presente que una muestra representa las características de un terreno homogéneo y por ningún motivo se debe mezclar con muestras de terrenos diferentes. La muestra debe ser mantenida a temperatura ambiente y no puede ser expuesta al sol. En caso de que se encuentre muy húmeda, se debe secar a la sombra y almacenarla máximo por un mes (Cardona y Bolaños-Benavides, 2019).

Interpretación de análisis de suelo

Una vez recibidos los resultados de los análisis, se debe proceder a su interpretación teniendo en cuenta los siguientes criterios:

pH: mide el grado de acidez de un suelo en una escala de 0 a 14 (Figura 13). El valor de pH neutro es 7, mientras que los suelos ácidos y básicos presentan valores por debajo y por encima de 7, respectivamente (Cardona y Bolaños-Benavides, 2019). En este contexto, la mayoría de las plantas cultivadas presentan un mejor desarrollo en suelos con valores de pH cercanos a la neutralidad (7) (Garrido-Valero, 1994).

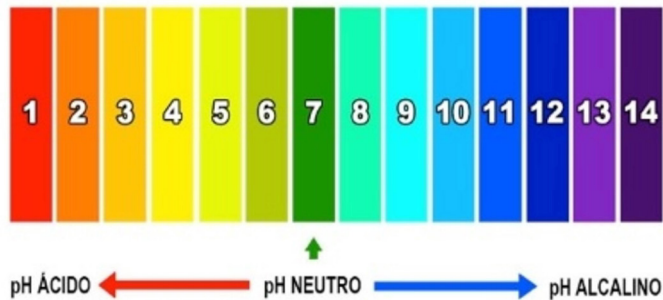


Figura 13 Escala de pH para la interpretación de resultados de análisis de suelos.
Fuente: Equipo CTA-2, Subproyecto Fresa y Mora (2018).

Para regular la acidez del suelo se recomienda la aplicación de enmiendas calcáreas como el carbonato de calcio (CaCO_3). No obstante, el manejo de la acidez se debe plantear con criterio de mejoramiento integrado de la concentración de bases ($\text{Ca} + \text{Mg}$) y de fósforo (P), para lo cual se recomienda el uso combinado de materiales enclantes.

El cálculo de toneladas por hectárea (t/ha) de CaCO_3 se efectúa teniendo en cuenta que un miliequivalente (1 meq) de Al^{+3} en 100 g de suelo, se neutraliza con la aplicación de 400 kg/ha de calcio, el cual equivale a 1 t/ha de CaCO_3 (Blanco, s.f.). Adicionalmente, es posible estimar las toneladas por hectárea de CaCO_3 , asumiendo un porcentaje mínimo de aluminio tolerado por el cultivo (se sugiere $< 15\%$) mediante la siguiente fórmula (Molina, 1998):

$$\text{CaCO}_3 \text{ (t.ha}^{-1}\text{)} = \frac{[1,5 (\text{saturación Al}^{+3} \text{ existente} - \text{saturación Al}^{+3} \text{ deseada}) \times \text{CICE}]}{100}$$

Es preciso aclarar que los cálculos sobre las dosis de fertilizantes y enmiendas para aplicar al suelo deben ser realizados por un ingeniero agrónomo y un técnico calificado.

Conductividad Eléctrica (CE): es una medida indirecta de la cantidad de sales que contiene un suelo (Garrido-Valero, 1994). En este sentido, los suelos que presentan altos valores de CE (mayores a 2 dS/m) dificultan el desarrollo de las plantas.

Materia orgánica (MO %): equivale al porcentaje de restos orgánicos que se encuentran descompuestos y los cuales pueden aumentar el contenido y disponibilidad de nutrientes en el suelo. Adicionalmente, su contenido favorece la estructura del suelo disminuyendo el riesgo de erosión, promoviendo a la vez el desarrollo de organismos benéficos (Garrido-Valero, 1994).

La materia orgánica se considera un indicador muy útil de la fertilidad del suelo. Si su contenido en el suelo es bajo (clima frío: menor a 5 %; clima medio: menor a 3 % y clima cálido: menor a 1,5 %), se recomienda aportar materia orgánica al suelo periódicamente. Para ello, se pueden emplear fertilizantes y enmiendas orgánicas, fertilizantes órgano-minerales o ácidos húmicos y aminoácidos, entre los cuales se destacan el compost, el lombricompost, los abonos verdes y los residuos de cosecha.

Capacidad de intercambio catiónico (CIC): capacidad del suelo de retener los nutrientes necesarios para las plantas sin que estos se laven o pierdan. Cuanto mayor sea la CIC, mayor será la fertilidad natural del suelo (Garrido-Valero, 1994), en caso contrario, mediante el aporte de materia orgánica se puede elevar la CIC.

Saturación de bases: se refiere al porcentaje de cationes principales respecto al valor de la CIC total (Garrido-Valero, 1994) y es utilizado para calcular la cantidad de cal necesaria para corregir la acidez de un suelo.

Concentración de nutrientes en el suelo: finalmente, una vez se obtienen los resultados del análisis de suelo, se requiere interpretar cada uno de los parámetros analizados por el laboratorio, los cuales pueden ser expresados en diferentes unidades de medida (ppm o mg/kg, cmol(+)/kg). Para ello, se debe recurrir a una escala general de interpretación, así como a otros factores y relaciones de bases (Tabla 1).

Tabla 1 Escalas de interpretación de resultado de análisis químico de suelos.

Apreciación	MO %			P (ppm)		Ca		Mg		K	
	Clima										
	Frio	Medio	Cálido	Bray II	Olsen	cmol.kg	% Sat	cmol.kg	% Sat	cmol.kg	% Sat
Muy bajo				< 10	< 8	< 2		< 0,5		< 0,2	
Bajo	< 5	> 3	< 1,5	10-20	8-16	2-3	< 50	0,5-1,2	< 15	0,2-0,4	< 2
Medio	5-10	3-5	1,5-3	> 20-40	> 16-35	> 3-6	50-70	> 1,2-1,8	15-25	> 0,4-0,6	2-3
Alto	> 10	> 5	< 3	> 40	> 35	> 6	> 70	> 1,8	> 25	> 0,6-1	> 3

Apreciación	Na		CIC	S	Elementos menores					CE
	cmol.kg	% Sat	cmol.kg	Ppm	B	Mn	Cu	Zn	Fe	(dS m-1)
Muy bajo			<5							< 0,5
Bajo	< 0,1		5-10	< 8	< 0,3	< 5	< 2	< 3	< 50	0,5-1
Medio	0,1-0,5	< 7	> 10-20	8-16	0,3-0,6	5-10	2-4	3-6	50-100	1-2
Alto	> 0,5	> 15	> 20	> 16	> 0,6	> 10	> 4	> 6	< 100	> 2

Apreciación	Relaciones (balance de bases)					Apreciación	Diagnóstico de problemas de acidez			
	Ca/Mg	Mg/K	K/Mg	Ca/K	Ca+Mg/K		pH	Al (me)	Al (%)	∑ Ca, Mg, K
Ideal	3-5	6-8	0,2-0,3	12-18	12-20	Alto	> 4,5	> 2,5	> 30	< 5
K deficiente		> 10	< 0,2	> 30	> 40	Medio	4,5-5,5	1-2,5	15-30	5-8
Mg deficiente	> 10	< 6	> 0,3			Bajo	5,5-6,0	< 1	< 15	> 8-10
Ca deficiente	Suelos magnésicos de relación Ca/Mg inversa					Favorable	6,5-7,3			10-15

t/ha CaCO ₃	Control de acidez y mejoramiento químico integral					
	Combinación de materiales de encalado (t/ha) – Relación porcentual					
	Cal hidratada (40 %)		Cal dolomita (45 %)		Abono Paz del Río (15 %)	
1	0,36		0,48		0,17	
2	0,72		0,96		0,34	
3	1,08		1,44		0,51	
4	1,44		1,92		0,58	

Fuente: Instituto Colombiano Agropecuario [ICA] (1992).

Concentración de nutrientes

El análisis foliar es una herramienta complementaria al análisis de suelo de uso común en cultivos de flores y perennes como en el caso de la mora (Cardona y Bolaños-Benavides, 2019). En este sentido, tomar la muestra de tejido foliar de manera apropiada garantiza un diagnóstico acertado sobre el estado nutricional de un cultivo, siempre y cuando se tengan en cuenta factores como la edad del cultivo y la parte u órgano a muestrear (Castro y Gómez, 2010). De acuerdo con, se recomienda realizar el muestreo para el análisis foliar en el cultivo de mora dos o tres semanas después de la cosecha principal y tomar para ello 50 hojas de la parte media del tallo o eje primario (Morales y Villegas, 2012).

Aunque los niveles adecuados de nutrientes en el tejido foliar para el cultivo de mora aún no han sido determinados para las regiones productoras de Colombia, existen valores de referencia que permiten analizar el estado nutricional del cultivo, de tal forma que se identifiquen las deficiencias o desbalances nutricionales y, de esta manera, conocer detalladamente cuáles elementos deben ser incorporados en el plan de fertilización de manera prioritaria (Tablas 2, 3 y 4).

Tabla 2. Niveles adecuados de nutrientes a nivel foliar para el cultivo de mora de Castilla.

Macronutriente	%	Micronutriente	mg/kg
Nitrógeno (N)	2,2-4	Hierro (Fe)	50-200
Fósforo (P)	0,2-0,6	Manganeso (Mn)	25-300
Potasio (K)	1,1-3	Boro (B)	25-75
Calcio (Ca)	0,6-2,5	Cobre (Cu)	4-20
Magnesio (Mg)	0,25-0,8	Zinc (Zn)	15-100
Azufre (S)	0,2-0,3		

Fuente: Castro y Cerdas (2005).

Requerimientos nutricionales de la mora

Estudios adelantados por AGROSAVIA (antes Corpoica) desde el año 2014 sobre la estimación de los requerimientos nutricionales de la mora de Castilla con espinas en las etapas de crecimiento vegetativo, reproductivo y productivo, lograron evidenciar las dosis de nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K) y calcio (Ca) que

permitieron mayor acumulación de materia seca, concentración de nutrientes en tejido vegetal y, por consiguiente, la más alta absorción y producción. Con base en este estudio, Cardona y Bolaños-Benavides (2019) encontraron que para la etapa vegetativa del cultivo de la mora se requieren 83, 88, 36 y 54 kg/ha de N, P₂O₅, K₂O y CaO, respectivamente. Requerimientos que se deben distribuir durante el trasplante y el primer, tercer, cuarto y quinto mes. Por su parte, para la etapa reproductiva del cultivo de la mora, estos investigadores encontraron que se requieren 25, 17, 11 y 8 kg/ha de N, P₂O₅, K₂O y CaO, respectivamente, distribuidos en dos fertilizaciones con un mes de separación entre sí: 50 % de la dosis, según el plan de fertilización, se aplica en etapa de yema reproductiva (mes 7) y el restante 50 % se aplica en la fase de fruto cuajado, conocido como estado D2 (Grijalba et al., 2010) (mes 8). Finalmente, Cardona y Bolaños-Benavides (2019) encontraron que durante el primer y segundo año productivo del cultivo de mora se requieren 344, 80, 640 y 530 kg/ha de N, P₂O₅, K₂O y CaO, respectivamente, distribuidos cada dos meses.

Tabla 3. Interpretación de análisis foliares de macronutrientes en mora.

Interpretación	Macronutrientes				
	N	P	K	Ca	Mg
Insuficiente	> 25	> 3	> 30	> 20	> 12
Bajo	25-29	3-5	30-49	20-49	12-14
Normal	30-80	6-25	50-150	50-300	15-50
Alto	81-100	26-100	151-250	301-1000	151-300
Excesivo	> 100	> 100	> 250	> 1000	> 300

Fuente: Sociedade Brasileira Da Ciência Do Solo [SBCS] (2004).

Tabla 4. Interpretación de análisis foliares de micronutrientes en mora.

Interpretación	Macronutrientes				
	N	P	K	Ca	Mg
Insuficiente	> 25	> 3	> 30	> 20	> 12
Bajo	25-29	3-5	30-49	20-49	12-14
Normal	30-80	6-25	50-150	50-300	15-50
Alto	81-100	26-100	151-250	301-1000	151-300
Excesivo	> 100	> 100	> 250	> 1000	> 300

Fuente: SBCS (2004).

Etapa fenológica y aplicación de fertilizantes

La mora es una especie que puede presentar diferentes estados fenológicos simultáneamente (crecimiento vegetativo, reproductivo y productivo), lo que permite que exista producción durante todo el año. Sin embargo, en el cultivo se presentan tres etapas de desarrollo diferentes (Cárdenas, 2013):

Establecimiento del cultivo: etapa en la cual se obtiene una planta procedente de la germinación de la semilla o propagación por acodo o estaca.

Crecimiento vegetativo: inicia cuando la planta es sembrada en campo hasta antes de la primera producción e incluye el crecimiento reproductivo.

Etapa productiva: inicia aproximadamente ocho meses después del trasplante y se incrementa y estabiliza en el mes 18 (Bautista, 1977).

Con base en los requerimientos nutricionales y la fenología del cultivo se determinan las cantidades de las diferentes fuentes fertilizantes por aplicar (principalmente las químicas), para lo cual, se debe contar con información sobre las fuentes disponibles localmente, así como de la eficiencia del fertilizante, la cual depende de su formulación y presentación. Generalmente, los cultivos de mora se establecen en suelos con pendientes inclinadas y onduladas, lo que hace necesario la aplicación del fertilizante se haga en medialuna o cobertura. Para ello, se debe realizar primero una deshierba, luego formar una medialuna de 5 a 10 cm de profundidad a 20 cm del tallo, aplicar el fertilizante y luego cubrirlo con suelo (Artunduaga, 2010; Cardona, 2017). Este tipo de fertilización química se debe complementar con biofertilizantes y fertilizantes orgánicos.

Fertilizantes orgánicos en el cultivo de mora

Los fertilizantes orgánicos se pueden comprar o fabricar en las fincas. Se recomienda generalmente la aplicación de 1 a 4 kg de compost comercial o elaborado, cada tres a cuatro meses (Cardona y Bolaños-Benavides, 2019). Si los abonos van a ser comprados, se deben adquirir a comercializadores que cumplan con las garantías de inocuidad y calidad.

Por otro lado, si los fertilizantes orgánicos serán fabricados en finca, a partir de residuos de poda, es necesario considerar que: 1) el proceso de compostaje está mediado por microorganismos y que se deben garantizar temperaturas óptimas para un adecuado proceso de descomposición; 2) la fase mesófila alcanza temperaturas de 45° C aproximadamente, mientras que la termófila debe alcanzar los 70° C para que se dé un proceso de descomposición inocuo, y 3) una vez finalice la etapa de enfriamiento ($\leq 40^{\circ}$ C), el material compostado no debe tener malos olores (Figura 14).

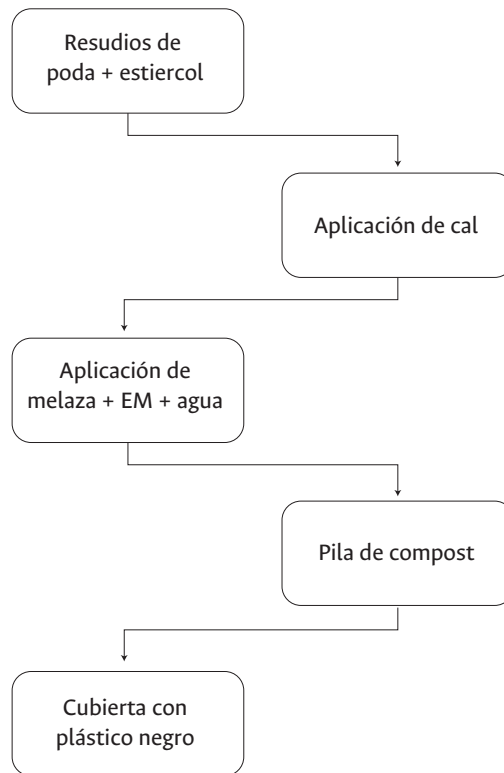


Figura 14 Proceso para la elaboración de compost a partir de residuos de poda de mora.
Fuente: Equipo CTA-2, Subproyecto Fresa y Mora (2018).

Podas en el cultivo de mora

Las labores de poda se consideran indispensables en el cultivo de mora ya que con ellas se logran renovar las ramas productivas, mejorar las relaciones entre la oferta y demanda de fotoasimilados (Moreno-Medina et al., 2016), dar una arquitectura a las plantas que permita adelantar tareas agronómicas, mejorar las condiciones de microclima en el cultivo, regular los periodos de producción, mejorar la calidad de los frutos, influenciar positivamente el equilibrio del crecimiento vegetativo y productivo, disminuir problemas fitosanitarios y regular el número frutos por cada rama (Casierra-Posada y Fischer, 2012). Para la realización de dicha práctica se emplean comúnmente tijeras de podar de mango corto y largo, serrucho y navaja curvos y navaja ancha.

Para adelantar cualquier tipo de poda en el cultivo de mora se requiere tener previo conocimiento sobre el tipo de tutorado empleado, la aireación requerida por la planta, la nutrición de la planta para que esta no se vea afectada con la poda, la cantidad y calidad de la producción, el área foliar necesaria para sostener la producción, la cantidad de exposición solar en el follaje, el tipo de poda a aplicar y la inclinación y tipo de ramas de la planta.

De acuerdo con lo anterior, la mora desarrolla ramas látigo, ramas vegetativas o macho y ramas productivas o hembra. Las ramas látigo, se caracterizan por ser delgadas, crecer horizontalmente buscando el suelo y contar con muy pocas hojas; las ramas vegetativas o macho, son gruesas, cuentan con bastantes espinas y presentan en su punta hojas cerradas; mientras que las ramas productivas o hembras, son más gruesas que las ramas látigo, más delgadas que las ramas macho, presentan crecimiento vertical y en su punta hojas abiertas (Franco y Giraldo, 1998).

Tipos de poda y época de corte

Las podas pueden se pueden hacer cuando se presente agotamiento o disminución de crecimiento vegetativo, en época de baja precipitación, durante el crecimiento vegetativo, durante las podas de mantenimiento sanitario o según las fases de la luna.

- **Poda de trasplante:** se realiza cuando se ha maltratado el sistema radical o foliar, para lo cual, se hace necesario equilibrar los dos sistemas.
- **Poda de formación:** tipo de poda llevado a cabo en el vivero, en la planta recién trasplantada o en el sitio definitivo según los requerimientos para el tutorado.
- **Poda de conducción:** con ella se estimula la formación de las ramas que constituyen el armazón de acuerdo con el cultivar y forma deseada.
- **Poda de fructificación:** se lleva a cabo principalmente en ramas secundarias o terciarias para regular y mejorar la fructificación y para mantener el equilibrio fisiológico de la planta, según el número de hojas y los procesos de floración.
- **Poda de renovación:** en este tipo de poda se cortan las ramas secundarias que ya produjeron; para ello, se eliminan ramas a lo largo de la rama primaria y a su vez, se corta totalmente la rama primaria hasta llegar a la cepa evitando dejar tocones. Adicionalmente, se deben eliminar tallos por mal manejo o envejecimiento, que puede ser parcial o total.
- **Poda sanitaria o daños mecánicos:** con esta poda se busca eliminar las ramas débiles, enfermas, maltratadas o quebradas en cualquier lugar de la planta.

Intensidad de poda

La intensidad de una poda hace referencia a la cantidad de ramas que se deben eliminar de la planta, que a su vez dependerá del objetivo final de la práctica. En este sentido, a continuación se describen las diferentes intensidades de poda implementadas en el cultivo de mora:

- **Ligera:** entresacando alrededor del 10 % de la vegetación, se eliminan ramas entrecruzadas, chupones y hojas bajas en los primeros 20 a 30 cm.
- **Normal:** eliminación de aproximadamente 20 a 30 % de la vegetación, se cortan ramas largas, entrecruzadas, enfermas y chupones débiles; con esta intensidad de poda se logra mantener la planta en equilibrio.
- **Fuerte:** intensidad empleada cuando se busca renovar la plantación; para ello, se corta de 40 a 50 % de la vegetación; se eliminan ramas

largas, entrecruzadas, enfermas y chupones débiles y el tallo primario o principal a ras de madera para evitar los tocones.

- **Muy fuerte:** en esta intensidad de poda se elimina más de 50 % de la vegetación, con ella se busca renovar completamente la rama que produjo (soqueo), eliminar los brotes largos que compiten con la planta vecina, facilitar la iluminación en el interior de la planta y cortar los tocones a ras de madera cuando se han dejado.

Orden de la poda

Una vez definido el tipo de poda y su intensidad, se requiere seguir los siguientes pasos para la poda:

- Inicialmente se deben quitar ramas muertas, secas y rotas.
- Quitar ramas entrecruzadas.
- Supresión de 20 a 30 cm de los brotes secundarios desde la cepa que no toque madera.
- Supresión de brotes secundarios débiles y los “fuetes” de ramas primarias.
- Despuntar en fase lunar menguante la rama primaria a nivel del alambre, cuando presente yemas a este nivel.
- Supresión de yemas secundarias en exceso.
- Eliminación de ramas primarias agotadas después de cosecha, de las secundarias o terciarias.
- Supresión de ramas primarias en exceso en plantas exuberantes.

Cuidados de la poda

En los cortes de ramas superiores a 2,5 cm de diámetro se recomienda utilizar una pasta cicatrizante a base de un pegante o surfactante, pintura de vinilo sobre el corte o una pasta cicatrizante con hormona. Por otro lado, se recomienda:

- Hacer los cortes en bisel, lo más cercanos a la yema y sobre esta.
- En cortes gruesos cubrir con pasta o cera cicatrizante.
- Realizar la labor de poda en la época indicada.

- Desinfectar las herramientas cortantes (tijeras, navaja, cuchillo, serruchos, etc.) con formol, hipoclorito de sodio o amonio cuaternario, de una planta a otra.
- Realizar el corte de 0,5 a 2 cm de las yemas; los trozos largos debilitan el crecimiento de las estas y pueden causar pudrición.
- Evitar desgarramientos de ramas; ramas largas y pesadas deben cortarse poco a poco, para disminuir su peso.
- Hacer cortes sin rasgar la corteza, usar tijeras bien afiladas y ajustadas.
- Aplicación de cicatrizantes después de efectuado el corte; se deben alisar las heridas con una navaja y aplicar cicatrizante.
- Recolectar, picar y sacar del lote para hacer compost o quemar el material podado.

Manejo integrado de enfermedades

La mayoría de las enfermedades son causadas por hongos y bacterias; sin embargo, también pueden ser causadas por otros agentes bióticos. El daño causado por las enfermedades en las plantas se da por la síntesis y la utilización de nutrientes, minerales y agua; de tal forma que las plantas afectadas cambian de apariencia y presentan disminución en la producción, comparada con la de plantas sanas.

El cultivo de mora en Colombia se ve afectado por diversas enfermedades que pueden causar pérdidas superiores al 50 %, generan riesgos relacionados con inocuidad y contaminación ambiental, así como limitación de la sostenibilidad ambiental, económica y social. En este sentido, las enfermedades más limitantes son el mildew veloso causado por *Peronospora sparsa*; el mildew polvoso causado por *Oidium* sp; la agalla de la corona producida por *Agrobacterium tumefaciens*; la pudrición del fruto o moho gris generado por *Botrytis cinerea*; la marchitez y pudrición de las raíces causado por el complejo de hongos *Verticillium* sp., *Fusarium* sp. y *Rosellinia* sp., y la antracnosis causada por *Colletotrichum* spp. (Franco y Giraldo, 2001; ICA, 2011). El moho gris, mildew veloso y antracnosis pueden presentarse de forma simultánea en el cultivo provocando pérdidas entre el 50 y el 100 % (Tamayo, 2003).

Mediante actividades adelantadas por el Subproyecto Fresa y Mora en su zona de influencia, se pudo determinar que las enfermedades de mayor prevalencia en el departamento de Cundinamarca son el mildew velloso, el moho gris y la antracnosis. Dada la importancia de estas enfermedades asociadas al cultivo de mora a continuación se describen sus síntomas, así como los criterios técnicos para la implementación del manejo integrado. También se incluyen aspectos relevantes de otras enfermedades para brindar información que pueda ser empleada para su reconocimiento y manejo.

Mildew velloso (*Peronospora sparsa*)

Descripción y síntomas: este hongo es un parásito obligado que fue reportado inicialmente en Inglaterra por Berkeley en 1862 (Berkeley, citado por Álvarez-Romero, et al., 2013). Su desarrollo se ve favorecido durante el tiempo húmedo, con temperaturas que oscilan entre los 18 y los 22° C y una humedad relativa superior al 80 %. Cuando las plantas de mora se ven afectadas por el patógeno, las hojas ubicadas en el tercio inferior desarrollan manchas de borde clorótico definido; la formación de estructuras reproductivas se da en el envés de la lámina foliar, acompañada de deformaciones y enrollamiento de las hojas (Figura 15). Si la enfermedad alcanza los frutos, inicialmente estos pierden su brillo, seguido de una maduración desuniforme, agrietamientos, deformaciones, falta de llenado de las drupas, enrojecimiento prematuro y momificación (Forero de La Rotta, 2001). Adicionalmente, en los tallos, ramas y pecíolos se pueden observar coloraciones moradas sin bordes definidos, las cuales se tornan más oscuras con el paso del tiempo. Seguido a esto, se desarrollan pequeñas ampollas de color blanquecino, las cuales contienen estructuras reproductivas que le permiten al patógeno sobrevivir e iniciar nuevas infecciones (Figura 15).

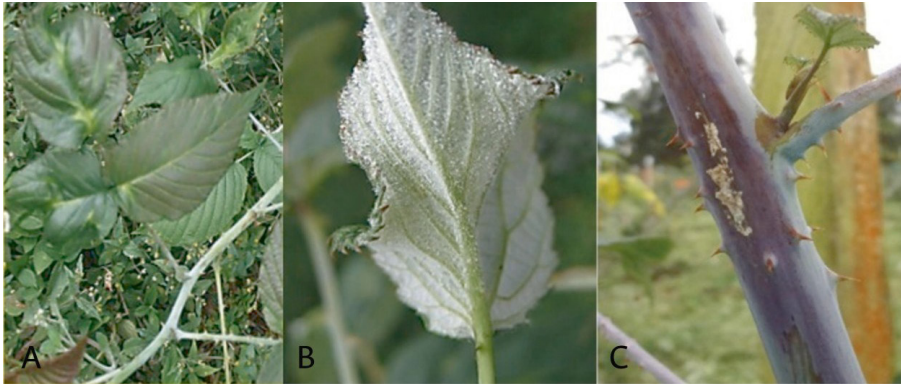


Figura 15 Síntomas de Mildeo veloso en hojas (a y b) y tallo (c) de la planta de mora.
Fuente: Equipo CTA-2, Subproyecto Fresa y Mora (2018).

Recomendaciones de manejo: aplicación preventiva de un bioplaguicida a base de *Trichoderma* spp., que por competencia, antibiosis y parasitismo ejerce control sobre el patógeno. También se recomienda la aspersión de extractos vegetales a base de ingredientes activos de alta concentración presentes en la planta *Swinglea glutinosa*, que inhiben la germinación de las esporas del patógeno, así como la aspersión de un bioestimulante rico en glutatión, oligosacarinas y saponinas que activan los mecanismos de defensa de las plantas. Adicionalmente, se recomienda eliminar las ramas que han fructificado o que son improductivas, así como los tallos y ramas sintomáticos. De esta manera, se logra una mayor aireación del cultivo y la reducción del inóculo del patógeno.

Con el aumento de las precipitaciones y la humedad relativa se acelera el desarrollo de la enfermedad. Para detectar los primeros síntomas es necesario llevar a cabo permanentemente un monitoreo sobre los cultivos en dichas épocas. En este sentido, si al tomar tres tallos la incidencia en los folíolos supera el 50 %, se debe recurrir al control químico mediante la aplicación de fungicidas a base mandipropamida, azoxystrobin, propineb + fluopicolide, fosetil aluminio, ácido fosforoso, dimetomorf, cymoxanil + propamocarb, metalaxyl, cymoxanil y productos con ingredientes activos a base de cobre y cumplir con las dosificaciones y períodos de carencia, para buscar la inocuidad de los frutos (Saldarriaga-Cardona et al., 2017).

Pudrición del fruto o moho gris (*Botrytis cinerea*)

Descripción y síntomas: *B. cinerea* es un parásito facultativo y sobrevive como saprófito sobre los residuos orgánicos (Forero de La Rotta, 2001). Su ataque sobre las plantas se ve favorecido por humedades relativas superiores al 85 %, lluvias constantes y temperaturas de 10° C antes y durante el periodo de cosecha (Botero et al., 1999; Morales y Villegas, 2012). Los síntomas de la enfermedad se pueden presentar en hojas y flores; sin embargo, los frutos son los más vulnerables al ataque del patógeno. Inicialmente, sobre los frutos se aprecia una apariencia acuosa; posteriormente, se desarrolla una masa de hifas y conidias de color marrón grisáceo, la cual puede cubrir todo el tejido y causar la momificación y adherencia del fruto al pedúnculo y el racimo (Figura 16) (Botero et al., 1999; Morales y Villegas, 2012).

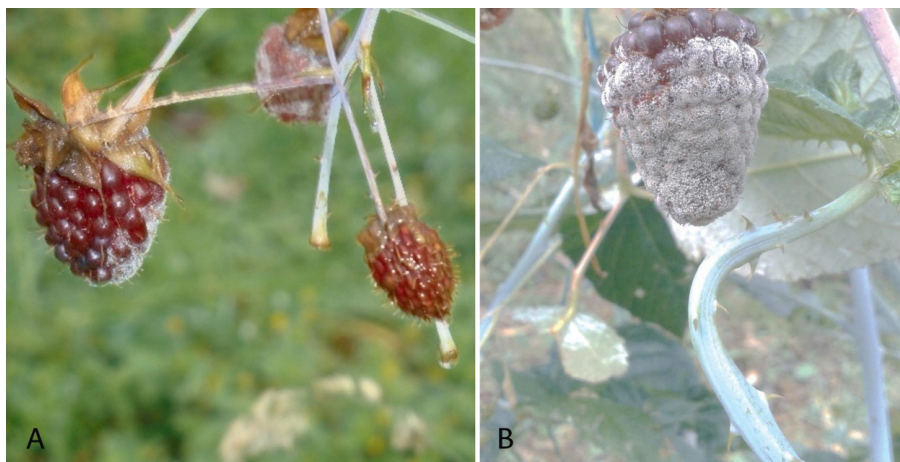


Figura 16 Síntomas de moho gris en frutos de mora.
Fuente: Equipo CTA-2, Subproyecto Fresa y Mora (2018).

Recomendaciones de manejo: es indispensable implementar distancias de siembra adecuadas y un sistema de tutorado que permita abrir la planta y facilitar el paso del viento para reducir la humedad. Además, se recomienda realizar constantemente podas de formación y saneamiento, manejo de arvenses en las calles y platos, cosechas oportunas, eliminación y destrucción de las flores,

frutos y residuos con síntomas iniciales de la enfermedad, fertilización basada en un análisis de suelo (ICA, 2011) y aplicaciones preventivas de bioplaguicidas a base de *Trichoderma* spp., así como de extractos vegetales a base de ingredientes activos de alta concentración presentes en la planta *Swinglea glutinosa*. Al respecto, estos extractos inhiben la germinación de esporas del patógeno cuando se presentan bajas precipitaciones y la humedad se mantiene por debajo del 80 %. Sin embargo, cuando el porcentaje de incidencia en frutos supere el 20 %, se debe iniciar con aplicaciones de fungicidas de síntesis química que cuenten con registro ante el ICA para su uso en este cultivo, con rotaciones de ingredientes activos como thiram + pyrimetanil, fluoxastrobin, azoxystrobin.

Antracnosis de la mora (*Colletotrichum* spp.)

Descripción y síntomas: en Colombia se han identificado a *C. gloeosporioides*, *C. acutatum* y *C. boninense* como especies de *Colletotrichum* asociadas a antracnosis en el cultivo de mora (Saldarriaga y Bernal, 2000; Marulanda et al., 2007; Saldarriaga-Cardona et al., 2008; Saldarriaga et al., 2012; Afanador et al., 2009; Afanador et al., 2014). Este complejo de hongos es considerado como uno de los más limitantes en la producción, ya que puede generar pérdidas hasta del 100 % cuando no se aplican medidas preventivas (Saldarriaga-Cardona et al., 2008). En este sentido, *C. gloeosporioides* se asocia en mayor grado a lesiones en el tallo, a la vez que presenta una mayor tasa de crecimiento y alta patogenicidad, mientras que *C. acutatum* se asocia a lesiones en brotes, botones florales y frutos (Afanador et al., 2010; Afanador et al., 2014).

En ramas y tallos de mora los síntomas se manifiestan por la presencia de manchas oscuras de color grisáceo, sobre las cuales se forman acérvulos y masas de conidios de color salmón (Forero de La Rotta et al., 2002; Tamayo, 2003). En los tallos principales, las lesiones se desarrollan alrededor de las espinas, las cuales se rodean de manchas blancuzcas, acompañadas de diminutos puntos negros (Tamayo, 2001) (Figura 17a y 17b). Para el caso de brotes y botones florales, la enfermedad se manifiesta por la generación de necrosis, ennegrecimiento y muerte de tejidos en forma descendente y progresiva (Figura 17c); mientras que en los frutos maduros se aprecia esporádicamente deshidratación, necrosis y pudrición húmeda (Saldarriaga y Bernal, 2000; Botero et al., 2002; Rueda, citado

en Saldarriaga-Cardona et al., 2017). La aparición de los síntomas y signos de la enfermedad está influenciada por temperaturas entre los 20 y los 25° C, una humedad relativa mayor al 76,34 % y una precipitación semanal acumulada de 25 mm (Forero de La Rotta et al., 2002).



Figura 17 Síntomas de antracnosis en tallos (a y b) y brotes (c) de la planta de mora.
Fuente: Equipo CTA-2, Subproyecto Fresa y Mora (2018).

Recomendaciones de manejo: para el manejo de la antracnosis en mora se recomiendan prácticas preventivas como la aplicación de *Trichoderma* spp., extractos vegetales a base de ingredientes activos de alta concentración presentes en la planta *Swinglea glutinosa* y un bioestimulante rico en glutatión, oligosacarinas y saponinas. Adicionalmente, se recomienda la eliminación de ramas que afectadas por el patógeno, recolección de los frutos maduros, podas fitosanitarias, manejo de arvenses en las calles y platos, manejo de distancias de siembra -que no deben ser inferiores a 2 m entre plantas y 3 m entre calles- (Franco y Giraldo, 1999, 2001; ICA, 2011; Morales y Villegas, 2012) y un adecuado balance nutricional (Bautista-Montealegre et al., 2019). No obstante, con el aumento de las precipitaciones y la humedad relativa, se incrementa el ataque de la enfermedad, por lo cual, se deben intensificar los monitoreos y realizar la rotación de fungicidas a base de difenoconazol, azoxystrobin, tebuconazol, trifloxystrobin y cobres, entre otros (Saldarriaga-Cardona et al., 2017).

Mildeo polvoso (*Oidium* sp.)

Descripción y síntomas: el agente causal del mildew polvoso (*Oidium* sp.) es un parásito obligado que produce micelio abundante sobre la cutícula de los tejidos (Forero de la Rotta, 2001). La enfermedad se desarrolla con baja humedad e incrementa su severidad en zonas con alta nubosidad y temperatura media, debido al transporte de estructuras reproductivas por microgotas y el aerosol que se genera (ICA, 2011). La sintomatología se puede observar en hojas, peciolas, ramas jóvenes y frutos. En este sentido, en la superficie de las hojas se aprecian parches cloróticos, deformaciones y enrollamientos, síntomas que puede ser confundido con el ataque de un virus fitopatógeno. Adicionalmente, en el envés de la hoja se desarrolla un polvillo blancuzco que retrasa el crecimiento de brotes y disminuye la actividad fotosintética y el área foliar (Forero de la Rotta, 2001). No obstante, las estructuras reproductivas también pueden llegar a ser afectadas, lo cual ocasiona pérdidas de frutos (Saldarriaga-Cardona et al., 2017) (Figura 18).

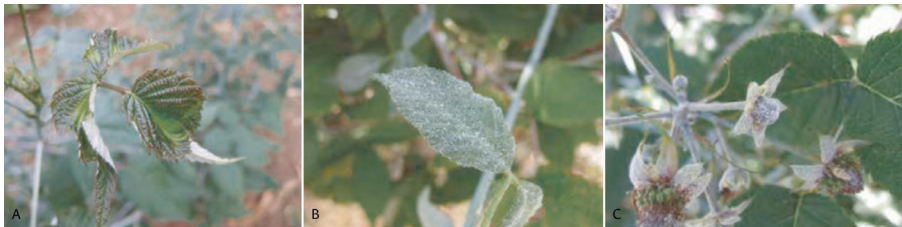


Figura 18 Síntomas de mildew polvoso en hojas (a y b) y frutos (c) de la planta de mora.
Fuente: Saldarriaga-Cardona et al. (2017).

Recomendaciones de manejo: el manejo integrado de la enfermedad incluye la fertilización del cultivo, de acuerdo con los resultados del análisis de suelos y los requerimientos nutricionales del cultivo, las podas sanitarias y de mantenimiento y, en última instancia, la aplicación de productos químicos a base de azufre, en rotación con productos con ingredientes activos como hexaconazol, bupirimato, difenoconazol y sulfato cuprocálcico (ICA, 2011; Saldarriaga-Cardona et al., 2017).

Agalla de la corona (*Agrobacterium tumefaciens*)

Descripción y síntomas: la enfermedad es causada por la bacteria *A. tumefaciens*; que penetra la planta a través de heridas y causa tumores o agallas irregulares en su cuello y que pueden llegar desarrollarse en tejido aéreo. Las plantas afectadas presentan enanismo, clorosis, marchitamiento, reducción de la calidad de los frutos y, cuando el ataque es severo, la muerte de la planta (Forero de la Rotta, 2001) (Figura 19).



Figura 19. Síntomas de agalla de la corona en tallo de mora.
Fuente: Saldarriaga-Cardona, citado en Bautista Montealegre (2017).

Recomendaciones de manejo: para el manejo de la enfermedad se recomiendan medidas preventivas como la obtención de material de propagación sano, así como evitar el movimiento de suelo contaminado, la desinfección permanente de herramientas utilizando soluciones a partir de hipoclorito de sodio, yodo agrícola o productos a base de amonios cuaternarios, el monitoreo permanente y la erradicación de plantas enfermas para dejar el sitio libre y aplicar sobre este un desinfectante (ICA, 2011).

Roya (*Gerwasia lagerheimii* [Magnus] Buriticá).

Descripción y síntomas: la enfermedad es causada por el hongo *G. lagerheimii*, parásito obligado altamente especializado, difícil de reconocer y controlar, ya que puede llegar a producir hasta cinco estructuras fructíferas diferentes (estados), separadas en el tiempo y el espacio (Carris et al., 2015). En plantas afectadas, el hongo genera pústulas de color anaranjado sobre los tejidos; en los tallos, el ataque puede producir agrietamientos; mientras que en las flores y frutos, se observa un polvo de color naranja (Figura 20).



Figura 20 Síntomas de roya en hojas (a) y tallos (b) de mora.
Fuente: Saldarriaga-Cardona, citado en Bautista Montealegre (2017).

Recomendaciones de manejo: la roya en el cultivo de mora se maneja mediante prácticas de fertilización, según los resultados del análisis de suelo y los requerimientos del cultivo. Se recomienda la limpieza de arvenses, principalmente en la zona del plato, así como la realización de podas de ramas y hojas afectadas, las cuales deben ser enterradas. En casos extremos se debe recurrir a la aplicación de fungicidas a base de cobre (ICA, 2011).

Marchitez y pudrición de las raíces (*Verticillium* sp., *Fusarium* sp. y *Rosellinia* sp.)

El marchitamiento de las plantas es atribuido al ataque de hongos fitopatógenos habitantes del suelo, entre los cuales se cuentan especies de los géneros *Verticillium*, *Fusarium* y *Rosellinia* (ICA, 2011). Inicialmente, las plantas afectadas manifiestan marchitamiento de hojas, tallos y ramas jóvenes, seguido del doblamiento de las partes terminales de los tejidos que posteriormente se tornan de color azuloso. Días después, se puede apreciar un amarillamiento de las hojas, seguido del necrosamiento y la muerte de estas. Finalmente, al realizar cortes longitudinales sobre los tejidos se observa una coloración oscura del sistema vascular, la cual contrasta con los tejidos sanos (Figura 21) (Forero de la Rotta, 2001).



Figura 21 Síntomas Marchitez y pudrición de las raíces.
Fuente: Saldarriaga-Cardona, citado en Bautista Montealegre (2017).

Recomendaciones de manejo: para el manejo de la enfermedad se recomienda evitar establecer el cultivo en suelos mal drenados y arcillosos. De no ser posible, es necesario construir drenajes que permitan la evacuación del agua en épocas de alta precipitación. Cuando las plantas son afectadas, estas deben ser erradicadas, llevadas fuera de los lotes y enterradas. Para su reemplazo se debe sembrar material procedente de viveros registrados o producido a partir de plantas sanas, así como diseñar un plan de fertilización a partir de los resultados del análisis de suelo y los requerimientos nutricionales del cultivo (ICA, 2011).

Recomendaciones para la implementación de un esquema de manejo de enfermedades

Las acciones preventivas para el manejo de enfermedades deben estar siempre acompañadas de prácticas culturales, un adecuado plan de fertilización para el cultivo, el monitoreo y uso de alternativas biológicas como bioplaguicidas, extractos vegetales y biofertilizantes. En cuanto al uso de productos comerciales para el control de enfermedades, es indispensable que estos tengan registro ICA para uso en el cultivo y que sean formulados por un ingeniero agrónomo. Su uso debe realizarse siguiendo los parámetros establecidos por el fabricante, no utilizar dosis mayores o menores a las recomendadas y, si se requiere realizar mezclas con otros productos, verificar la ficha técnica y su compatibilidad.

Al tratarse de una planta de fructificación continua y cosecha semanal, las aplicaciones de fungicidas deben realizarse responsablemente, teniendo en cuenta la proximidad de tiempo entre cada cosecha, dado que muchos productos requieren de un tiempo de carencia para su degradación.

Adicionalmente, la aplicación de cualquier insumo de tipo agrícola tiene que hacerse en el marco de las Buenas Prácticas Agrícolas (BPA). En este sentido, para su cumplimiento es indispensable emplear elementos de protección personal, usar agua apta para la aplicación de agroquímicos y contar con una máquina fumigadora exclusiva para la aspersión de bioproductos; de no poder cumplir con este último requisito, será necesario realizar varios lavados con el fin de retirar todo rastro del insumo químico.

Manejo integrado de insectos plaga

En las zonas tropicales los cultivos requieren de mayor atención para evitar que se presenten problemas de tipo fitosanitario, ya que las condiciones climáticas predisponen a las plantas para el ataque de organismos perjudiciales durante todo el año. En lo que corresponde a los insectos plaga que afectan el cultivo de mora en Colombia, se destacan el barrenador de tallos y ramas (*Hepialus* sp.) y del cuello (*Zascelis* sp.), el picudo de la mora o burrita de la virgen (*Compsus* sp.), la perla de tierra (*Eurhizococcus colombianus*), la mosca de la fruta

(*Anastrepha* sp.), las babosas (*Milax gagates*) (ICA, 2011, Morales y Villegas, 2012) y los ácaros y trips (Franco y Giraldo, 1999). Estos dos últimos son los insectos plaga más representativos en la zona de influencia del Subproyecto Fresa y Mora en el departamento de Cundinamarca.

Ácaros

Los ácaros son considerados como una plaga polífaga que ataca gran cantidad de cultivos. Sobresalen las especies *Tetranychus urticae*, *Brevipalpus phoenicis*, *Phyllocoptruta oleivora* y *Aculops* sp. (Benavides y Mora, 2012) (Figura 22). El daño causado sobre el cultivo de mora inicia en las hojas bajas y se concentra en la parte inferior de las hojas viejas; las hojas afectadas se tornan blanquecinas y cambian a un color rojizo. Los ácaros forman una fina telaraña en el envés de las hojas, lo cual causa su deformación, amarillamiento y caída; en casos extremos la plaga puede afectar los frutos causando su deformación. En los frutos, las drupas no desarrollan una coloración homogénea ya que el ácaro evita su maduración; como consecuencia, las drupas afectadas se mantienen rígidas y tienen una coloración de verde a rojo pálido, lo que reduce la calidad del fruto (Franco y Giraldo, 1999).

Trips

Los trips son plagas de hábito polífago que atacan estructuras florales y frutos. Las especies más representativas de este grupo de insectos son *Frankliniella* sp., *Heliothrips* sp. y *Selenothrips* sp., las cuales se encuentran en todas las áreas del país donde se cultivan frutales (Benavides y Mora, 2012) (Figura 22). Los insectos son diminutos y tienen una mayor incidencia en épocas de baja precipitación. Los adultos y las ninfas se alimentan de brotes terminales y hojas recientemente abiertas, donde raspan el tejido y chupan la savia. Las hojas atacadas toman una coloración blanquizca, se enrollan y arrugan y, cuando el ataque es severo, los frutos afectados detienen su crecimiento y se momifican (Franco y Giraldo, 1999).

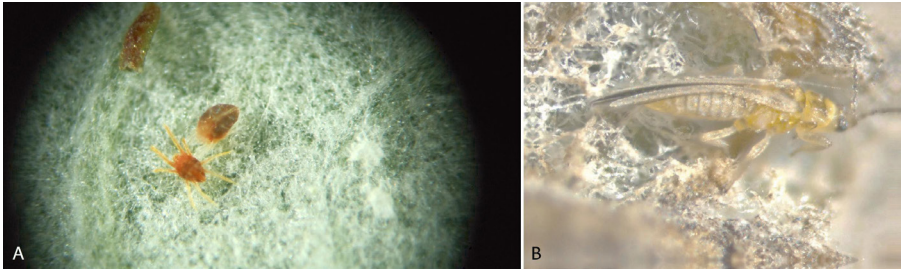


Figura 22 a) Ácaro *Tetranychus* sp. b) Trips *Frankliniella* sp.
Fuente: Montes, M. (2019, sin publicar).

Manejo integrado de insectos plaga asociadas al cultivo de mora

El Manejo Integrado de Plagas (MIP) involucra una serie de medidas de control que buscan reducir la población de un insecto plaga que afecta el cultivo a niveles que no causen daño económico, lo que permite, a su vez, la producción y comercialización competitivas. Dicho manejo debe basarse en la combinación de todas las alternativas de control posibles y asequibles para los productores. Debe considerar a la vez la interacción de los organismos y el agroecosistema, la parte viviente del ecosistema, los grupos de individuos de una misma especie que ocupan un área, los factores que rodean una población, la habilidad de los organismos para reproducirse y aumentar su población, los factores del medio ambiente que reducen las poblaciones de un organismo, el control natural y el biológico (Bustillo, 2008). De las medidas de control empleadas en el MIP para el cultivo de mora se destacan las siguientes:

Control cultural: el control cultural es preventivo e inicia desde el mismo instante en el que se establece el cultivo, para lo cual es prioritario contar con una adecuada distancia de siembra entre plantas y un sistema de tutorado eficiente que permita la apertura de la planta, para facilitar así las diferentes podas. Cuando se realicen las labores de poda de mantenimiento y cosecha, se puede realizar el monitoreo de los insectos plaga y eliminar los focos mediante la poda de estructuras infestadas. Igualmente, es necesario realizar desyerbe continuo de arvenses y evitar su floración, para impedir que estas plagas proliferen.

Control biológico: aunque existen insectos depredadores comercializados como agentes de control biológico (Benavides y Mora, 2012), la condición agroecológica asociada al cultivo de mora puede limitar su adaptación y, por ende, su eficacia. Sin embargo, es necesario tener en cuenta que la biodiversidad de artrópodos en el cultivo de mora es amplia, con insectos que cumplen diferentes funciones en este agroecosistema. De esta forma, realizar un manejo biorracional del cultivo ayuda a preservar poblaciones de insectos depredadores benéficos, lo que se convierte en la mejor estrategia de control biológico. Dentro de estos insectos se destacan las mariquitas, pertenecientes a la familia de los coccinélidos, de los cuales tanto las larvas como los adultos se alimentan de diferentes insectos plaga. En el mismo sentido, en el cultivo se encuentran diferentes especies de arañas que depredan a estos insectos y que, a su vez, son indicadores biológicos de la salud del cultivo (Figura 23).



Figura 23 Insectos depredadores presentes de forma natural en el cultivo de mora: coccinélidos (a) y arácnidos (b).

Fuente: Equipo CTA-2, Subproyecto Fresa y Mora (2018).

Control químico: esta debe ser considerada como la última estrategia por utilizar en el manejo integrado del cultivo, debido al impacto que puede presentar sobre los insectos benéficos. Se basa en el uso de insecticidas producidos mayormente por síntesis química, aunque en el mercado se encuentran insecticidas orgánicos que también pueden ser utilizados (Franco y Giraldo, 1999). Para el caso de especies de hábito picador succionador son muy empleados los productos sistémicos que entran a los tejidos vasculares de las plantas, son transportados por la savia y se distribuyen uniformemente en ellas. Finalmente, los compuestos son absorbidos por los insectos, lo que causa su muerte por la afectación del sistema nervioso (Bautista-Montealegre y Cardona-Hernández, 2012). A pesar de la eficiencia inicial en el control de plagas, las aplicaciones

repetidas pueden causar la reducción de su eficacia, debido a la generación de poblaciones de insectos resistentes que heredan esta característica a su descendencia (Bustillo, 2008).

El uso de insecticidas para el cultivo de mora debe estar supeditado a la categoría toxicológica, para lo cual se recomienda el uso de principios activos de las categorías III y IV que cuenten con registro ante el ICA para su uso en este cultivo. Además, se debe contar con la asesoría de un ingeniero agrónomo y a la vez plantear un plan de rotación de ingredientes activos para que los insectos plaga no desarrollen resistencia. Dentro de las moléculas empleadas se encuentra spiromesifen, acetamiprid y novaluron.

Polinización dirigida en el cultivo de mora

La polinización de las plantas puede llevarse a cabo mediante el transporte del polen por acción del agua y el viento o, de la forma más frecuente y eficiente, mediante animales e insectos (Vásquez et al., 2006). La polinización dirigida es una práctica recientemente implementada en los cultivos, por lo cual son escasos los trabajos que reportan aspectos de su manejo y sus ventajas dentro de los sistemas productivos (Vásquez et al., 2006). Sin embargo, se han llevado a cabo investigaciones del efecto del proceso de polinización con abejas (*Apis mellifera*) en cultivos como fresa, mora, cítricos, mango y aguacate, en los cuales se comprobó el efecto positivo que tiene esta actividad sobre la productividad en dichos cultivos (Vásquez et al., 2011).

Mediante la metodología trazada por Vásquez et al. (2011) se logró la identificación de 23 agentes polinizadores que visitan con mayor frecuencia al cultivo de mora en la zona de influencia del Subproyecto Fresa y Mora. Entre ellos, sobresalen las abejas (*A. mellifera*), las moscas negras (insectos de la familia Sciaridae), las moscas comunes (*Musca domestica*), las avispas (*Polybia occidentalis*), los abejorros (*Bombus terrestris*), las mariposas (*Phoebis sennae*), las hormigas (*Mormides* sp.), las abejas sin aguijón —entre las que se encuentran la trigona (*Partamona* sp.) y la nanotrigona (*Recura* sp.)—, así como los colibrís.

Introducción, manejo y calibración de colonias de abejas polinizadoras

Para la implementación de la polinización dirigida, inicialmente se requiere revisar la densidad de colmenas (apiarios) por hectárea, teniendo en cuenta que las abejas tienen un radio de acción de 1 a 1,5 km. Cada apiario debe estar compuesto por colmenas estándar de diez cuadros, trampas de polen y una reina joven.

Se recomienda la instalación del apiario en las afueras del cultivo, sobre bases metálicas, protegidas con encerrado y barreras artificiales. Esto último para evitar accidentes con los animales y el personal que labora en el cultivo (Figura 24). La introducción inicial del apiario se debe realizar antes del inicio de la floración del cultivo, con el fin de llevar a cabo un proceso de adaptación al nuevo hábitat. Para estimular la postura de la reina, se recomienda el suministro de alimentación artificial dispuesta en alimentadores, con intervalos de ocho días. El alimento debe ser elaborado con 1 kg de azúcar, 500 ml de agua y 10 g de sal mineralizada.



Figura 24 Montaje de apiario en cercanías a cultivos de mora.
Fuente: Equipo CTA-2, Subproyecto Fresa y Mora (2018).

Inducción de abejas polinizadoras

Para estimular la actividad pecoreadora de las abejas se recomiendan prácticas de manejo en las colmenas, con el fin de evitar la competencia de otras especies florales existentes en la zona, ya que en esta especie se acentúa la fidelidad por una especie botánica determinada. Para tal fin, se debe estimular la población de abejas con una mezcla de azúcar y agua en proporción de 2:1 (2 kg de azúcar por 1 l de agua), más 500 g de flores de mora picada. Este preparado puede suministrarse en forma de:

- a. Jarabe depositado en el alimentador.
- b. Aspersión: para esto se filtra el jarabe y se eliminan de esta forma las flores y cualquier sólido que se encuentre en la suspensión; finalmente se aplica el producto con un spray sobre los cuadros y abejas al interior de la colmena.
- c. Como alimento seco en torta de polen. Para la preparación de la torta se mezcla harina de polen, azúcar pulverizada y flores del cultivo, y se la coloca al interior de la colmena.

Ventajas de la polinización dirigida

El uso de las abejas *Apis mellifera* favorece y acelera los procesos de polinización del cultivo de mora y logra respuestas productivas a corto tiempo. Esto se ve reflejado en el aumento de frutos cuajados y frutos por planta, favoreciendo el incremento de la producción, debido a un mayor porcentaje de frutos cosechados por planta. Por otro lado, la implementación de esta tecnología incrementa el porcentaje de frutos clasificados como “extra” y “de primera” en las plantas que se encuentran más cerca del apiario; además, aumenta la cantidad de sólidos solubles totales (° Brix) en los frutos, que son esenciales para la producción de jugos, mermeladas, pulpas, etc.

Finalmente, la polinización dirigida se presenta como una alternativa viable, segura y altamente productiva en cuanto a cantidad y calidad del fruto, además de permitir la obtención de subproductos como la miel y el polen. No obstante, una de las principales limitantes para el uso de abejas en la polinización de cultivos es el uso incorrecto de insecticidas por parte de los productores. Por lo tanto, las estrategias de manejo integrado de plagas y enfermedades (MIPE) deben procurar el uso de productos de baja toxicidad o bien utilizar biocontroladores para disminuir al máximo el riesgo de contaminación y muerte de las colmenas de abejas en procesos de polinización.

Cosecha y poscosecha

La cosecha y poscosecha de la mora son actividades determinantes en la calidad de la fruta que llega al consumidor. Constituyen la consolidación de todas las actividades que se llevaron a cabo para su producción. Una cosecha con alta producción y calidad de fruta es un indicador del buen manejo hecho durante su cultivo.

Sin embargo, el manejo inadecuado de la fruta en estas etapas puede conducir a la pérdida de todo el trabajo y de los recursos naturales y económicos empleados durante el cultivo, lo que lleva a altas pérdidas de fruta y, por ende, a menores ingresos para los productores y con esto, a la limitación en el crecimiento de la cadena.

Este manejo incorrecto se origina por la falta de capacitación de quienes manipulan la fruta; a la larga inconscientes del daño que pueden causar, ya que este solo se ve reflejado en etapas posteriores, como en la distribución y comercialización. Por esta razón, la cosecha y la poscosecha deben ser planificadas cuidadosamente para reducir todas las posibles causas de daños en la fruta.

Cosecha

Planificación de la cosecha

La planificación de los procesos de cosecha requiere conocer con exactitud las preferencias del mercado, esto es, volumen y frecuencia de compra, variedad,

grado de madurez, color y tamaño del fruto, tipo de empaque, material, capacidad, distancia, ruta y hora de entrega, entre otros factores. Esto, sumado a factores como el tipo de transporte, permite planear la cosecha de manera más precisa y con ello reducir las pérdidas de fruta, incrementar su vida útil y lograr mayores ingresos para los productores. En este sentido, a continuación se resumen los pasos más importantes en la planeación de la cosecha de mora, para un lograr un adecuado resultado en la poscosecha (García y García, 2002):

- Visitar el lote y estimar cuánta fruta será cosechada; calcular el volumen o peso de la mora que podría cumplir con los requisitos del mercado.
- De acuerdo con el volumen de fruta por cosechar y la hora de entrega se debe determinar cuántos cosechadores se requieren.
- Con base en el número de cosechadores se procede a calcular el número de recipientes de cosecha, los cuales deben estar en buen estado y ser adecuados para evitar el daño mecánico de la fruta.
- Posteriormente, se procede a limpiar y desinfectar las herramientas y elementos de recolección.
- Una vez se tengan listos los elementos de recolección se requiere adecuar los lugares de acopio en la finca y en el lote. Para ello, se limpian y organizan y se procura retirar elementos extraños o ajenos a la fruta, como agroquímicos, herramientas de cultivo, bombas, azadones y ropa.
- Para evitar obstáculos que puedan entorpecer los procesos, se recomienda retirar cualquier tipo de obstrucción del camino hacia los puntos de acopio en lote y en finca.
- Para el caso de los procesos de transporte se debe determinar la hora, ruta a seguir y definir cuánta fruta será despachada. En este punto cabe resaltar que no se debe transportar otro tipo de productos diferente a alimentos y preferiblemente que sea solo mora.
- Antes de iniciar el cargue y transporte del producto cosechado, es necesario limpiar los vehículos de transporte y eliminar cualquier residuo de productos agropecuarios. Por otro lado, si el transporte es contratado, se debe exigir la limpieza del vehículo y evitar el transporte de la fruta con otro tipo de productos agropecuarios o frutas y hortalizas que sean incompatibles con la mora.

Después de acoger las recomendaciones anteriores y contando de antemano con la cantidad de trabajadores que realizarán la cosecha, se dará inicio a esta. La cosecha se debe llevar a cabo en las horas más frescas del día y después de que el rocío de la mañana haya desaparecido. Se debe evitar la recolección en días lluviosos, pues la humedad puede favorecer el rápido deterioro de la fruta por el ataque de hongos; sin embargo, si el mercado requiere la fruta de manera inmediata se debe cosecharla aun en estos días. También es imprescindible ubicar las cajas esparcidas en lugares cubiertos con buena ventilación para facilitar la remoción de humedad y protegerlas de fuentes de contaminación.

Antes de iniciar la cosecha es necesario capacitar a los trabajadores en cuanto al tipo de fruta a cosechar, el método por emplear y el manejo higiénico de esta. Para lograr la cosecha en el estado de madurez adecuado, se recomienda cosecharla en estado de madurez 4, de acuerdo con la NTC 4106 (Icontec, 1997) (Figura 25). En caso de no tener la tabla se pueden tomar frutas representativas en el estado de madurez requerido.

La capacitación sobre el manejo higiénico de la fruta hace alusión a las prácticas de lavado de las manos cada vez que cambie de actividad (si hace uso del sanitario, si se suena, si se ingieren alimentos o bebidas, etc.), a la limpieza de todas las superficies en contacto con la fruta, así como a la delicadeza del producto y la posibilidad de contaminación con superficies sucias o portadoras de vectores de contaminación, entre otros factores. Una vez se cumpla con la preparación de los operarios, para el proceso de cosecha se recomienda:

- Desinfestar las botas antes de entrar al lote.
- Inspeccionar cuidadosamente la fruta antes de cortarla, asegurándose de que esté sana, sin ataque de plagas o enfermedades, que no esté deforme y que cumpla con las características mínimas de calidad buscadas por el mercado.
- Retirar la mora de la planta sin hacer presión sobre ella. No se debe hablar, para evitar el desprendimiento del cáliz. Para esto se toma el fruto suavemente entre los dedos y, mediante una suave torsión y sujeción, se desprende.

- Si se utilizan tijeras, que deben ser desinfectadas periódicamente con solución de yodo agrícola.
- Remover completamente el pedúnculo porque los agujones de este causan heridas a otros frutos (Franco y Giraldo 2001).

Estado de madurez de la cosecha

El parámetro utilizado al momento de la cosecha es el color; sin embargo, este no es totalmente confiable pues el color no depende solamente del grado de madurez, sino de otros factores como la exposición a la luz durante el crecimiento. La cosecha debe realizarse dos veces por semana, para lograr una mayor uniformidad del fruto cosechado. Cuando se realiza una vez por semana se presenta una mezcla de estados de madurez (EM) que puede ir entre EM3 y EM6, lo que puede generar una reducción en el precio pagado, por bajo tamaño y baja generación de aroma y sabor en frutos verdes, así como un incremento de pérdidas por sobremaduración y caída de frutos. Esto último es un factor que favorece la dispersión de enfermedades en los lotes.

Recolección de la fruta y transporte en campo

Una vez identificados los frutos en estado de madurez para la cosecha, estos son retirados de la planta y dispuestos cuidadosamente en recipientes (contenedores) no tan profundos; en caso contrario, se recomienda llenar los recipientes con pocas capas de mora. Los recipientes deben estar limpios y desinfectados, para lo cual se puede utilizar una solución de hipoclorito de sodio al 5 %. También deben ser fáciles de cargar y manipular, estar en buenas condiciones, la superficie en contacto con la fruta debe ser lisa y no deben presentar grietas o algún tipo de daño que constituya un riesgo para la calidad de la fruta, tales como superficies astilladas, terminaciones puntiagudas o cortantes. Además, el empaque debe ser suficientemente fuerte y homogéneo para que además de proteger la fruta durante la cosecha, poscosecha y comercialización, facilite la logística para su apilamiento, transporte y trazabilidad.

El recipiente utilizado debe ofrecer ventajas como facilidad de limpieza, mayor protección a la fruta y larga vida útil frente a otro tipo de contenedores (Figura 26).

Antes de utilizarlo, se debe desinfectar con una solución de hipoclorito al 5 %. Sin embargo, dada la fragilidad de la mora, el recorrido por el lote durante la cosecha debe ser caminando; debe evitarse correr o hacer movimientos bruscos que causen daño a la fruta en el interior del recipiente. Adicionalmente, se recomienda reducir su manipulación y, en lo posible, recolectar los frutos directamente en los recipientes de comercialización.



Figura 25 Estados de madurez (EM) de la mora según la NTC 4106.

Fuente: Icontec (1997).



Figura 26 Recipientes comúnmente utilizados para depositar frutos cosechados.

Fuente: Equipo CTA-2, Subproyecto Fresa y Mora (2018).

Por otro lado, ya que el transporte en campo es una de las operaciones que puede resultar perjudicial para la salud del trabajador (especialmente para la espalda, pues generalmente la fruta es transportada sobre ella o sobre los hombros, sin ninguna protección o recomendación para un transporte ergonómico), actualmente se cuenta con una carretilla que, aunque es recomendada principalmente

para el transporte de la fruta hacia los puntos de acopio en lote y en finca, ha sido utilizada por algunos productores para cosechar la fruta directamente en los recipientes de comercialización. Esta carretilla disminuye el esfuerzo físico de los trabajadores, tiene una capacidad de 60 kg y mantiene las canastillas siempre separadas del suelo, por lo cual el riesgo de contaminación de la fruta con vectores provenientes del suelo es menor (Figura 27).



Figura 27 Transporte de mora por trabajadores (a) y alternativas para mejorar el proceso (b).
Fuente: Equipo CTA-2, Subproyecto Fresa y Mora (2018).

Acopio en el lote

Generalmente, la cosecha de la mora no se lleva a cabo en recipientes de cosecha, por lo cual, cada vez que se colma su capacidad debe ser transvasado al recipiente de comercialización. Para esto, se recomienda contar con un lugar apropiado que reduzca las posibles fuentes de contaminación de la fruta y permita su almacenamiento temporal.

Este sitio requiere de paredes, techo, puertas y piso para proteger la fruta de condiciones ambientales extremas como alta temperatura, exposición directa a los rayos solares, lluvia y vectores de contaminación como viento, pájaros, roedores y animales de la finca que puedan transportar plagas o enfermedades que deterioren su calidad. Para esto, en su construcción pueden utilizarse materiales como polisombra, tejas de zinc y parales de madera o guadua. También se recomienda el uso de soportes como estibas o, en último caso, canastillas

vacías que eviten el contacto de la fruta con el suelo. Finalmente, es importante que este lugar cuente con buena ventilación para evitar la acumulación de calor y humedad (Figura 28).



Figura 28 Punto de acopio en campo con diferentes grados de protección contra las causas de deterioro de la fruta.

Fuente: Equipo CTA-2, Subproyecto Fresa y Mora (2018).

Poscosecha

Acopio en finca

Los puntos de acopio en finca (Figura 29) cumplen una función similar a los puntos de acopio en el lote o campo, pero son más exigentes en cuanto a protección de la fruta, dado que generalmente deben ser de mayor capacidad. Esto se debe a que, primero, deben poder albergar la fruta proveniente de diferentes puntos del acopio en lote; y segundo, son el último paso antes de que la fruta salga de la finca hacia el mercado final.

De tal manera que se deben de hacer inspecciones adicionales y, dado el mayor volumen que se maneja, aumenta la manipulación de esta delicada fruta. Así que lo mejor es mantener las mayores condiciones de asepsia en este lugar para así proteger la fruta de cualquier fuente de contaminación. De acuerdo con lo anterior, el espacio destinado para el acopio en finca requiere como mínimo contar con las siguientes características:

- Poseer techo, paredes, piso y puerta.
- Tener una adecuada ventilación para proteger la fruta del daño sanitario.
- Manejar baja temperatura para reducir la velocidad de deterioro de la fruta y lograr tiempos mayores de vida útil.
- Mantener una humedad relativa de alrededor del 90 % para evitar la deshidratación de la fruta.
- Ser utilizado para el almacenamiento exclusivo de la fruta.
- No almacenar elementos o insumos como fungicidas, agroquímicos, herramientas o ropa de los trabajadores.
- Se recomienda evitar la entrada de personal ajeno a estas actividades y, menos aún, de animales de la finca o plagas como roedores.



Figura 29 Lugares para el almacenamiento temporal en finca.
Fuente: Equipo CTA-2, Subproyecto Fresa y Mora (2018).

Acondicionamiento

El acondicionamiento tiene como fin proteger la fruta de los diferentes tipos de daño que enfrenta durante su comercialización y transferirle mayor valor al mejorar su presentación, para atraer la atención del consumidor. Entre las operaciones de acondicionamiento más comunes se destacan la selección, limpieza, desinfección, clasificación y empaque. Sin embargo, dada la fragilidad de la mora, se debe evitar al máximo la manipulación de los frutos. Se recomiendan para ello solo operaciones de selección, limpieza, clasificación y empaque (Figura 30).

Selección: es probablemente la primera operación de acondicionamiento, la cual tiene como finalidad separar los frutos que no cumplen con los requisitos mínimos para su comercialización. Es una de las operaciones de mayor importancia en el aseguramiento de la calidad de la fruta cosechada, pues si alguna presenta daños sanitarios y es puesta en el recipiente con el resto de la fruta, la enfermedad o plaga se dispersará rápidamente y causará la pérdida de toda la canastilla o, en casos extremos, de toda la fruta cosechada. En la mora esta operación se recomienda realizarla al momento de la cosecha para reducir su manipulación.

Limpieza: es una operación que busca separar las impurezas o materiales extraños a la fruta, como hojas o partículas de tierra que puedan estar adheridas a los frutos y que pueden albergar plagas o enfermedades que contaminan la fruta. Las consecuencias de la ausencia de esta práctica o de una aplicación deficiente pueden traer las mismas consecuencias que una inadecuada selección.

Clasificación: consiste en la búsqueda y separación de la fruta en grupos homogéneos de calidad en un mismo recipiente, con lo cual se da mayor valor agregado a la fruta, pues recipientes con frutos homogéneos siempre son preferidos en el mercado. En aras de contribuir a la reducción de la manipulación de la mora, esta operación se puede llevar a cabo al momento de la cosecha, pues al inspeccionarla y cortarla se pueden observar sus características y depositarla finalmente en el recipiente correspondiente.

Para realizar esta clasificación al momento de la cosecha la carretilla resulta útil, pues en ella se pueden transportar las canastillas o recipientes de comercialización correspondientes a cada categoría. De igual manera, el uso de recipientes de baja capacidad (250 o 500 g) también resulta útil para llevar a cabo esta práctica y lograr un mayor valor agregado. La mayoría de supermercados de cadena prefieren este tipo de presentación, ya que los compradores son cada vez más exigentes en cuanto a la calidad y homogeneidad de la fruta. La carretilla facilita el transporte de estos recipientes, como se observa en la Figura 30.

Empaque: es una de las operaciones de mayor importancia en el mantenimiento de la calidad de la mora y en el incremento de su valor. Por lo tanto, la práctica exige que los empaques cumplan con requisitos básicos como: resistencia mecánica para que soporten su manejo a lo largo de la cadena de comercialización,

no interactuar con los alimentos que guardan, proteger el contenido de las diferentes causas de daño, facilitar su apilamiento, que la relación capacidad/peso del recipiente sea alta y que su peso no sea mayor a la fruta que pueda albergar.

En consonancia con la reducción en la manipulación y transvase de la fruta, se recomienda cosechar directamente en el recipiente de comercialización. Para el caso de centros mayoristas como la Corporación de Abastos de Bogotá (Corabastos), se recomiendan canastillas de 7 kg; para grandes superficies o supermercados de cadena, que manejan clientes finales que adquieren cantidades generalmente menores a 1 kg, se recomienda la cosecha y comercialización en recipientes de baja capacidad (250 o 500 g). En la actualidad, las cajas PET (Figura 30b y 30c) son los empaques más utilizados para este propósito; aunque la cosecha en estos recipientes puede demandar más tiempo y el costo de los empaques es mayor, el precio pagado por los mismos compensa estos mayores gastos.



Figura 30 a) Limpieza de la fruta. b) y c) Alternativas de recipientes de cosecha para la mora.
Fuente: Equipo CTA-2, Subproyecto Fresa y Mora (2018).

Transporte

Como se mencionó previamente en la planeación de la cosecha, para la distribución de la fruta de mora hacia el mercado se recomienda tener asegurado el transporte, ya sea contratado o a cargo del mismo productor. Antes de cargar el vehículo es necesario inspeccionar la carrocería para corroborar que se encuentre limpia, sin residuos u olores que puedan contaminar la fruta. Además, se deben utilizar estibas para evitar el contacto de las canastillas con el piso del vehículo, pues, aunque pueda estar limpio, si los cargadores suben sin desinfectar el calzado que utilizan contaminan el interior.

Se recomienda transportar la fruta hacia los mercados de destino cuando la temperatura sea baja, preferiblemente entre el final de la tarde y las primeras horas de la mañana, evitando rutas que impliquen cambios bruscos de temperatura, en caso de no contar con vehículos refrigerados. Finalmente, se debe solicitar una conducción cuidadosa del vehículo, especialmente si las carreteras están en mal estado para evitar los daños por abrasión o impacto (Figura 31).

Entre las recomendaciones que se tienen para el transporte se destacan: 1) asociatividad que permita contratar un servicio adecuado y especializado; 2) fomento de mercados locales que disminuya los riesgos durante el transporte, y 3) realizar el transporte del producto en camiones con las características técnicas adecuadas, tipo Thermo King (Figura 32).



Figura 31 a) Estado generalizado de las carreteras donde se encuentran las unidades productivas de mora en Cundinamarca. b) Vehículo recomendado para el transporte de fruta.

Fuente: Equipo CTA-2, Subproyecto Fresa y Mora (2018).



Figura 32 Condiciones ideales de almacenamiento y transporte de la mora.

Fuente: Equipo CTA-2, Subproyecto Fresa y Mora (2018).

Costos de producción

La estructura de costos en un cultivo de mora difiere de acuerdo con el sistema de producción utilizado y la región donde este se implemente. En este sentido, se sugiere que cada productor calcule sus propios costos de producción para su región. Sin embargo, la estructura que se muestra a continuación sirve como referente para la zona productora de mora en el departamento de Cundinamarca (Tablas 5 y 6). Estos costos fueron levantados con productores de mora del municipio de San Bernardo (vereda Santa Marta) y ajustados según los requerimientos de BPA para obtener un rendimiento anual (a partir del segundo año) equivalente a 28 t/ha.

En la estructura de costos de establecimiento para una hectárea de mora (Tabla 5), los insumos y jornales empleados en el tutorado representan el 62 % de los costos totales, por lo que son el rubro más representativo para establecer el cultivo de mora, teniendo en cuenta que el sistema empleado será en T sencilla, con travesaños de 80 cm y con una vida útil superior a siete años. No obstante, si se considera que los sistemas productivos de mora en el departamento de Cundinamarca se enmarcan en la agricultura familiar, el total de costos de establecimiento (que ascienden a COP \$ 27 892 722) se puede llegar a reducir hasta COP \$ 25 052 722, esto gracias al aporte en mano de obra familiar que representa una reducción del 10 % de los costos totales (Tabla 5).

En cuanto a los costos de mantenimiento (Tabla 6) las labores de cosecha equivalen al 47 % de estos, con un valor de COP \$ 6 800 000. Por su parte, en los costos de sostenimiento por hectárea, el aporte de mano de obra familiar puede reducirlos al 39 % del total de estos gastos, con lo cual pasan de COP \$ 15 188 477 a COP \$ 9 308 477 (Tabla 6).

Tabla 5a. Estructura de costos para el establecimiento (primer año) de una hectárea de mora (1333 plantas).

Concepto	Cantidad	Unidad	Precio unitario (COP \$)	Valor total (COP \$)	Pagado (COP \$)	Aporte propio (COP \$)	Participación en el costo total (%)
Preparación del terreno							
Análisis de suelo	1	Unidad	\$ 78 333	\$ 78 333	\$ 78 333		0,3 %
Limpiar el terreno-guadaña	2	Jornal	\$ 70 000	\$ 140 000	\$ 140 000		0,5 %
Aporque (morreada)	9	Jornal	\$ 40 000	\$ 360 000	\$ 180 000	\$ 180 000	1,3 %
Trazado y ahoyado	10	Jornal	\$ 40 000	\$ 400 000	\$ 280 000	\$ 120 000	1,4 %
Cal dolomita	12	Bulto	\$ 13 400	\$ 160 800	\$ 160 800		0,6 %
Yeso agrícola	4	Bulto	\$ 12 000	\$ 48 000	\$ 48 000		0,2 %
Transporte cal + yeso	16	Bulto	\$ 2500	\$ 40 000	\$ 40 000		0,1 %
Repicada	4	Jornal	\$ 40 000	\$ 160 000	\$ 80 000	\$ 80 000	0,6 %
Subtotal preparación del terreno				\$ 1387 133	\$ 1007 133	\$ 380 000	5,0 %
Trasplante y manejo de arvenses							
1333 plantas	1400	Planta	\$ 500	\$ 700 000	\$ 700 000		2,5 %
Transporte plantas	28	Guacal	\$ 2500	\$ 70 000	\$ 70 000		0,3 %
Trasplante	5	Jornal	\$ 40 000	\$ 200 000	\$ 120 000	\$ 80 000	0,7 %
Abono orgánico	27	Bulto	\$ 22 000	\$ 594 000	\$ 594 000		2,1 %
Micorrizas	3	Bulto	\$ 73 000	\$ 219 000	\$ 219 000		0,8 %
Transporte fertilizantes	1	Unidad	\$ 70 000	\$ 70 000	\$ 70 000		0,3 %
Plateo	12	Jornal	\$ 40 000	\$ 480 000	\$ 360 000	\$ 120 000	1,7 %
Control de arvenses con guadaña	9	Jornal	\$ 70 000	\$ 630 000	\$ 630 000		2,3 %
Subtotal trasplante y manejo de arvenses				\$ 2963 000	\$ 2763 000	\$ 200 000	10,6 %
Fertilización (mes 1 después de trasplante)							
Urea	18	Kilogramo	\$ 1680	\$ 30 240	\$ 30 240		0,1 %
DAP	34	Kilogramo	\$ 2000	\$ 68 000	\$ 68 000		0,2 %

Concepto	Cantidad	Unidad	Precio unitario (COP \$)	Valor total (COP \$)	Pagado (COP \$)	Aporte propio (COP \$)	Participación en el costo total (%)
Aplicación	2	Jornal	\$ 40 000	\$ 80 000	\$ 40 000	\$ 40 000	0,3 %
Subtotal fertilización (mes 1 después de trasplante)				\$ 178 240	\$ 138 240	\$ 40 000	0,6 %
Tutorado (6 meses después del trasplante y con duración superior a 7 años)							
Postes cuadrados de 2,5 m largo	627	Unidad	\$ 16 510	\$ 10 351 770	\$ 10 351 770		37,1 %
Alambre calibre 14	5940	Metro	\$ 120	\$ 712 800	\$ 712 800		2,6 %
Transporte materiales	1	Unidad	\$ 140 000	\$ 140 000	\$ 140 000		0,5 %
Travesaños	627	Unidad	\$ 5504	\$ 3 451 008	\$ 3 451 008		12,4 %
Grapas de 1"	6	Caja	\$ 4390	\$ 26 340	\$ 26 340		0,1 %
Tensor	198	Unidad	\$ 3500	\$ 693 000	\$ 693 000		2,5 %
Puntillas	25	Caja	\$ 7900	\$ 197 500	\$ 197 500		0,7 %
Vareta	5	Galón	\$ 22 980	\$ 114 900	\$ 114 900		0,4 %
Instalación	40	Jornal	\$ 40 000	\$ 1 600 000	\$ 1 000 000	\$ 600 000	5,7 %
Subtotal tutorado				\$ 17 287 318	\$ 16 687 318	\$ 600 000	62,0 %
Fertilización (mes 3, 5, 7, 10 y 12 después de trasplante)							
KCl	3	Bulto	\$ 87 300	\$ 261 900	\$ 261 900		0,9 %
DAP	1,5	Bulto	\$ 100 000	\$ 150 000	\$ 150 000		0,5 %
Agrimins	2	Bulto	\$ 91 000	\$ 182 000	\$ 182 000		0,7 %
Urea	3	Bulto	\$ 84 000	\$ 252 000	\$ 252 000		0,9 %
Transporte de fertilizantes	10	Bulto	\$ 2500	\$ 25 000	\$ 25 000		0,1 %
Aplicación	12	Jornal	\$ 40 000	\$ 480 000	\$ 180 000	\$ 300 000	1,7 %
Subtotal fertilización (mensual)				\$ 1 350 900	\$ 1 050 900	\$ 300 000	4,8 %
Podas (cada 2 meses)							
Podas	9	Jornal	\$ 40 000	\$ 360 000	\$ 120 000	\$ 240 000	1,3 %

Nota: Los valores monetarios están dados en pesos colombianos (COP).

Fuente: Equipo CTA-2, Subproyecto Fresa y Mora (2018).

Tabla 5b Estructura de costos para el establecimiento (primer año) de una hectárea de mora (1333 plantas).

Concepto	Cantidad	Unidad	Precio unitario (COP \$)	Valor total (COP \$)	Pagado (COP \$)	Aporte propio (COP \$)	Participación en el costo total (%)
Tijeras	2	Unidad	\$ 56 306	\$ 112 612	\$ 112 612		0,4 %
Guantes	2	Unidad	\$ 4200	\$ 8400	\$ 8400		0,03 %
Agrodyne	1	Litro	\$ 43 500	\$ 43 500	\$ 43 500		0,2 %
Subtotal podas				\$ 524 512	\$ 284 512	\$ 240 000	1,9 %
Manejo fitosanitario (mensual / seis aspersiones)							
Athrin Brío	0,7	Litro	\$ 138 000	\$ 96 600	\$ 96 600		0,3 %
Trivia	2	Bolsa	\$ 22 800	\$ 45 600	\$ 45 600		0,2 %
Mixel Top	2	Litro	\$ 15 000	\$ 30 000	\$ 30 000		0,1 %
Amistar Top	0,84	Litro	\$ 203 700	\$ 171 108	\$ 171 108		0,6 %
Transfer Ionic	2	Litro	\$ 37 905	\$ 75 810	\$ 75 810		0,3 %
Aplicación	6	Jornal	\$ 40 000	\$ 240 000		\$ 240 000	0,9 %
Subtotal manejo fitosanitario				\$ 659 118	\$ 419 118	\$ 240 000	2,4 %
Cosecha a partir de los 9 meses y construcción punto de acopio							
Mano de obra	32	Jornal	\$ 40 000	\$ 1 280 000	\$ 640 000	\$ 640 000	4,6 %
Cemento	3	Bulto	\$ 25 000	\$ 75 000	\$ 75 000		0,3 %
Canastilla plástica de 15 kg	50	Unidad	\$ 11 000	\$ 550 000	\$ 550 000		2,0 %
Arena	0,2	m3	\$ 67 500	\$ 13 500	\$ 13 500		0,05 %
Gravilla 3/8	0,3	m3	\$ 266 667	\$ 80 000	\$ 80 000		0,3 %
Rajón	0,2	m3	\$ 62 500	\$ 12 500	\$ 12 500		0,04 %
Parales eucalipto de 4,05 m y 12 cm Ø	3	Unidad	\$ 15 040	\$ 45 120	\$ 45 120		0,2 %
Parales eucalipto de 3,55 m y 12 cm Ø	3	Unidad	\$ 15 040	\$ 45 120	\$ 45 120		0,2 %
Parales eucalipto de 3,81 m y 12 cm Ø	2	Unidad	\$ 15 040	\$ 30 080	\$ 30 080		0,1 %

Concepto	Cantidad	Unidad	Precio unitario (COP \$)	Valor total (COP \$)	Pagado (COP \$)	Aporte propio (COP \$)	Participación en el costo total (%)
Parales eucalipto de 3,73 m y 12 cm Ø	1	Unidad	\$ 15 040	\$ 15 040	\$ 15 040		0,1 %
Parales eucalipto de 3,64 m y 12 cm Ø	3	Unidad	\$ 15 040	\$ 45 120	\$ 45 120		0,2 %
Parales eucalipto de 3,20 m y 12 cm Ø	3	Unidad	\$ 15 040	\$ 45 120	\$ 45 120		0,2 %
Tornillo tipo perno de 1/2"	18	Unidad	\$ 3800	\$ 68 401	\$ 68 401		0,2 %
Inmunizante incoloro	1	Galón	\$ 12 000	\$ 12 000	\$ 12 000		0,04 %
Teja de 3,60 m cal 34	5	Unidad	\$ 30 000	\$ 150 000	\$ 150 000		0,5 %
Amarres	20	Unidad	\$ 150	\$ 3000	\$ 3000		0,01 %
Recebo común	0,05	m3	\$ 120 000	\$ 6000	\$ 6000		0,02 %
Gravilla 1/2"	1,8	m3	\$ 133 333	\$ 240 000	\$ 240 000		0,9 %
Lona verde	1	Rollo	\$ 145 000	\$ 145 000	\$ 145 000		0,5 %
Bisagra 5 pulgadas	1	Paquete	\$ 6000	\$ 6000	\$ 6000		0,02 %
Pasador 3 pulgadas	1	Unidad	\$ 5000	\$ 5000	\$ 5000		0,02 %
Grapas	1	Caja	\$ 500	\$ 500	\$ 500		0,002 %
Transporte materiales	1	Unidad	\$ 70 000	\$ 70 000	\$ 70 000		0,3 %
Construcción punto de acopio	15	Jornal	\$ 40 000	\$ 600 000	\$ 400 000	\$ 200 000	2,2 %
Subtotal cosecha			\$ 3 542 501		\$ 2 702 501	\$ 840 000	12,7 %
Total costos establecimiento por hectárea (\$/ha)			\$ 27 892 722		\$ 25 052 722	\$ 2 840 000	100 %
Participación aportes (%)			100 %		90 %	10 %	

Nota: Los valores monetarios están dados en pesos colombianos (COP).

Fuente: Equipo CTA-2, Subproyecto Fresa y Mora (2018).

Tabla 6 Estructura de costos para el sostenimiento anual de una hectárea de mora (1333 plantas).

Concepto	Cantidad	Unidad	Precio unitario (COP \$)	Valor total (COP \$)	Pagado (COP \$)	Aporte propio (COP \$)	Participación en el costo total (%)
Mantenimiento							
Plateo	32	Jornal	\$ 40 000	\$ 1 280 000	\$ 640 000	\$ 640 000	9,0 %
Control de arvenses con guadaña	12	Jornal	\$ 70 000	\$ 840 000	\$ 840 000		4,7 %
Subtotal mantenimiento				\$ 2 120 000	\$ 1 480 000	\$ 640 000	13,8 %
Fertilización granulada (bimestral)							
KCl	6,5	Bulto	\$ 87 300	\$ 567 450	\$ 567 450		3,9 %
DAP	1	Bulto	\$ 100 000	\$ 100 000	\$ 100 000		0,6 %
Agrimins	1,5	Bulto	\$ 91 000	\$ 136 500	\$ 136 500		1,0 %
Urea	5	Bulto	\$ 84 000	\$ 420 000	\$ 420 000		2,8 %
Transporte fertilizantes	14	Bulto	\$ 2500	\$ 35 000	\$ 35 000		0,3 %
Aplicación	24	Jornal	\$ 40 000	\$ 960 000	\$ 640 000	\$ 320 000	5,4 %
Subtotal fertilización granulada				\$ 2 218 950	\$ 1 898 950	\$ 320 000	14,1 %
Fertilización foliar (mensual)							
Nitrato de calcio	1	Bulto	\$ 45 000	\$ 45 000	\$ 45 000		0,3 %
Mixel Top	2	Litro	\$ 15 000	\$ 30 000	\$ 30 000		0,2 %
Transfer Ionic	2	Litro	\$ 37 905	\$ 75 810	\$ 75 810		0,4 %
Aplicación	6	Jornal	\$ 40 000	\$ 240 000		\$ 240 000	1,4 %
Subtotal fertilización foliar				\$ 390 810	\$ 1 50 810	\$ 240 000	2,2 %
Podas (Cada 2 meses)							
Podas	50	Jornal	\$ 40 000	\$ 2 000 000	\$ 1 200 000	\$ 800 000	13,6 %
Tijeras	2	Unidad	\$ 56 306	\$ 112 612	\$ 112 612		0,6 %
Guantes	2	Unidad	\$ 4200	\$ 8400	\$ 8400		0,05 %
Agrodyne	1	Litro	\$ 43 500	\$ 43 500	\$ 43 500		0,2 %
Subtotal podas				\$ 2 164 512	\$ 1 364 512	\$ 800 000	14,5 %
Manejo fitosanitario (mensual)							
Amistar Top	1	Litro	\$ 203 700	\$ 203 700	\$ 203 700		1,2 %

Concepto	Cantidad	Unidad	Precio unitario (COP \$)	Valor total (COP \$)	Pagado (COP \$)	Aporte propio (COP \$)	Participación en el costo total (%)
Trivia	6	Bolsa	\$ 22 800	\$ 136 800	\$ 136 800		0,8 %
Nativo	1	Litro	\$ 138 000	\$ 138 000	\$ 138 000		0,8 %
Decis	1	Litro	\$ 148 000	\$ 148 000	\$ 148 000		0,8 %
Fitoraz	6	Bolsa	\$ 22 800	\$ 136 800	\$ 136 800		0,8 %
Transfer ionic	1	Litro	\$ 37 905	\$ 37 905	\$ 37 905		0,2 %
Athrin Brío	1	Litro	\$ 138 000	\$ 138 000	\$ 138 000		0,8 %
Mixel Top	5	Litro	\$ 15 000	\$ 75 000	\$ 75 000		0,4 %
Aplicación	12	Jornal	\$ 40 000	\$ 480 000		\$ 480 000	2,7 %
Subtotal manejo fitosanitario				\$ 1 494 205	\$ 1 014 205	\$ 480 000	8,4 %
Cosecha							
Mano de obra	170	Jornal	\$ 40 000	\$ 6 800 000	\$ 3 400 000	\$ 3 400 000	47 %
Subtotal cosecha				\$ 6 800 000	\$ 3 400 000	\$ 3 400 000	47 %
Total costos sostenimiento por hectárea (\$/ha)				\$ 15 188 477	\$ 9 308 477	\$ 5 880 000	100 %
Participación aportes (%)				100 %	61 %	39 %	

Nota: Los valores monetarios están dados en pesos colombianos (COP).

Fuente: Equipo CTA-2, Subproyecto Fresa y Mora (2018).

Referencias bibliográficas

- Afanador, L., González, A., Gañán, L., Mejía, J., Cardona, N. y Álvarez, E. (2014). Characterization of the *Colletotrichum* Species Causing Anthracnose in Andean Blackberry in Colombia. En *Plant Disease*, 98(11), pp. 1503-1513. <https://doi.org/10.1094/PDIS-07-13-0752-RE>
- Afanador, L., Álvarez, E. y Mejía, J. (2009). Especies de *Colletotrichum* causantes de antracnosis de mora de castilla (*Rubus glaucus* Benth.) en Colombia. En *Memorias del XXIX Congreso Nacional Fitopatología y Ciencias Afines [ASCOLFI]* (pp. 107-108). Medellín, Colombia: Editorial ASCOLFI.
- Afanador, L., Álvarez, E. y González, A. (2010). Antracnosis de la mora de Castilla (*Rubus glaucus* Benth.): variabilidad en especies y razas del agente causante e identificación de fuentes de resistencia a la enfermedad. En *Informe final técnico proyecto "Productores de lulo y mora competitivos mediante selección participativa de clones élite, manejo integrado del cultivo y fortalecimiento de cadenas de valor Fontagro mora lulo"* (pp. 66-84). Cali, Colombia: Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT).
- Álvarez, P., García, R., Mora, M., González, J. y Salgado, M. (2013). Estado actual de *Peronospora sparsa*, causante del mildiu vellosa en rosa (*Rosa* sp.). *Revista Mexicana de Fitopatología*, 31(2), p. 113-125. Recuperado en agosto de 2018 de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185-33092013000200004&lng=es&tlng=es
- Álvarez-Romero, P. I., García-Velasco, R., Mora Herrera, M. E., González-Díaz, J. G. y SalgadoSiclán, M. L. (2013). Estado actual de *Peronospora sparsa*, causante del mildiu vellosa en rosa (*Rosa* sp.). *Revista mexicana de fitopatología*, 31(2). Texcoco.

- Artunduaga, B. (2010). *Efecto de la fertilización en dos ecotipos de mora (Rubus sp.) y su relación con el rendimiento en Andisoles*. Palmira, Colombia: Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Colombia. Recuperado en agosto de 2018 de <http://www.bdigital.unal.edu.co/3637/1/7006001.2010.pdf>
- Ayala, L., Valenzuela C. y Bohórquez, Y. (2013). Variables determinantes de la madurez comercial en la mora de castilla (*Rubus glaucus* Benth.). *Scientia Agroalimentaria* 1, pp. 39-44.
- Baldock J. A. y Skjemstad, J O. (2000). Role of the Soil Matrix and Minerals in Protecting Natural Organic Materials Against Biological Attack. *Organic Geochemistry* 31, pp. 697-710.
- Barrero, L. (Ed.) (2009). *Caracterización, evaluación y producción de material limpio de mora con alto valor agregado*. Cundinamarca, Colombia. Mosquera, Colombia: Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (CORPOICA).
- Bautista, D. (1977). Observaciones sobre el cultivo de mora (*Rubus glaucus* Benth.) en los andes venezolanos. *Agronomía Tropical* 21, pp. 253-260.
- Bautista-Montealegre, L. y Cardona-Hernández, J. (2012). *Evaluación de la actividad entomopatógena de tres hongos sobre Hortensia similis y Collaria columbiensis en pasturas ganaderas de la granja Tesorito en Manizales, Caldas*. Manizales, Colombia: Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Caldas.
- Bautista-Montealegre, L. (2017). *Evaluación del efecto de cuatro nutrientes en la severidad de antracnosis causada por Colletotrichum gloeosporioides CEPA 52 en mora (Rubus glaucus, Benth.) bajo condiciones de invernadero*. Bogotá, Colombia: Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá, Facultad de Ciencias Agrarias.
- Bautista-Montealegre, L., Bolaños-Benavides, M., Argüelles-Cárdenas, J. y Fischer, G. (2019). *Fertilización con nitrógeno, fósforo, potasio y calcio en mora (Rubus glaucus Benth.): efecto sobre antracnosis bajo condiciones controladas*, 68(3), pp. 228-236. <https://doi.org/10.15446/acag.v68n3.68337>
- Benavides, M. y Mora, H. (2012). Plagas de importancia económica en frutales. En G. Fischer (Ed.), *Manual para el cultivo de frutales en el trópico* (pp. 205-216). Bogotá, Colombia: Produmedios.
- Blanco, J. (s. f.). *Acondicionadores y mejoradores del suelo*. Recuperado en agosto de 2018 de http://www.unipamplona.edu.co/unipamplona/portalIG/home_4/mod_virtuales/modulo2/7.pdf

- Botero, J., Franco, G., Castaño J. y Ramírez, M. (1999). *Principales enfermedades en poscosecha asociadas a cultivos de lulo, manzano, mora y tomate de árbol*. Manizales, Colombia: Universidad de Caldas, Corpoica Reg. 9, Sena.
- Bustillo, P. (2008). *Los insectos y su manejo en la caficultura colombiana*. Chinchiná, Colombia: CENICAFÉ.
- Cárdenas, Y. (2013). *Evaluación agronómica y fenología de dos clones de mora sin espinas (Rubus glaucus Benth.) para determinar su potencial comercial*. Tumbaco, Quito, Ecuador: UCE.
- Cardona, W. A. (2017). *Requerimientos nutricionales (nitrógeno, fósforo, potasio y calcio) en etapa vegetativa y reproductiva de un cultivo de mora (Rubus glaucus Benth.), ubicado en el municipio de Sylvania (Cundinamarca)*. Bogotá, Colombia: Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá, Facultad de Ciencias Agrarias.
- Cardona, W. A. y Bolaños-Benavides, M. M. (2019). *Manual de nutrición del cultivo de mora de Castilla (Rubus glaucus Benth.) bajo un esquema de buenas prácticas en fertilización integrada*. Mosquera, Colombia: Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA).
- Carris, L., Little, C. y Stiles, C. (2015). *Introduction to Fungi. The Plant Health Instructor*. American Phytopathological Society (APS).
- Casierra-Posada, F. y G. Fischer. (2012). Poda de árboles frutales. En G. Fischer (Ed.). *Manual para el cultivo de frutales en el trópico*, pp. 169-185. Bogotá: Produmedios.
- Castro, H. y Gómez, M. (2010). *Fertilidad de suelos y fertilizantes. Capítulo IV Principios Básicos*. Sociedad Colombiana de las Ciencias de Suelo (1ª. ed). Bogotá, Colombia: Editora Guadalupe S.A.
- Castro, J. y Cerdas, M. (2005). *Mora (Rubus spp.). Cultivo y manejo poscosecha*. Costa Rica: Ministerio de Agricultura y Ganadería, Universidad de Costa Rica, Consejo Nacional de Producción. Sistema Unificado de Información Institucional, Fundación para el Fomento y Promoción de la Investigación y Transferencia de Tecnología Agropecuaria de Costa Rica.
- Eraza, B. (1983). El cultivo de la mora en Colombia. En *Memorias Curso Nacional de Frutales* (pp. 31-38). Bogotá: Instituto Colombiano Agropecuario (ICA).
- Forero de La Rotta, M. (2001). *Enfermedades de la mora castilla*. Instituto Colombiano Agropecuario (ICA).
- Forero de La Rotta, M., Avila, W. y González, R. (2002). Estudio sobre Antracnosis en mora de Castilla. En *Memorias del Cuarto Seminario Nacional de Frutales de Clima Frío Moderado*. Medellín, Colombia.

- Franco, G. y Giraldo, M. (1998). *El cultivo de la mora*. Bogotá, Colombia: Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica), Programa Nacional de Transferencia de Tecnología Agropecuaria (PRONATTA).
- Franco, G. y Giraldo, M. (1999). *El cultivo de mora* (2ª ed.). Pereira, Colombia: Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica), Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, Comité de Cafeteros de Risaralda.
- Franco, G. y Giraldo, M. (2001). *El cultivo de mora* (3ª ed.). Pereira, Colombia: Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica), Regional 9.
- Franco, G. y Giraldo, M. 2002. *El cultivo de la mora*. Manizales, Colombia: Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica), Regional 9.
- García, M. C. y García, H. R. (2001). *Manejo cosecha y postcosecha de mora, lulo y tomate de árbol*. Colombia: Produmedios.
- Garrido-Valero, S. (1994). *Interpretación de análisis de suelos*. España: Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Instituto Nacional de Reforma y Desarrollo Agrario. Recuperado en agosto de 2018 de http://www.mapama.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1993_05.pdf
- Instituto Colombiano Agropecuario [ICA] (1992). Fertilización en diversos cultivos. Quinta aproximación. *Manual de Asistencia Técnica n.º 25*. Bogotá: ICA.
- Instituto Colombiano Agropecuario [ICA] (2011). *Manejo fitosanitario del cultivo de la mora (Rubus glaucus Benth.)*. Medidas para la temporada invernal.
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación [ICONTEC] (1997). Frutas frescas. Mora de Castilla. *Especificaciones - NTC 4106*. Colombia: Icontec.
- Kay, B. D. (1998). Soil structure and organic carbon: a review. En R. Lal, J. M. Kimble, R. F. Follett, B. A. Stewart (Eds.), *Soil Processes and the Carbon Cycle* (pp. 169-197). Boca Raton, Florida, Estados Unidos: CRC Press.
- LKS (2013). *Informe Final. Programa de Transformación Productiva*. Recuperado en agosto de 2018 de <https://www.colombiaproductiva.com/CMSPages/GetFile.aspx?guid=17e2476f-a7ff-4159-b592-d8f44f4027d9>
- Luna, L. y Bolaños, M. (2007). *Producción de abonos orgánicos de buena calidad*. Palmira, Colombia: Produmedios.

- Marulanda, M., López, A. y Aguilar, S. (2007). Genetic Diversity of Wild and Cultivated *Rubus* Species in Colombia Using AFLP and SSR Markers. *Crop Breeding and Applied Biotechnology* 7, pp. 242-252.
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural [MADR] (2006). *Apuesta Exportadora Agropecuaria 2006-2020*.
- Molina, E. (1998). *Encalado para la corrección de la acidez del suelo*. San José, Costa Rica: ACCS.
- Morales, C. S. y Villegas, B. (2012). Mora (*Rubus glaucus* Benth.). En G. Fischer (Ed.), *Manual para el cultivo de frutales en el trópico*. Bogotá, Colombia: Produmedios.
- Moreno-Medina, B., Casierra-Posada, F. y Blanke, M. (2016). Growth Rates in Blackberry (*Rubus alpinus* Macfad) Plants Under Different Pruning Systems. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 10(1), pp. 28-39. <http://dx.doi.org/10.17584/rcch.2016v10i1.4457>
- Osorio, N. y Ruíz, O. (2001). *Guía para el muestreo. Laboratorio de suelos. Instrucciones de toma, preservación y transporte de muestras de agua*. Colombia, Medellín: Universidad Nacional de Colombia e Instituto Nacional de Salud.
- Plan Frutícola Nacional (2006). *Diagnóstico y análisis de los recursos para la fruticultura colombiana*. Recuperado en agosto de 2018 de http://www.frutasyhortalizas.com.co/archivos/biblioteca/biblioteca_18_DIAGNOSTICO%20FRUTICOLA%20NACIONAL.pdf
- Ruíz, R. y Piedrahita W. (2012). Fresa (*Fragaria × ananassa*). En G. Fischer (Ed.), *Manual para el cultivo de frutales en el trópico* (pp. 474-495). Bogotá, Colombia: Produmedios.
- Saldarriaga, A. y Bernal J. (2000). Enfermedades asociadas al cultivo de mora (*Rubus glaucus* Benth.) en el departamento de Antioquia. En *Memorias del tercer seminario de frutales de clima frío moderado* (pp. 132-135). Manizales, Colombia.
- Saldarriaga-Cardona, A., Castaño-Zapata, J. y Arango-Isaza, R. (2008). Caracterización del agente causante de antracnosis en tomate de árbol, manzano y mora. *Revista Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 32(123), pp. 145-156.
- Saldarriaga, A., Navas, G., Navas, A., Franco, G., Ríos, G., Vásquez, L., Londoño, M., Macías, A., Hincapié, M., Gómez, E., González, S., Gaviria, V., Arango, R., Cañas, G., Rueda, N., Ochoa, M., Salamandro, C., Osorio, J., Martínez, E., Hío, J., Forero, C., Abaunzá, C., González, A., Segura, J., Gómez, R. y Palacios, X. (2012). *Informe técnico final del proyecto "Biología, caracterización y comportamiento del patógeno de antracnosis de la mora (*Rubus glaucus* Benth.), como*

- base para establecer estrategias de manejo”. Rionegro, Colombia: Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica).
- Saldarriaga-Cardona, A., Franco, G., Díaz-Diez, C. y Múnera-Urbe, G. (2017). *Manual de campo para reconocimiento, monitoreo y manejo de las enfermedades de la mora (Rubus glaucus Benth.)*. Mosquera, Colombia: Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica).
- Sociedade Brasileira Da Ciência Do Solo [SBCS] (2004). *Manual de adubação e calagem para os estados do Rio Grande Sul e de Santa Catarina* (10ª ed.). Porto Alegre, Brasil: Comissão de Química e Fertilidade do Solo RS/SC.
- Soto, M. (2013). *Exportación de productos alimenticios Unión Europea, Canadá, Estados Unidos, Corea y Japón*.
- Tamayo, P. (2001). *Principales enfermedades del tomate de árbol, la mora y el lulo en Colombia*. Boletín técnico n.º 12. Rionegro, Colombia: Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica), Alcaldía de Medellín.
- Tamayo, P. (2003). *Principales enfermedades del tomate de árbol, la mora y el lulo en Colombia*. Boletín Técnico n.º 20. Rionegro, Colombia: Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica), Alcaldía de Medellín.
- Tisdall, J. y Oades, J. (1982). Organic Matter and Water-stable Aggregates in Soils. *European Journal of Soil Science*, 33(2), pp. 141-163.
- Unidad de Planificación Rural Agropecuaria. (2023). *Evaluaciones Agropecuarias (EVA) 2023*. https://upra.gov.co/es-co/Paginas/eva_2023.aspx
- Vásquez, R., Ballesteros, H., Muñoz, C. y Cuellar, 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* (1ª ed.). Bogotá, Colombia: Produmedios.
- Vásquez, R., Ballesteros, C., Tello, D., Castañeda, S., Calvo, C., Ortega, F. y Riveros, L. (2011). *Polinización dirigida con abejas Apis mellifera: tecnología para el mejoramiento de la producción de cultivos con potencial exportador* (1ª ed.). Bogotá, Colombia: Produmedios.
- Vessey, K. (2003). Plant Growth Promoting Rhizobacteria as Biofertilizers. *Plant Soil* 255, pp. 571-586.

Este manual se imprimió
por DGP Editores S.A.S
usando tipos Ancizar
en enero de 2024
Bogotá (Colombia)

El Corredor Tecnológico Agroindustrial (CTA) es una estrategia de cooperación entre Estado, sector productivo y academia, en la cual participan actores directivos del sector agropecuario y agroindustrial de Cundinamarca y Bogotá, D. C., con el fin de aunar esfuerzos en actividades de desarrollo y fortalecimiento de la ciencia, la tecnología y la innovación. Sus capacidades están orientadas a la formulación y ejecución de proyectos de carácter investigativo, que permitan la transferencia tecnológica al sector agropecuario y agroindustrial.

El presente documento es resultado del Subproyecto “Investigación y desarrollo tecnológico para los sistemas de producción de frutas (fresa y mora) en zonas productoras representativas de Cundinamarca”, desarrollado en el marco del Corredor Tecnológico Agroindustrial CTA-2, Proyecto “Investigación, desarrollo y transferencia tecnológica en el sector agropecuario y agroindustrial con el fin de mejorar todo el departamento, Cundinamarca, Centro Oriente”, suscrito por la Gobernación de Cundinamarca, a través de la Secretaría de Ciencia, Tecnología e Innovación; la Alcaldía de Bogotá, a través de la Secretaría Distrital de Desarrollo Económico; la Universidad Nacional de Colombia, y la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA, antes Corpoica). El Corredor Tecnológico Agroindustrial CTA-2 es financiado con recursos del Fondo de Ciencia, Tecnología e Innovación del Sistema General de Regalías.

ISBN: 978-958-505-481-3



9 789585 054813