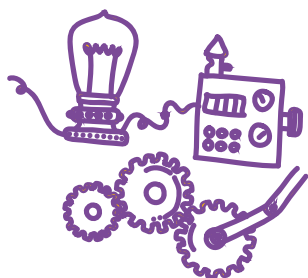


Opciones tecnológicas para mejorar las prácticas agronómicas en el cultivo de mora en zona de ladera, Colombia

Parcela demostrativa de mora establecida en zona de ladera



Herney Darío Vásquez Amariles
Deisy Johanna Guerrero Cobos
Viviana Eugenia Castro López



Financian



Apoyan

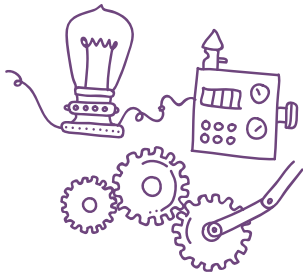


Organiza



Opciones tecnológicas para mejorar las prácticas agronómicas en el cultivo de mora en zona de ladera, Colombia

Parcela demostrativa de mora establecida en zona de ladera



Herney Darío Vásquez Amariles
Deisy Johanna Guerrero Cobos
Viviana Eugenia Castro López

Opciones tecnológicas para mejorar las prácticas agronómicas en el cultivo de mora en zona de ladera, Colombia

Parcela demostrativa de mora establecida en zona de ladera

Financian



Apoyan



Organiza



Catalogación en la publicación Universidad Nacional de Colombia

Vásquez Amariles, Herney Darío, 1957-

Opciones tecnológicas para mejorar las prácticas agronómicas en el cultivo de mora en zona de ladera, Colombia : parcela demostrativa de mora establecida en zona de ladera / Herney Darío Vásquez Amariles, Deisy Johanna Guerrero Cobos, Viviana Eugenia Castro López ; colaboradores, Osvaldo Gutiérrez Pineda [y otros tres]. — Primera edición. — Bogotá : Universidad Nacional de Colombia. Editorial

Universidad Nacional de Colombia, 2022

118 páginas : ilustraciones (principalmente a color), ilustraciones

(principalmente a color), diagramas, figuras, fotografías

Incluye referencias bibliográficas

ISBN 978-958-794-928-5 (impreso). — ISBN 978-958-794-929-2 (e-book)

1. Moras — Abonos y fertilizantes — Valle del Cauca — Colombia 2. Rubus glaucus 3. Parcelas de tierra 4. Buenas prácticas agrícolas 5. Fertirrigación 6. Zona de montaña 7. Agricultura de montaña 8. Fruticultura I. Guerrero Cobos, Deisy Johanna II. Castro López, Viviana Eugenia III. Gutiérrez Pineda, Osvaldo, colaborador IV. Caicedo Vallejo, Ana Milena, colaborador V. Mosquera Escobar, Leslie Estefany, colaborador VI. Delgado Muñoz, Luis Fernando, colaborador VII. Título

CDD-23 634.388916 / 2022

© Universidad Nacional de Colombia

© Proyecto incremento de la competitividad sostenible en la agricultura de ladera en todo el departamento, Valle del Cauca, Occidente

Primera edición, junio del 2022

ISBN impreso: 978-958-794-928-5

ISBN digital: 978-958-794-929-2

Preparación editorial

Editorial Universidad Nacional de Colombia

Av. El Dorado # 44A-40

Hemeroteca Nacional Universitaria

Bogotá D. C., Colombia

(+57 1) 316 5000 Ext. 20040

direditorial@unal.edu.co

Coordinación editorial

Angélica María Olaya Murillo

Corrección de estilo

Juliana Monroy Ortiz

Diseño de la colección

Andrea Kratzer

Diseño de cubierta y maquetación

Juan Carlos Villamil

Colaboradores

Osvaldo Gutiérrez Pineda

Ana Milena Caicedo Vallejo

Leslie Estefany Mosquera Escobar

Luis Fernando Delgado Muñoz

Proyecto Incremento de la competitividad

sostenible en la agricultura de ladera en todo el departamento, Valle del Cauca, Occidente. Código

BPIN 2014000100010, financiado por el Sistema General de Regalías (SGR) y coordinado por la

Universidad Nacional de Colombia, sede Palmira.

Cra 32 # 12-00 vía Candelaria Teléfono: (+602) 286

88 88 Punto focal: Profesor Herney Darío Vásquez

Amariles Correo electrónico: ladera_pal@unal.edu.co

Página web: <https://ladera.palmira.unal.edu.co/>

Este documento hace parte de una serie de volúmenes estratégicos desarrollados en el marco de proyecto “Incremento de la competitividad sostenible en la agricultura de ladera en todo el departamento, Valle del Cauca, Occidente”, financiado por el Sistema General de Regalías (SGR) y coordinado por la Universidad Nacional de Colombia, sede Palmira.

Fotografías de cubierta Pedro José Arango Dussan

Viñeta de cubierta diseñada por ikatod / rawpixel / Freepik, tomada de: www.freepik.es

Prohibida la reproducción total o parcial por cualquier medio sin la autorización escrita del titular de los derechos patrimoniales.

Impreso y hecho en Bogotá, D. C., Colombia



Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual

CC BY-NC-SA

AGRADECIMIENTOS

Al Fondo de Ciencia Tecnología e Innovación (FCT) del Sistema General de Regalías (SGR) por la financiación del proyecto *Incremento de la competitividad sostenible sostenible de ladera en todo el departamento, Valle del Cauca, Occidente*, ejecutado por la Universidad Nacional de Colombia, sede Palmira.

A la comunidad rural y a las asociaciones de los municipios de Pradera, Guacarí, Cerrito y Buga pertenecientes a la cadena productiva de mora. En particular, al señor Osvaldo Gutiérrez por permitir el desarrollo de la parcela demostrativa en su finca.

RESUMEN

Colombia es un país con un alto potencial para la producción frutícola. Por esta razón, en el proyecto *Incremento de la competitividad sostenible en la agricultura de ladera en todo el departamento, Valle del Cauca, Occidente*, financiado por el Sistema General de Regalías (SGR) y ejecutado por la Universidad Nacional de Colombia (sede Palmira), se determinaron las especies frutales con mayor potencial productivo, económico y social, principalmente en las zonas de ladera del departamento, priorizando tres cadenas productivas: piña, aguacate y mora. Con el objetivo de reducir las brechas tecnológicas asociadas al cultivo de mora y mejorar las características del fruto para su comercialización nacional e internacional, se llevaron a cabo las siguientes actividades: 1) identificación de productores u organizaciones de productores interesados en desarrollar parcelas demostrativas; 2) desarrollo de parcelas demostrativas con productores interesados y en zonas aptas para los cultivos seleccionados; 3) acompañamiento tecnológico a los productores durante el desarrollo de las parcelas demostrativas y 4) evaluación del desempeño técnico y económico de las parcelas. Estas actividades permitieron establecer la parcela demostrativa de mora en el corregimiento La Carbonera del municipio de Pradera, donde se llevó a cabo la instalación de macro túneles y una estación meteorológica. Se evaluó la producción de los materiales Castilla sin espina, San Antonio y Brazos. Adicionalmente, se establecieron viveros comunitarios en los municipios de Pradera, Buga y Guacarí junto con las asociaciones Fundecar, Asovisa, Aprofrum y Frutymat, haciendo un acompañamiento constante. Finalmente, a pesar del impacto social del proyecto en las comunidades de cultivadores de mora de la zona de ladera del Valle del Cauca, los costos de la parcela fueron superiores a los beneficios, por lo que económicamente no es posible considerarla viable.

CONTENIDO

Agradecimientos	7
Resumen	8
Introducción	13
Objetivo	14
Producto MGA e indicador.....	14
Antecedentes	14
1. Generalidades del cultivo de mora	15
1.1 Características del cultivo de mora	15
1.1.1 Condiciones ambientales para el establecimiento del cultivo de mora	16
1.1.2 Producción y consumo de mora.....	16
1.1.3 Variedades de mora	17
1.2 Tecnologías para el mejoramiento del cultivo de mora	20
1.2.1 Estación meteorológica	20
1.2.2 Macro túneles.....	21
1.2.3 Fertirriego	22
1.3 Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades en el cultivo de mora	22
1.3.1 Plagas en el cultivo de mora	23
1.3.2 Enfermedades en el cultivo de mora	24
2. Identificación de productores u organizaciones de productores interesados en desarrollar parcelas demostrativas	26
2.1 Introducción	26
2.2 Objetivos	27
2.3 Metodología	27
2.3.1 Identificación de productores y/o asociaciones productoras de mora en el Valle del Cauca	27
2.3.2 Selección de productores y/o asociaciones interesadas en el establecimiento de parcelas demostrativas.....	28
2.3.3 Identificación de productores y/o asociaciones interesados en la implementación de los viveros comunitarios.....	28
2.4 Resultados y discusión	29
2.4.1 Identificación de productores y/o asociaciones productoras de mora en el Valle del Cauca.....	30
2.4.2 Reconocimiento de productores y/o asociaciones interesados en el establecimiento de las parcelas demostrativas.....	32

2.4.3	Selección del productor y asociación para el establecimiento de la parcela demostrativa	34
2.4.4	Identificación de productores y/o asociaciones interesados en la implementación de los viveros comunitarios	34
2.5	Conclusiones	35
2.6	Anexos	37
2.6.1	Anexo 1: base de datos de los eventos de priorización de brechas tecnológicas de la cadena productiva de mora en el Valle del Cauca.....	37
3.	Desarrollo de parcelas demostrativas con productores interesados y en zonas aptas para los cultivos seleccionados	40
3.1	Introducción	40
3.2	Objetivos	40
3.3	Metodología	41
3.3.1	Selección y caracterización edafoclimática de la parcela demostrativa de mora	41
3.3.2	Instalación de las tecnologías en las parcelas demostrativas	42
3.3.3	Establecimiento del cultivo	47
3.3.4	Prácticas de manejo de la parcela.....	50
3.3.5	Monitoreo de plagas y enfermedades en la parcela	54
3.3.6	Plan de fertilización	59
3.4	Resultados y discusión	60
3.4.1	Selección y caracterización edafoclimática de la parcela demostrativa de mora	60
3.4.2	Instalación de las tecnologías en las parcelas demostrativas	62
3.4.3	Establecimiento del cultivo	68
3.4.4	Cosecha.....	68
3.4.5	Monitoreo de plagas y enfermedades en la parcela.....	76
3.5	Conclusiones	84
4.	Acompañamiento tecnológico a los productores durante el desarrollo de las parcelas demostrativas	85
4.1	Introducción	85
4.2	Objetivos	86
4.3	Metodología	86
4.3.1	Acompañamiento durante el establecimiento de las parcelas demostrativas	86
4.3.2	Implementación de viveros comunitarios	86
4.4	Resultados y discusión	90

4.4.1 Acompañamiento durante el establecimiento de las parcelas demostrativas	90
4.4.2 Implementación de viveros comunitarios	95
4.5 Conclusiones	104
5. Evaluación del desempeño técnico y económico de las parcelas	104
5.1 Introducción	104
5.2 Objetivos	105
5.3 Materiales y métodos.....	105
5.3.1 Costos de producción del cultivo de mora	105
5.3.2 Beneficio-costo del cultivo de mora	106
5.4 Resultados y discusión.....	106
5.4.1 Costos de producción por etapa del cultivo.....	106
5.4.2 Beneficio-costo del cultivo de mora	108
5.5 Conclusiones	111
Conclusiones generales	111
Referencias	112

INTRODUCCIÓN

Se estima que en Colombia el área total sembrada es de aproximadamente 5.312.000 ha, de las cuales cerca de 505.000 ha, el 9,5 %, corresponden a plantaciones frutales. Así mismo, el área cosechada en el país es de alrededor de 3.830.000 ha, destacándose un promedio de 378.000 ha de frutales, lo que equivale al 9,9 % (DANE, 2019). El Valle del Cauca es considerado como el departamento con la mayor área de cultivos agroindustriales y frutales en el país, con cerca de 350.200 ha y 120.000 ha, respectivamente. Además, sus tierras se caracterizan por los elevados valores de productividad, que superan el promedio nacional, por lo que es catalogado como el principal productor agrícola de Colombia (Invest Pacific, 2018).

Dada la importancia agrícola, especialmente teniendo en cuenta la relevancia frutícola del Valle del Cauca, se desarrolló el proyecto “Incremento de la competitividad sostenible en la agricultura de ladera en todo el departamento, Valle del Cauca, Occidente”, financiado por el Sistema General de Regalías (SGR) y ejecutado por la Universidad Nacional de Colombia, sede Palmira, en el cual se determinaron las especies de frutales con mayor potencial productivo, económico y social, principalmente en las zonas de ladera del departamento. Consecuentemente, se priorizaron tres cadenas productivas: piña, aguacate y mora.

El cultivo de mora priorizado en el proyecto cuenta con un área plantada de 7700 ha aproximadamente y con un área en edad productiva de cerca de 7000 ha a nivel nacional (DANE, 2019). La Mora de Castilla (*Rubus glaucus*) es la especie más cultivada en Colombia debido a su adaptabilidad a las variaciones climáticas, sumada a su relevancia comercial a nivel nacional e internacional. Adicionalmente, además de *R. glaucus*, el país produce y comercializa nueve especies más de mora en 18 de los 32 departamentos (Cámara de Comercio de Bogotá, 2015; Minagricultura, 2019). El Valle del Cauca cuenta con alrededor de 615 ha sembradas de mora, las cuales arrojan una producción anual aproximada de 4000 toneladas (Minagricultura, 2019).

No obstante, el cultivo de mora en Colombia, y en especial en el Valle del Cauca, presenta limitaciones en los diferentes eslabones de la cadena productiva, los cuales han sido identificados con anterioridad y discutidos en el documento “Brechas tecnológicas de la cadena productiva de la Mora del Valle del Cauca” (CIAT, 2021a).

Por lo tanto, en el marco del proyecto relacionado anteriormente, se llevó a cabo el establecimiento, desarrollo y acompañamiento de tres parcelas demostrativas con los materiales



Castilla sin espina, San Antonio y Brazos, bajo condiciones de macro túneles, ubicados en el municipio de Pradera, Valle del Cauca, con el objetivo de proponer nuevas alternativas tecnológicas que permitan mejorar la producción regional de mora, bajo estándares de calidad y sostenibilidad. Adicionalmente, se hizo el acompañamiento para la implementación de viveros comunitarios en los municipios de Pradera, Buga y Guacarí, con el fin de fomentar la producción de mora de Castilla en zonas óptimas y obtener semilla de alta calidad.

En el presente documento se muestran los resultados correspondientes al establecimiento y seguimiento de las parcelas demostrativas de mora, detallando las actividades realizadas para dar cumplimiento al objetivo establecido, en relación con el desarrollo e innovación de opciones tecnológicas que respondan a las mejores prácticas internacionales para los cultivos, así como para el desenvolvimiento de estrategias para cerrar las brechas y limitaciones en la cadena productiva. Adicionalmente, se presentan los resultados de la implementación de los viveros comunitarios en los municipios priorizados.

OBJETIVO

Generar opciones tecnológicas en la etapa de producción que respondan a las mejores prácticas internacionales para los cultivos seleccionados, ayudando, así, a reducir las brechas tecnológicas en las cadenas productivas y favoreciendo la participación en los mercados nacionales e internacionales.

PRODUCTO MGA E INDICADOR

Este documento corresponde al establecimiento de tres opciones tecnológicas implementadas para el cultivo de mora en el departamento del Valle del Cauca.

Tres opciones tecnológicas que responden a las mejores prácticas internacionales para los cultivos seleccionados. Indicador Parcelas de Monitoreo Establecidas.

ANTECEDENTES

El género *Rubus* es uno de los géneros vegetales más abundantes, con aproximadamente 750 especies distribuidas en todo el mundo, exceptuando la Antártica, lo que muestra su alto grado de adaptabilidad a diferentes condiciones ambientales (Alice y Campbell, 1999; Espinosa *et al.*, 2016). En Colombia, el género *Rubus* se encuentra principalmente en la zona andina y en las estribaciones de la cordillera Occidental (Franco *et al.*, 1996). Este género es importante económicamente gracias al valor asociado a las especies frutales y ornamentales (Alice y Campbell, 1999).



La mora es considerada como fuente alimenticia y es cosechada naturalmente desde la antigüedad, no obstante, hasta finales del siglo XIX se empezaron a desarrollar cultivares, que han ido mejorando con el tiempo (Clark y Finn, 2011). En el continente americano, alrededor del 1500 se dieron los primeros reportes de la presencia de moras en zonas insulares y en tierra firme. Estas se describieron como plantas más vigorosas y, en algunos casos, con frutos de mayor tamaño que las especies europeas (Espinosa *et al.*, 2016). En Colombia, se referenció por primera vez la presencia de moras en 1625, en Santafé de Bogotá (Franco y Estrada Bernal, 2020).

En la actualidad, la mora ha incrementado su relevancia y consumo debido a sus altos contenidos de antocianinas, compuestos fenólicos y flavonoides, que le confieren propiedades medicinales y terapéuticas (Trivedi *et al.*, 2016). En consecuencia, la producción de mora a nivel nacional e internacional ha incrementado en los últimos años. En Colombia, en el período comprendido entre 2014 y 2018 el área sembrada en cultivos de mora aumentó en un 9,1 %, lo que conllevó a un incremento del 22,85 % en la producción (Minagricultura, 2019).

No obstante, pese al incremento en la oferta y demanda de mora en Colombia, la cadena productiva presenta muchas limitantes, asociadas con la carencia de tecnología adaptada a las necesidades de producción. En ese sentido, se pueden identificar como limitaciones: falta de material vegetal mejorado, carencia de paquetes tecnológicos limpios y de tecnologías accesibles y asequibles para irrigación, ausencia de herramientas para facilitar la cosecha y poscosecha, y, principalmente, insuficiente transferencia, capacitación y acompañamiento a los agricultores en la implementación de tecnologías y prácticas para mejorar la producción de mora en el país.

Por lo anterior, se implementaron tecnologías innovadoras, adaptadas a las necesidades de los cultivadores de mora en el país, de la mano con estrategias adecuadas de transferencia del conocimiento hacia los agricultores, buscando mejorar los rendimientos de producción de mora y responder de forma adecuada a los retos del mercado nacional e internacional. Esta investigación se desarrolló en el marco del proyecto “Incremento de la competitividad sostenible en la agricultura de ladera en todo el departamento, Valle del Cauca, Occidente” (CIAT, 2021a).

1. GENERALIDADES DEL CULTIVO DE MORA

1.1 Características del cultivo de mora

La mora (*Rubus spp.*) es una planta perenne de tipo arbustivo que hace parte del grupo de los frutos pequeños o bayas, específicamente, esta planta arbustiva pertenece a la familia *Rosaceae* y al género *Rubus* (Carla *et al.*, 2021; Corrêa Antunes *et al.*, 2014), sus frutos



maduros, por lo general, presentan forma cilíndrica alargada, son de color negro intenso y brillante, y su sabor es dulce-ácido (Carla *et al.*, 2021; Madrid y Beaudry, 2020).

Las especies del género *Rubus* están distribuidas alrededor del mundo, pero la mayoría de ellas son originarias de las zonas templadas y frías de Norte América y Euro Asia (Ayala *et al.*, 2016). Por su parte, la mora de Castilla es procedente de las zonas altas tropicales de América, especialmente de países como Colombia, Ecuador, Panamá, Salvador, Honduras, Guatemala, México e incluso Estados Unidos (Franco *et al.*, 1996).

1.1.1 Condiciones ambientales para el establecimiento del cultivo de mora

El cultivo de mora se adapta desde los 1200 hasta los 3500 metros sobre el nivel del mar, pero las condiciones óptimas para el desarrollo de las plantas se dan entre los 1800 y los 2400 m s. n. m.. En alturas superiores a los 2400 m, se reduce el rendimiento y decrece el tamaño y la calidad del fruto (Franco y Giraldo, 2001). La temperatura óptima para el desarrollo del cultivo de mora se sitúa entre los 11 y 18 °C, la humedad relativa adecuada está entre el 70 y 80 %, y las plantas requieren de precipitaciones de entre 1500 y 2500 mm al año (Cámara de Comercio de Bogotá, 2015).

Las plantas de mora se desarrollan favorablemente en suelos profundos y sueltos, con alto contenido orgánico y buen drenaje, por lo que los suelos ideales son los de textura franco, franco-arenosa y franco-arcillosa (Ayala *et al.*, 2016; Franco y Giraldo, 2001). La mora se adapta adecuadamente en suelos con un alto grado de acidez, pero muestra mejores rendimientos en suelos con pH entre 5,8 a 6,2 (Bonnet, 1997).

1.1.2 Producción y consumo de mora

La producción de mora a nivel mundial es de cerca de 922.000 toneladas anuales (FAO, 2019). Se estima que Estados Unidos es el principal productor alrededor del mundo con un porcentaje aproximado del 22 %, el restante de la producción de mora está distribuido principalmente en países del hemisferio sur, como Nueva Zelanda y Chile (Cámara de Comercio de Medellín, 2019). En Colombia, se producen aproximadamente 92.000 t/año de mora, siendo Cundinamarca, Santander y Antioquia los departamentos que más aportan a la producción (DANE, 2019; Minagricultura, 2019). En el Valle del Cauca, en el período comprendido entre 2014 a 2018 la producción disminuyó alrededor del 8 %, alcanzando en el último año una producción cercana a las 4000 toneladas (Minagricultura, 2019).

El consumo de mora se da en estado fresco o industrializado. En el primer caso, hace referencia al consumo de la fruta directamente o en jugo. En el segundo, interviene un proceso productivo para la obtención de pulpas, mermeladas, jaleas, refrescos, vinos, lácteos y otros subproductos de la mora (Castro Retana y Cerdas Araya, 2005). En Colombia,



de la producción total de mora aproximadamente el 55 % se consume en fresco en los hogares y es ofertado en supermercados y plazas de mercado, el 20 % se utiliza para el uso agroindustrial en la preparación de jugos, pulpas, mermeladas, conservas, confites y colorantes; y el porcentaje restante es exportado, congelado o procesado para otros usos (Minagricultura, 2019).

1.1.3 Variedades de mora

En Colombia se cuenta con aproximadamente 44 especies del género *Rubus*, de las cuales nueve son comestibles, entre estas se destacan: *Rubus glaucus*, *R. bogotensis*, *R. notingensis*, *R. poephyromallus*, *R. floribundus*, *Rubus giganteus*, *R. nubigenus*, *R. adenotrichis* y *R. roseus* (Franco *et al.*, 1996).

En Colombia la mora de Castilla (*R. glaucus*) es la especie más cultivada comercialmente. De esta especie se han seleccionado y cultivado algunos materiales, los cuales han sido nombrados de acuerdo con la zona de origen o con nombres locales. Así, se han reconocido ecotipos como: mora Pajarita, mora Ranchona, mora Hartona y morón, así mismo se han reportado otros materiales de mora, entre los que se destacan mora Castilla sin espinas y mora San Antonio (Franco y Estrada Bernal, 2020).

Mora Castilla sin espinas

La mora Castilla sin espinas se caracteriza principalmente por la ausencia de espinas en toda la planta, pero se pueden percibir pequeñas protuberancias, principalmente en los pecíolos de las hojas (ver figura 1). Además, la planta de mora sin espinas presenta algunas vellosidades no detectables a simple vista (Franco y Estrada Bernal, 2020).



Figura 1. Rama de una planta de mora de Castilla sin espinas
Fuente: elaboración propia. Fotografía de P. Arango (2021).



Los frutos del material Castilla sin espinas presentan forma cónica, con una longitud promedio de 3,5 cm y un diámetro de 2,3 cm. El fruto es considerado de mediano a grande, con peso promedio entre 4,16 y 5,48 g (ver figura 2) (Franco y Estrada Bernal, 2020; Martínez *et al.*, 2013).



Figura 2. Fruto de mora Castilla sin espinas
Fuente: elaboración propia. Fotografía de P. Arango (2021).

Mora San Antonio

La mora San Antonio es originaria del corregimiento San Antonio de Prado, vereda El Llano, municipio de Medellín, y fue encontrada a una altura de 2180 m s.n.m.. Este cultivo se caracteriza por presentar buenos rendimientos en la producción, alto número de ramas productivas, alta cantidad de inflorescencias y frutos, baja o nula presencia de tallos vegetativos, entre otras características (ver figura 3) (Díaz *et al.*, 2013).



Figura 3. Rama de una planta de mora San Antonio
Fuente: elaboración propia. Fotografía de P. Arango (2021).



Los frutos de mora San Antonio pueden presentar forma circular, cónica o elíptica, sin embargo, más comúnmente se los encuentra en forma redondeada (ver figura 4). El tamaño es variable, pero tienden a ser más pequeños que los frutos de mora de Castilla y se caracterizan por su color variable, que va desde el rojo hasta el púrpura (Franco y Estrada Bernal, 2020).



Figura 4. Fruto de mora San Antonio

Fuente: elaboración propia. Fotografía de P. Arango (2021).

En Colombia se cultivan algunos tipos de mora híbrida, que han sido desarrollados principalmente en Estados Unidos en los estados de Carolina, Michigan y Texas; entre ellos se destaca el material Brazos (Castro Retana y Cerdas Araya, 2005).

Mora Brazos

Material desarrollado en el año de 1959 por genetistas de la Universidad de Texas. Surgió del cruce entre híbridos de alta calidad como *Rubus caesius* (dewberry) y *Rubus idaeus* (raspberry) (Cuenca, 2017). La planta presenta crecimiento semierecto, es muy vigorosa y posee grandes espinas en el tallo (ver figura 5) (Iza *et al.*, 2020). Se caracteriza por presentar racimos grandes, con buen rendimiento y posee buena resistencia a enfermedades (Castro Retana y Cerdas Araya, 2005; Iza *et al.*, 2020).



Figura 5. Rama de una planta de mora del material Brazos

Fuente: elaboración propia. Fotografía de P. Arango (2021).



Los frutos son de gran tamaño y cuando están maduros presentan una coloración oscura y brillante, tienen forma alargada y un sabor dulce. Sin embargo, es un fruto muy sensible y tiende a ser perecedero, por lo cual, es necesario un control adecuado en la cosecha y poscosecha (ver figura 6) (Castro Retana y Cerdas Araya, 2005; Cuenca, 2017).



Figura 6. Fruto de mora Brazos

Fuente: elaboración propia. Fotografía de P. Arango (2021).

1.2 Tecnologías para el mejoramiento del cultivo de mora

En Colombia el cultivo de mora es manejado en su mayoría por pequeños y medianos productores, convirtiéndose en la principal actividad económica de cerca de 6000 familias (Franco y Estrada Bernal, 2020). Por esta razón, en su mayoría, la producción de mora en el país no cuenta con tecnologías que permitan potenciar su producción. Por lo general, el cultivo se lleva a cabo a campo abierto, lo que genera susceptibilidad al ataque de plagas y enfermedades que pueden generar pérdidas importantes en la producción, sumadas a las limitaciones causadas por la exposición a factores ambientales adversos (Rubio *et al.*, 2014).

Por tanto, la instalación de herramientas tecnológicas en los cultivos de mora del país, como la estación meteorológica y los macro túneles, son una alternativa para la reducción de las limitaciones y la optimización de la producción de mora por parte de los pequeños y medianos productores.

1.2.1 Estación meteorológica

El efecto de los factores meteorológicos sobre los cultivos es determinante en la producción agrícola, por lo que el monitoreo de las variables ambientales en la agricultura es un elemento relevante para incrementar la productividad de los cultivos (Martínez Velasco *et al.*, 2015).



El seguimiento de las variables meteorológicas en campo puede realizarse mediante la utilización de métodos e instrumentos tradicionales: instrumentos mecánicos como los heliógrafos y actinógrafos para la radiación solar, o el pluviógrafo para las precipitaciones (Martínez Velasco *et al.*, 2015). Adicionalmente, los datos meteorológicos en los cultivos pueden ser obtenidos mediante instrumentos electrónicos automatizados, como las estaciones meteorológicas automáticas (Sivakumar *et al.*, 2018).

Las cuales se caracterizan por estar dotadas con sensores, que registran y colectan la información meteorológica del cultivo en forma automática y en tiempo real, permitiendo monitorear variables como la temperatura del aire, la humedad relativa, la radiación solar, la humedad foliar, la dirección y velocidad del viento, las precipitaciones y la presión atmosférica, entre otras (Medina García *et al.*, 2008).

Estación meteorológica Lynkbox meteo plus

La estación meteorológica LynkBOX METEO PLUS está compuesta de una unidad Maestro, un sensor ULTRA100 para canales abiertos y una memoria USBData. Adicionalmente, cuenta con un sensor de temperatura y humedad relativa, un sensor de radiación solar, un pluviómetro y una rosa de los vientos (Lynks Ingeniería, 2016).

La estación Lynkbox captura los datos meteorológicos de los sensores conectados, los almacena en una memoria interna y los envía al servidor LYNKS WEB mediante un sistema GSM/GPRS. El equipo está provisto de un panel solar y una batería de Litio, lo que le permite mantener su carga (Lynks Ingeniería, 2016).

1.2.2 Macro túneles

Los cultivos pueden verse afectados por las condiciones ambientales, por lo que el uso de cubiertas de diferentes materiales ayuda a reducir las problemáticas en el desarrollo de las plantas asociadas al medio ambiente (González Zermeño *et al.*, 2019). Por lo anterior, se han desarrollado estructuras para proteger las plantas de las condiciones ambientales adversas, asegurando condiciones favorables para el establecimiento y desarrollo de los diferentes tipos de cultivo, y de esta forma mejorar los rendimientos en la producción. Entre las estructuras desarrolladas se encuentran: invernaderos, malla sombra y casa sombra, micro túnel y macro túnel (Juárez López *et al.*, 2011).

Los macro túneles son estructuras de tipo tubular, redondo, cuadrado o rectangular, cubiertas con polietileno o mallas sombra, que tienen de 4 a 5 m de ancho y de 2 a 3 m de altura en la parte más elevada. La longitud del macro túnel puede variar para facilitar el manejo del cultivo, pero se recomienda que no sea mayor a 60 m (ver figura 7) (Juárez López *et al.*, 2011).

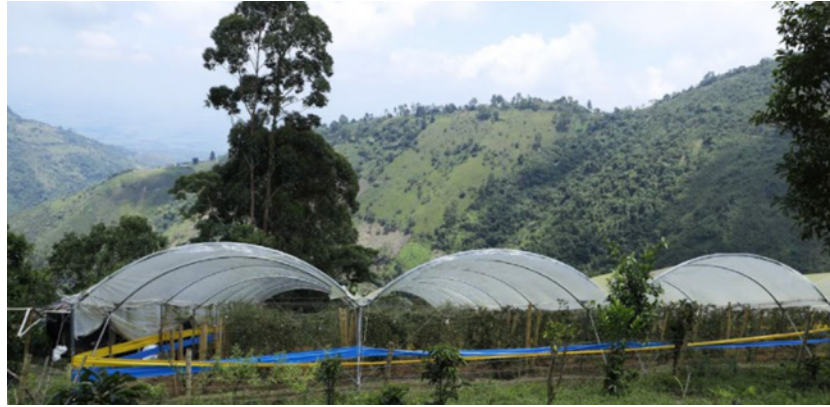


Figura 7. Macro túneles

Fuente: elaboración propia. Fotografía de J. Guerrero (2020).

La finalidad de los macro túneles es proteger el cultivo contra granizo, heladas y lluvia, y reducir la presencia de plagas y enfermedades. Además, esta tecnología busca potenciar la fertilización y nutrición de los cultivos, ya que los procesos son más veloces y eficientes gracias a los cambios de temperatura, humedad y demás factores climáticos que se propician por la acción de los macro túneles (Velásquez *et al.*, 2014).

1.2.3 Fertirriego

El fertirriego consiste en la aplicación de una solución nutritiva a partir de fertilizantes solubles en el sistema de riego. Es decir, que esta técnica permite la aplicación de nutrientes minerales en la cantidad y concentración apropiadas, en el tiempo preciso y de forma fácil, junto con el agua de riego (Dumroese *et al.*, 2012). El objetivo primordial del fertirriego es garantizar a la planta el agua y los nutrientes necesarios para su crecimiento y desarrollo, por lo que este deber ser ajustado de acuerdo con los requerimientos del cultivo (Mazuela Águila y de la Riva Morales, 2013).

La técnica de fertirrigación permite poner los fertilizantes cerca del sistema radicular de la planta, lo que garantiza un contacto más rápido y directo de los elementos nutritivos con las raíces y, por lo tanto, mejora la absorción y aprovechamiento de los fertilizantes. En ese aspecto, cabe resaltar que para el correcto manejo del fertirriego es importante tener en cuenta que este depende de la interacción de cuatro factores: cultivo, agua, sustrato y fertilizante, por lo que se deben considerar aspectos como: la calidad del agua de riego, las interacciones entre las sales del agua y los fertilizantes, las necesidades nutritivas del cultivo, los volúmenes y la frecuencia de riego, y los costos del sistema, entre otros (Jiménez Bermúdez y Rodríguez Volio, s. f.).

1.3 Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades en el cultivo de mora

El Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades (MIPE) consiste en la aplicación de estrategias y alternativas para proteger al cultivo de plagas y enfermedades que puedan tener



repercusiones económicas negativas para los agricultores. Las estrategias para el MIPE incluyen métodos de control legal, físico, cultural, etológico, biológico, químico, etc., como alternativa a la utilización intensiva de agroquímicos (Alarcón *et al.*, 2012).

En el cultivo de mora las plagas y enfermedades representan una limitante en la producción debido a los daños ocasionados directamente a la planta, lo que afecta los rendimientos y, por ende, reduce los ingresos de los agricultores (Saldarriaga Cardona *et al.*, 2017). Por lo tanto, se hace necesario conocer las principales plagas y enfermedades que atacan al cultivo de mora y definir las estrategias de manejo integrado.

1.3.1 Plagas en el cultivo de mora

Las principales plagas que afectan el cultivo de mora son: los áfidos o pulgones (*Aphis gossypii*), el barrenador de tallos y ramas (*Hepialus* sp.), la perla de tierra (*Eurhizococcus colombianus*) y el barrenador del cuello de la planta (*Zascelis* sp.), entre otros.

Áfidos o pulgones (*Aphis gossypii*; Hemiptera: Aphidae)

Son plagas secundarias que afectan los nuevos brotes de la planta, en los que se sitúan para succionar savia, ocasionando enrollamiento en las hojas, disminución del crecimiento de la planta, caída de flores y, en situaciones extremas, secamiento de los frutos. Además, esta plaga puede transmitir un virus a la planta (Castaño, 2000).

Manejo:

- *Cultural*: erradicación de malezas y buenas prácticas de riego y fertilización.
- *Biológico*: el control biológico de los áfidos puede llevarse a cabo con *Lysiphlebus testaceipes* Hymenoptera: Braconidae (Castaño, 2000).

Barrenador de tallos y ramas (*Hepialus* sp.)

Es un insecto que se aloja en los tallos y en las ramas de la planta. Estos animales son atraídos por las secreciones que se generan en la planta tanto por la afectación de patógenos como por las heridas causadas en las prácticas culturales. La afectación por este patógeno puede ocasionar daños severos y disminución en la producción, debido a que sus larvas ingresan a la planta desde la base y se alojan en el centro, construyendo galerías y dejando sus excrementos en la entrada. La presencia del barrenador de tallos y hojas en la planta causa clorosis, necrosis y, finalmente, muerte de las plantas (Arévalo *et al.*, 2011).

Manejo:

- *Cultural*: retirar las hojas de los primeros 50 cm de los tallos, eliminar malezas, realizar una correcta poda de ramas, asegurar la oportuna fertilización y evitar las heridas en las plantas.



- **Mecánico:** eliminar las larvas retirándolas de los orificios de penetración de la plaga.
- **Químico:** aplicar insecticida adecuado para el cultivo de acuerdo con la evolución de la plaga en el cultivo (Arévalo *et al.*, 2011).

Perla de tierra (*Eurhizococcus colombianus*; Homoptera: Margaroridae)

Es una plaga que afecta la raíz de la planta, de donde succiona la savia. Se reproducen en la raíz formando quistes que impiden el paso del agua y de los nutrientes hacia toda la planta. En consecuencia, se limita el crecimiento y desarrollo de la planta, dificultando la emisión de tallos, la floración y, por ende, la producción de frutos (Arévalo *et al.*, 2011).

Manejo:

Una vez la perla de tierra se ha establecido en la raíz de la planta, los tratamientos para erradicarla no resultan eficientes, por lo que es necesario tomar medidas para la prevención de esta plaga, que incluyen sembrar plantas libres de plaga y el retiro de plantas contaminadas del cultivo (Arévalo *et al.*, 2011).

Barrenador del cuello de la planta (*Zascelis* sp.)

Son larvas ápodas (gusanos sin patas) de color blanco que colocan sus huevos en el interior del cuello de la raíz, construyendo galerías en la zona donde se une el tallo con la raíz. El daño causado impide el crecimiento y engrosamiento de la planta, formando agallas y ocasionando la muerte de la planta (Díaz-Montilla *et al.*, s. f.).

Manejo:

El manejo del barrenador del cuello de la planta se puede realizar con las siguientes acciones:

- Realizar control cultural para artrópodos plaga del cultivo de mora.
- Recolectar y quemar ramas afectadas.
- Usar insecticidas para esta plaga (Díaz-Montilla *et al.*, s.f.).

1.3.2 Enfermedades en el cultivo de mora

El cultivo de mora se ve amenazado por enfermedades que atacan las raíces, tallos, hojas, flores y frutos de la planta, y que se acrecientan por la mala calidad del material de propagación, alta humedad relativa, malezas en el cultivo, falta de podas y deficiencia en nutrientes, por lo que se hacen necesarias labores culturales apropiadas y oportunas para su manejo. Entre las enfermedades más importantes que atacan el cultivo de mora están el mildew polvoso, mildew velloso, antracnosis y moho gris (Saldarriaga Cardona *et al.*, 2017).



Mildeo polvoso, cenicila, crespera

Es una enfermedad ocasionada por el hongo *Oidium*. Se manifiesta mayormente en las hojas jóvenes, produciendo encrespamiento y, en algunas ocasiones, principalmente en altas temperaturas, que las hojas se cubran de un polvo blanco debido a la esporulación del hongo. Adicionalmente, esta enfermedad ataca los botones florales y frutos, retrasando su crecimiento y provocando malformaciones (Saldarriaga Cardona *et al.*, 2017).

Manejo:

El manejo del mildew polvoso se centra en la prevención y en el manejo adecuado del cultivo, lo que incluye una adecuada y oportuna fertilización, podas de saneamiento, mediante las cuales se retiran tallos afectados y control químico con azufre de acuerdo con el criterio de un profesional (Arévalo *et al.*, 2011).

Mildeo veloso, prenospora, tusa

Es una enfermedad que se ocasiona por especies patógenas del reino Stramenopila y que afecta los tallos, pecíolos, pedúnculo, botones florales y frutos. En los tallos y pecíolos se observan lesiones blancas, sobre las cuales aparecen vellosidades que demuestran la esporulación del patógeno. En los botones florales ocasionan lesiones de color café o negro que pueden cubrir toda la estructura. Finalmente, en los frutos se observa problemas con el desarrollo, la maduración y pérdida del brillo, lo que hace que el fruto pierda valor comercial (Saldarriaga Cardona *et al.*, 2017).

Manejo:

Para el manejo del mildew veloso se requiere monitorear el cultivo continuamente, principalmente en épocas con alta humedad relativa, con la finalidad de detectar los síntomas tempranos de la enfermedad. Así mismo, se recomienda mantener aireado el cultivo mediante una adecuada poda. El uso de fungicidas químicos a base de metalaxil y mancozeb se recomienda bajo criterio de expertos (Arévalo *et al.*, 2011).

Antracnosis, tuna negra, muerte descendente

Es una enfermedad causada por el hongo patógeno *Glomerella cingulata* y afecta especialmente los tallos, brotes y estructuras reproductivas de las plantas de mora produciendo lesiones que conllevan a la muerte de las ramas. Las lesiones se muestran como manchas ovaladas de color morado o café, sobre las cuales se observan puntitos de color negro con masas de color amarillo (Saldarriaga Cardona *et al.*, 2017).

Manejo:

El manejo de la enfermedad incluye podas de saneamiento y de formación, recolección adecuada de los residuos de poda, control de arvenses y observación de una distancia de siembra adecuada entre plantas (Arévalo *et al.*, 2011).



Moho gris, botrytis, pudrición del fruto

Es una enfermedad causada por el hongo *Botrytis cinerea*. Se presenta principalmente en la etapa de producción y poscosecha. El hongo causa daño en los botones florales y se manifiesta en los frutos, causando necrosis y momificación de los mismos. En los frutos afectados se observa el hongo con un aspecto afelpado de color gris o verde oliva, además el hongo podría afectar hojas, flores y pedúnculos (Saldarriaga Cardona *et al.*, 2017).

Manejo:

Para el manejo de la enfermedad se recomienda mantener buena aireación en el cultivo mediante las podas de formación y saneamiento, así como desyerbes. Todos los frutos, flores y residuos con síntomas de la enfermedad deben ser quemados fuera del lote del cultivo. Así mismo, se deben garantizar distancias de siembra mayores a 3 m por planta y una fertilización adecuada (Arévalo *et al.*, 2011).

2. IDENTIFICACIÓN DE PRODUCTORES U ORGANIZACIONES DE PRODUCTORES INTERESADOS EN DESARROLLAR PARCELAS DEMOSTRATIVAS

2.1 Introducción

En Colombia la producción de mora genera ingresos y empleos para pequeños y medianos productores, cerca de 2,6 empleos directos y 0,8 empleos indirectos por hectárea, convirtiéndose en la principal actividad económica de aproximadamente 6000 familias campesinas distribuidas en todo el territorio nacional, principalmente en Cundinamarca, Santander, Valle del Cauca, Antioquia, Huila, Caldas, Quindío y Risaralda (Franco y Estrada Bernal, 2020; Minagricultura, 2014).

En el Valle del Cauca, el cultivo de mora se ha desarrollado en 24 de los 42 municipios, concentrando su producción en los municipios de Ginebra, Tuluá, Trujillo, Florida y Versalles (CIAT, 2021a). Los productores de mora del Valle del Cauca han conformado asociaciones con el fin de promover el crecimiento de la formalización productiva, comercial y empresarial, y el fomento de la autogestión; así como para mejorar la productividad e incrementar la competitividad del campo (CIAT, 2021c).

En el marco del proyecto “Incremento de la competitividad sostenible en la agricultura de ladera en todo el departamento, Valle del Cauca, Occidente”, se planteó la necesidad de generar alternativas tecnológicas en el cultivo de mora que optimicen su producción y comercialización. Al respecto, junto con los productores de mora, se priorizaron tres zonas



ubicadas en los municipios de Guacarí, Buga y Pradera, para lo cual se identificaron las asociaciones y el número de cultivadores de mora, y se tuvieron en cuenta las necesidades de cada zona. Para el desarrollo del proyecto en mención, se eligieron cuatro asociaciones presentes en las zonas seleccionadas. Estas son: Asovisa, Fundecar, Frutymat y Aprofrum.

En el presente capítulo, se muestran los detalles de la identificación de productores y/o asociaciones interesados en el desarrollo de parcelas demostrativas de mora y, consecuentemente, en la respectiva implementación de las tecnologías para mejorar la producción y comercialización del cultivo en el Valle del Cauca, así como en la construcción participativa de viveros comunitarios.

2.2 Objetivos

- Identificar y caracterizar los productores y/o asociaciones de mora de las diferentes zonas de ladera del Valle del Cauca.
- Seleccionar a los productores y/o asociaciones de mora interesados en el desarrollo de parcelas demostrativas y, consecuentemente, en la implementación de las tecnologías en el cultivo de mora en el Valle del Cauca, así como en la construcción participativa de viveros comunitarios.

2.3 Metodología

2.3.1 Identificación de productores y/o asociaciones productoras de mora en el Valle del Cauca

La identificación de los productores y/o asociaciones de mora de las zonas de ladera del Valle del Cauca se llevó a cabo mediante la verificación de información secundaria. En primera instancia, se revisó la base de datos de agricultores del Plan Frutícola del Valle del Cauca de 2014, de donde se seleccionaron los datos correspondientes a los productores de mora del departamento. Posteriormente, se realizó la revisión de la base de datos de los eventos de priorización de brechas tecnológicas de la cadena productiva de mora en el Valle del Cauca (ver anexo 1) y, de forma análoga al caso anterior, se eligieron los datos de los productores de mora. Finalmente, se consolidó y organizó la información recogida.

Reconocimiento de productores y/o asociaciones interesados en el establecimiento de las parcelas demostrativas

- Una vez consolidada la información, se realizó el reconocimiento de las zonas productoras de mora en zona de ladera, identificando a los productores y/o asociaciones interesados en el desarrollo de las parcelas demostrativas y la implementación de las tecnologías en los cultivos de mora, lo cual se hizo con base en los criterios de selección definidos en la propuesta técnica del proyecto, que son:



- Ser productores de frutas u hortalizas.
- Pertenecer a asociaciones de productores o distritos de riego.
- Estar interesados en desarrollar parcelas demostrativas y en la implementación de planes de innovación y desarrollo.

Para la identificación y reconocimiento de los productores, se recogió información relevante mediante fichas de caracterización que incluyeron información como: datos personales y de contacto, ubicación de la finca (altura, coordenadas), información del predio, datos del cultivo (edad, distancia de siembra, número de plantas, disponibilidad de riego), certificaciones, etc.

2.3.2 Selección de productores y/o asociaciones interesadas en el establecimiento de parcelas demostrativas

Posteriormente, se definieron criterios más específicos que permitieron identificar puntualmente las zonas y los productores más apropiados para el desarrollo de las parcelas demostrativas de mora. Los criterios definidos fueron:

- Condiciones agroclimáticas óptimas de la zona de ladera, en las que las especies o variedades priorizadas puedan expresar su potencial genético.
- Zonas de ladera representativas con cultivos de mora y con vocación agrícola.
- Productores de frutales y hortalizas con parcelas agrícolas de subsistencia y visión empresarial.
- Productores de frutales y hortalizas bien dispuestos hacia el conocimiento y la tecnificación de sus cultivos.
- Productores interesados en desarrollar parcelas demostrativas e implementar planes de innovación y desarrollo.

Se seleccionaron las zonas y los productores que cumplían con los requerimientos. Luego, se realizaron recorridos y visitas a cada una de ellas, priorizando aquellas fincas con pendientes menores al 30 %, historial del lote, disponibilidad de agua para riego y buenas vías de acceso.

Finalmente, como metodología de selección, se desarrolló una mesa de concertación con los agricultores de las asociaciones de la región para deliberar democráticamente el sitio para el establecimiento de las parcelas demostrativas, teniendo en cuenta los requerimientos técnicos para la instalación de los macro túneles.

2.3.3 Identificación de productores y/o asociaciones interesados en la implementación de los viveros comunitarios

Para el establecimiento de los viveros comunitarios, se tuvo en cuenta a los agricultores ubicados en las cinco localidades seleccionadas en la zona de ladera de la cordillera central en el Valle del Cauca, siempre y cuando cumplieran los siguientes requisitos:



- Oferta agroecológica: se tuvo en cuenta la zona de vida ecológica correspondiente al bosque muy húmedo Montano bajo (bmh-Mb), la cual ofrece las características óptimas para el cultivo de mora de Castilla.
- Condiciones socioeconómicas: se eligieron zonas, municipios y corregimientos con cultivos de mora de Castilla, puesto que estos tienen cultura, tradición y mano de obra familiar y comunitaria con los conocimientos, destrezas y habilidades necesarias para el cultivo.
- Asociatividad y gremialidad: para la elección de los sitios se tuvo en cuenta, además de las prácticas de cultivo, la asociatividad y la participación comunitaria para facilitar la capacitación, planificación, cultivo y comercialización del producto.

2.4 Resultados y discusión

La identificación de productores y/o asociaciones productoras en el Valle del Cauca se inició en 2018 con la definición de los criterios de identificación y selección de productores para el desarrollo de la parcela demostrativa de mora. Posteriormente, durante el período 2019-2020, se identificaron los municipios de impacto con productores potenciales para el establecimiento de la parcela y, finalmente, en 2021 se realizó la selección de los agricultores y fincas que cumplieran con los criterios y que, adicionalmente, estuvieran interesados en el desarrollo de la parcela demostrativa de mora y su posterior instalación (ver tabla 1).

Tabla 1. Resumen de las actividades desarrolladas para la identificación de productores u organizaciones de productores interesados en desarrollar parcelas demostrativas

Año	Actividad desarrollada
2018	<ul style="list-style-type: none"> • Revisión de bases de datos del Plan Frutícola del Valle del Cauca 2014 y del CIAT sobre la priorización de brechas tecnológicas. • Definición de criterios de selección para la ubicación y establecimiento de la parcela demostrativa. • Acercamiento con productores de mora interesados en desarrollar actividades en parcelas demostrativas en los municipios de Trujillo y Pradera.
2019	<ul style="list-style-type: none"> • Identificación de zonas de impacto y de agricultores potenciales para el establecimiento de parcelas demostrativas. • Socialización del proyecto y definición de la implementación de macro túneles en la parcela demostrativa de mora. • Desarrollo de módulos de manejo agronómico del cultivo de mora para el desarrollo de viveros comunitarios en Pradera, Guacarí y Buga con agricultores interesados. • Caracterización de 3 fincas, selección del agricultor y establecimiento de la parcela demostrativa.
2020	<ul style="list-style-type: none"> • Identificación de agricultores interesados en las zonas de impacto, levantamiento de fichas de caracterización y caracterización de fincas con el cumplimiento de criterios de selección.

Fuente: elaboración propia.



A continuación, se describe en detalle las actividades llevadas a cabo para la identificación de productores y/o asociaciones productoras en el Valle del Cauca interesados en el proyecto.

2.4.1 Identificación de productores y/o asociaciones productoras de mora en el Valle del Cauca

En la base de datos del Plan Frutícola del Valle del Cauca y en la base de datos de los eventos de priorización de brechas tecnológicas de la cadena productiva de mora en el Valle del Cauca, se consiguió reconocer los productores de mora en el departamento, logrando identificar 22 asociaciones de cultivadores de mora (ver tabla 2).

Así mismo, se consolidó la información de los productores de la cadena de valor de mora en la zona de ladera del Valle del Cauca que podrían estar interesados en el desarrollo del presente proyecto. Se identificaron 53 productores interesados de las diferentes asociaciones (ver tabla 3).

Tabla 2. Asociaciones de productores de mora en el Valle del Cauca

Municipio	Asociaciones
Buga	Asoflomora
	Aprofrum
Calima El Darién	Asocomore
El Águila	Acpa
Florida	Cooperativa Nasa Frut
	Aproguac
	Comunidad Altamira
	Aprocrip
Ginebra	Asofrunidos
Guacarí	Frutymat
Pradera	Asovisa
	Fundecar
San Pedro	Asoaires
Trujillo	Ecohfrut
	Asocfruteros
Tuluá	Asofamora
	Asopaz
	Asofrumo
	Praman
	Asorepi
Versalles	Granja Municipal Versalles (Adulto mayor)
	Asomuever

Fuente: base de datos de los eventos de priorización de brechas tecnológicas de la cadena productiva de mora en el Valle del Cauca del CIAT.



Tabla 3. Productores de mora en zona de ladera en el Valle del Cauca

Nombre y apellido	Municipio	Organización	Asociados
Norbey Mejía	Buga	Asoflomora	18
Luisa Fernanda Hernández	Buga	Aprofrum	42
Carlos Alberto Collazos-Salvador Pino	Calima El Darién	Asocomore	83
José María Galvis	El Águila	Acpa	40
Esperanza Dagua	Florida	Cooperativa Nasa Frut	
Eugenio Trochez	Florida	Aproguac	
Orfa Mary Bubu	Florida	Comunidad Altamira	25
Oscar de Jesús Montoya	Florida	Aprocrip	
Germán Cabal	Ginebra	Asofrunidos	35
Adrián Acosta	Ginebra	Asofrunidos	20
Oscar Botero	Ginebra	Fundación Finca (Corregimiento De Juntas)	
Gladys Martínez de Ponce	Guacarí	Veredas Integradas	35
Nubia Rodríguez	Guacarí	Frutymat	
Martha Lucia Hurtado	Pradera	Asovisa	16
Carmen Elisa Sandoval	Pradera	Fundecar	27
Carlos Rojas	San Pedro	Asoaires	30
Consuelo González Mejía	Trujillo	Ecohfrut	30
José Alberto Ortiz	Trujillo	Asocfruteros	30
Olmer Sánchez	Tuluá	Asofamora	35
María del Socorro Ospina	Tuluá	Asofamora	
Jhonnatan Arenas	Tuluá	Asopaz	8
Nelson Mejía	Tuluá	Asofrumo	32
Bernardo de Jesús Vera Arango	Tuluá	Praman	20
Gonzalo Espinosa Giraldo	Tuluá	Asorepi	27
Mauricio Medina (coordinador de la granja)	Versalles	Granja Municipal Versalles (adulto mayor)	45
Deysy Uveni Vanegas	Versalles	Asomuever	45
Oswaldo Gutiérrez Pineda	Pradera	Fundecar	
María Elena Martínez	Pradera		
Alfonso Mestizo	Pradera	Fundecar	
Julio César Campo Gómez	Pradera	Fundecar	
Julio César Otalvaro	Pradera	Fundecar	
Edgar Elsau Álvarez Rojas	Pradera	Fundecar	
Noé campo Gómez	Pradera	Fundecar	
Walter Iraldo	Pradera	Asovisa	
Rosa Maona	Pradera	Asovisa	
Nataly Martínez Potosí	Pradera	Asovisa	

Continúa



Nombre y apellido	Municipio	Organización	Asociados
Breiner Martínez	Pradera	Asovisa	
Nora Potosí	Pradera	Asovisa	
Martha Lucía Hurtado Cardona	Pradera	Asovisa	
María Rosalba Fince Ortega	Pradera	Asovisa	
Jean Carlos Ramírez Martínez	Pradera	Asovisa	
Íngrid Durley Martínez	Pradera	Asovisa	
José Siguifredo Hurtado	Pradera	Asovisa	
Bertulfo Ramírez	Pradera	Asovisa	
Lucía Campo Ramírez	Pradera	Asovisa	
Florentino Loaiza Pinzón	Pradera	Asovisa	
María Nelsi Ipial Campo	Pradera	Asovisa	
Fernando Casamachin	Pradera	Asovisa	
Gersain Álvarez	Pradera	Asovisa	
Angélica Yahannah Gómez	Pradera		
Gonzalo Buitrago	Pradera	Asocampin	
Segundo Cuatin	Pradera		
Diter Salcedo	Pradera	Asovisa	

Fuente: base de datos de los eventos de priorización de brechas tecnológicas de la cadena productiva de mora en el Valle del Cauca del CIAT.

2.4.2 Reconocimiento de productores y/o asociaciones interesados en el establecimiento de las parcelas demostrativas

Una vez consolidada la información de los productores de mora del Valle del Cauca, se procedió a realizar el reconocimiento de las zonas y productores que cumplieran con los criterios definidos por el proyecto, así como a la selección de dos zonas productoras para las visitas y recorridos exploratorios: el municipio de Pradera, corregimiento La Carbonera, y el municipio de Trujillo, corregimiento La Sonora.

En el corregimiento La Carbonera del municipio de Pradera, se visitaron tres lotes disponibles para el establecimiento de las parcelas demostrativas de mora, ubicados en la finca San Marcos, de propiedad del señor Osvaldo Gutiérrez, con coordenadas N 03° 26' 11,9"; W 076° 09' 55", altura sobre el nivel del mar 1955 m s.n.m.

Los recorridos se llevaron a cabo en compañía del señor Osvaldo Gutiérrez y el señor Julio Cano, ambos productores de mora y miembros de la Fundación para el desarrollo socioeconómico de La Carbonera –Fundecar–. El primer lote, ubicado al borde del bosque, tenía 100 plantas de mora sembradas. Allí se observaron plantas con hojas encrespadas y frutos pequeños (ver figura 8). El segundo lote contaba con 200 plantas. Finalmente, el último presentaba una topografía muy quebrada. Todos los lotes presentaban disponibilidad de agua para riego.



Figura 8. A) Cultivo de mora al borde del bosque; B) Se observan hojas con encrespamiento y frutos pequeños

Fuente: elaboración propia. Fotografías: H. Vásquez (2019).

Los dos agricultores que acompañaron la visita manifestaron que la zona tenía una actividad comercial amplia, destacándose la producción de mora y hortalizas de hoja. Así mismo, se destacaron buenas vías de acceso y disponibilidad de agua para riego. Sin embargo, estas actividades se están reactivando recientemente, ya que previamente los productores habían sido desplazados por grupos armados al margen de la ley.

En el municipio de Trujillo, corregimiento La Sonora, se realizó la visita de inspección a dos lotes de mora ubicados en la vereda Monteloro, los recorridos fueron acompañados por el representante legal de Asofruteros, el señor José Alberto, el director del proyecto y un experto en el cultivo (ver figura 9).



Figura 9. Visita a lotes de mora en la vereda Monteloro, Trujillo

Fuente: elaboración propia. Fotografía: O. Gutiérrez (2019).

En primer lugar, se visitó el centro de acopio de Asofruteros y la finca La Germania, del señor Rubiel Zuleta, aledaña al acopio. Esta finca se encuentra a una altura de 2391 m s. n. m., con coordenadas 4°13 34,2 – 76°25 58,2, con un cultivo de aproximadamente 500 plantas, con buenas prácticas agronómicas. En el recorrido se realizó un levantamiento fitosanitario rápido, definiendo la antracnosis como la principal enfermedad, seguida por



Botrytis spp, como enfermedad secundaria. El agricultor de la finca se mostró interesado en participar del proyecto, no obstante, la finca no contaba con área disponible.

En segundo lugar, se visitó la finca La Estrella, de propiedad de la señora María Teresa Escobar, la cual tiene un cultivo de aproximadamente 300 plantas, sin embargo, la zona no cumplió con las condiciones establecidas en el proyecto, ya que presentaba una pendiente mayor al 30 % y la vía de acceso en muy mal estado.

2.4.3 Selección del productor y asociación para el establecimiento de la parcela demostrativa

Como resultado de las visitas y recorridos a las zonas mencionadas, y con base en los criterios de selección, los representantes del proyecto, en consenso con los productores de mora, determinaron desarrollar la parcela demostrativa de mora en el municipio de Pradera, vereda La Carbonera, en predios del señor Osvaldo Gutiérrez. Esta es una zona medianamente productora de mora en ladera y alberga una población vulnerable a causa del conflicto armado, adicionalmente, exhibe características agroclimáticas, edafológicas y de infraestructura vial que permite el fácil acceso a la zona y al sitio donde se localizó la parcela demostrativa.

En la zona seleccionada para el proyecto, se identificaron dos asociaciones de productores de mora como principales beneficiarias del proyecto, Fundecar, con 27 socios, cuyo representante legal en su momento era la señora Carmen Elisa Sandoval, y Asovisa, con 32 socios, de los cuales 15 son moreros, cuyo representante legal en su momento era la señora Martha Lucía Hurtado.

Finalmente, se dejó constancia de que el propósito del establecimiento de la parcela demostrativa es la transferencia de las alternativas tecnológicas a los productores de la región, con el fin de que ellos puedan adoptarlas en sus cultivos, destacando la importancia de fortalecer los procesos que son modelos piloto en la zona, facilitados por agricultores líderes con iniciativas innovadoras.

2.4.4 Identificación de productores y/o asociaciones interesados en la implementación de los viveros comunitarios

Los productores y/o asociaciones con quienes se llevó a cabo la implementación de los viveros comunitarios se eligieron teniendo en cuenta las condiciones establecidas para tal fin. Las asociaciones seleccionadas fueron Fundecar, Asovisa, Aprofrum y Frutymat, distribuidas así:

- Corregimiento La Carbonera, municipio de Pradera, en donde se estableció la parcela demostrativa y tiene presencia la asociación Fundecar como ente dinamizador



- que lidera y canaliza los esfuerzos del proyecto en la zona. El vivero se construyó en la finca de propiedad del señor Osvaldo Gutiérrez.
- Corregimiento el Nogal, del municipio de Pradera, donde se construyó el vivero bajo la dirección de la señora Marta Hurtado, líder del comité comunitario del corregimiento y miembro de la asociación Asovisa.
 - Vivero Pradera El Retiro, en donde se adelantó la construcción del vivero con la colaboración del Ingeniero Agrónomo Gersain, propietario de la finca y miembro de la asociación Asovisa, junto con otros operarios.
 - Corregimiento de Miraflores, municipio de Buga, en donde se ubica la sede de Aprofrum, que es la asociación de productores que ha liderado el proceso de emprendimiento para reactivar la cultura morera en la zona montañosa de Buga, con la participación directa de los agricultores de economía campesina. El vivero se localizó en el predio de propiedad del señor Luis Alfredo Prieto.
 - Corregimiento de La Magdalena, municipio de Guacarí, en donde se encuentra la sede de Frutymat, que es la asociación de productores de mora y que congrega un total de 26 asociados, con aproximadamente 24 ha. El vivero se localizó en predios del señor Carlos Valencia.

2.5 Conclusiones

La identificación de los productores y/o asociaciones de mora de las diferentes zonas de ladera del Valle del Cauca es una actividad relevante tanto para el establecimiento de tecnologías como para el fortalecimiento de la cadena productora de mora en el Valle del Cauca. Esto fue posible gracias a información secundaria y a los recorridos y visitas a las zonas, que además permitieron el reconocimiento de las condiciones ambientales y sociales del territorio.

El reconocimiento de los productores y/o asociaciones productoras de mora en el Valle del Cauca permitió la identificación de 22 asociaciones; y de ellas, 53 productores interesados en el desarrollo de parcelas demostrativas de mora y en el establecimiento de viveros comunitarios, lo cual se convirtió en el primer paso para el desarrollo de tecnologías que permitan reducir las brechas y mejorar la comercialización nacional e internacional de mora en las zonas seleccionadas.

Se decidió establecer la parcela demostrativa de mora en el municipio de Pradera, vereda La Carbonera, en predios del señor Osvaldo Gutiérrez, puesto que esta es una zona que presenta características agroclimáticas, edafológicas y de infraestructura vial que permite el fácil acceso. El establecimiento de la parcela benefició a las asociaciones Fundecar y Asovisa, que se ubican en el municipio de Pradera. Para el establecimiento de los viveros comunitarios, se eligieron las asociaciones Fundecar, Asovisa, Aprofrum y Frutymat, ubicadas en los municipios de Pradera, Buga y Guacarí, respectivamente.



Se destaca la importancia de que las asociaciones de cultivadores de mora trabajen unidas, con el fin de generar aprendizajes e innovación que conduzcan a la implementación de tecnologías que, junto con la asistencia técnica que a través del proyecto beneficiará a los productores de mora de la región, aseguren los rendimientos del cultivo, la transferencia en producción limpia, la obtención de semilla de mora de calidad y el desarrollo de viveros para la propagación de plántulas en las zonas elegidas.



2.6 Anexos

2.6.1 Anexo 1: base de datos de los eventos de priorización de brechas tecnológicas de la cadena productiva de mora en el Valle del Cauca

Ubicación	Organización	Contacto	Teléfono	E-mail	Producto	Asociados
Argelia	Fundea	Norberto calderón	3113178639	fundea_argelia@yahoo.es	Aguacate	80
Caicedonia	Profrucai	Jhoana hurtado Gómez	3136145498	tabata_1981@hotmail.com	Aguacate	30
El Cairo	Asproplatca	Arvey Antonio Salazar	3122134950	asproplatca@gmail.com	Aguacate	20
Palmira	Fundación transformadores de vida	Alex Orozco	3112769155	-	Aguacate	20
Roldanillo	Asoppitaya	Sandra Milena García	3206870576 – 2490979-3105033373	gerencia@asoppitaya.com	Aguacate	10
Versalles	Corpoversalles	Sandra Isabel Acosta	3128505097	corpoversalles@hotmail.com	Aguacate	80
Vijes	Agrovim	Rubén Darío Moreno	3153607440	rdmf1974@gmail.com	Aguacate	
Dagua	Asocadevida	Nazarío Benalcázar	3225772144		Piña	23
Dagua	Distrito de riego Asovillahermosa	Harold Mesa Meneses	3216444896		Piña	70
La Cumbre	Acrogran	Adelmo Arroyo	3206899005	adelmoacprogran@hotmail.com	Piña	76
La Cumbre	Asoagrocomp	Gonzalo Meneses	3113610991		Piña	17
La Cumbre	Asociación La Cumbre	Daniel Rivera	3156488886		Piña	
	Agrovilla Hermosa	Helmo Garcés	3122637946		Piña	
	Asociación Agropecuaria Campesina	Guillermo León Obando	3166746428		Piña	
Restrepo	Asofrugold	Jesús Evelio ortega	3216299622	asofrugold.restrepo@gmail.com	Piña	60
			3173687717	lfortega53@yahoo.es		

Continúa



Ubicación	Organización	Contacto	Teléfono	E-mail	Producto	Asociados
Vijes	Asofuturo	Alba Ruth Montoya	3178870558- 3206402689		Piña	30
Dagua, Restrepo, La Cumbre	Coperfruit	Sandra Isabel Marulanda	3163229375	sandimago@hotmail.com	Piña	10
Buga	Asoflomora	Norbey Mejía	3159277704		Mora	18
Buga	Aprofrum	Luisa Fernanda Hernández	3175471027		Mora	42
Calima El Darién El Darién	Asocomore	Carlos Alberto collazos Salvador Pino	3166296325- 3154366899		Mora	83
Calima El Darién El Darién	Asocomore	-	-		Mora	60
El Águila	Acpa	José María Galvis	3103984852- 3185370077	asociacionacpa@gmail.com	Mora	40
Florida	Cooperativa Nasa Frut	Esperanza Dagua	3175321648		Mora	
Florida	Aproguac	Eugenio Trochez	3182363129		Mora	
Florida	Comunidad Altamira	Orfa Mary Bubu	3503175858		Mora	25
Florida	Aprocrip	Oscar de Jesús Montoya	3165529221		Mora	
Ginebra	Asofrunidos	German cabal	316 4410414	german_cabal@hotmail.com	Mora	35
Ginebra	Fundación Finca (Corregimiento de Juntas)	Adrián acosta	3178222857		Mora	20
Ginebra	Fundación Finca (Corregimiento de Juntas)	Oscar Botero		germanecabal@gmail.com	Mora	
Guacarí	Veredas integradas	Gladys Martínez de Ponce	3146174531	martinezgladys327@gmail.com	Mora	35
Guacarí	Frutymat	Nubia rodríguez	317 6875876			
Pradera	Asovisa	-	-		Mora	28



Ubicación	Organización	Contacto	Teléfono	E-mail	Producto	Asociados
Pradera	Asovisa	Martha Lucía hurtado	3152719140		Mora	32
Pradera	Fundecar	Elisa Sandoval	3165784843 3156939061		Mora	27
San Pedro	Asoaires	Carlos Rojas	3164824690		Mora	30
Trujillo	Ecofrut	Consuelo González Mejía	3113395634	ecohfrut@gmail.com	Mora	30
Trujillo	Asocfruteros	José Alberto Ortiz	3184741710	www.joal@hotmail.com	Mora	30
Tuluá	Asociación De Familias Productoras De Mora Del Valle Del Cauca Asofamora	Olmer Sánchez	3216373410- 3122000565- 3155406542	asofamora@yahoo.com	Mora	35
		María del Socorro Ospina	3155435469			
Tuluá	Asopaz	Jhonnatan Arenas	3207535441		Mora	8
Tuluá	Asofrumo	Nelson Mejía	3175352783		Mora	32
Tuluá	Praman	Bernardo de Jesús Vera Arango	3156268596		Mora	20
Tuluá	Asorepi	Gonzalo Espinosa Giraldo	3002517211		Mora	27
Versalles	Productores adulto mayor moreros	Mauricio Medina (coordinador de la granja)	(2) 2113124	mauriciomedina@corporaciondiocesana.org		
Versalles	Asomuever	Deysy Uveni Vanegas	3157092060	juliethbuitrago91@outlook.com	Mora	45

Fuente: elaborado mediante convenio de cooperación 003 de 2017 ejecutado en el marco del proyecto.



3. DESARROLLO DE PARCELAS DEMOSTRATIVAS CON PRODUCTORES INTERESADOS Y EN ZONAS APTAS PARA LOS CULTIVOS SELECCIONADOS

3.1 Introducción

Colombia, gracias a las condiciones tropicales que le confieren una gran variedad de climas e iluminación solar constante en todo el año, es un país con condiciones topográficas óptimas para el establecimiento de cultivos frutícolas. Esto representa una ventaja relevante que debe ser aprovechada y fortalecida para mejorar la competitividad del sector (Ayala *et al.*, 2016; Franco y Estrada Bernal, 2020). La mora se destaca como un cultivo promisorio de la agricultura colombiana, por lo cual su producción y comercialización ha ganado importancia en la región (Franco y Estrada Bernal, 2020). El Valle del Cauca es uno de los principales productores frutícolas del país, por lo que en los últimos años dicho sector, incluyendo la cadena productiva de mora, se ha dinamizado (CIAT, 2021a).

No obstante, en los diferentes eslabones de la cadena productiva de mora en el Valle del Cauca se identificaron limitaciones y brechas que inciden negativamente en la competitividad del sector. Las brechas se clasificaron como brechas no tecnológicas y brechas tecnológicas. Las primeras demandan intervención estatal, mientras que las segundas requieren de la inclusión de la ciencia mediante procesos investigativos (CIAT, 2021a).

Por lo anterior, en el proyecto “Incremento de la competitividad sostenible en la agricultura de ladera en todo el departamento, Valle del Cauca, Occidente” se pretendió generar alternativas innovadoras que permitieran reducir las brechas tecnológicas en el cultivo de mora. Para ello, se establecieron tres parcelas demostrativas en la finca San Marcos, corregimiento La Carbonera, municipio de Pradera, con la participación de dos asociaciones de productores de mora, Fundecar y Asovisa. En las parcelas, se implementaron tres tecnologías para evaluar el rendimiento en la producción de mora: una estación meteorológica, un sistema de fertirriego y ocho macro túneles.

En el presente capítulo se presenta la selección y caracterización de las parcelas demostrativas, la implementación de las tecnologías y el establecimiento y seguimiento del cultivo con tres materiales de mora: Castilla sin espina, San Antonio y Brazos.

3.2 Objetivos

- Evaluar el comportamiento y adaptabilidad de tres materiales de mora: Castilla sin espinas, San Antonio y Brazos, bajo condiciones de macro túneles.
- Comparar el comportamiento de las variables climáticas de la zona con las condiciones internas del macro túnel en la parcela demostrativa de mora.



3.3 Metodología

3.3.1 Selección y caracterización edafoclimática de la parcela demostrativa de mora

Localización de la parcela

La selección del sitio para el establecimiento de la parcela demostrativa se realizó junto con los productores de mora de la región teniendo en cuenta aspectos físicos, climáticos y socioeconómicos relevantes para el proyecto, como se detalló en el capítulo anterior. El lote seleccionado comprende un área de 1308m², el cual se dividió en dos partes: el primer lote, que se denominó módulo A, con un área de 490,56m², y el segundo lote, designado como módulo B, con un área de 817,60m².

Caracterización edafoclimática de la parcela

Se realizó la caracterización climática de la parcela demostrativa con datos preliminares y observaciones durante las visitas a la zona de estudio. Se recopiló datos sobre precipitación promedio, temperatura promedio, humedad relativa y brillo solar. Adicionalmente, se compiló datos referentes a las características fisiográficas y a la clasificación agroecológica.

Posteriormente, se caracterizaron los suelos, mediante toma de muestras en los dos módulos de la parcela (módulo A y módulo B). En cada módulo se tomaron tres submuestras de suelo a 30 cm profundidad, siguiendo un recorrido en forma de zigzag hasta obtener una muestra de 1 kg. Las muestras fueron correctamente homogeneizadas y enviadas al laboratorio Mercadeo S.A.S para la determinación de los parámetros físicos y químicos que se detallan en la tabla 4.

Tabla 4. Parámetros físicos y químicos para la caracterización del suelo de la parcela demostrativa

Parámetros físicos	Parámetros químicos
pH	Potasio intercambiable
	Calcio intercambiable
Conductividad Eléctrica (CE) (dS/m)	Magnesio intercambiable
	Sodio intercambiable
Densidad aparente (g/cc)	Acidez intercambiable
	Hierro
% Carbono orgánico	Magnesio
	Cobre
% Materia orgánica	Zinc
	Boro
Textura	Fósforo
	Azufre

Fuente: elaboración propia.



3.3.2 Instalación de las tecnologías en las parcelas demostrativas

En las parcelas demostrativas de mora se instalaron tres tecnologías con el objetivo de generar conocimiento y reducir la brecha tecnológica. Esto basado en la cartilla del “Baja implementación de tecnologías en el cultivo-sección Manejo Agronómico” (CIAT, 2021a). Las parcelas contaron con una estación meteorológica para hacer un seguimiento de las variables climáticas de la parcela en tiempo real. Adicionalmente, se adquirió un sistema de macro túneles y riego, con el fin de evaluar su incidencia en el rendimiento y calidad del cultivo.

Implementación de estación meteorológica

Se realizó la instalación de la estación meteorológica LynkBOX METEO PLUS, la cual consta de un sensor de temperatura, un sensor de humedad relativa y un sensor de radiación solar. Adicionalmente, cuenta con un pluviómetro, una rosa de los vientos, un panel solar de 10W que permite el suministro de energía a la estación, el programador y una antena para la emisión de datos registrados.

Para definir la ubicación de la estación meteorológica, se realizó un recorrido en la finca San Marcos con el señor Osvaldo Gutiérrez, propietario del predio y líder de la asociación fundecar. El criterio para la selección del sitio de instalación fue el área libre de árboles, cables y otros objetos que pudieran interferir con la señal de la estación. Además, se tuvo en cuenta la longitud y diámetro de los tubos disponibles en la finca para el soporte de la misma. La estación meteorológica se instaló en el módulo A de la parcela.



Figura 10. Instalación de la estación meteorológica en la finca San Marcos. A) Estación meteorológica; B) capacitación sobre el funcionamiento de la estación

Fuente: elaboración propia. Fotografías: A. Quintero (2020).

Durante el proceso de instalación, el personal de Brillaseo brindó apoyo en la adaptación de los equipos que componen la estación meteorológica, y se evidenció un gran interés por parte del señor Osvaldo Gutiérrez y el personal de trabajo de la finca. Luego de la instalación, se realizó una breve capacitación sobre el funcionamiento de cada uno de los equipos que componen



la estación y del software asociado a esta (ver figura 10). En el mes de octubre de 2020, se realizó el mantenimiento y ajuste del panel solar y de la antena de la estación meteorológica, lo que permitió que la estación generara los datos hasta la fecha de manera constante.

El seguimiento de las variables climáticas registradas por la estación meteorológica se realizó ingresando a la página <https://app.lynks.com.co/login>. Las variables registradas por la estación meteorológica fueron: temperatura, humedad relativa, precipitación y evapotranspiración.

Implementación de la tecnología de macro túnel

En la parcela demostrativa de mora se instalaron ocho macro túneles: tres de ellos en el módulo A y los cinco restantes en el módulo B. Los macro túneles instalados consistieron en una estructura modular de acero galvanizado en forma de túnel, de fácil y rápido ensamblaje, que sostiene un plástico especial y permite proteger el cultivo contra condiciones climáticas adversas. La cobertura del techo utilizada fue plástica, de origen israelí, de alta resistencia mecánica y con garantía de UV durante 2 años.

Por la forma irregular del terreno, la pendiente y por las condiciones del clima, especialmente los vientos durante los meses de julio y agosto, se realizó un cambio en las dimensiones de la estructura para obtener mayor rigidez y seguridad en la infraestructura. Finalmente, los macro túneles instalados en el módulo A fueron de 17,5 m de ancho por 28 m de largo y en el módulo B, de 29,5 m de ancho por 28,5 m de largo.

A continuación, se describe en detalle el procedimiento de instalación de los macro túneles.

Levantamiento de la estructura y construcción

La instalación de los macro túneles estuvo antecedida de la adecuación del terreno, desmalezada y eliminación de rastrojo o barbecho, de manera manual, así como de otros objetos que interfirieran en el proceso, en los lotes seleccionados de la finca (ver figura 11).

Posteriormente, bajo los lineamientos establecidos por la empresa Scientia Colombia S.A.S., se establecieron las bases y cimientos para la estructura en acero galvanizado, para lo cual se dispuso la adecuación del terreno en sentido de la pendiente con el fin de facilitar la instalación de la estructura. A continuación, se realizó el marcaje de base para los 90 postes y 56 tensores. Luego, se procedió con la apertura y fundición de hoyos para los postes y tensores; en el módulo A se ubicaron 62 hoyos y en el módulo B, 84 hoyos.

La instalación de los macro túneles presentó demoras en el tiempo previsto, debido a la dificultad presentada tanto en la importación de los materiales requeridos (mallas anti-áfidos) como en la consecución de insumos adicionales requeridos para el establecimiento de los mismos (ver figura 12).



Figura 11. Adecuación previa de los lotes antes de la instalación de los macro túneles
Fuente: elaboración propia. Fotografías: H. Vásquez (2019).



Figura 12. Actividades de planeación y construcción de los macro túneles. A) equipo Scientia y Universidad Nacional de Colombia elaborando ruta de trabajo; B) disposición de las bases para el levantamiento de la estructura
Fuente: elaboración propia. Fotografías: O. Gutiérrez (2019).

Adecuaciones realizadas al macro túnel

Durante las visitas de seguimiento se observaron goteras al interior de los macro túneles en cada una de las intersecciones de las bases, desgaste del plástico por el azote del viento, desplazamientos del suelo por caída del agua y registros de temperaturas hasta de 30 °C en el interior. Dichas observaciones fueron socializadas con el equipo de Scientia, que realizó los ajustes de construcción en las canales y la reparación del plástico levantado por el viento, y retiró la malla anti-áfidos (ver figura 13).

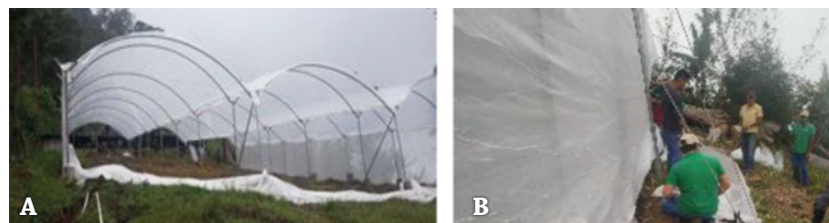


Figura 13. Adecuaciones de la infraestructura de macro túneles. A) Eliminación de malla anti áfidos y trips; B) equipo de Scientia adelantando las labores de adecuación.
Fuente: elaboración propia. Fotografías: J. Guerrero (2019).



Implementación del Sistema de riego

Se instaló un sistema de riego por goteo para 293 plantas de mora, con los siguientes materiales y equipos: tanque plástico de 250L para mezcla de fertilizantes, mando de arranque, motobomba modelo EE – 1,5 – 10 – 1 Barnes de 1 HP, punto de succión, punto de descarga, filtro de anillos de 2”, accesorios de conexión, tubería de 2”RDE 41, tubería de 1”RDE 21, espigo de 16 mm, manguera de 16”, gotero de 4 L/hora auto compensados y antidrenantes, obturador, tensiómetro de 60 cm con bomba Irrometer, medidor de flujo, válvula solenoide, válvula dosificadora, inyector Mazzei de 1”, accesorios de conexión de Ventury y controlador con entrada a sensor Talgil Mini-agg *con posibilidad de ser utilizado para un plan de fertirriego* (ver figura 14).

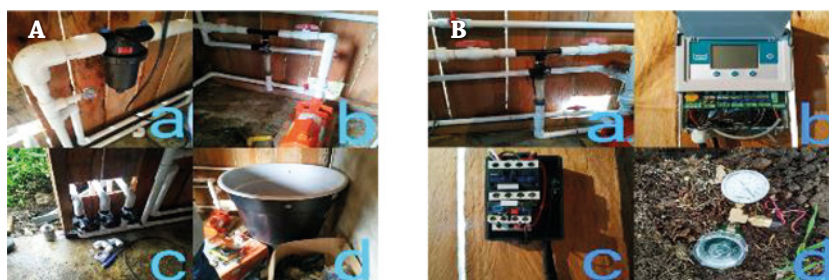


Figura 14. Instalación del sistema de riego. A) Accesorios: a) filtro, b) ventury y motobomba, c) válvulas, d) tanque de 250L para la mezcla de fertilizantes. B) Otros accesorios: a) accesorios de conexión, b) controlador Talgil Mini-agg, c) sistema eléctrico moto bomba, d) tensiómetro instalado

Fuente: elaboración propia. Fotografías: J. Guerrero (2019).

Adecuaciones para la instalación, calibración y funcionamiento del sistema

Para la instalación y funcionamiento del sistema de riego, se realizaron ajustes al sistema eléctrico de la finca para el óptimo funcionamiento automatizado de este sistema. Adicionalmente, para la disposición de las líneas de riego y el establecimiento de los goteros se realizó el trazado de siembra en forma de cuadro.

Se realizaron tres jornadas de calibración del equipo, porque el sistema presentó fallas en su funcionamiento. Se identificó una alta cantidad de sedimentos provenientes del nacimiento de agua de la finca, lo que influyó negativamente en el funcionamiento del sistema. Por esta razón y para mejorar la captura de agua desde su nacimiento, se instalaron en la bocatoma cuatro tambores de 200 L con el objetivo de filtrar la sedimentación y bajar el caudal, teniendo en cuenta las altas precipitaciones registradas en la zona (ver figura 15).

Durante el mes de mayo de 2020, se presentó una falla en el funcionamiento del sistema de riego automatizado. Esta fue socializada con la empresa Scientia Colombia S.A.S y, en el diagnóstico, se identificó una falla en la válvula solenoide del módulo del material San



Antonio, pues en el momento de activarse el sistema de riego este se encendía, pero no realizaba la apertura para la movilización del agua por la tubería, por lo cual el riego no llegaba al campo. Para resolver este problema, se realizaron algunas pruebas y la revisión del sistema electrónico, pero no se observó mejora en su funcionamiento, por lo que el personal de Scientia, ante el diagnóstico, sugirió que esta falla posiblemente estaba asociada al funcionamiento del banco de relevos, ya que al instalarlo presentó algunas inconsistencias (ver figura 16).



Figura 15. Tanques para la sedimentación y la reducción del caudal en el nacimiento de agua
Fuente: elaboración propia. Fotografía: J. Cárdenas (2021).



Figura 16. Sistema de automatización del riego. A) Controlador Talgil Mini-agg en funcionamiento; B) mando de arranque (con un círculo se identifica el banco de relevos)
Fuente: elaboración propia; fotografías: J. Guerrero (2019).

Durante el mes de junio de 2020 se realizó el ajuste del banco de relevos, gracias al envío del repuesto por parte de la empresa Scientia Colombia S.A.S. Durante el proceso de cambio de la instalación participaron las Ingenieras Agrónomas J. Guerrero, Daira Cuaran y el agricultor Osvaldo Gutiérrez. Adicionalmente, se realizó un ajuste en las válvulas solenoides y se realizaron diferentes inicios en el sistema, lo cual permitió el correcto funcionamiento de este para los tres materiales: San Antonio, Brazos y Castilla sin Espina (ver figura 17).



Figura 17. Ajuste del sistema de riego y fertiriego. A) Funcionamiento del mando de arranque y encendido; B) adecuación sistema de riego

Fuente: elaboración propia. Fotografías: Daira Cuarán (2019).

Adicional al cambio del banco de relevos, se identificó que la configuración del programa de riego se encontraba desajustada, por lo que se dejaron dos programas, A y B, teniendo en cuenta las necesidades del cultivo.

3.3.3 Establecimiento del cultivo

En la parcela demostrativa se sembraron tres materiales de mora: Castilla sin espina, San Antonio y Brazos. Antes de la siembra, se realizó la instalación del sistema de riego y el trazado del terreno. Paralelamente, se recibieron los materiales de mora que serían sembrados en la parcela demostrativa, distribuidos de la siguiente manera: 147 plántulas de mora Castilla sin espinas, 158 plántulas de San Antonio y 62 plántulas de Brazos. Los tres materiales vegetales fueron proporcionados por la empresa Scientia Colombia S.A.S.

Los materiales mora de Castilla sin espinas y mora San Antonio procedieron del vivero San José, ubicado en los municipios de Fusagasugá y Silvania, en el departamento de Cundinamarca. El método de reproducción de dichos materiales fue por medio de propagación sexual, la semilla fue obtenida de cultivos establecidos en el municipio de Pasca y en la vereda Agua Bonita del municipio de Silvania, Cundinamarca.

El material Brazos se obtuvo de la finca Flor María, ubicada en el municipio de Paipa-Boyacá. El método de propagación utilizado para este material fue por estaca o propagación asexual.

Historial del lote de la parcela (uso del suelo)

Con el objetivo de establecer las medidas de manejo del cultivo, se consultó con el señor Osvaldo Gutiérrez la vocación anterior del suelo de su predio, quien manifestó que el lote del módulo A estuvo sembrado con cebolla larga y el lote correspondiente al módulo B tenía pasto *Brachiaria* sp.



Además, mencionó que el módulo A presentó problemas fitosanitarios relacionados con el cultivo de cebolla y destacó la presencia de perla de tierra (*Eurhizococcus colombianus*), plaga limitante en el cultivo de mora. Por lo tanto, se procedió a realizar la desinfección de la semilla y del suelo, teniendo en cuenta el control preventivo de plagas y enfermedades.

Diseño espacial del cultivo de mora

Para el establecimiento del cultivo se procedió a realizar el diseño de siembra teniendo en cuenta las características de crecimiento y desarrollo de cada uno de los materiales, así como el número de plantas a sembrar. En este sentido, se implementó un diseño de siembra en forma de cuadrado en el módulo A, que cuenta con un área de 490,56 m². En esta área se estableció el material San Antonio, contabilizando un total de 130 plantas, a una distancia de siembra entre plantas de 1,6 m y una distancia entre surcos de 2 m (ver figura 18).

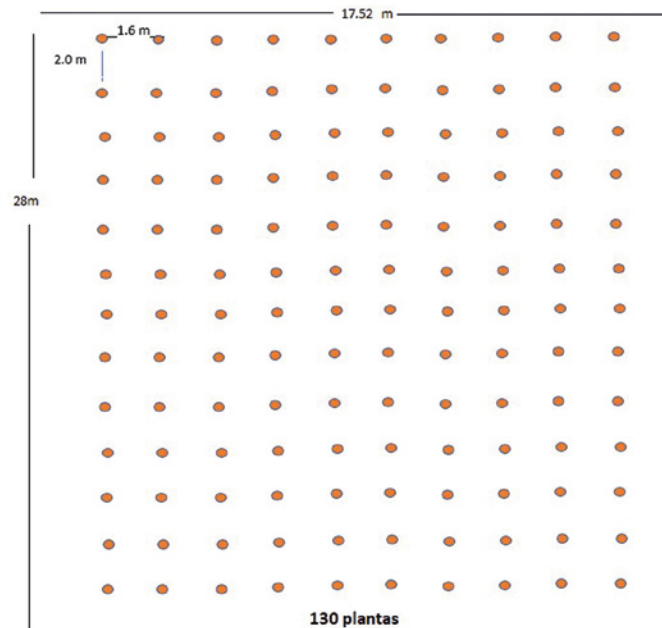


Figura 18. Módulo A, diseño de siembra del material San Antonio ubicado en la parcela demostrativa
Fuente: elaboración propia.

En el módulo B se establecieron los materiales Brazos y Castilla sin espina. De Brazos se sembraron un total de 54 plantas, a una distancia de siembra entre plantas de 1,46 m. y una distancia entre surcos de 2 m. De Castilla sin espina se sembraron un total de 109 plantas, a una distancia de siembra entre plantas de 1,82 m y una distancia entre surcos de 3 m. Este módulo contó con un área total de 817,60 m² (ver figura 19).

El sistema de riego quedó instalado en tres válvulas independientes, lo que permite proporcionar agua a cada uno de los materiales.

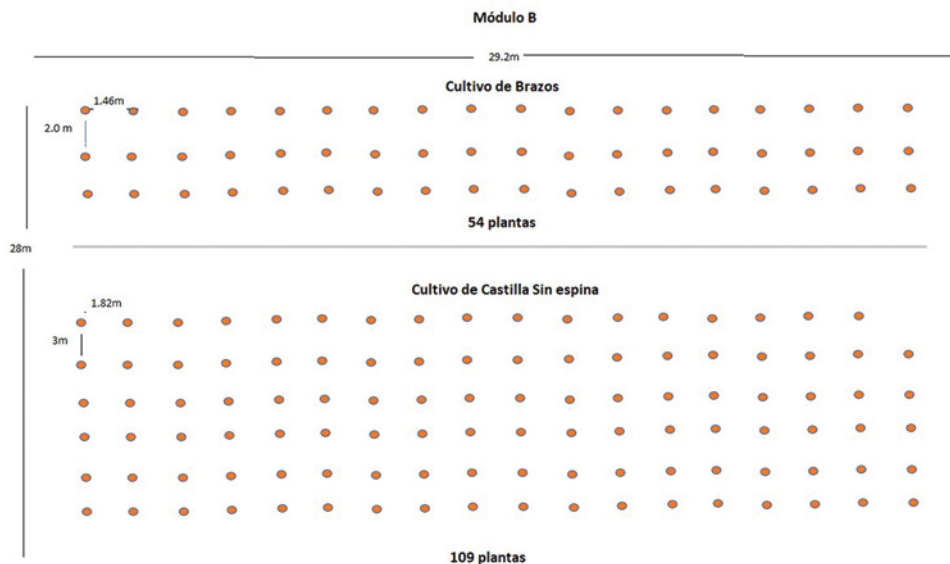


Figura 19. Módulo B, diseño de siembra de los materiales Brazos y Castilla sin espina ubicados en la parcela demostrativa

Fuente: elaboración propia.

Trazado del lote y ahoyado

En primera instancia se realizó la limpieza y adecuación del terreno. Posteriormente, de acuerdo al diseño espacial de cada uno de los materiales, se realizó el trazado con disposición de las estacas para la realización del ahoyado (ver figura 20). El trazado se realizó en forma de cuadrado teniendo en cuenta el número de plantas por material y el área de cada uno de los módulos.



Figura 20. A) Medición de las distancias de siembra y trazado; B) disposición de las estacas en cada una de las zonas de siembra

Fuente: elaboración propia. Fotografías: J. Guerrero (2019).

La actividad de trazado fue rectificada para cada uno de los materiales. Posteriormente, se realizó la determinación de las dimensiones de los hoyos y el ahoyado, siendo de 50 cm de ancho, largo y profundidad (ver figura 21). En el módulo A, se realizaron los 130



hoyos necesarios para la siembra del material San Antonio. En el módulo B, se realizaron 54 hoyos para Brazos y 109 hoyos para Castilla sin espina.

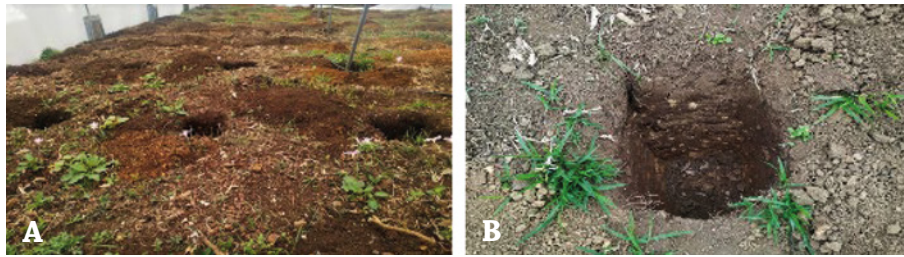


Figura 21. Resultado de la actividad de limpieza del terreno y ahoyado para la siembra
Fuente: elaboración propia. Fotografías: J. Guerrero (2019).

Siembra

El proceso de siembra se realizó según las especificaciones técnicas proporcionadas por el equipo técnico de Scientia Colombia S.A.S, se requirió por planta de 2 kg de materia orgánica compostada y el uso VITAVAX® en una dosis de 30cc (ver figura 22).



Figura 22. Actividad de siembra coordinada por el equipo de Scientia Colombia s.a.s y la Universidad Nacional de Colombia sede Palmira
Fuente: elaboración propia. Fotografías: J. Guerrero (2019).

3.3.4 Prácticas de manejo de la parcela

Durante el desarrollo de la parcela demostrativa, se desarrollaron las siguientes actividades.

Tutorado (ahoyado, disposición de postes, alambre y levantamiento de las plantas)

Para los tres materiales de mora se estableció un tutorado en forma de V (ver figura 23). Siguiendo esta práctica se encajonaron las plantas con el alambre dándoles forma de copa, con el fin de mantener la aireación y prevenir ataques de plagas o enfermedades



Figura 23. Tutorado de los materiales de mora parcela demostrativa. A) Material San Antonio; B) material brazos

Fuente: elaboración propia; Fotografías: Daira Cuaran (2020).

Para la disposición del soporte de alambre del tutorado, se realizó el ahoyado a 60 cm y se fijaron los postes de guadua de 180 cm. En los dos módulos se ubicaron un total de 240 guaduas para realizar el tutorado. Para la primera línea de encajonado, el alambre se dispuso a 80 cm del suelo y para la segunda, a 170 cm del suelo, que es donde se empiezan a levantar las plantas y dar la forma en V.

Podas

Una vez establecido el cultivo se llevó a cabo la poda de formación, que consistió en dar forma de vaso a la planta (ver figura 24). De estas plantas se seleccionaron ocho ramas productivas hembras y se erradicaron las ramas látigos desde la base y las ramas macho se cortaron cuando sobrepasaron los 10 cm del alambre del encanastillado, estimulando, así, la emisión de ramas productivas. Con las podas de formación se pretende obtener una mejor producción de la planta, con el mayor número de ramas hembras.



Figura 24. Desarrollo de podas de formación y aclareo de hojas bajas

Fuente: elaboración propia. Fotografías: Daira Cuaran (2020).



Posterior a la poda de formación, durante los meses de desarrollo del cultivo y hasta la fecha, en las plantas de los tres materiales sembrados se realizó poda sanitaria y aclareo de hojas a 50 cm de la planta partiendo del suelo, con el fin de evitar la propagación de enfermedades y plagas (ver figura 25A). Los residuos de poda se dejaron al pie de cada planta y aquellos que se observaron con problemas fitosanitarios fueron dispuestos en fosas de desechos, ubicadas en cada módulo (ver figura 25B).

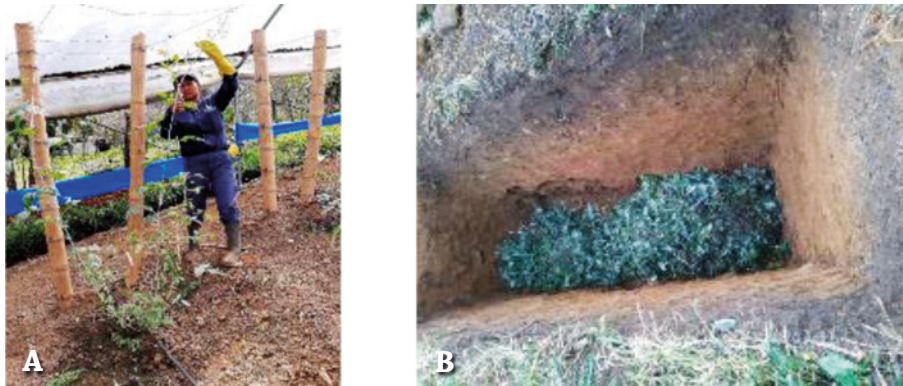


Figura 25. A) Realización de podas de formación y fitosanitaria 11/06/2020; B) Desarrollo de calicatas para la disposición de residuos vegetales presentes con enfermedades o plagas como prevención de posibles focos Fuente: elaboración propia. Fotografías: Daira Cuaran (2020).

Las podas sanitarias fueron permanentes, erradicando tanto las ramas látigo largas que se van angostando hacia la parte apical sin abrir hojas en la parte terminal y encorvándose hacia el suelo en un geotropismo positivo, con el fin de producir una nueva planta (acodo de punta), como las ramas y racimos afectados sanitariamente, que después de la poda son retirados del lote a la zona de compostaje. Con las ramas macho se está realizando un corte ligeramente abajo del alambre superior buscando emisión de ramas hembras bajas y no darle continuidad a la elongación, ya que esto dificulta la cosecha.

Cosecha

En primer lugar, se desarrolló una escala de maduración para determinar el punto óptimo de cosecha de los frutos y evitar, así, la cosecha de frutos verdes o pintones, los cuales, al no ser climatéricos, no continúan con la maduración y, por el contrario, afectaran la calidad. Los frutos a cosechar están en la escala 6-7 (ver figura 26).



Figura 26. Escala de cosecha para los frutos colectados del material San Antonio Fuente: elaboración propia. Fotografías: Daira Cuaran (2020).



Posteriormente, los frutos de los tres materiales que presentaban las condiciones óptimas para cosecha fueron colectados a partir del mes de julio de 2020, transcurridos ocho meses desde el establecimiento del cultivo. Se acordó que el 30 % de la producción se destinaría para las investigaciones desarrolladas por la Universidad Nacional de Colombia, sede Palmira, y el 70 % restante se le entregaría al agricultor.

El registro de la cosecha se llevó a cabo durante los días lunes y jueves por el equipo técnico y operativo de la Universidad Nacional de Colombia, sede Palmira, en colaboración con el personal de la empresa Brillaseo vinculado al proyecto. Los frutos se cosecharon y se pesaron. Finalmente, se tomó la muestra de los frutos destinados para los análisis de calidad y se entregó el porcentaje acordado al agricultor. En promedio, mensualmente se realizaron de ocho a nueve cosechas, las cuales fueron registradas para cada material.

Durante la cosecha se evitó quebrar los racimos productivos. Por tal razón, se colectó solo frutos aptos para consumo, el agricultor aceptó esta metodología.

La producción total de cada uno de los materiales se estandarizó con base en la muestra de brazos, que fue el material con menos plantas productivas (54 plantas), por lo que fue necesario que el resto de los materiales también se analizaran bajo el mismo número de muestra. La estandarización se realizó utilizando la siguiente ecuación:

$$P_{n_{\text{estandarizada}}} = \left(\frac{\text{Producción mensual del material}}{\text{Número de plantas productivas por material}} \right) \times \text{Número de plantas productivas del material brazos}$$

Para la variable producción estandarizada, en 2020 y 2021, se llevó a cabo un análisis de varianza con un nivel de significancia (α) de 0,05, bajo un modelo completamente al azar en el que los materiales evaluados correspondieron a la variable independiente y la producción estandarizada correspondió a la variable dependiente. Posteriormente, se realizó una prueba post-anova de Tukey y se realizó una prueba de medias.

Adicionalmente, para 2021, que fue el año más productivo, se decidió llevar a cabo un nuevo análisis de varianza con los datos estandarizados con un modelo factorial con interacción en función del material, producción mensual y la interacción material*producción mensual, para destacar cuáles cosechas dentro de cada material presentaron diferencias estadísticas significativas. Los análisis estadísticos se hicieron en el software *R versión 3.6.2 (2019-12-12)*.

- Estimación del rendimiento del cultivo de mora

Se llevó a cabo la estimación del rendimiento para los materiales evaluados, así como la estimación del rendimiento mensual y anual. Esta estimación se calculó mediante la producción por planta multiplicada por la cantidad de plantas disponibles en una hectárea.



- Influencia de la temperatura en la producción de mora

Se correlacionó la producción estandarizada acumulada de cada mes para cada material evaluado con la variable temperatura, con el objetivo de identificar algún tipo de efecto de esta variable en la producción.

- Determinación de sólidos solubles de los materiales de mora

Durante septiembre de 2020, se inició la evaluación de los sólidos solubles o grados Brix de los tres materiales de mora. La medición de los grados Brix se realizó con una muestra del jugo de cinco frutos de cada uno de los materiales de mora. Esta muestra se analizó con un refractómetro portátil de referencia Brix 0–32 Atc Azúcar Frutas Sacarimetro.

3.3.5 Monitoreo de plagas y enfermedades en la parcela

El monitoreo de plagas y enfermedades se realizó por observación directa. Para ello, se identificó el número de plantas que presentan síntomas de afección y, posteriormente, el tipo de daño, posible agente causal, y se cuantificaron estos datos. La información se consignó en los formatos de campo que posteriormente se digitalizaron en las librerías de Excel.

Con el objetivo de precisar el monitoreo y manejo de plagas y enfermedades, se realizó la revisión bibliográfica y se adoptaron algunos protocolos para el monitoreo de plagas y enfermedades presentes en los tres materiales.

Se determinó un tamaño óptimo de muestra del 10 % del total de la población de cada material para el monitoreo de plagas, enfermedades y variables fisiológicas. La selección de las plantas se hizo al azar, puesto que presentan condiciones de crecimiento y desarrollo similar (acorde con el tiempo de establecimiento del cultivo), y fueron marcadas para su seguimiento.

Monitoreo de plagas

El protocolo utilizado para el monitoreo de plagas se basó en lo reportado por Lorenzo (2016), quien realizó el monitoreo de plagas en un cultivo de lechuga mediante un muestreo visual de cada una de las plantas seleccionadas, con el fin de detectar la presencia de plagas en hojas, brotes, tallos, frutos, etc.

Se utilizó una escala de incidencia de áfidos para la toma de decisiones en el manejo de la siguiente manera:

Bajo: menor al 25 %

Medio: entre 25 % a 29 %

Alto: mayor al 29 %



El monitoreo de plagas se realizó semanalmente haciendo el conteo total de brotes afectados, con lo cual se calculó la incidencia de la plaga. Se calculó la incidencia promedio en frutos o racimos florales y, con esta información, se determinó el manejo integrado de la especie-plaga.

Monitoreo de enfermedades

Para el monitoreo de enfermedades se trabajó con base en el “Manual de campo para reconocimiento, monitoreo y manejo de las enfermedades de la mora”, publicado por Corpoica (Saldarriaga Cardona *et al.*, 2017).

- Monitoreo de mildero polvoso

El monitoreo de mildero polvoso (*Oidium* sp.) se realizó en las hojas. Adicionalmente, se tomaron muestras de las plantas que presentaron signos y síntomas de afectación y se enviaron a análisis al laboratorio de sanidad y microbiología agrícola de la Universidad Nacional de Colombia, sede Palmira.

La incidencia de mildero polvoso en las plantas seleccionadas se estimó mediante el conteo de las hojas en cuatro ramas por planta (orientadas hacia el norte, sur, oriente y occidente). En cada rama, se contó el total de hojas, y de estas, el número con síntomas. El porcentaje de incidencia de la enfermedad en hojas (I_h) por rama se estimó mediante la siguiente ecuación:

$$I_h = \frac{\text{Número de hojas afectadas en la rama}}{\text{Número total de hojas en la rama}} * 100$$

La incidencia de la enfermedad por planta se halló promediando los valores de incidencia (I_h) de las cuatro ramas. Luego, con estos valores, se calculó el promedio para las plantas evaluadas.

Para cuantificar la severidad (S) de mildero polvoso, en las mismas cuatro ramas en las que se evaluó la incidencia, se revisaron las primeras seis hojas de cada rama a partir de la hoja más joven totalmente expandida y se comparó con el diagrama que se muestra en la figura 27, que considera cinco niveles definidos por el porcentaje de área de tejido foliar afectado por la enfermedad, así:

- Nivel 1: 1 % de tejido afectado
- Nivel 2: 5 % de tejido afectado
- Nivel 3: 10 % de tejido afectado
- Nivel 4: 25 % de tejido afectado
- Nivel 5: 50 % o más de tejido afectado

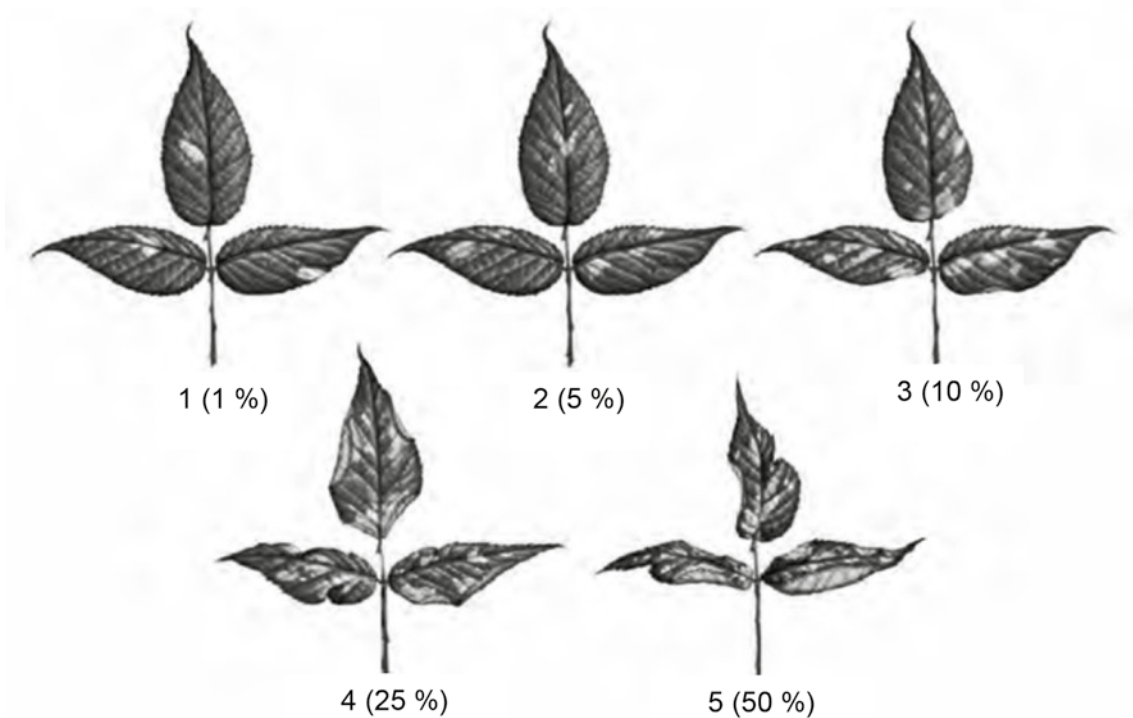


Figura 27. Niveles de severidad de enfermedades

Fuente: Saldarriaga Cardona *et al.* (2017).

La evaluación de la severidad se realizó teniendo en cuenta lo siguiente: baja cuando es menor que 5 %, media, cuando está entre el 5 % y el 20 %, y alta cuando es mayor a 20 %.

Monitoreo de mildew veloso

La enfermedad se monitoreó haciendo un registro de tallos y frutos afectados.

La estimación de la incidencia de mildew veloso (*Peronospora sparsa*) en tallos se realizó contando los tallos principales sanos y los tallos enfermos con lesiones en el tercio medio inferior. Se calculó la incidencia (I) con la siguiente ecuación:

$$If = \frac{\text{Número de frutos afectados en el racimo}}{\text{Número total de frutos en el racimo}} * 100$$

Así mismo, para la evaluación de la severidad se observaron los tallos afectados y se compararon con la figura 28.

La incidencia de mildew veloso en frutos se estimó contando los frutos de cuatro racimos de cada una de las plantas seleccionadas. En cada caso, se hizo un conteo total de los frutos, y de ellos, los que presentaban signos y síntomas de mildew veloso. A partir de los datos recolectados, se calculó la Incidencia en frutos (If) con la siguiente ecuación:



$$I = \frac{\text{Número de tallos afectados por planta}}{\text{Número de tallos observados por planta}} * 100$$

El promedio de la incidencia de los cuatro racimos resultó en la incidencia promedio por planta y el promedio de las incidencias por planta representa la incidencia por cada material.

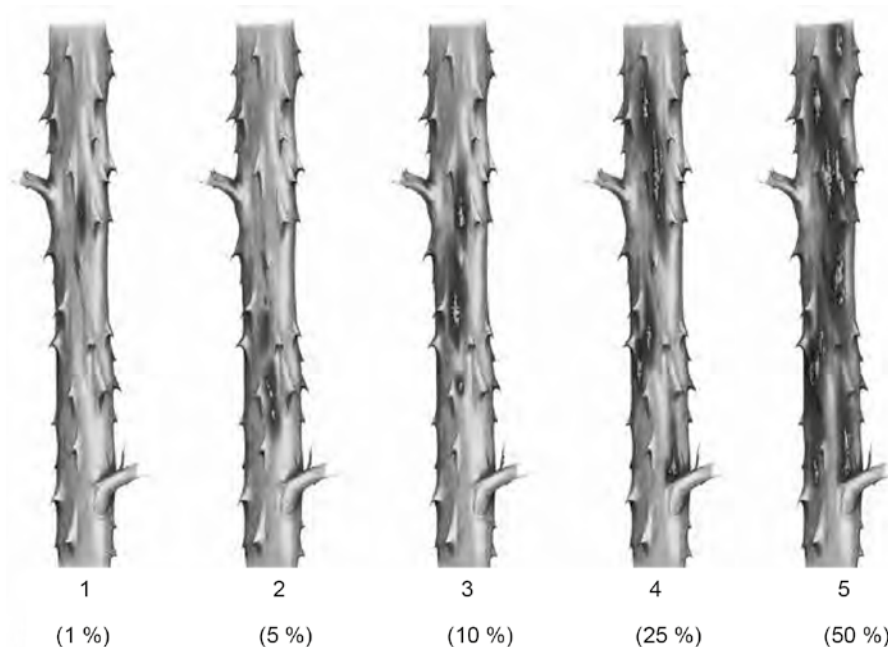


Figura 28. Niveles de severidad de mildew veloso en tallos de mora

Fuente: Saldarriaga Cardona *et al.* (2017).

Monitoreo de Antracnosis

Para el monitoreo de la antracnosis, se evaluaron principalmente los tallos, que es donde se manifiesta principalmente esta enfermedad (Saldarriaga Cardona *et al.*, 2017). De este modo, en las plantas seleccionadas se contaron los tallos principales sanos y enfermos, estos últimos con lesiones en el tercio medio inferior, y se calculó la incidencia (I) con la siguiente ecuación:

$$I_f = \frac{\text{Número de frutos afectados en el racimo}}{\text{Número total de frutos en el racimo}} * 100$$

Finalmente, se promedió el valor de incidencia de todas las plantas por material para obtener la incidencia promedio para Castilla sin espinas, San Antonio y Brazos.

La severidad (S) de antracnosis se estimó por observación de los 20 cm del tercio bajo de los tallos afectados en las plantas muestreadas, así como por la posterior comparación con el esquema que se muestra en la figura 29.

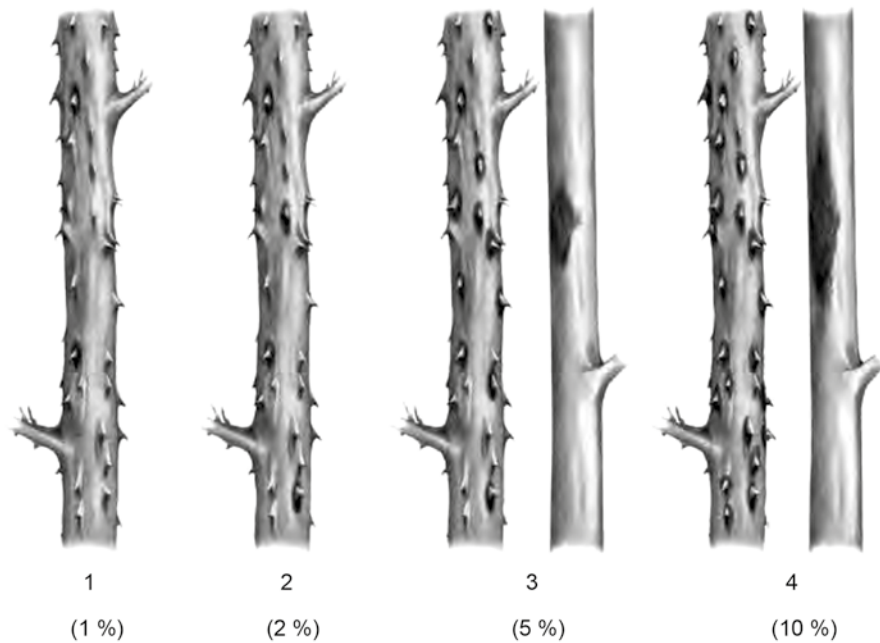


Figura 29. Niveles de severidad de antracnosis en tallos de mora
Fuente: Saldarriaga Cardona *et al.* (2017).

Posteriormente, se calculó la severidad promedio para cada material y se determinó el nivel, así: cuando es menor al 2 %, se considera un nivel bajo; entre el 2 % y el 10 %, nivel medio; y cuando es mayor que 10 %, nivel alto.

Monitoreo de moho gris

Esta enfermedad se monitoreó principalmente en los frutos, que es donde se manifiesta.

Para el cálculo de la incidencia de *Botrytis cinérea*, se seleccionaron cuatro racimos de cada planta escogida que tuvieran, al menos, el 50 % de frutos en grado 4 de maduración. En cada racimo se realizó el conteo total de frutos y el conteo de frutos con signos y síntomas de moho gris, y se calculó la incidencia con la siguiente ecuación:

Para determinar la incidencia por planta, se promediaron los valores de incidencia para cada racimo. Finalmente, la incidencia para cada material correspondió al promedio de las incidencias por planta.

Por último, para considerar los niveles de incidencia de las diferentes enfermedades mencionadas anteriormente se utilizó la escala de nivel de daño: incidencia menor cuando es menor o igual al 25 %, incidencia intermedia cuando se encuentra entre 25 % y 29 % e incidencia alta cuando es mayor al 29 %.



Los datos obtenidos del monitoreo de plagas y enfermedades en la parcela demostrativa de mora se sometieron a un análisis de varianza para la considerar incidencia de áfidos, así como para evaluar la incidencia y severidad de mildew polvoso, mildew veloso, antracnosis y moho gris; esto con el modelo estadístico diseño completamente al azar, es decir, en el que la variable independiente fueron los materiales evaluados y la variable dependiente la incidencia/severidad de las plagas y enfermedades monitoreadas.

3.3.6 Plan de fertilización

Para el desarrollo del plan de fertilización, se tuvo en cuenta las características de los suelos de cada uno de los módulos A y B de la parcela demostrativa y se propuso el siguiente plan de fertilización edáfica y foliar a la fecha.

Fertilización edáfica

La fertilización edáfica en la parcela se realizó mensualmente con los componentes que se muestran en la tabla 5.

Tabla 5. Componentes de la fertilización edáfica en la parcela demostrativa de mora

Fertilizante	Composición	Cantidad aplicada por planta
10 - 30 - 10	Nitrógeno 10 % Fósforo 3 0% Potasio 10 %	100 g
Cosmos R	Nitrógeno total 14 % Nitrógeno ureico 13,4 % Fósforo asimilable 8 % Potasio soluble en agua 19 % Calcio soluble en agua 4 % Magnesio soluble en agua 2 % Azufre total 7 %	10 g
Campofos	Fósforo total 21 % Calcio total 32 % Silicio total 16 % Carbono orgánico total 5 %	100 g

Fuente: elaboración propia.

Fertilización foliar

La fertilización foliar se realizó cada 15 días aplicando fertilizantes compuestos, como se muestra en la tabla 6.



Tabla 6. Componentes de la fertilización foliar en la parcela demostrativa de mora

Fórmula A		Fórmula B	
Compuesto	Cantidad	Compuesto	Cantidad
Cosmocel	80 g	Cosmocel	80 g
Kelatex Calcio	50 g	Kelatex Magnesio	50 g
Kelatex Zinc	30 g	Kelatex Zinc	30 g
Kelatex Boro	30 g	Kelatex Boro	30 g
Organismos eficientes	500 mL	Organismos eficientes	500 mL

Fuente: elaboración propia.

3.4 Resultados y discusión

3.4.1 Selección y caracterización edafoclimática de la parcela demostrativa de mora

Localización de la parcela

La parcela demostrativa de mora se encuentra ubicada en el corregimiento La Carbonera, vereda Los Negros, a unos 19,9 km del casco urbano del municipio de Pradera, en la finca San Marcos. Consta de un área de 1308 m², coordenadas geográficas N 03° 26' 11,9"; W 076° 09' 55", altura sobre el nivel del mar 1955 m (ver figura 30).



Figura 30. Lote seleccionado para establecer la parcela demostrativa de mora

Fuente: elaboración propia. Fotografías: H. Vásquez (2020).

Caracterización edafoclimática de la parcela

Las condiciones predominantes de la zona fueron: precipitación promedio de 1800mm/año, temperatura promedio de 18 °C, humedad relativa 75 %, brillo solar de 1600 a 1700



horas/año. Los suelos presentaron una textura franco-arcillosa, clasificados como Andisoles. El terreno se caracteriza por presentar características fisiográficas con pendientes entre el 70 y 80 %. La clasificación agroecológica correspondió a bosque húmedo del flanco occidental de la cordillera Central.

La caracterización física y química de los suelos de los módulos A y B de la parcela se presentan en las tablas 7 y 8, respectivamente. Los análisis mostraron que los niveles de materia orgánica en los módulos A y B estuvieron en los rangos medio y bajo, respectivamente, siendo necesario realizar aplicaciones de materia orgánica, si bien los suelos de ambos módulos presentaron textura franco-arcillosa y pH adecuado para el establecimiento del cultivo de mora, como lo menciona Ayala *et al.* (2016), Bonnet (1997) y Franco y Giraldo (2001).

Con respecto a las condiciones químicas, el módulo A presentó exceso de calcio intercambiable y cobre, y deficiencias en boro, fósforo y azufre, mientras que el módulo B presentó exceso en calcio y magnesio intercambiable, manganeso y cobre, y deficiencias de fósforo y azufre.

Tabla 7. Caracterización física de los suelos de los lotes A y B de la parcela demostrativa de mora

Parámetro		Lote A	Lote B
pH		5,75	5,95
CE (dS/m)		0,62	0,30
Densidad aparente (g/cc)		1,10	1,09
%Carbono orgánico		3,08	3,16
%Materia orgánica		5,30	5,44
Textura	% Arena	34	30
	% Limo	36	34
	% Arcilla	30	36

Fuente: elaboración propia.

Tabla 8. Caracterización química de los suelos de los lotes A y B de la parcela demostrativa de mora

Parámetro	Lote A	Lote B
Potasio intercambiable (ppm)	121	97,5
Calcio intercambiable (ppm)	3040	2760
Magnesio intercambiable (ppm)	608	722
Sodio intercambiable (ppm)	66,7	59,8
Acidez intercambiable (ppm)	N.A.	N.A.
Hierro (ppm)	158	133
Magnesio (ppm)	87	102
Cobre (ppm)	5,4	6,9
Zinc (ppm)	5,4	6,7
Boro (ppm)	0,34	0,33
Fósforo (ppm)	6,6	6,2
Azufre (ppm)	8,7	9,1

Fuente: elaboración propia.



3.4.2 Instalación de las tecnologías en las parcelas demostrativas

En mayo de 2020 se formalizó la entrega al señor Osvaldo Gutiérrez de las tecnologías asociadas a esta parcela. Lo anterior como trazabilidad del proceso del componente de parcelas.

Seguimiento de las variables climatológicas

Los datos de las variables climatológicas se reportaron a partir de octubre de 2020, fecha en la cual la empresa Lynks realizó mantenimiento a la estación meteorológica. Los datos para cada variable se presentan a continuación.

Temperatura

La temperatura promedio reportada por la estación meteorológica entre agosto de 2020 y octubre de 2021 fue de 18,56 °C, con una temperatura mínima promedio de 14,41 °C y una máxima promedio de 28,04 °C. Durante junio y julio de 2021, la estación no reportó datos para la temperatura ambiente en la parcela demostrativa (ver figura 31). En general, la temperatura mensual registrada durante el período registrado no mostró variaciones importantes.

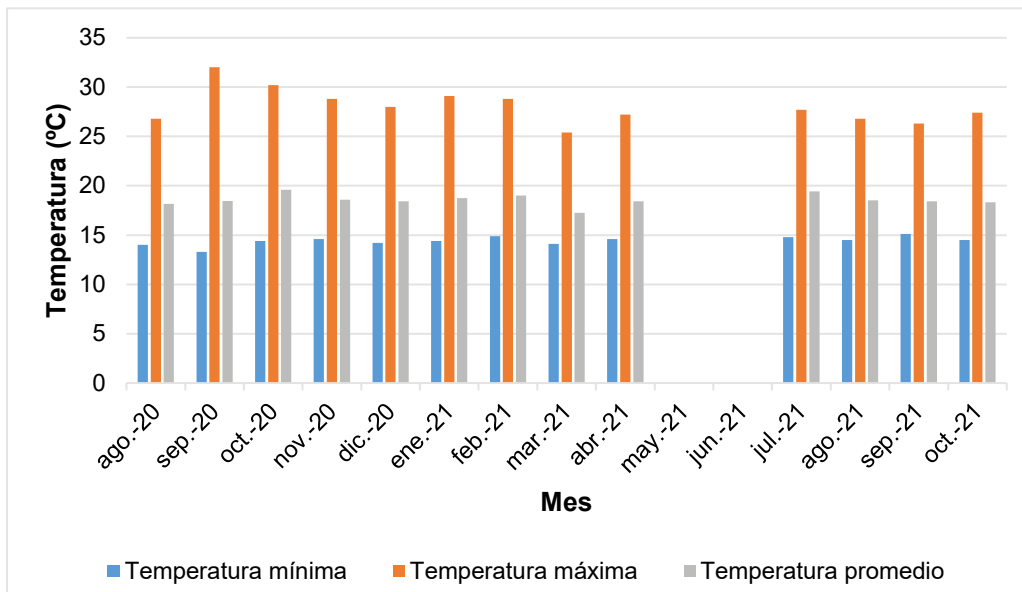


Figura 31. Temperaturas promedio, máximas y mínimas registradas para el período comprendido entre agosto de 2020 y octubre de 2021

Fuente: Lynks web.

Las temperaturas internas de los módulos A (ver figura 32A) y B (figura 32B), y la temperatura ambiente (figura 32C) durante el período de agosto de 2020 a octubre de 2021, a excepción de los meses de noviembre y diciembre de 2020, mostraron una tendencia constante, con temperaturas mínimas entre 9,3 °C y 15 °C, y temperaturas máximas entre 22 °C y 35 °C.

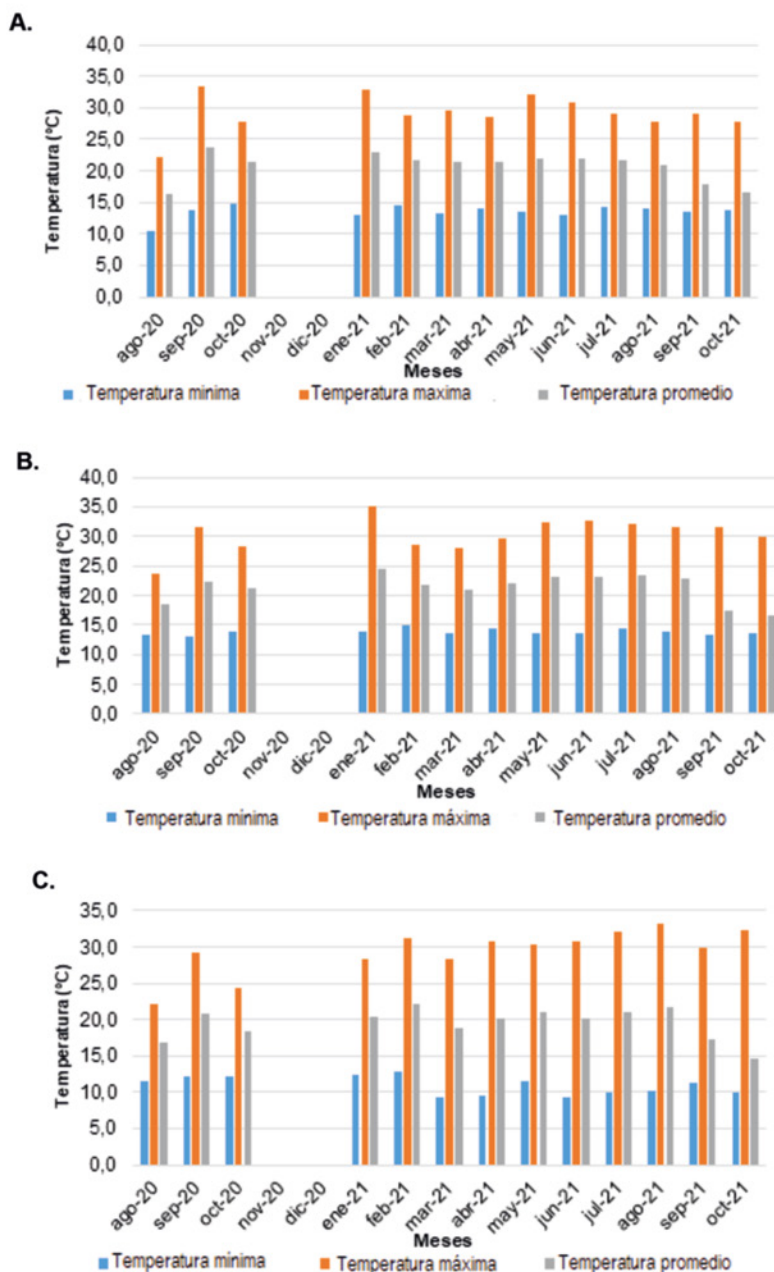


Figura 32. Temperaturas registradas en la parcela demostrativa. A) Temperatura interna módulo A; B) temperatura interna módulo B; C) temperatura externa
Fuente: elaboración propia.

Humedad Relativa

La humedad relativa promedio reportada para el período comprendido entre agosto de 2020 y octubre de 2021 fue de 80,52 %. Durante este período, se presentó una humedad relativa mínima promedio de 45,94 % y una máxima de 92,57 %. En los meses de mayo y junio de 2021 no se reportaron datos (ver figura 33).

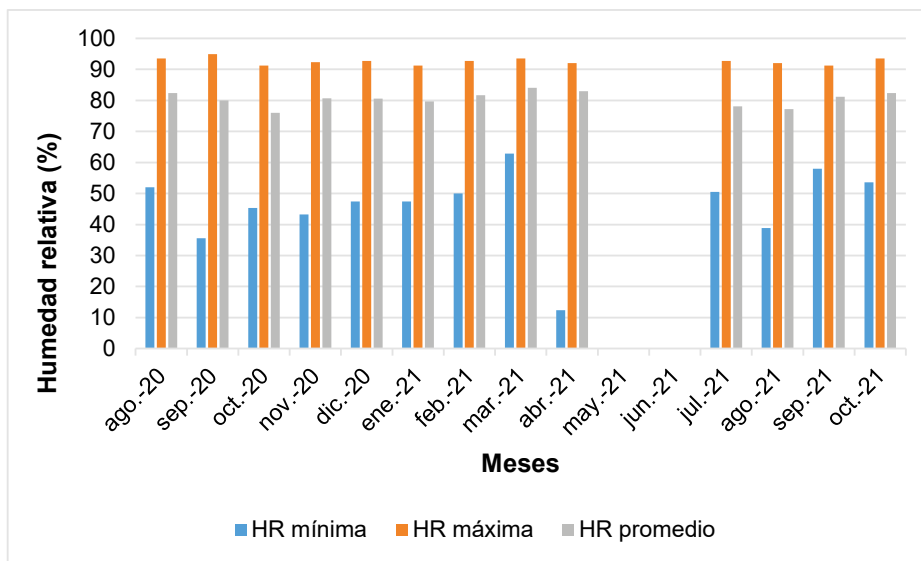


Figura 33. Humedad relativa promedio, máximas y mínimas registradas para el período comprendido entre agosto de 2020 y octubre de 2021

Fuente: Lynks web.

La humedad relativa al interior de los módulos A y B registrada en el mes de octubre de 2021 se detalla en tabla 9.

Tabla 9. Humedad relativa promedio al interior de los macro túneles en octubre de 2021

Módulo A	Humedad Relativa (%)	83,1
Módulo B	Humedad Relativa (%)	83,5
Ambiente	Humedad Relativa (%)	51,3

Fuente: elaboración propia.

Precipitación y evapotranspiración

Los datos de precipitación y evapotranspiración de la parcela se registraron a partir de agosto de 2020 hasta octubre de 2021. Durante agosto, septiembre, octubre, noviembre y diciembre de 2020, se registró una evapotranspiración promedio efectiva de 2,40 mm y una precipitación promedio efectiva de 1,12 mm. Los meses en los cuales se presentó mayor precipitación fueron octubre y diciembre, con 1,57 mm y 1,58 mm, respectivamente. La evapotranspiración más elevada se reportó en el mes de octubre, siendo 2,73 mm (figura 34).

Durante 2021 se registró una evapotranspiración promedio de 1,83 mm y una precipitación promedio de 1,21 mm. La evapotranspiración mínima registrada fue de 1,24 mm, en septiembre, y la máxima de 2,41 mm, en abril. En cuanto a la precipitación, la mínima fue de 0,38 mm, en de octubre, y la máxima de 1,94 mm, enero (ver figura 34).

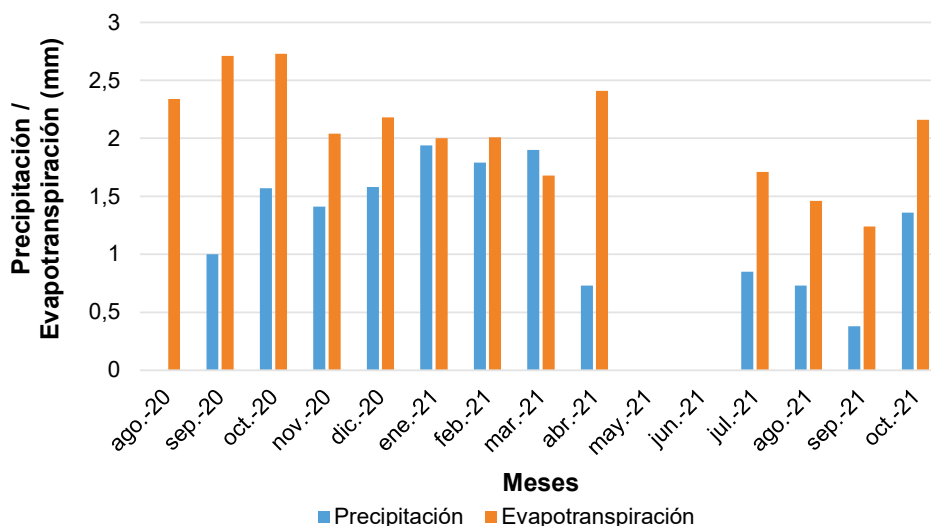


Figura 34. Precipitación vs evapotranspiración registradas para el período comprendido entre agosto de 2020 y octubre de 2021

Fuente: Lynks web.

Implementación de la tecnología de macro túnel

Las características de los ocho macro túneles instalados en la parcela demostrativa de mora se muestran en la tabla 10.

Tabla 10. Características de los macro túneles instalados en la parcela demostrativa de mora

Macro túnel tipo híbrido	
Área total del proyecto	1.308 m ²
Frente de macro túnel	Módulo A: 17,5 m - Módulo B: 29,5 m
Largo de macro túnel	Módulo A: 28 m - Módulo B: 28,5 m
Área de cada módulo	163,52 m ²
Número de macro túneles	8 unidades
Altura a inicio de arco	2 m
Características de los materiales de acero	Estacas y puntales fabricados de acero galvanizado con diámetro de 1¼" (42 mm de diámetro).
	Tubos para arco y puntal de acero galvanizado, diámetro de 1 ¼", chapa 14 en los puntales y chapa 16 en los arcos.
	Los materiales instalados están capacitados para soportar velocidades del viento hasta 35 km/hora. No está diseñada para soportar carga de cultivo (tutorado), este debe ir de manera independiente.
Sujeción de techo	Soga de ¼" (7 mm) con protección UV4 (construida de 4 brazos).
Coberturas de techo	Plástico de origen israelí, de 8.5 m de ancho, marca Ginegar, alta resistencia mecánica, con garantía de UV durante 2 años. Resistencia al azufre por 500 ppm y al cloro por 100 ppm.
Anclaje	Estacas encontradas con los parales en las áreas frontales, reforzados con alambre galvanizado cal 12. Fundición de concreto en los puntales de los arcos frontales.

Fuente: elaboración propia.



Implementación del Sistema de riego

Estimación del plan de riego

Los resultados de los análisis de calidad del agua, análisis foliar y análisis de suelos de las parcelas demostrativas de mora, realizados para la estimación del plan de riego mostraron lo siguiente:

Análisis de aguas

Los parámetros analizados para el agua del nacimiento y el agua acopiada en la casa de la finca San Marcos se presentan en la tabla 11. El pH del agua del nacimiento fue de 7,68, con bajo contenido de sales solubles, determinado por la conductividad eléctrica (0,6dS/m) y la salinidad (0,82 meq/L), cumpliendo con parámetros de buena calidad para uso agrícola (Castellanos, 2010; García, 2015). La alcalinidad, que actúa como un estabilizador del pH y es una medida principalmente del carbonato (CO_3^{2-}) y el bicarbonato (HCO_3^-) presentes en el agua (Patil *et al.*, 2015), fue de 45 ppm CaCO_3 . La dureza fue de 69,9 ppm CaCO_3 , por lo que se clasifica como agua suave adecuada para el uso en la agricultura (Patil *et al.*, 2015). Finalmente, el agua del nacimiento no mostró presencia de coliformes fecales u otros microorganismos contaminantes.

Asimismo, los análisis de la muestra de agua acopiada en la casa presentaron un pH de 7,98. La presencia de sales solubles fue menor que la del agua del nacimiento (conductividad eléctrica de 0,16dS/m y salinidad de 0,85 meq/L). La alcalinidad fue de 40 ppm CaCO_3 y la dureza inferior a 75 ppm, considerándose como apta para la agricultura. Tampoco presentó coliformes fecales o microorganismos contaminantes.

Tabla 11. Análisis de agua del nacimiento y de la casa de la finca San Marcos

Parámetro	Agua nacimiento	Agua casa
pH	7,68	7,98
Conductividad eléctrica (dS/m)	0,16	0,16
Salinidad (meq/L)	0,82	0,85
Alcalinidad (ppm CaCO_3)	45	40
Dureza (ppm CaCO_3)	69,9	71,8
Aeróbios mesófilos	No detectables	No detectables
Coliformes totales	No detectables	No detectables
<i>Escherichia Coli</i>	No detectables	No detectables

Fuente: elaboración propia.



Análisis foliar

Los resultados del análisis foliar mostraron que los niveles de fósforo y calcio estaban en bajas concentraciones en los dos módulos en estudio A y B, mientras que para el módulo B también se encuentran en bajas cantidades el nitrógeno y el magnesio (tabla 12).

Tabla 12. Análisis foliar de los módulos A y B de la parcela demostrativa de mora

Parámetro	Módulo A		Módulo B	
	Resultado	Interpretación	Resultado	Interpretación
Nitrógeno (N) (%)	2,71	Adecuado	2,46	Bajo
Fósforo (P) (%)	0,21	Bajo	0,24	Bajo
Azufre (S) (%)	0,16	Adecuado	0,15	Adecuado
Potasio (K) (%)	1,70	Adecuado	1,14	Bajo
Magnesio (Mg) (%)	0,51	Adecuado	0,35	Adecuado
Calcio (Ca) (%)	0,77	Bajo	0,37	Bajo
Sodio (Na) (ppm)	137,00	Adecuado	95,20	Adecuado
Boro (B) (ppm)	29,90	Adecuado	28,80	Adecuado
Hierro (Fe) (ppm)	79,90	Adecuado	86,00	Adecuado
Manganeso (Mn) (ppm)	55,80	Adecuado	385,00	Adecuado
Cobre (Cu) (ppm)	9,36	Adecuado	12,80	Adecuado
Zinc (Zn) (ppm)	44,40	Adecuado	37,60	Adecuado

Fuente: elaboración propia.

Análisis de suelos

Los resultados de los análisis de suelos se muestran en la tabla 13, en ella se puede observar que el suelo de los dos módulos sembrados con los tres materiales de mora presentó un pH en el rango ácido y una condición de salinidad adecuada, no obstante, el contenido de carbono orgánico en los dos sitios fue bajo.

Tabla 13. Análisis de suelo de los lotes A y B de la parcela demostrativa de mora

Parámetro	Módulo A		Módulo B	
	Resultado	Interpretación	Resultado	Interpretación
pH	5,76	Ácido	5,69	Ácido
Conductividad eléctrica	0,43	No salino	0,43	No Salino
Carbono orgánico	3,40	Bajo	3,03	Bajo
Porcentaje de saturación (%)	65,90	—	67,30	—

Fuente: elaboración propia.



3.4.3 Establecimiento del cultivo

Con relación a la información levantada en campo y con base en el desarrollo del cultivo seleccionado, se planteó el ciclo fenológico del cultivo para el período en el que se desarrolló la investigación con el objetivo de tener presente la edad y la fase del cultivo, como se muestra en la tabla 14.

Tabla 14. Ciclo fenológico del cultivo de mora en la parcela demostrativa

Año	Mes	Edad (mes)	Etapas
2019	Octubre	0	Siembra
	Noviembre	1	Vegetativa
	Diciembre	2	
2020	Enero	3	
	Febrero	4	Reproductiva
	Marzo	5	
	Abril	6	
	Mayo	7	Productiva
	Junio	8	
	Julio	9	
	Agosto	10	
	Septiembre	11	
	Octubre	12	
	Noviembre	13	
	Diciembre	14	
2021	Enero	15	
	Febrero	16	
	Marzo	17	
	Abril	18	
	Mayo	19	
	Junio	20	
	Julio	21	
	Agosto	22	
	Septiembre	23	
	Octubre	24	

Fuente: elaboración propia.

3.4.4 Cosecha

En la figura 35 se muestra la producción estandarizada de los tres materiales estudiados desde julio hasta diciembre de 2020. Se evidenció que los materiales Brazos y San Antonio presentaron una producción similar y notablemente superior a la producción registrada por Castilla sin espinas.

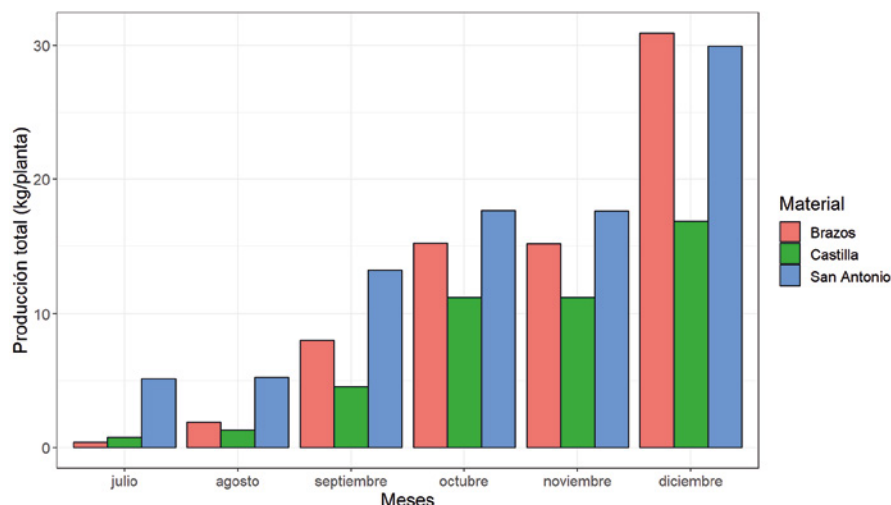


Figura 35. Producción estandarizada de mora para el año 2020 de los materiales Brazos, Castilla sin espina y San Antonio
Fuente: elaboración propia.

Durante este período, la mayor producción de mora se alcanzó en el mes de diciembre para los tres materiales evaluados, siendo Brazos el material con la mayor producción: 30,90 Kg, seguido por el material San Antonio, con 16,83 kg, y, finalmente, Castilla sin espina, con una producción de 9,90 Kg. La producción acumulada correspondiente al período de 2020 se presenta en la tabla 15.

Tabla 15. Producción de mora acumulada para el período 2020

Material	Producción (Kg/Parcela)
San Antonio	88,77
Brazos	71,51
Castilla	45,83

Fuente: elaboración propia.

El análisis de varianza de la producción estandarizada de mora para el período de julio a diciembre de 2020 mostró que los tres materiales fueron estadísticamente significativos, lo que indica que al menos uno de los materiales evaluados es diferente significativamente de los demás. La prueba post anova mostró que, para este período, la producción del material San Antonio fue considerablemente mayor que la producción de los materiales Brazos y Castilla sin espina, estos dos últimos no mostraron diferencias significativas entre ellos (ver figura 36).

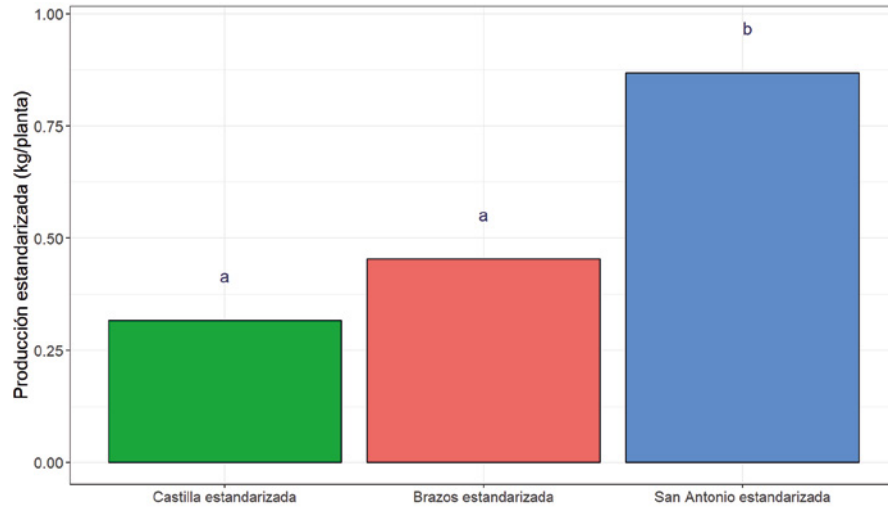


Figura 36. Agrupamiento de Tukey–producción promedio año 2020
Fuente: elaboración propia.

La prueba de medias para el mismo período también mostró que la mayor producción promedio fue la del material San Antonio, con 0,86 kg/planta, seguida de Brazos, con 0,45 kg/planta, y, finalmente, de Castilla sin espina, con 0,32 kg/planta.

En la figura 37 se presenta la producción estandarizada para el período comprendido entre enero y octubre de 2021. Durante este período, se evidenció una estacionalidad en la producción, representada en dos picos de producción: el primero en el mes de marzo y el segundo entre los meses de agosto y septiembre. Para este último período, el material Castilla sin espinas mostró una producción superior que los materiales Brazos y San Antonio.

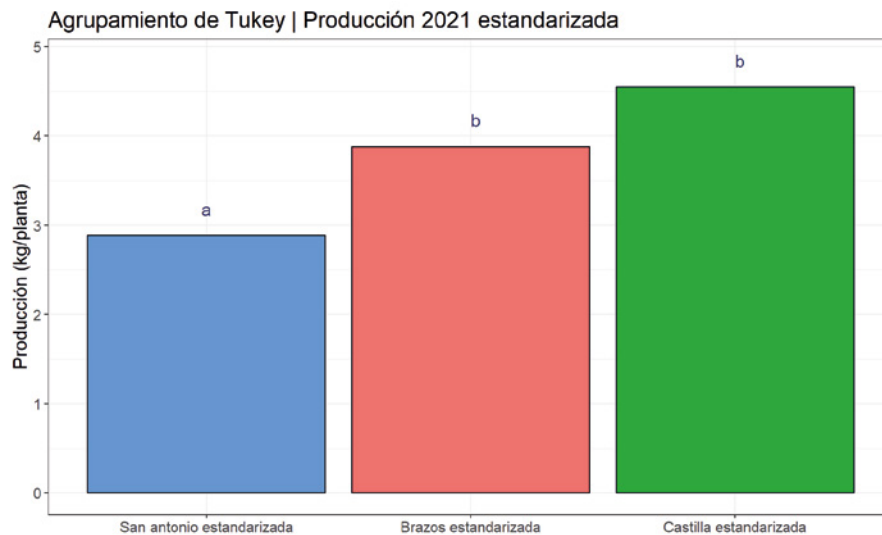


Figura 37. Producción estandarizada de mora para el año 2021 de los materiales Brazos, Castilla sin espina y San Antonio
Fuente: elaboración propia.



La producción acumulada correspondiente al período de enero a octubre de 2021 se presenta en la tabla 16:

Tabla 16. Producción de mora acumulada durante el período 2021

Material	Producción (kg/parcela)
Castilla	377,1
Brazos	321,9
San Antonio	239,1

Fuente: elaboración propia.

Durante enero y octubre de 2021, la producción de los materiales mostró diferencias significativas. La separación de medias con la prueba de Tukey mostró que, en contraste con el período de 2020, la producción de los materiales Brazos y Castilla fueron superiores a la producción de San Antonio (ver figura 38).

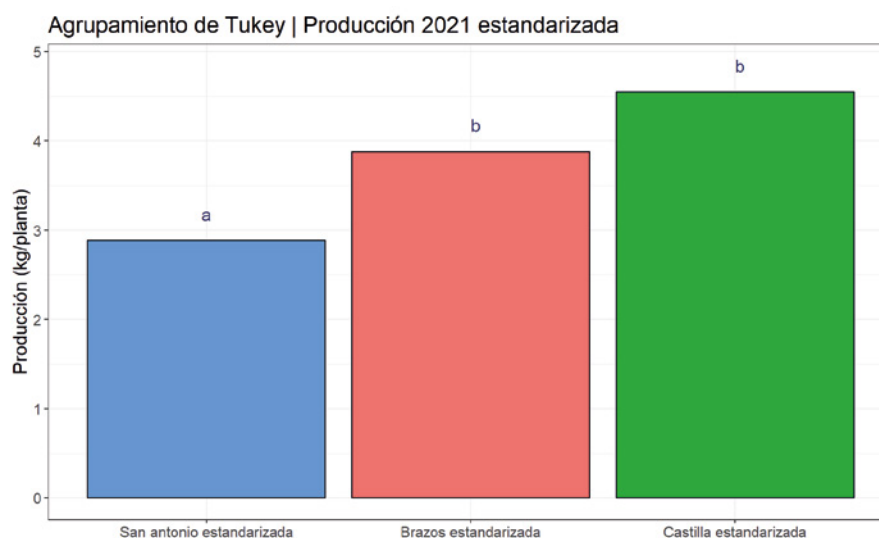


Figura 38. Agrupamiento de Tukey–producción promedio año 2021

Fuente: elaboración propia.

Adicionalmente, el análisis de varianza en función del material, la producción mensual y la interacción material*producción mensual mostraron que tanto las variables evaluadas como su interacción son estadísticamente significativas ($p < 0.05$), lo que significa que uno o más meses de producción en cada uno de los materiales evaluados fue diferente estadísticamente.

Estimación del rendimiento del cultivo de mora

El rendimiento estimado (en toneladas/hectárea) durante el período de enero a octubre de 2021 para los materiales de Brazos, Castilla sin espina y San Antonio se muestra en la figura 39.

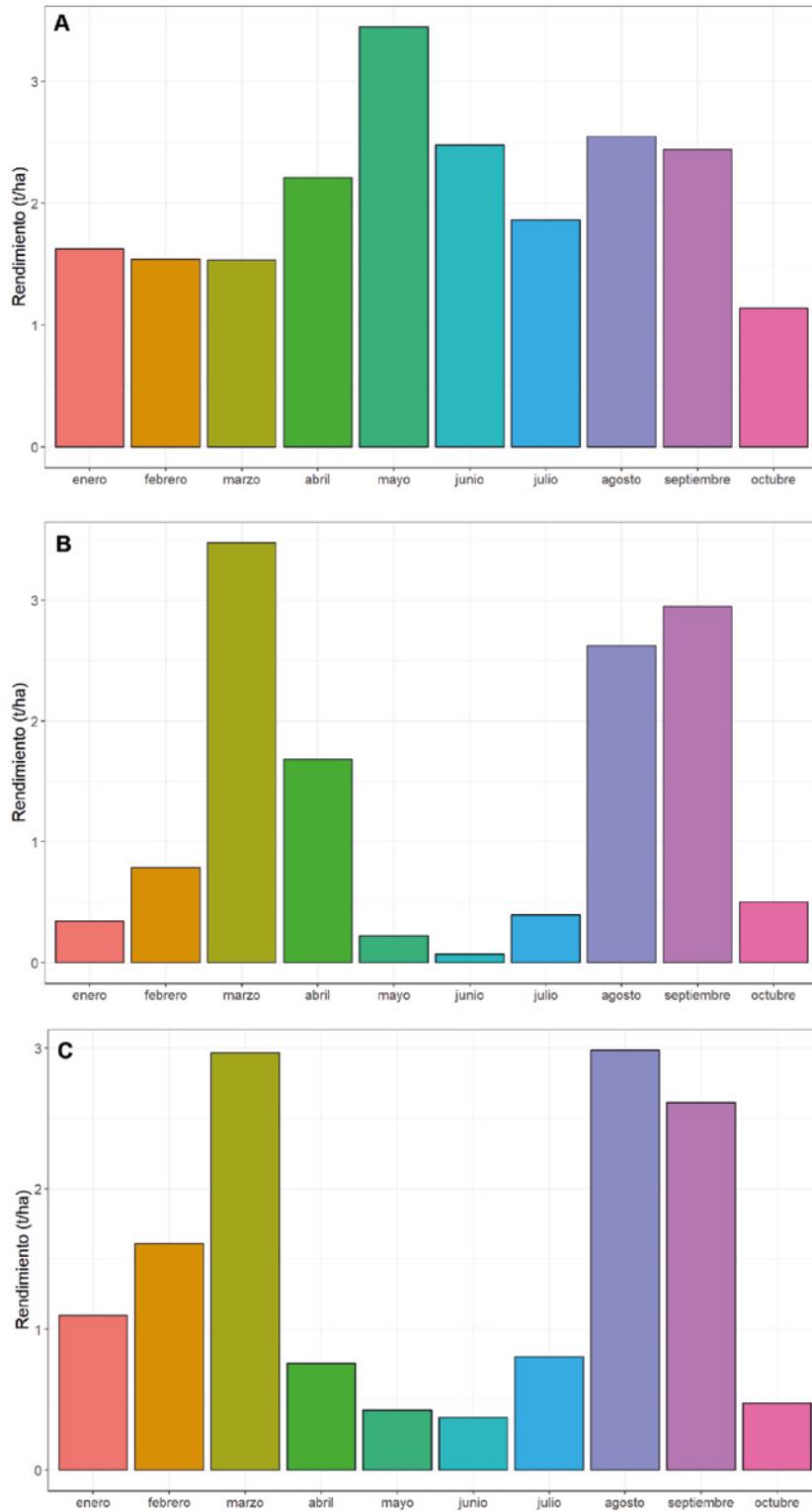


Figura 39. Rendimiento estimado en el período 2021. A) material Brazos; B) material Castilla sin espina; C) material San Antonio

Fuente: elaboración propia.



Se observó que el rendimiento para el material Brazos fue muy uniforme, con un leve incremento en el mes de mayo. Por otra parte, en los materiales Castilla sin espina y San Antonio se observaron dos picos: el primero en marzo y el segundo entre agosto y septiembre.

Para los tres materiales analizados, en los picos de producción el rendimiento fue igual o superior a 3 t/ha, siendo superior en el material Castilla sin espinas, con rendimientos superiores a los reportados por Garzón (2019), quien reportó un rendimiento de 1,09 t/ha para un cultivo de mora de Castilla en el municipio de Granada (Cundinamarca).

En la figura 40 se muestra la producción mensual junto con el rendimiento mensual estimado para cada material evaluado. Se observó que la producción y el rendimiento estimado en el material Castilla sin espina fue mayor que para Brazos y San Antonio. Es por esta razón que se afirma que este último tuvo mejores rendimientos.

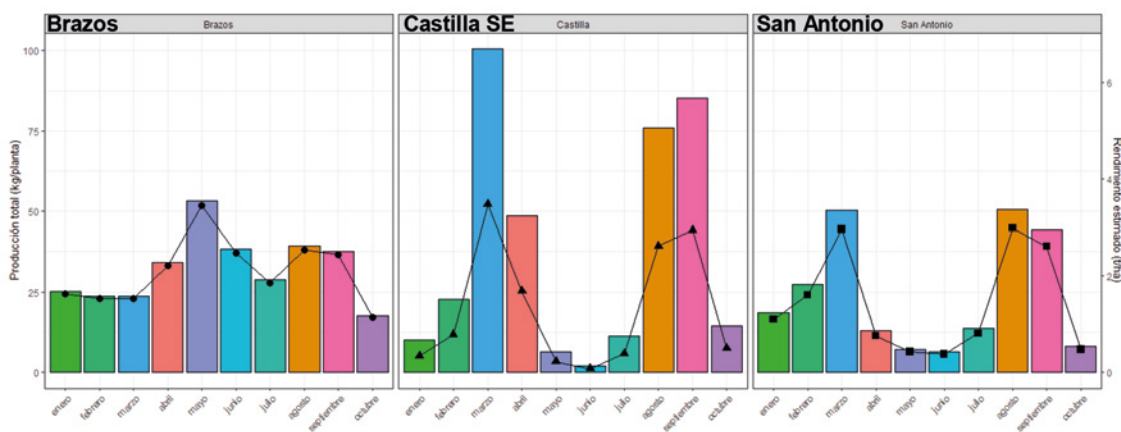


Figura 40. Producción mensual y rendimiento estimado mensual de los materiales Brazos, Castilla sin espina y San Antonio

Fuente: elaboración propia.

Finalmente, se calculó la producción acumulada en kg, el rendimiento estimado acumulado en t/ha y la cantidad de plantas sembradas estimadas para 1 ha durante todo el 2021 (ver tabla 17). Se puede notar que el rendimiento total más alto fue el del material Brazos, pese a que la mejor producción real acumulada fue para el material Castilla, por lo que desde el punto de vista económico es más viable producir Brazos, porque se pueden sembrar más plantas por unidad de área comparada con San Antonio y Castilla sin espina.

Tabla 17. Producción acumulada, rendimiento estimado y plantas sembradas durante 2021

Genotipo	Producción acumulada (kg/parcela)	Rendimiento estimado (t/ha)	Plantas estimadas (pl/Ha)
Brazos	321,9	20,80	3.424
San Antonio	239,13	14,10	3.125
Castilla sin espina	377,17	13,03	1.831

Fuente: elaboración propia.



Influencia de la temperatura en la producción de mora

Se analizó la producción de mora por material con las temperaturas máxima y mínima de la parcela demostrativa para determinar su influencia en la producción (ver figura 41).

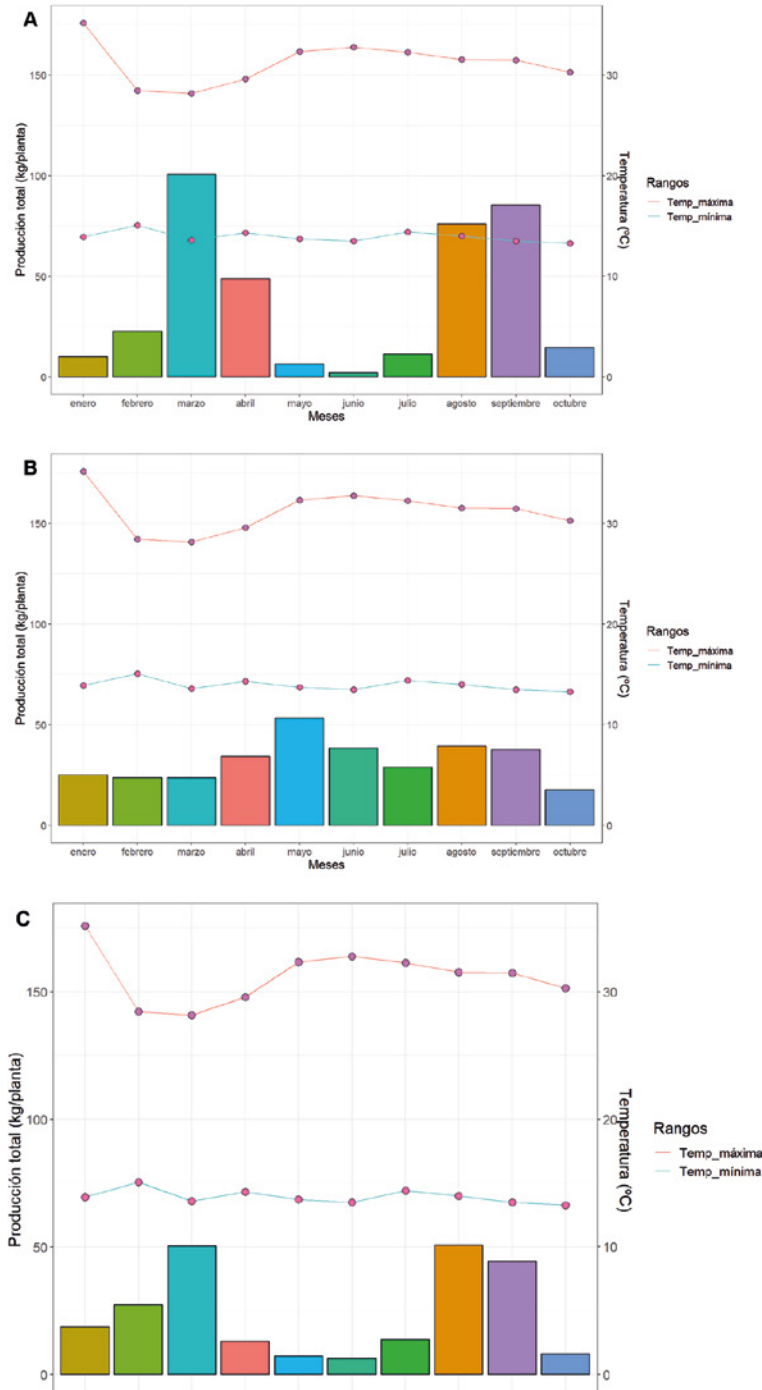


Figura 41. Influencia de la temperatura sobre la producción de mora. A) Material Castilla sin espina; B) material Brazos y C) material San Antonio

Fuente: elaboración propia.



No obstante, no se observó influencia de la temperatura en la producción de los materiales evaluados, por lo que se podría asumir que la temperatura no fue una variable determinante en el cultivo.

Determinación de sólidos solubles de los materiales de mora

El comportamiento de los sólidos solubles totales o grados Brix refleja la madurez de las frutas. Estos miden principalmente los azúcares totales y los ácidos orgánicos en las frutas, en este caso en mora (Del Pilar *et al.*, 2007; Yanes, 2018). En la figura 42 se presenta el comportamiento promedio de los sólidos solubles en los tres materiales de mora cultivadas en la parcela demostrativa.

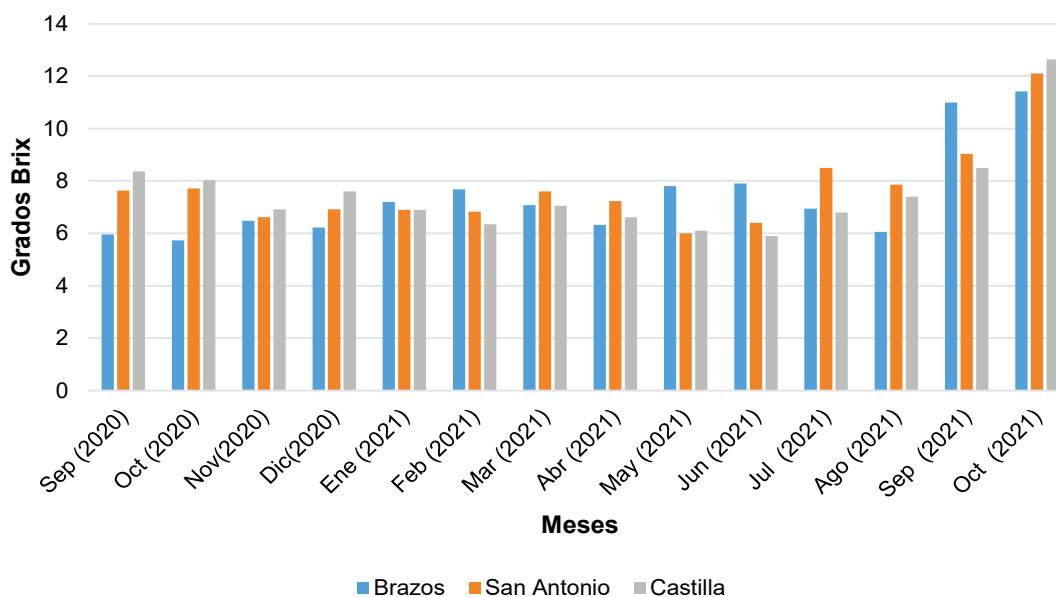


Figura 42. Grados Brix promedio de los materiales de mora

Fuente: elaboración propia.

El material Brazos reflejó los menores valores de grados Brix, con un valor promedio de 7,40° y valores que varían entre los 5,73° en octubre de 2020 y los 11,42° en octubre de 2021, indicando menor presencia de azúcares. Seguidamente, Castilla sin espina exhibió un promedio de 7,50 °Brix, con un valor mínimo de 5,90° en mayo de 2021. Finalmente, San Antonio fue el material que presentó el mayor valor promedio de 7,70°, con un valor mínimo de 6,00° durante mayo de 2021. Estos valores son semejantes a los reportados por L. Ayala *et al.*, (2013) para los estados de maduración 4 (6,93°Brix) , 5 (7,93°Brix) y 6 (8,0°Brix) de mora de Castilla producida en el Cañón del Combeima, Municipio de Ibagué.

Se observó que durante septiembre y octubre de 2021 los valores de grados Brix para todos los materiales fueron notablemente superiores que en los meses anteriores, lo cual puede estar asociado con la madurez del cultivo alcanzada por esta época.



Sin embargo, los valores de sólidos solubles obtenidos en los tres materiales correspondieron a frutos con bajos contenidos de sólidos solubles comparados con los estándares internacionales (Ayala *et al.*, 2013).

3.4.5 Monitoreo de plagas y enfermedades en la parcela

Monitoreo y manejo de plagas

Incidencia de áfidos

En los brotes de las plantas seleccionadas para el monitoreo de plagas se encontraron áfidos, principalmente en los materiales de San Antonio y Castilla sin espina. En la figura 43 se muestra la incidencia de áfidos en los tres materiales de mora de la parcela demostrativa desde abril de 2020 hasta octubre de 2021, excepto enero y febrero de 2021, cuando no se reportaron datos sobre la incidencia de áfidos.

Castilla sin espina fue el material más afectado por áfidos, alcanzando una incidencia máxima del 94,25 % en octubre de 2020, seguido muy de cerca por el material San Antonio, el cual presentó una incidencia máxima del 89,75 % durante el mismo período. Sin embargo, el material Brazos presentó una baja incidencia de áfidos durante abril y junio de 2020, y octubre de 2021 (menor al 10 %). El resto del período de estudio, la incidencia fue cero, lo que sugiere que el material Brazos presenta cierto nivel de tolerancia a áfidos, posiblemente por ser un material obtenido genéticamente a partir de dos híbridos de alta calidad, lo que le ha conferido características excepcionales como tolerancia a algunos insectos plagas (Iza *et al.*, 2020).

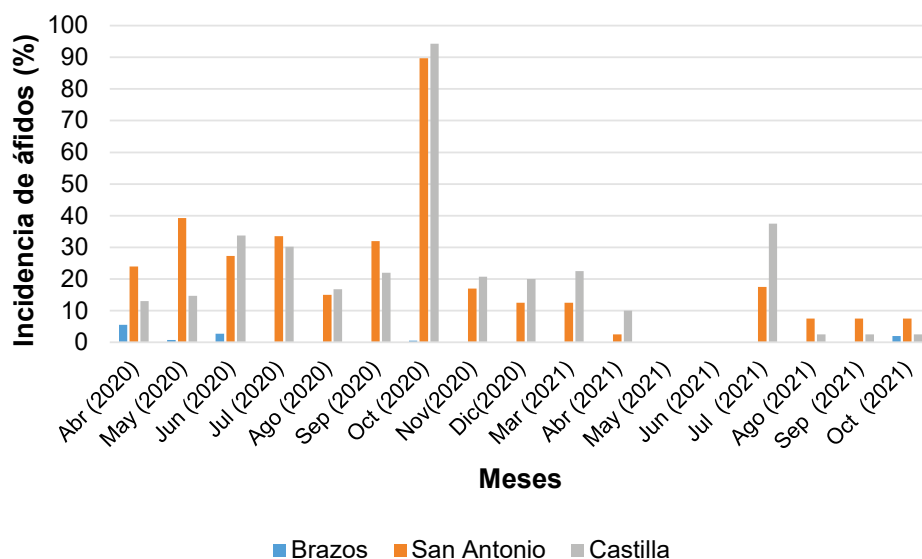


Figura 43. Incidencia de áfidos en los tres materiales de mora cultivadas en la parcela demostrativa
Fuente: elaboración propia.



En agosto de 2020, el porcentaje de incidencia en los materiales San Antonio y Castilla sin espinas mostró una reducción, alcanzando valores de 15 % y 17 %, respectivamente. Posteriormente, se presentó un leve incremento en la afectación, con un pico máximo en el mes de octubre referido anteriormente. Este aumento decreció nuevamente en el mes de noviembre, en el que se alcanzaron porcentajes de daño por áfidos de 17 % para San Antonio y 21 % para Castilla sin espina. La disminución en el porcentaje de incidencia de áfidos en los materiales se atribuyó al control con las biotrapas implementadas en el cultivo.

En la tabla 18 se muestran los meses en los que la incidencia por áfidos fue baja (menor al 25 %), media (entre el 25 y el 29 %) y alta (mayor al 29 %) para los tres materiales de mora evaluados.

Tabla 18. Escala de incidencia de áfidos en los tres materiales del cultivo de mora

Material	Incidencia baja	Incidencia media	Incidencia alta
Brazos	Abril 2020 Mayo 2020 Junio 202 Octubre 2020 Octubre 2021	—	—
San Antonio	Abril 2020 Agosto 2020 Noviembre 2020 Diciembre 2020 Marzo 2021 Abril 2021 Julio 2021 Agosto 2021 Septiembre 2021 Octubre 2021	Junio 2020	Mayo 2020 Julio 2020 Septiembre 2020 Octubre 2020
Castilla sin espinas	Abril 2020 Mayo 2020 Agosto 2020 Septiembre 2020 Noviembre 2020 Diciembre 2020 Marzo 2021 Abril 2021 Agosto 2021 Septiembre 2021 Octubre 2021	—	Junio 2020 Julio 2020 Octubre 2020 Octubre de 2021

Fuente: elaboración propia.

Para el manejo de áfidos en la parcela demostrativa de mora, se realizó también la aplicación de biopreparados a base de ajo y ají, y se dispusieron en el cultivo biotrapas azules y amarillas.



Los análisis estadísticos mostraron un efecto significativo de la incidencia de los áfidos sobre los materiales evaluados. Por lo que fue necesario realizar una prueba post-anova de Tukey, cuyos resultados mostraron que el material Brazos presentó la menor incidencia registrada (menor al 5 %), siendo estadísticamente diferente a los materiales Castilla sin espina y San Antonio, los cuales no mostraron una diferencia estadística significativa (ver figura 44).

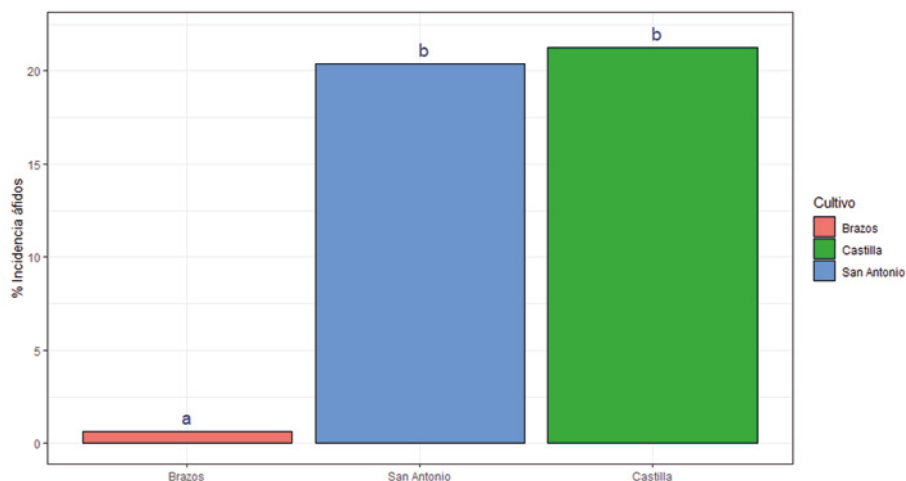


Figura 44. Agrupamiento de Tukey–incidencia de áfidos
Fuente: elaboración propia.

Otros insectos encontrados en la parcela

Adicionalmente, los muestreos de plagas permitieron observar larvas de sírfidos (*Syrphidae*), los cuales son biocontroladores de áfidos en ecosistemas naturales y agroecosistemas. Así mismo, se confirmó la presencia de ácaros del género *Tetranychus* spp. (*Tetranychus urticae* y *Tetranychus cinnabarinus*), los cuales se presentaron con mayor incidencia en el material Brazos, por lo que se aplicó Vertimec 1.8 EC, cuyo ingrediente activo es la abamectina, a razón de 20cm³/20L de agua. También se encontraron trips (*Frankliniella* sp.).

En la tabla 19 se muestran los datos de incidencia y severidad de las plagas encontradas en la parcela demostrativa de mora relacionados anteriormente, discriminados por material.

Tabla 19. Resultados del monitoreo de plagas desarrollado en la parcela demostrativa de mora

Mes	Trips (<i>Frankliniella</i> sp.)						<i>Tetranychus urticae</i> y <i>Tetranychus cinnabarinus</i>					
	Incidencia			Severidad			Incidencia			Severidad		
	San Antonio	Brazos	Castilla sin espina	San Antonio	Brazos	Castilla sin espina	San Antonio	Brazos	Castilla sin espina	San Antonio	Brazos	Castilla sin espina
Febrero 2021	45	12,5	22,5	12,5	10	12,5	32,5	47,5	30	15	17,5	15
Marzo 2021	35	17,5	20	7,25	7,25	7,25	27,5	47,5	25	11	14,5	11



Abril 2021	5	12,5	7,5	0,75	1,75	1	44	54	42	8,2	11,8	10,8
Mayo 2021	5	12,5	7,5	0,75	1,75	1	25	40	25	5	7,75	3,17
Junio 2021	7,5	10	12,5	1,75	2	2	17,5	40	20	2,25	7,25	3,5
Julio 2021	12	6	8	2	1,6	1,4	28	42	32	4,4	7,2	6,6
Agosto 2021	7,5	2,5	2,5	5	0,25	4,5	32,5	25	17,5	4,5	3,5	2,5
Septiembre 2021	0	0	0	0	0	0	15	22	20	1	5	1
Octubre 2021	0	0	0	0	0	0	16	25	37	1	2	2

Fuente: elaboración propia.

Monitoreo y manejo de enfermedades

Monitoreo de mildew polvoso

Los resultados del laboratorio de Sanidad y Microbiología Agrícola de la Universidad Nacional, sede Palmira, arrojaron que el patógeno encontrado correspondía al género *Oidium* sp. La incidencia de *Oidium* sp. fue mayor en el material Castilla sin espinas, que alcanzó una máxima incidencia del 94,25 % en octubre de 2020; seguido por el material San Antonio, con una incidencia máxima del 89,75 % para el mismo período. En contraste, el material con menor afectación del patógeno fue Brazos, que presentó una incidencia inferior al 20 % durante todos los meses evaluados (ver figura 45).

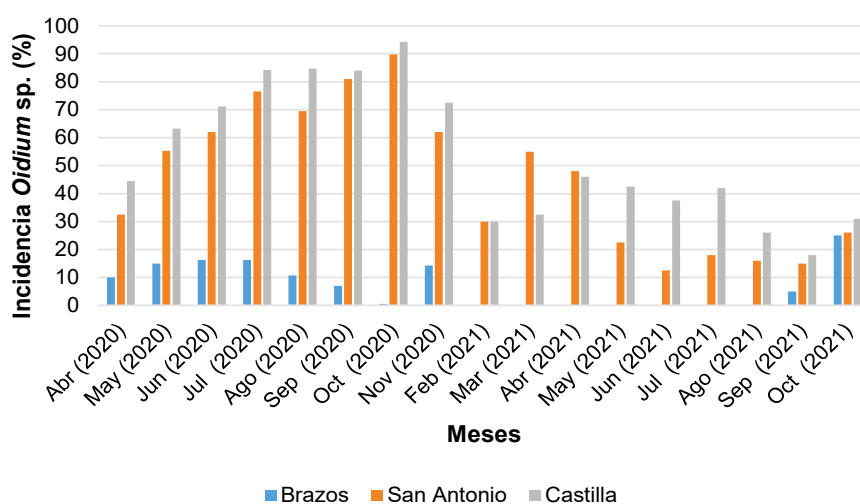


Figura 45. Porcentaje de incidencia de *Oidium* sp. en los tres materiales de mora

Fuente: elaboración propia.



En la tabla 20 se muestran los meses en los que la incidencia por *Oidium* sp fue baja (menor al 25 %), media (entre el 25 y el 29 %) y alta (mayor al 29 %) para los tres materiales de mora evaluados.

Tabla 20. Escala de incidencia de *Oidium* sp en los tres materiales del cultivo de mora

Material	Incidencia baja	Incidencia media	Incidencia alta
Brazos	Todo el período reportado	—	—
San Antonio	Mayo 2021 Septiembre 2021	Octubre de 2021	Entre abril 2020 y abril 2021
Castilla sin espinas	Septiembre 2021	Agosto 2021 Octubre 2021	Entre abril 2020 y julio 2021

Fuente: elaboración propia.

Los análisis de varianza del porcentaje de incidencia de *Oidium* sp. mostraron diferencias significativas entre la afectación por material, siendo menor la incidencia en Brazos en comparación con los materiales San Antonio y Castilla sin espina, que no mostraron diferencias entre sí (figura 46).

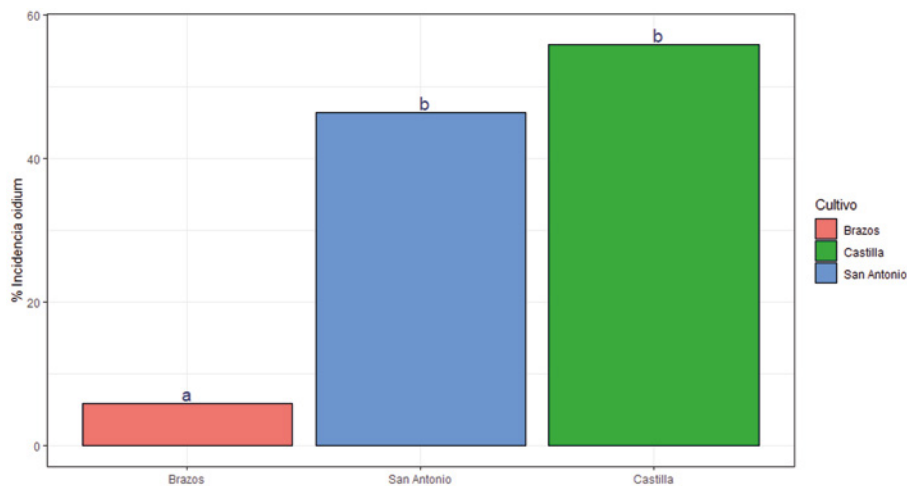


Figura 46. Agrupamiento de Tukey–incidencia de *Oidium* sp.

Fuente: elaboración propia.

La severidad de *Oidium* sp. en el material Castilla sin espina y San Antonio alcanzó un valor máximo de 15 % en los meses de febrero y marzo de 2021, respectivamente, siendo el valor más alto registrado para todos los materiales analizados. La severidad en Brazos fue menor al 5 % durante los meses evaluados, mostrando la menor afectación por *Oidium* sp. (ver figura 47).

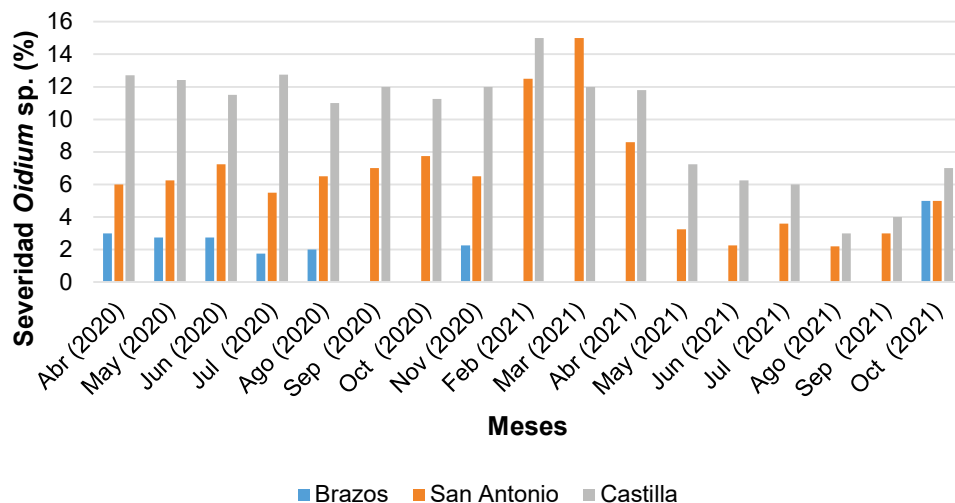


Figura 47. Severidad de *Oidium* sp. promedio para cada uno de los materiales de mora de la parcela demostrativa

Fuente: elaboración propia.

En consecuencia, en los materiales San Antonio y Castilla sin espinas la severidad es considerada como media (entre el 5 % y el 20 %), siendo mayor en Castilla sin espina. El caso contrario se presenta en el material Brazos, en el que la severidad es considerada baja (menor al 5 %).

Los análisis estadísticos demostraron que el porcentaje de severidad de *Oidium* sp. tuvo un efecto significativo en los tres materiales. Brazos fue el material más tolerante, seguido por San Antonio y, finalmente, Castilla sin espina, que fue el material más susceptible (ver figura 48).

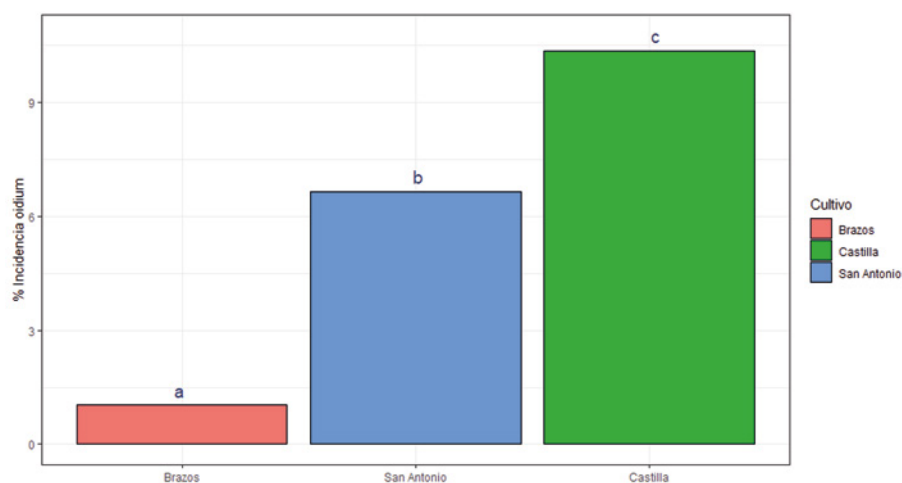


Figura 48. Severidad de *Oidium* sp.–agrupamiento de Tukey

Fuente: elaboración propia.



Debido a las afectaciones por *Oidium* sp. en las plantas de los diferentes materiales de mora, se dio un manejo a la enfermedad mediante aplicaciones semanales de Score 250 EC (Difenoconazol), Elosal (Azufre) y Timorex Gold (Terpinen-4-ol y γ -terpineno). Adicionalmente, como práctica cultural, se realizó la poda sanitaria, cortando ramas secas, viejas y hojas afectadas, que fueron depositadas en una fosa para prevenir la diseminación de la enfermedad.

Monitoreo de otras enfermedades

En la tabla 21 se presenta el registro del monitoreo de las enfermedades que afectaron el cultivo de mora en la parcela demostrativa, se puede observar que la incidencia y severidad de Mildew velloso fue mayor en Castilla sin espina y San Antonio, y menor en el material Brazos. No obstante, los análisis estadísticos no mostraron diferencias significativas. En contraste, la incidencia y la severidad de antracnosis fue mayor en el material Brazos (90 % y 55 %, respectivamente), pero tampoco se observaron diferencias estadísticas. Finalmente, la afectación por moho gris no fue tan alta en los materiales evaluados (menor al 25 %, excepto en Brazos en septiembre de 2021) y se evidencian porcentajes de incidencia y severidad bajos, principalmente en Brazos, demostrando la tolerancia de este material a algunas enfermedades.

Tabla 21. Monitoreo de enfermedades para los tres materiales en la parcela demostrativa de mora

Mes	Mildew velloso					
	Incidencia			Severidad		
	Brazos	San Antonio	Castilla sin espina	Brazos	San Antonio	Castilla sin espina
Febrero 2021	20	30	35	10	20	22,5
Marzo 2021	15	33,75	15	5,5	22,75	5,5
Abril 2021	20	30	35	10	20	22,5
Mayo 2021	0	7,5	27,5	0	1,5	6,5
Junio 2021	0	12,5	27,5	0	2,5	4,25
Julio 2021	0	16	28	0	3	5
Agosto 2021	0	17,5	30	0	3	3,25
Septiembre 2021	1	20	18	0	2	0
Octubre 2021	0	48	28	0	15	3



Mes	Antracnosis					
	Incidencia			Severidad		
	Brazos	San Antonio	Castilla sin espina	Brazos	San Antonio	Castilla sin espina
Febrero 2021	90	65	42,5	55	15	15
Marzo 2021	80	55	80	28,5	15	28,5
Abril 2021	90	65	42,5	55	15	15
Mayo 2021	52,5	40	55	7,75	8,25	11,25
Junio 2021	57,5	25	45	8	5,25	8,5
Julio 2021	62	40	52	8,2	7,2	9
Agosto 2021	67,5	27,5	37,5	31	3,5	4,5
Septiembre 2021	4	15	18	0	1	0
Octubre 2021	49	56	58	6	15	12
Mes	Moho gris					
	Incidencia			Severidad		
	Brazos	San Antonio	Castilla sin espina	Brazos	San Antonio	Castilla sin espina
Febrero 2021	0	7,5	5	0	10	5
Marzo 2021	0	2,5	0	0	5	0
Abril 2021	0	7,5	5	0	10	5
Mayo 2021	0	5	22,5	0	0,75	4
Junio 2021	57,5	25	45	8	5,25	8,5
Julio 2021	0	10	8	0	2	1,6
Agosto 2021	0	12,5	15	0	1,25	1,5
Septiembre 2021	1	20	14	0	2	1,5
Octubre 2021	0	0	0	0	0	0



A partir de los resultados obtenidos, se puede concluir que el material más susceptible al ataque de plagas y enfermedades es Castilla sin espinas, seguido por San Antonio. Por lo tanto, se debe tener un manejo adecuado para evitar estas afectaciones en ambos cultivos. Brazos fue el caso contrario, pues fue el cultivo que presentó mayor tolerancia al ataque de enfermedades y plagas.

3.5 Conclusiones

En la parcela demostrativa de mora ubicada en el corregimiento La Carbonera del municipio de Pradera, se instalaron ocho macro túneles como innovación tecnológica, con el fin de evaluar el cultivo de mora bajo condiciones controladas. Adicionalmente, se instalaron sensores que permitieron evaluar las condiciones edafoclimáticas correlacionadas con el crecimiento, desarrollo y producción del cultivo en concordancia con las tecnologías implementadas.

En la parcela demostrativa de mora se establecieron tres materiales (San Antonio, Brazos y Castilla sin espina), de los cuales se obtuvo una producción representativa. No obstante, durante el período 2020 el material San Antonio obtuvo una producción por encima de los otros dos materiales, mientras que durante el período 2021 el material que presentó una producción superior fue Castilla sin espina, seguido por San Antonio y Brazos.

En cuanto al rendimiento mensual del cultivo, para los tres materiales fue superior a 3 t/ha. El material Brazos mantuvo un rendimiento constante durante todo el período evaluado, mientras que los materiales Castilla sin espina y San Antonio mostraron dos picos: en marzo y agosto-septiembre de 2021, en los cuales el rendimiento fue mayor. Durante el transcurso de la investigación, se destacó Castilla sin espina por obtener rendimientos superiores respecto a los otros dos materiales.

En cuanto a calidad del fruto, el material Castilla sin espina presentó un promedio de grados Brix mayor con relación a San Antonio y Brazos. El fruto de Brazos presentó el menor contenido de azúcares.

La incidencia de áfidos en los cultivos de mora bajo condiciones de macro túneles fue mayor en los materiales San Antonio y Castilla sin espina. En contraste, la afectación por áfidos en el material Brazos fue muy baja, debido a su tolerancia a algunas plagas.

La incidencia de *Oidium* sp. y de otras enfermedades fue mayor en Castilla sin espina, lo que demuestra la susceptibilidad de este material, seguida por San Antonio, que también mostró una alta afectación por enfermedades, específicamente por *Oidium* sp.. Por otra parte, Brazos presentó una mínima afectación, ratificando su tolerancia genética a enfermedades.



Mediante esta investigación, la comunidad morera de la zona de ladera del municipio de Pradera tuvo la oportunidad de conocer las tecnologías innovadoras: macro túneles, sistema de riego por goteo y estación meteorológica, lo cual permitió que los agricultores ampliaran y fortalecieran su conocimiento técnico en el cultivo de mora.

4. ACOMPAÑAMIENTO TECNOLÓGICO A LOS PRODUCTORES DURANTE EL DESARROLLO DE LAS PARCELAS DEMOSTRATIVAS

4.1 Introducción

El Valle del Cauca es uno de los departamentos con mayor producción frutícola y agroindustrial. Gracias a la inversión pública y privada, el sector ha mostrado un crecimiento favorable en los últimos años, contribuyendo significativamente al desarrollo económico de la región (CIAT, 2021a; Invest Pacific, 2018). El cultivo de mora es de gran importancia económica para las familias campesinas en el departamento y es un cultivo que involucra directamente al núcleo familiar en todas las labores agrícolas de producción (CIAT, 2021a).

No obstante, los cultivadores de mora del Valle del Cauca no cuentan con la suficiente asistencia técnica calificada y carecen de estrategias acertadas para la transferencia de tecnologías en relación con el manejo del cultivo, por lo que su competitividad se ve afectada (CIAT, 2021a). De este modo, únicamente cerca el 30 % de las unidades productivas de mora en el Valle del Cauca ha recibido algún tipo de asesoría o asistencia técnica para su cultivo (CIAT, 2021b).

En consecuencia, las limitaciones afectan el rendimiento del cultivo de mora, entre ellas las prácticas inadecuadas en la multiplicación de las plántulas mediante métodos de propagación vegetativa. Estos métodos, aunque son considerados los más económicos, rápidos y seguros, y que además permiten conservar las características más sobresalientes de la planta madre (Ayala *et al.*, 2016), cuando no se realiza una adecuada selección de plantas madres con rasgos sobresalientes y en ausencia de medidas fitosanitarias pertinentes conllevan a la diseminación de plagas y enfermedades.

Por lo tanto, dentro de las actividades propuestas en el proyecto “Incremento de la competitividad sostenible en la agricultura de ladera en todo el departamento, Valle del Cauca, Occidente” se realizó el acompañamiento técnico continuo por parte de profesionales de la Universidad Nacional de Colombia, sede Palmira, y asesores externos de la empresa Scientia Colombia S.A.S. a los productores de mora involucrados en el desarrollo de las parcelas demostrativas de mora. Además, con las asociaciones de cultivadores de mora se realizó la implementación de viveros comunitarios para la producción de semilla vegetativa



de alta calidad a partir de plantas madres con características destacadas y con las medidas fitosanitarias adecuadas para el cultivo de mora.

En este capítulo, se muestran los datos correspondientes al acompañamiento tecnológico durante el desarrollo de las parcelas demostrativas de mora, así como los detalles del establecimiento de los viveros comunitarios en los municipios de Pradera, Buga y Guacarí, junto con las Asociaciones Fundecar, Asovisa, Aprofrum y Frutymat.

4.2 Objetivos

- Brindar acompañamiento técnico a los productores de mora de las zonas de ladera del Valle del Cauca.
- Promover la producción de semilla vegetativa de alta calidad en los viveros comunitarios que conlleve al incremento de las áreas productivas en la región.
- Fortalecer cuatro asociaciones de agricultores de mora en la apropiación de la producción del material de siembra con estándares de calidad.

4.3 Metodología

4.3.1 Acompañamiento durante el establecimiento de las parcelas demostrativas

El desarrollo de la parcela demostrativa de mora en la finca San Marcos, de propiedad del señor Osvaldo Gutiérrez, recibió el acompañamiento técnico del equipo de profesionales de la Universidad Nacional de Colombia, sede Palmira, y la asistencia por parte del equipo de ingenieros y técnicos de la empresa Scientia Colombia S.A.S. El equipo de la Universidad Nacional acompañó todo el proceso desde la selección de la zona y el productor hasta el establecimiento y seguimiento de la parcela demostrativa. El equipo técnico de Scientia estuvo involucrado principalmente en la implementación de los macro túneles.

4.3.2 Implementación de viveros comunitarios

Como estrategia de acompañamiento técnico en el cultivo de mora en el departamento del Valle del Cauca, se implementaron viveros comunitarios con la cooperación de los productores de cuatro asociaciones de productores de mora de la zona: Fundecar, Asovisa, Aprofrum y Frutymat.

Los viveros comunitarios constituyen una estrategia de fomento para el establecimiento de nuevas áreas en zonas óptimas para la producción de mora de Castilla, así mismo



permiten obtener una semilla de alta calidad genética, fisiológica y fitosanitaria, evitando la diseminación de plagas y enfermedades en los cultivos futuros.

Localización de los viveros comunitarios

Para la construcción de los viveros comunitarios se seleccionaron cinco sitios productores de mora, ubicados en zona de ladera del Valle del Cauca. La selección de cada lugar se realizó junto con los productores de mora de la región, teniendo en cuenta la oferta agroecológica de la zona, las condiciones socioeconómicas y el contexto de asociatividad y gremialidad de los productores, tal como fue establecido en la descripción del proyecto en el capítulo 2.

Diseño de los viveros comunitarios

Las dimensiones que se establecieron para los viveros comunitarios fueron: un área aproximada de 64m² (8m de ancho x 8m de largo) y una altura comprendida entre 1,80m y 3,50m. Adicionalmente, se propuso dividir el área en cuatro secciones, cada una de 16 m², con las siguientes funciones: 1) almacenamiento y preparación de sustratos, 2) sección de embolsado y llenado de bandejas con sus respectivos tratamientos, 3) sección de germinadores, enraizadores y semilleros; y 4) sección de almácigos y desarrollo de plántulas.

Construcción de los viveros comunitarios

La construcción de los viveros comunitarios contó con la participación de los productores de mora de las asociaciones Fundecar, Asovisa, Aprofrum y Frutymat, y sus familias, quienes se encargaron además de los procesos de producción, mantenimiento, distribución, educación y transferencia del conocimiento mediante técnicas de extensión aprender-haciendo con demostraciones de método humanizado. La construcción de los viveros comunitarios se llevó a cabo en cinco etapas.

Etapas 1: acompañamiento técnico

La construcción de los viveros comunitarios inició en 2018. Esta actividad se llevó a cabo mediante convites comunitarios, involucrando a las asociaciones Fundecar, Asovisa, Aprofrum y Frutymat, así como a los productores de mora de la región y sus familias.

Etapas 2: adquisición de insumos

Para la construcción de los viveros comunitarios, se adquirieron los equipos, materiales e insumos que se detallan en la tabla 22, los cuales fueron entregados a los líderes comunitarios de cada región.



Tabla 22. Equipos, materiales e insumos para la construcción de los viveros comunitarios

Ítem	Descripción
Equipos	Data logger
	Pluviómetro inalámbrico
	Termo higrómetro
Materiales e insumos	Guadua de 5 m
	Tubos de PVC ½ x 6m
	Carretilla Buggy
	Bandeja hortalicera de 55 cm x 75 cm x 13,5 cm
	Fibra de coco (10 kg)
	Aserrín pino patula (10 kg)
	Cascarilla de arroz quemada (10 kg)
	Cascarilla de arroz (10 kg)
	Ceniza de cascarilla de arroz (10 kg)
	Ladrillo molido (10 kg)
	Compostaje orgánico (30 kg)
	Arcilla volcánica- Akadama (5 kg)
	Humus de lombriz (50 kg)
	Piedra pomex (20 kg)
	Tricho D (300 g)
	Hormonagro (100 g)
	Microorganismos eficaces (EM) (4 L)
	Bacthon
	Micosplag
	Plástico de invernadero transparente calibre 6 de 5 m de ancho
	Malla gallinero (rollo)
	Alambre dulce (kg)
	Alambre calibre 12 (kg)
	Puntillas de 3" (kg)
	Grapas
	Tensores para cerca eléctrica
	Alambre de púa calibre 12
	Polisombra del 70 %
	Grapadora industrial
	Plástico negro calibre 6
	Tanque plástico 500 L
	Canecas de tapa hermética (50 L)
Regadoras	
Canastillas plásticas grandes (20 kg)	



Ítem	Descripción
Materiales e insumos	Canastillas plásticas pequeñas para mora (20 kg)
	Bisturí industrial
	Navajas injertadoras
	Gramera electrónica
	Extensión cable eléctrico de 50 m
	Palines
	Baldes plásticos
	Mesa plegable plástica
	Manguera de alta presión (30 m)
	Temporizador riego automático
	Manguera para riego ½"
	Bombas aspersoras (5 L)
	Aspersor riego
	Tijeras podadoras (ARS)

Fuente: elaboración propia.

Etapa 3: construcción de la infraestructura

Para el proceso de construcción de los viveros comunitarios, se realizaron jornadas de trabajo quincenales con convites comunitarios, con la participación de la mano de obra local, para lo cual se nombró un líder por vivero con el objetivo de que coordinara las respectivas labores.

Etapa 4: preparación de mesas, sustratos y selección del huerto clonal

Una vez construidos los viveros se procedió a la adecuación interna, que consistió en la preparación y construcción de las mesas, en las que se ubicaron los germinadores, enraizadores y semilleros. Adicionalmente, se reconocieron y se prepararon los sustratos para la siembra de los esquejes con materiales de la zona. Así mismo, se llevó a cabo la selección del huerto clonal para la replicación del material vegetal. El material vegetal seleccionado para la propagación en todos los viveros comunitarios fue Castilla sin espina.

Etapa 5: siembra y evaluación de la germinación

Se extrajeron las semillas asexuales o esquejes de los huertos clonales, posteriormente, se desinfectaron con un fungicida a base de extracto *Melaleuca alternifolia* (Myrtales: Myrtaceae) (ver figura 49A). Posteriormente, los agricultores sembraron de forma colectiva (mediante los convites) los esquejes en un sustrato preparado que consistía en una mezcla de cascarilla de arroz quemada, aserrín de madera, lombricompost y cascarilla de arroz (ver figura 49B). Finalmente, se realizó una evaluación del porcentaje de germinación de las semillas sembradas.



Figura 49. Proceso de siembra en los viveros comunitarios. A. Desinfección de los esquejes de mora procedentes del huerto clonal. B. Participación de los agricultores en la siembra en el sustrato preparado
Fuente: elaboración propia. Fotografías: J. Guerrero (2021).

Etapas 6: siembra en campo y distribución de plántulas entre asociados

Finalmente, se propuso que la semilla producida en los viveros comunitarios se distribuyera al interior de la comunidad local que participó en toda la gestión de producción, para su posterior siembra en el campo.

4.4 Resultados y discusión

4.4.1 Acompañamiento durante el establecimiento de las parcelas demostrativas

El acompañamiento al desarrollo de la parcela demostrativa y a la implementación de la tecnología de macro túneles por parte del equipo de la Universidad Nacional, sede Palmira, y de Scientia Colombia S.A.S. se realizó como se muestra en la tabla 23.

Tabla 23. Relación de profesionales que han realizado el acompañamiento en tecnología a los productores durante el desarrollo de la parcela demostrativa

Nombre	Profesión	Entidad	Actividades de acompañamiento	Año
Florencia Satizabal	Ingeniera agrónoma	Universidad Nacional de Colombia, sede Palmira.	Acercamiento a los productores de mora interesados en el establecimiento de las parcelas demostrativas y socialización del proyecto.	2018



Nombre	Profesión	Entidad	Actividades de acompañamiento	Año
Milton Najar y equipo técnico	Ingeniero agrónomo	Scientia Colombia S.A.S	Establecimiento de la tecnología de macro túneles en la parcela demostrativa de mora.	2018 2019
Jesús Zuleta y equipo técnico	Ingeniero agrónomo	Scientia Colombia S.A.S	Establecimiento de Macro túneles y sistema de fertiriego en la parcela demostrativa de mora.	2018
Pedro Zapata	Ingeniero agrónomo Asesor	Universidad Nacional de Colombia, sede Palmira	Coordinación, supervisión y seguimiento a las actividades de la parcela demostrativa de mora.	2019 2020
J. Guerrero	Ingeniera agrónoma	Universidad Nacional de Colombia, sede Palmira	Logística y actividades administrativas de la parcela, establecimiento del cultivo, elaboración de reportes e informes técnicos.	2019 2020 2021
Daira Cuaran	Ingeniera agrónoma	Universidad Nacional de Colombia, sede Palmira	Prácticas de manejo de la parcela, monitoreo y manejo de plagas y enfermedades, y fertilización.	2019 2020
Jaime Cárdenas	Ingeniero agrónomo	Universidad Nacional de Colombia, sede Palmira	Prácticas de manejo de la parcela, monitoreo y manejo de plagas y enfermedades, y fertilización.	2021

Fuente: elaboración propia.

Además, los técnicos Fernando Miranda y Nicolás Mora de Scientia complementaron sus actividades con dos capacitaciones orientadas a operar el sistema de riego y con la instalación del tensiómetro ubicado en el lote A de la parcela demostrativa (ver figura 50).



Figura 50. Capacitación frente al funcionamiento del sistema eléctrico del sistema de riego
Fuente: elaboración propia. Fotografías: J. Guerrero (2019).



Adicionalmente, profesionales de la Universidad Nacional de Colombia, sede Palmira, realizaron visitas mensuales a la parcela demostrativa de mora y al agricultor, con el fin de dar cumplimiento a las actividades propuestas, brindando, así, asistencia técnica en campo (ver tabla 24).

Tabla 24. Actividades desarrolladas en las visitas a la parcela demostrativa

Año	N.º asistentes	Actividades desarrolladas
2018	No hay registro	Acercamiento con productores de mora interesados en desarrollar actividades en parcelas demostrativas.
		Levantamiento topográfico de la parcela y adecuación del suelo.
		Socialización del proyecto y definición de la implementación de macro túneles en la parcela demostrativa de mora.
		Establecimiento de la tecnología de macro túneles en la parcela demostrativa de mora.
2019	234	Diagnóstico del estado de arte de la obra.
		Identificación de los requerimientos de materiales y evaluación de distribución para la construcción de los macro túneles.
		Seguimiento al establecimiento de los macro túneles por parte de la empresa Scientia Colombia S.A.S.
		Trazado del cultivo de mora.
		Capacitación teórico práctica en el tutorado del cultivo de mora de Castilla, ventajas y métodos de construcción en el lote.
		Coordinación del transporte de la materia orgánica e insumos para la siembra de las plántulas de mora.
		Siembra y seguimiento de las plántulas de mora.
		Revisión del sistema de riego y fertiriego. Trasplante de la semilla de mora al sitio definitivo y seguimiento al estado y funcionamiento de la infraestructura y el equipo de riego.
		Acompañamiento al agricultor en la aplicación de nutrientes por fertirrigación.
		Manejo de labores del cultivo, nutrición y control de plagas y enfermedades.
Calibración de equipos de riego y monitoreo de plagas en el cultivo de mora.		



Año	N.º asistentes	Actividades desarrolladas
2020	287	Evaluación y coordinación del establecimiento de las parcelas de macro túneles y sus respectivos testigos.
		Identificación del desarrollo de las parcelas y seguimiento y evaluación del estado de la parcela testigo de mora.
		Monitoreo de labores del cultivo, nutrición y control de plagas y enfermedades. Fertilización con productos orgánicos.
		Mantenimiento de los lotes del cultivo realizando deshierbe.
		Capacitación sistema de riego por parte de la empresa Scientia SAS.
		Recolección de muestras foliares y de suelo.
		Seguimiento a la parcela demostrativa de mora por parte de la dirección del proyecto.
		Entrega de materiales para realizar el tutorado de mora.
		Labores de tutorado del cultivo de mora.
		Fertilización con algas marinas en los tres cultivares de mora.
		Monitoreo de plagas y enfermedades, deshierbe de calles y plateo cultivar Brazos, y desarrollo de calicata para residuos vegetales macro túnel 1, variedad San Antonio.
		Desarrollo de poda de formación en los tres materiales de mora, aclareo de hojas y toma de datos reproductivos en los cultivares San Antonio, Brazos y Castilla.
		Instalación de estación meteorológica.
		Siembra de ocho plantas de Brazos en campo abierto, siembra de plantas medicinales y riego de las plantas por aspersión.
		Asistencia técnica al agricultor y actividades de plateo de plantas y aporque.
Realización de cosecha de los tres cultivares de mora: Brazos, San Antonio y Castilla, toma de datos y pesajes de fruto.		

Continúa



Año	N.º asistentes	Actividades desarrolladas
2021	107	Toma de muestra de fruta fresca de mora, revisión y monitoreo de los cultivos y vivero.
		Calibración de equipos de fumigación y control fitosanitario.
		Recorridos por el cultivo de mora y control de plagas y enfermedades.
		Fertilización edáfico-químico-orgánica, a razón de 130 gramos en cada planta.
		Ajustes en labores culturales como arreglo del área del plato, control de arvenses, riego y nutrición.
		Ubicación del letrero en la parte externa de los macro túneles.
		Revisión de la terminación del riego y nutrición, limpieza del área del plato y germinación de estacas bajo proliferación de raíces, dando buen manejo al riego y arvenses.
		Toma de datos climáticos (temperatura) en fruta de mora para los materiales (Brix – tamaños). Monitoreo general del cultivo.
		Cosecha y pesaje de mora. Toma de datos.
		Podas fitosanitarias y de formación.
		Socialización de avances técnicos por parte de la Universidad Nacional de Colombia, sede Palmira, con productores. Visita técnica al cultivo de mora.
		Recorrido general de los macro túneles.
		Control de arvenses y monitoreo general de las parcelas.
		Socialización de problemas con hongos en el cultivo. Toma de muestra para análisis.
		Reunión con directivos de la asociación Fundecar para revisar dificultades que están teniendo lugar en el proyecto. Se buscaron alternativas para fomentar la participación de algunos productores. Se ejecutó control fitosanitario en los tres materiales.
Visita a la parcela del productor.		
Seminario sobre el cultivo de mora. Control Social. Evaluación de trazas de plaguicidas.		
Enfermedades en el cultivo de mora. Evaluación de métodos no convencionales de manejo de <i>botrytis</i> .		

Fuente: elaboración propia.



4.4.2 Implementación de viveros comunitarios

Localización de los viveros comunitarios

Los viveros comunitarios se localizaron en los municipios de Pradera, Buga y Guacarí. En el municipio de Pradera, se establecieron tres viveros en los corregimientos de La Carbonera, El Nogal y El Retiro, beneficiando a las asociaciones Fundecar y Asovisa. En el municipio de Buga se implementó un vivero comunitario en el corregimiento Miraflores con la asociación Aprofurm. Finalmente, en el municipio de Guacarí se estableció el vivero comunitario en el corregimiento La Magdalena con la participación de la asociación Fruymat. A continuación, se detalla la localización de cada uno de los viveros comunitarios:

Vivero La Carbonera:

El vivero comunitario La Carbonera se localizó, junto con la parcela demostrativa de mora, en la propiedad del señor Osvaldo Gutiérrez. En la zona se cuenta con la presencia de dos asociaciones de productores de mora como entes dinamizadores liderando y canalizando los esfuerzos del proyecto en la región. Las características de la zona son:

Ubicación: corregimiento La Carbonera, finca San Marcos

Altura sobre el nivel del mar: 1925 m s.n.m

Número de asociados beneficiarios: 25

Asociaciones involucradas: Fundecar y Asovisa

Tiempo de establecimiento del vivero: 7 meses

Vivero El Nogal:

Localizado en el municipio de Pradera

Ubicación: corregimiento El Nogal, finca La Estrella.

Altura sobre el nivel del mar: 1670 m s.n.m.

Número de asociados beneficiarios: 15 moreros y 26 asociados

Asociaciones involucradas: Asovisa

Tiempo de establecimiento del vivero: 5 meses

Vivero El Retiro:

Localizado en el municipio de Pradera

Ubicación: corregimiento El Retiro, finca el Recreo.

Altura sobre el nivel del mar: 1891m s. n. m.

Número de asociados beneficiarios: 5

Asociaciones involucradas: se están conformando asociaciones por medio de la asistencia técnica brindada

Tiempo de establecimiento del vivero: 6 meses



Vivero Miraflores:

Localizado en el municipio de Buga, en donde la asociación de moreros presente en la zona lideró el proceso de emprendimiento para reactivar la cultura morera en la zona montañosa de Buga. El vivero se situó en el predio de propiedad del señor Luis Alfredo Prieto, como se describe a continuación:

Ubicación: corregimiento Miraflores,
Altura sobre el nivel del mar: de 1700 a 1800 m s.n.m.
Número de asociados beneficiarios: 32
Asociaciones involucradas: Aprofrum
Tiempo de establecimiento del vivero: 9 meses

Vivero La Magdalena:

Localizado en el municipio de Guacarí, en donde se encuentra la sede de una asociación de productores de mora con producciones semanales altas y con aproximadamente 24 hectáreas. El vivero estará localizado en predios del señor Carlos Valencia, con las siguientes características:

Ubicación: corregimiento La Magdalena, fincas Buenos Aires y El Mirador
Altura sobre el nivel del mar: 1900 y 2600 m s.n.m.
Número de asociados beneficiarios: 28
Asociaciones involucradas: Frutymat
Tiempo de establecimiento del vivero: 12 meses

Avances en la construcción de los viveros comunitarios

El establecimiento de los viveros comunitarios avanzó satisfactoriamente, por lo que se logró completar hasta la etapa 5 en todas las zonas de construcción de los mismos. A continuación, se detallan los avances en cada etapa.

Etapas 1: acompañamiento técnico

El acompañamiento técnico se realizó durante todo el proceso de establecimiento de los viveros comunitarios, proceso que se dio en presencia constante de la comunidad pues fueron llevadas a cabo invitaciones para participar a cada 15 días. Las principales actividades desarrolladas se detallan en la tabla 25.



Tabla 25. Actividades de acompañamiento en el establecimiento de los viveros comunitarios

Año	Actividades desarrolladas	
2018	Pradera	<ul style="list-style-type: none"> • Acercamiento a la comunidad mediante convites comunitarios, escuelas de campo en las diferentes prácticas de manejo agronómico del cultivo y establecimiento de viveros.
	Guacarí	<ul style="list-style-type: none"> • Acercamiento a la comunidad mediante convites comunitarios, escuelas de campo en las diferentes prácticas de manejo agronómico del cultivo y establecimiento de viveros.
	Bugá	<ul style="list-style-type: none"> • Acercamiento a la comunidad mediante convites comunitarios, escuelas de campo en las diferentes prácticas de manejo agronómico del cultivo y establecimiento de viveros.
2019	Pradera	<ul style="list-style-type: none"> • Selección y propagación de la semilla de la mora de Castilla. • Selección y preparación del lote. • Trasplante o siembra en el sitio definitivo. • Suelos, fertilización y nutrición. • Podas. • Coordinación del transporte de la materia orgánica e insumos para la siembra de las plántulas.
	Guacarí	<ul style="list-style-type: none"> • Convite construcción de vivero comunitario. • Preparación del material para las camas germinadoras y organización de los diferentes espacios del vivero. • Jornada de capacitación integrada en forma de convite para continuar la construcción de las camas para la germinación. • Capacitación teórico práctica de la construcción del sitio de multiplicación para el material vegetal de mora. • Continuación de la construcción de las camas soporte para las bandejas germinadoras y preparación de la madera para el encierro del vivero. • Jornada de capacitación y trabajo practico en la construcción del vivero comunitario. • Capacitación teórico práctica para la construcción del vivero pedagógico y didáctico para la producción de semillas. • Socialización de la importancia de semillas de alta calidad.
	Bugá	<ul style="list-style-type: none"> • Selección y preparación del lote. • Suelos, fertilización y nutrición.
2020	Pradera	<ul style="list-style-type: none"> • Confirmación del área de construcción y de la infraestructura necesaria para la multiplicación de semilla vegetal. • Coordinación y seguimiento a las actividades de adecuación del vivero comunitario. • Asistencia técnica y apoyo a la estructuración de los viveros del municipio de Pradera. • Convite plenario con agricultores de los diferentes sectores del municipio para compartir experiencias de cada uno en la construcción, funcionamiento y administración de los viveros.

Continúa



Año	Actividades desarrolladas	
2020	Pradera	<ul style="list-style-type: none"> • Recepción de insumos del vivero corregimiento La Carbonera. • Desarrollo reunión del vivero comunitario corregimiento La Carbonera. • Charla vivero La Carbonera, compromisos y responsabilidades frente a las actividades pactadas en el vivero. • Construcción vivero La Carbonera. • Entrega de insumos vivero El Nogal. • Desarrollo de actividades de convite, vivero comunitario y construcción de mesas. • Acompañamiento técnico a las actividades del vivero. • Charla técnica sobre la importancia de la fertilización en la mora.
	Buga	<ul style="list-style-type: none"> • Evaluación de la adecuación del vivero comunitario. • Realización de podas al banco de germoplasma. • Trabajo de fomento e instructivo de la siembra de mora. • Promoción de la siembra del cultivo de mora de Castilla a través de un ejercicio de emprendimiento con la asociación Aprofrum. • Visita de asistencia técnica al vivero y propuesta de ampliación de áreas de cultivo en el municipio. • Jornada de capacitación para incentivar la siembra de nuevas áreas del cultivo de mora de Castilla en el municipio. • Diseño y planificación del espacio adecuado para el invernadero con insumos y materiales.
	Guacarí	<ul style="list-style-type: none"> • Adecuación de suministro de agua en el vivero comunitario. • Trabajo de fomento e instructivo de la siembra de mora. • Coordinación y seguimiento a las actividades de adecuación del vivero comunitario. • Coordinación de la construcción de la biofábrica como complemento de materia prima para el vivero. • Socialización de los jóvenes investigadores y sus trabajos con las diferentes asociaciones.
2021	Pradera	<ul style="list-style-type: none"> • Seguimiento a la construcción del vivero La Carbonera. • Visita y seguimiento al avance del vivero El Nogal. • Capacitación y entrega de productos biológicos. • Realización de labores culturales en el vivero: ubicación de la cubierta plástica y preparación de sustratos para ubicar los esquejes. • Toma de muestra de mora, revisión y monitoreo del vivero. • Preparación de sustrato y llenado de bolsas, vivero La Carbonera. • Capacitaciones a los productores. • Reunión con comunidad en vivero de La Carbonera. • Seguimiento a esquejes del vivero. • Apoyo en la ubicación de guadas para el sostenimiento de la cubierta plástica. • Siembra de 1500 esquejes pregerminado.
	Buga	<ul style="list-style-type: none"> • Reconocimiento del estado del vivero tras diferentes eventos climáticos fuertes en la zona. • Reestructuración del vivero. • Establecimiento de camas de propagación. • Siembras y evaluación de los porcentajes de germinación.
	Guacarí	<ul style="list-style-type: none"> • Reconocimiento del estado del vivero tras diferentes eventos climáticos fuertes en la zona. • Reubicación y reestructuración del vivero. • Establecimiento de camas de propagación. • Siembras y evaluación de los porcentajes de germinación.

Fuente: elaboración propia.



Etapa 2: adquisición de insumos

Los insumos adquiridos para el establecimiento de los viveros comunitarios fueron entregados a los respectivos líderes comunitarios de cada zona, como se detalla en la tabla 26.

Tabla 26. Entrega de insumos para la construcción de los viveros comunitarios

Vivero	Fecha de recepción de los insumos	Persona que recibió
La Carbonera (figura 51)	Diciembre de 2020	Líder de convite Osvaldo Gutiérrez y agricultores Fundecar.
El Nogal (figura 52)	Diciembre de 2020	Marta Hurtado, lideresa del vivero El Nogal.
El Retiro	Septiembre de 2020	Ingeniero agrónomo Gersain, propietario del predio.
Miraflores	Septiembre de 2020	Agricultor Luis.
La Magdalena	Septiembre de 2020	Nubia Rodríguez, agricultora y lideresa de la asociación Frutymat.

Fuente: elaboración propia.



Figura 51. Entrega de los insumos para la construcción del vivero comunitario La Carbonera. A) Kit de herramientas; B) entrega del kit formalmente a los agricultores por parte del director del proyecto
Fuente: elaboración propia. Fotografías: J. Guerrero (2021).



Figura 52. Entrega de los insumos para la construcción del vivero El Nogal. A) Recepción de insumos y disposición de estos en el transporte para su despacho al corregimiento El Nogal; B) entrega de insumos a la lideresa Marta Hurtado

Fuente: elaboración propia. Fotografías: J. Guerrero y Daira Cuaran (2020).



Etapas 3 y 4: construcción de la infraestructura y preparación de mesas, sustratos y selección del huerto clonal

La construcción de la infraestructura y la adecuación de los viveros comunitarios se llevó a cabo mediante convites con las comunidades beneficiarias. Los avances en el proceso de cada vivero se presentan a continuación:

Vivero La Carbonera

A partir del mes de noviembre de 2020, se realizó el acompañamiento técnico a la comunidad del corregimiento de La Carbonera para desarrollar las actividades de construcción del vivero comunitario (figura 53), que incluyeron:

- Recorrido al huerto clonal y selección de plantas madre.
- Fertilización y planteo de plantas madre.
- Limpieza del huerto clonal y poda de renovación.
- Adecuación del vivero: instalación de malla tipo gallinero, disposición de polisombra y plástico tipo invernadero.
- Instalación del sistema de riego del vivero.
- Reconocimiento de los sustratos, mezclas y preparación.
- Llenado de camas y disposición de canastillas de propagación.

Vivero El Nogal

El acompañamiento técnico a la comunidad del corregimiento de El Nogal se realizó a partir de enero de 2021, las actividades incluyeron:

- Recorrido a fincas de asociados con cultivos de mora potenciales para la obtención de plantas madre.
- Adecuación del vivero: instalación del plástico, disposición de polisombra y desarrollo de camas de multiplicación vegetal.
- Instalación del sistema de riego del vivero.
- Reconocimiento de los sustratos, mezclas y preparación.
- Llenado de camas y disposición de canastillas de propagación.

Vivero El Retiro

En diciembre de 2020, se inició el acompañamiento técnico a la comunidad del corregimiento de El Retiro para desarrollar las actividades de construcción del vivero comunitario, que incluyeron:



- Recorrido a fincas de asociados con cultivos de mora potenciales para la obtención de plantas madre.
- Adecuación del vivero: instalación del plástico, disposición de polisombra y desarrollo de camas de multiplicación vegetal.
- Instalación del sistema de riego del vivero.
- Reconocimiento de los sustratos, mezclas y preparación.
- Llenado de camas y disposición de canastillas de propagación.

Nota: durante enero, febrero y marzo de 2021 este vivero se vio afectado por las altas precipitaciones presentadas en las zonas, por lo que fue necesario realizar reparaciones para su buen funcionamiento.

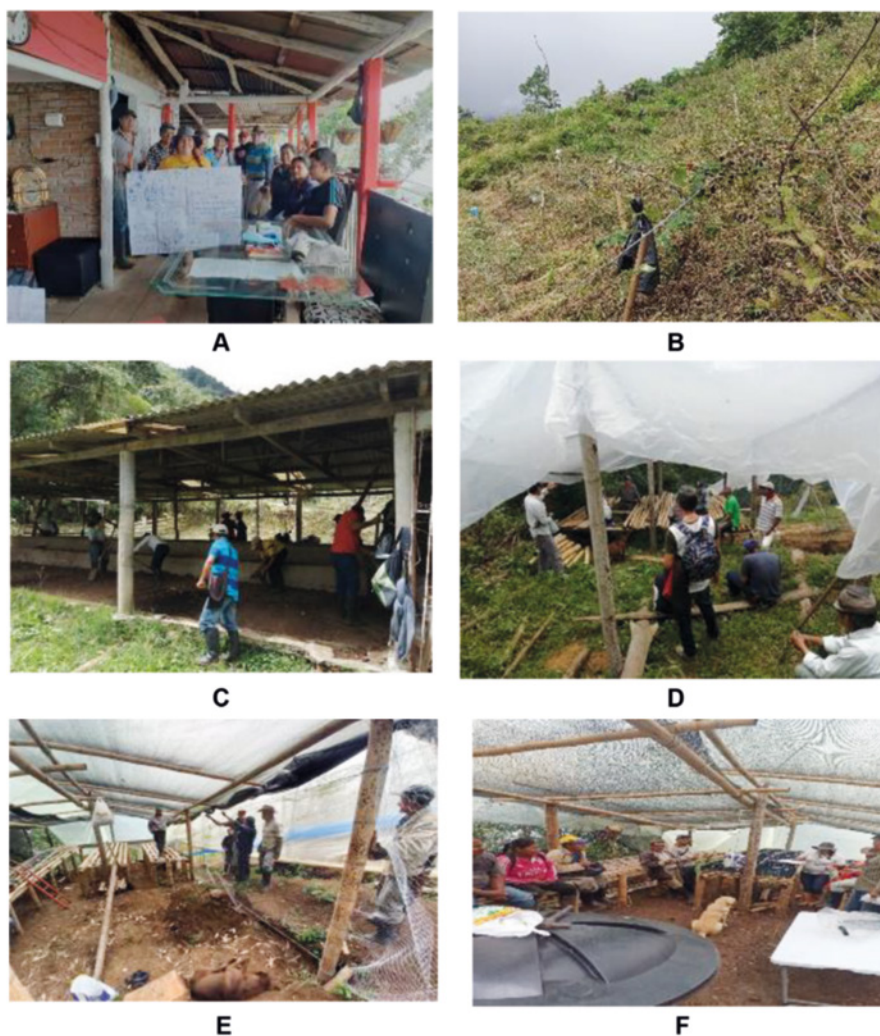


Figura 53. Construcción del vivero comunitario La Carbonera. A) Plan de trabajo; B) huerto clonal; C) adecuado y limpieza del sitio del vivero comunitario; D) convite para la nivelación del terreno y construcción de camas altas; E) disposición de la malla tipo gallinero. F) finalización de la construcción del vivero comunitario

Fuente: elaboración propia. Fotografías: D. Cuaran (2020).



Vivero Miraflores

La construcción y adecuación del vivero Miraflores inició en 2019. En primer lugar, se procedió tanto a la adecuación interna como la construcción de mesas para la colocación de germinadores, enraizadores y semilleros. Se construyó un invernadero integral con su sección de multiplicación, con recursos, mano de obra y materiales de la asociación Aprofrum, la comunidad y la Universidad Nacional de Colombia, sede Palmira. Adicionalmente, en el mismo predio se tiene el huerto clonal (figura 54).

Nota: al igual que en el vivero El Retiro, durante enero, febrero y marzo de 2021 el vivero se vio afectado por las altas precipitaciones, por lo que fueron necesarias diferentes reparaciones para su buen funcionamiento.



Figura 54. Construcción del vivero comunitario Miraflores. A) Área del vivero; B) socializando la labor de emprendimiento a través de la asociación Aprofrum
Fuente: elaboración propia. Fotografías: H. Vásquez (2019).

Vivero La Magdalena

La construcción del vivero La Magdalena inició en 2019. Las actividades que se llevaron a cabo para su instalación fueron:

- Recorrido al huerto clonal y selección de plantas madre.
- Fertilización y planteo de plantas madre.
- Limpieza del huerto clonal y poda de renovación.
- Adecuación del vivero: instalación de malla tipo gallinero, disposición de polisombra y plástico tipo invernadero.
- Instalación del sistema de riego del vivero.
- Reconocimiento de los sustratos, mezclas y preparación.
- Llenado de camas y disposición de canastillas de propagación.



Nota: durante diciembre 2020 y enero, febrero y marzo de 2021, este vivero se vio afectado por las altas precipitaciones y avalanchas que se presentaron en la zona, por lo que quedó en un sitio de alto riesgo para el vivero. Por esta razón, se decidió, junto con la asociación, reubicar el vivero en una zona alta que permitiera continuar con las actividades de multiplicación vegetal.

Etapa 5: siembra y evaluación de la germinación

En los viveros comunitarios se llevó a cabo la siembra de esquejes pregerminados procedentes de los huertos clonales (ver tabla 27), los cuales se sembraron en el sustrato preparado por los agricultores.

Tabla 27. Número de esquejes sembrados en los viveros comunitarios

Vivero	Número de esquejes sembrados
La Carbonera	562
El Nogal	1600
El Retiro	1500
Miraflores	648
La Magdalena	No sembrado

Fuente: elaboración propia.

En cuanto a la germinación, se presentaron limitaciones principalmente en La Carbonera y El Retiro, por lo que se propuso un plan de mejora que incluyó compartir experiencias, adecuaciones del vivero, mejoramiento de la calidad de la semilla y de los sustratos, incremento de capacitaciones y mejoramiento en el manejo del riego. Los porcentajes de germinación para cada uno de los viveros se muestran en la tabla 28.

Tabla 28. Porcentaje de germinación en los viveros

Vivero	Porcentaje de germinación
La Carbonera	34,3 %
El Nogal	37,5 %
El Retiro	No evaluado
Miraflores	83 %
La Magdalena	No evaluado

Fuente: elaboración propia.

Etapa 6: siembra en campo y distribución de plántulas entre asociados

La etapa 6 se realizará una vez los esquejes sembrados en los viveros comunitarios germinen y haya una producción de semilla de calidad suficiente para su distribución y siembra por parte de los agricultores de mora.



Para el vivero El Nogal, se adelantó la siembra de 700 esquejes, los cuales fueron entregados a los asociados Luis Rojas y Martha Hurtado en una relación de 400 y 300 esquejes, respectivamente.

4.5 Conclusiones

El acompañamiento técnico a los cultivadores de mora del Valle del Cauca en la implementación de la parcela demostrativa y el establecimiento de viveros comunitarios permitió la capacitación integral a los moreros en el manejo de sus cultivos, así como el fortalecimiento de la asociatividad en la región.

El equipo técnico de la Universidad Nacional de Colombia, sede Palmira, y de la empresa Scientia S.A.S. realizaron el acompañamiento técnico al agricultor Osvaldo Gutiérrez y a toda la comunidad en las actividades referentes al establecimiento y seguimiento de la parcela demostrativa de mora, bajo la condición de macro túneles, brindando capacitación y apoyo constante en el proceso.

Adicionalmente, durante el acompañamiento de los profesionales del proyecto, se llevó a cabo el establecimiento de viveros comunitarios en los corregimientos de La Carbonera, El Nogal y El Retiro, en Pradera; Miraflores, en Buga, y La Magdalena, en Guacarí, con la participación de las asociaciones Fundecar, Asovisa, Aprofrum y Frutymat. El objetivo de estos viveros era promover la producción de semillas de calidad para replicación en la zona, con lo que se busca mejorar la productividad de mora en la región.

Finalmente, se resalta la importancia del acompañamiento técnico a los cultivos de mora, con el fin de capacitar a los agricultores de la región para que se apropien de sus cultivos y mejoren la productividad y competitividad a nivel regional, nacional e internacional.

5. EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO TÉCNICO Y ECONÓMICO DE LAS PARCELAS

5.1 Introducción

El cultivo de mora en Colombia beneficia principalmente a pequeños y medianos agricultores, incluyendo familias campesinas para quienes dicho cultivo es la fuente principal de ingresos (Franco y Estrada Bernal, 2020; Minagricultura, 2019). Por lo tanto, la mora constituye una estrategia productiva dentro de la economía campesina, familiar y comunitaria que permite la producción, transformación, distribución, comercialización



y consumo, bajo el liderazgo de comunidades y familias campesinas que se establecen en los territorios rurales del país (Minagricultura, 2017).

Las economías campesinas propician dinámicas económicas, culturales, sociales, políticas y tecnológicas en entornos rurales y urbanos, y se encargan de mantener la soberanía alimentaria del país (Santacoloma-Varón, 2015). No obstante, en su mayoría, las condiciones de los productores de las economías campesinas no son las adecuadas, por el contrario, se enfrentan a escenarios precarios, que tienden a agudizarse fuertemente (Esteve, 2009). Por lo tanto, es necesario un análisis económico de la cadena productiva, en este caso de la mora, que permita detectar los sobrecostos en la producción y optimizar los recursos económicos mejorando el costo-beneficio del cultivo.

En el proyecto “Incremento de la competitividad sostenible en la agricultura de ladera en todo el departamento, Valle del Cauca, Occidente”, se llevó a cabo la evaluación del desempeño económico de la parcela demostrativa de mora bajo condiciones de macro túneles, teniendo en cuenta todos los costos de producción y las ganancias asociadas a la producción de los tres materiales de mora: Castilla sin espina, San Antonio y Brazos.

En el presente capítulo se presenta el análisis económico detallado para la parcela demostrativa de mora bajo condiciones de macro túneles. Como ya fue dicho, la parcela fue establecida en la finca San Marcos, corregimiento La Carbonera, municipio de Pradera, Valle del Cauca.

5.2 Objetivos

- Obtener los costos de producción de 293 plantas de mora de los materiales Castilla sin espina, Brazos y San Antonio en diferentes etapas del cultivo.
- Estimar el beneficio-costos del cultivo de mora de los materiales evaluados.

5.3 Materiales y métodos

5.3.1 Costos de producción del cultivo de mora

Para obtener los costos de producción de las 293 plantas de mora sembradas en las tres parcelas demostrativas, se dividió el tiempo del estudio en dos etapas. La primera etapa corresponde a los primeros 18 meses del cultivo, período de tiempo en el cual la planta se encuentra en crecimiento y desarrollo, por lo que presenta bajas producciones. La segunda etapa, a partir de los 18 meses, es aquella en que la planta inició su máxima etapa productiva, por lo que hay un incremento en la producción.



Los costos de producción fueron discriminados por rubro, así: insumos, mano de obra, sistema de riego, equipos y herramientas en cada una de las etapas de desarrollo y producción. Finalmente, se calcularon los costos totales de todo el estudio.

5.3.2 Beneficio-costo del cultivo de mora

Para el análisis beneficio-costo de las parcelas demostrativas de mora, se tomó en cuenta el precio de venta promedio de los tres materiales de mora evaluados y, a partir de este dato, se estimaron los ingresos resultantes del cultivo de mora y se contrastaron con los costos de producción para, posteriormente, calcular la ratio beneficio-costo, la cual brinda una idea de la viabilidad del proyecto.

5.4 Resultados y discusión

5.4.1 Costos de producción por etapa del cultivo

Primera etapa del cultivo

Los costos de producción asociados a la primera etapa del cultivo ascendieron a COP 43.161 por planta, de los cuales cerca del 55 %, correspondientes a COP 23.668, fueron costos asociados a los insumos. Por otra parte, la mano de obra fue la responsable del 22 % de los gastos, COP 9573. En contraste, la herramienta y el sistema de riego fueron los rubros con menor aporte a los costos totales con una participación del 10 % y el 13 %, respectivamente (ver figura 55).

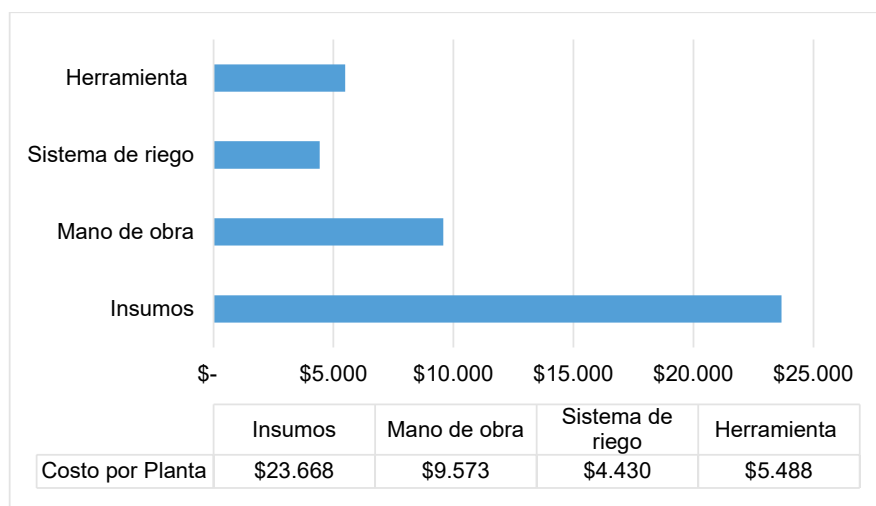


Figura 55. Costos de producción por planta asociados a la primera etapa
Fuente: elaboración propia.



En cuanto a la producción durante la primera etapa, se presentaron bajos niveles, dado que la planta se encontraba en proceso de crecimiento y desarrollo. Durante este período se obtuvo producción del 90 % de las plantas sembradas.

Segunda etapa del cultivo

La segunda etapa del cultivo inició en abril del 2021 y contó con una periodicidad de 7 meses, en los cuales se generaron costos de producción por planta de COP 19.625, de los cuales el 48 % está asociado a insumos, correspondientes a COP 9436. A este rubro le sigue el de mano de obra, que abarca el 32 % de los costos. En contraste, los rubros más bajos nuevamente fueron los de sistema de riego y la herramienta, 9 % y 11 % de participación en los costos totales, respectivamente (figura 56).

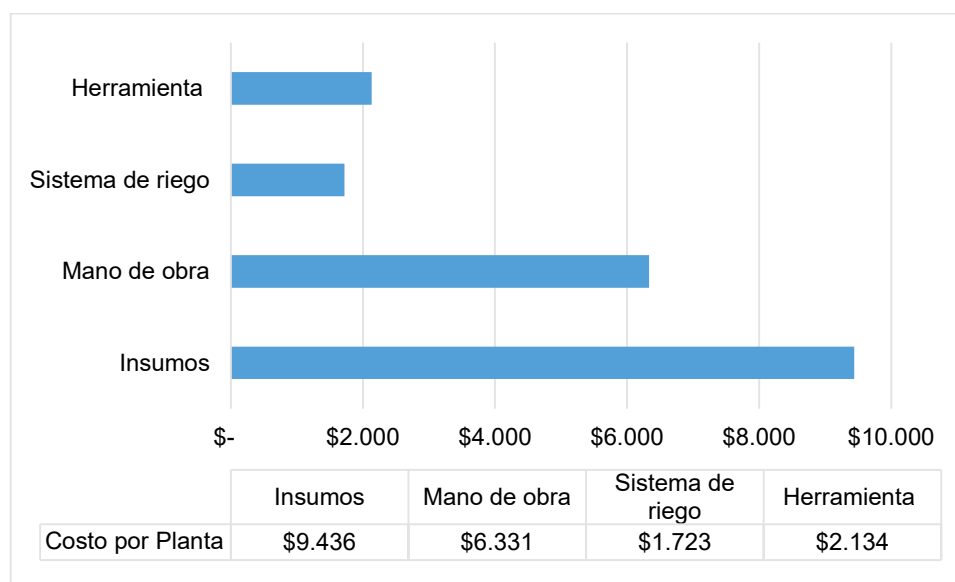


Figura 56. Costos de producción por planta asociados a la segunda etapa
Fuente: elaboración propia.

En cuanto a la producción, para este período se presentó un incremento debido a que las plantas se encontraban en etapa productiva.

Costos totales del cultivo

Los costos totales asociados a los 25 meses de estudio económico fueron de COP 62.785 por planta y estuvieron constituidos por cuatro rubros: insumos, con una participación del 53 % del total (COP 33.105); mano de obra, que representó el 25 % (COP 15.904); seguido de herramienta, con un 12 % (COP 7623), y, finalmente, sistema de riego, con una participación el 10 % (COP 6153) (ver figura 57).



Para el período de estudio, los mayores costos estuvieron asociados a los insumos, lo que puede explicarse por el incremento en los precios internacionales de los fertilizantes durante 2020 y 2021 debido a varias razones, entre ellas: el incremento en la demanda por países como China, la adopción de medidas arancelarias impuestas por los países productores de materias primas, el alza del precio del dólar, las medidas restrictivas establecidas debido a la pandemia por Covid-19 y los problemas de orden público generados por el paro nacional de 2021 (Minagricultura, 2020).

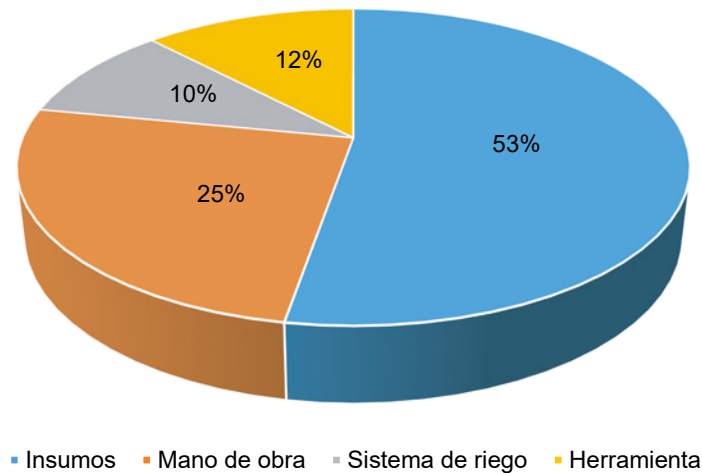


Figura 57. Constitución de los costos de producción de mora durante el tiempo de estudio
Fuente: elaboración propia.

La producción total durante los 25 meses de estudio fue de 1858 kg, siendo superior en la segunda etapa, en la que se cosecharon 980 kg en tan solo 7 meses, mientras que en la primera etapa se obtuvieron 878 kilogramos en 10 meses. Es decir, un promedio de 87,8 kg/mes en la primera etapa versus 140 kg/ mes en la segunda.

5.4.2 Beneficio-costo del cultivo de mora

Primera etapa del cultivo

Durante esta etapa el precio de venta promedio fue de COP 4000 el kg de mora, lo que representó ingresos totales por COP 3.511.200. Sin embargo, estos ingresos no fueron los mismos para todos los materiales; en el caso del material San Antonio, los ingresos por planta fueron de COP 20.925. Por su parte, la variedad Castilla sin espina obtuvo ingresos por planta de COP 21.735, mientras que el material Brazos presentó los menores ingresos por planta COP 4608.



En la tabla 29 se muestra la información resumida para el análisis beneficio- costo, ya que presenta la producción, los ingresos y los costos asociados a cada material por planta y por hectárea. Para calcular los datos por hectárea, se tuvo en cuenta la densidad de siembra de cada material.

Tabla 29. Resumen beneficios y costos primera etapa cultivo de mora

Concepto	Primera etapa		
	San Antonio	Brazos	Castilla SE
Número de plantas productivas	85	126	53
Producción (kg)	445	145	288
Rendimiento kg/ planta	5,23	1,15	5,43
Ingresos por planta	COP 20.925	COP 4608	COP 21.735
Número de plantas ha	3125	3424	1831
Rendimiento t/ ha	16,35	3,94	9,95
Ingresos por ha	COP 65.391.176	COP 15.778.009	COP 39.796.267
Costo por planta	COP 43.161	COP 43.161	COP 43.161
Costo por kg	COP 8250	COP 37.465	COP 7943
Costo por ha	COP 134.876.821	COP 147.781.836	COP 79.027.027
Ratio beneficio-costo	0,48	0,11	0,50

Fuente: elaboración propia.

En cuanto al análisis beneficio-costo, para todos los materiales se obtuvo una ratio beneficio-costo inferior a 1, lo que significa que los costos de producción superan los ingresos obtenidos, es decir, que durante la primera etapa del cultivo no se presentaron ganancias, debido a que en este período no hay producciones representativas.

Segunda etapa del cultivo

Durante la segunda etapa, el precio de venta promedio de un kg de mora fue de COP 4 500, lo que derivó en ingresos totales por COP 4.409.550. No obstante, como se explicó anteriormente, los ingresos por planta varían de acuerdo al material. En el caso del material Castilla, que presentó los mayores rendimientos, los ingresos por planta fueron de COP 33.215, para San Antonio los ingresos obtenidos fueron COP 17.989 y para Brazos, COP 8889.

A continuación, se presenta los datos de producción, ingresos y costos asociados a cada material por planta y por hectárea, así como la ratio beneficio-costo (ver tabla 30).

**Tabla 30.** Resumen beneficios y costos segunda etapa cultivo de mora

Concepto	Segunda etapa		
	San Antonio	Brazos	Castilla SE
Número de plantas productivas	85	126	53
Producción (kg)	340	249	391
Rendimiento kg/ Planta	4,00	1,98	7,38
Ingresos por planta	COP 17.989	COP 8889	COP 33.215
Número de plantas ha	3125	3424	1831
Rendimiento t/ ha	12,49	6,76	13,51
Ingresos por ha	COP 56.216.912	COP 30.436.914	COP 60.816.838
Costo por planta	COP 19.625	COP 19.625	COP 19.625
Costo por kg	COP 4909	COP 9935	COP 2659
Costo por ha	COP 61.327.006	COP 67.194.774	COP 35.932.719
Ratio beneficio-costo	0,9	0,5	1,7

Fuente: elaboración propia.

Respecto al análisis beneficio-costo, el material Castilla fue el único que obtuvo una ratio beneficio-costo superior a 1, lo que significa que los ingresos obtenidos son superiores a los costos de producción, es decir, que durante la segunda etapa del cultivo fue económicamente rentable, presentando una utilidad de COP 13.590 por planta. Por otro lado, los materiales San Antonio y Brazos presentaron una ratio inferior a 1, por lo cual no se obtuvieron ganancias económicas.

Período total del cultivo

Como se observó anteriormente, durante la primera etapa del cultivo se presentaron pérdidas económicas, ya que los costos de producción sobrepasaron los ingresos percibidos. Una situación similar ocurrió en la segunda etapa para los materiales San Antonio y Brazos, mientras que en el caso de la variedad Castilla sin espinas se obtuvieron retornos positivos de la inversión.

Al totalizar los costos de producción en los que se incurrió en el tiempo de estudio, así como los ingresos o beneficios obtenidos, se encontró que para todos los materiales los costos de producción fueron superiores a los ingresos obtenidos, por tanto, estos se ven reflejados en pérdidas económicas (ver tabla 31).



Tabla 31. Análisis beneficio-costo por etapas durante el tiempo de estudio de acuerdo con cada material

Tiempo de análisis	Material		
	San Antonio	Brazos	Castilla SE
Primera etapa	0,48	0,11	0,50
Segunda etapa	0,90	0,50	1,70
Total estudio	0,62	0,21	0,88

Fuente: elaboración propia.

La ratio beneficio-costo durante el estudio se vio fuertemente afectada por los costos asociados a los insumos, que superaron los valores máximos esperados.

5.5 Conclusiones

Los costos de producción del cultivo de mora fueron elevados durante 2020 y 2021. Esto debido a los costos de los insumos agrícolas, los cuales durante el período del estudio presentaron un incremento asociado a la pandemia de Covid-19, los acontecimientos de orden público ocurridos en el país, como el “Paro Nacional”, y la creciente subida del dólar, ya que la mayoría de insumos son importados.

En la primera etapa de establecimiento y desarrollo de la mora, la relación beneficio-costo fue baja debido a que el cultivo no había llegado a estabilizar su producción, es decir, no había expresado su máximo potencial productivo. En la segunda etapa, la relación beneficio-costo aumentó exponencialmente, por lo que se espera que a medida que el cultivo aumente su producción esta relación mejore para el agricultor.

CONCLUSIONES GENERALES

El desarrollo del proyecto “Incremento de la competitividad sostenible en la agricultura de ladera en todo el departamento, Valle del Cauca, Occidente” permitió el establecimiento de la parcela demostrativa de mora y la instalación de viveros comunitarios en las zonas de ladera del departamento del Valle del Cauca. Esto contribuyó a la reducción de las brechas tecnológicas del cultivo de mora, promoviendo prácticas de cultivo acordes con las necesidades nacionales e internacionales.

El proyecto tuvo impacto positivo en un total de cuatro asociaciones de moreros: Fundecar, Asovisa, Aprofrum y Frutimat, ubicadas en zonas de ladera de los municipios de Pradera, Buga y Guacarí, respectivamente. Estas agremiaciones fueron beneficiadas con tecnologías innovadoras para fortalecer sus prácticas en el cultivo de mora.



Durante el desarrollo de la investigación, se llevaron a cabo todas las actividades de manejo agronómico del cultivo, bajo condiciones de macro túnel, de acuerdo con los monitoreos realizados por el asistente técnico. De esta manera, se propuso un plan de manejo integral dirigido al cultivo.

Se llevó a cabo un acompañamiento constante a los beneficiarios de la parcela demostrativa de mora y de los viveros comunitarios por parte del equipo técnico especializado adscrito a la Universidad Nacional de Colombia, sede Palmira, lo que permitió hacer un seguimiento y control a las actividades programadas, así como capacitaciones constantes en temas de interés para los productores de mora de la región.

Finalmente, se desarrolló el análisis económico con el objetivo de medir la viabilidad del proyecto. Para ello, se tuvo en cuenta que es un proyecto de investigación y que fue afectado por eventualidades como la pandemia por Covid-19, la disponibilidad de materias primas y el Paro Nacional de 2021, circunstancias que incrementaron considerablemente los costos de los insumos agrícolas, por lo que el beneficio-costo no fue el esperado si se compara con los cultivos tradicionales. Por esta razón, se proponen futuras investigaciones con períodos de evaluación más extensos, que permitan lograr el incremento del beneficio-costo a partir de las tecnologías implementadas.

REFERENCIAS

- Alarcón, J., Arevalo, E., Díaz, A., y Alberto, A. (2012). *Manejo Integrado de plagas enfermedades en el cultivo del caucho* (pp. 1–32). Bogotá: ICA. <http://www.ica.gov.co/getattachment/47f-3dbff-348d-4f63-968b-4cd196db8e4f/-nbspm;Manejo-integrado-de-plagas-y-enfermedades-en.aspx>
- Alice, L. A., y Campbell, C. S. (1999). Phylogeny of *Rubus* (Rosaceae) based on nuclear ribosomal DNA internal transcribed spacer region sequences. *American Journal of Botany*, 86(1), 81–97. <https://doi.org/10.2307/2656957>
- Arévalo, E., Díaz, A., Galindo, J., y Rivero, M. (2011). *Manejo fitosanitario del cultivo de la mora* (pp. 1–32). Bogotá: ICA. <https://www.ica.gov.co/getattachment/b7e061eb-ebd3-4f80-9518-c771712405eb/-nbspm3bmanejo-fitosanitario-delcultivo-de-la-mora.aspx>
- Ayala, G., Brito, B., Freire, V., Gonzáles, A., Hinojosa, M., Jácome, R., Martínez, A., Mejía, P., Montalvo, D., Noboa, M., Posso, M., Sotomayor, A., Valverde, F., Vásquez, W., Viera, W., Villares, M., y Viteri, P. (2016). *El cultivo de la mora en Ecuador*. Quito: INIAP. <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/4066/1/iniapscD104p105.pdf>
- Ayala, L., Valenzuela, C., y Bohorquez Pérez, Y. (2013). Caracterización fisicoquímica de mora de castilla (*rubus glaucus benth*) en seis estados de madurez. *Biotecnología en el sector agropecuario y agroindustrial*, 11(2), 10-18.
- Bonnet, J. G. (1997). El cultivo de la Mora. *Frutas Tropicales* (pp. 1-13).
- Cámara de Comercio de Bogotá. (2015). *Manual mora*. Bogotá: Cámara de Comercio de Bogotá. <https://www.ccb.org.co/content/download/13728/175114/file/Mora.pdf>



- Cámara de Comercio de Medellín. (2019). *Cadena de la mora y la fresa en Antioquia*. Medellín: Cámara de Comercio de Medellín. https://www.camaramedellin.com.co/Portals/0/Biblioteca/Estudios-economicos/cadenas-productivas-regionales/2_Mora_y_Fresa_Oct19.pdf?ver=2019-03-01-090036-180
- Carla, A., Moraes, P., Chim, J. F., Barin, J. S., Farias, A., Ballus, C. A., y Barcia, M. T. (2021). Influence of the cultivar on the composition of blackberry (*Rubus spp.*) minerals. *Journal of Food Composition and Analysis*, 100(100). <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2021.103913>
- Castaño, O. (2000). *Plagas del cultivo de la mora y su manejo integrado* (pp. 112-118). Bogotá: Agrosavia. https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/21204/40980_26579.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Castellanos, J. Z. (2010). *Guía para la interpretación del análisis de suelo y agua* (pp. 1-10).
- Castro Retana, J. J., y Cerdas Araya, M. del M. (2005). *Mora (Rubus spp.): cultivo y manejo poscosecha*. San José: Ministerio de Agricultura y Ganadería, Universidad de Costa Rica y Consejo Nacional de Producción. <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/F01-8862.pdf>
- CIAT. (2021a). *Brechas tecnológicas de la cadena productiva de la Mora en el Valle del Cauca y Descripción del estado del arte*. Palmira: Universidad Nacional de Colombia. <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/80872/9789587945775.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- CIAT. (2021b). *Identificación de las zonas de ladera aptas para el cultivo de mora en el territorio del Valle del Cauca*. Palmira: Universidad Nacional de Colombia. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/80884>
- CIAT. (2021c). *Modelo Empresarial de competitividad de productores de mora (Rubus glaucus) de pequeña escala, en el Valle del Cauca*. Palmira: Universidad Nacional de Colombia. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/80882>
- Clark, J. R., y Finn, C. E. (2011). Blackberry Breeding and Genetics. *Fruit, Vegfetable and Cereal Science and Biotechnology*, 5, 27-43. <https://doi.org/10.1002/9780470168035.ch2>
- Corrêa Antunes, L. E., Pereira, S., Picolotto, L., Vignolo, G. K., y Gonçalves, M. A. (2014). Produção de amoreira-preta no Brasil. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 36(1), 100-111.
- Cuenca, J. (2017). *Evaluación de las características físico químicas del colorante de mora , extraído con microondas a diferente niveles de tiempo y potencia* [Pregrado en Ingeniería Agronómica]. Universidad Central del Ecuador. <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/9205>
- DANE. (2019). Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA). *Boletín Técnico*. <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/agropecuario/encuesta-nacional-agropecuaria-ena>
- Del Pilar, I., Fischer, G., y Corredor, G. (2007). Determinación de los estados de madurez del fruto de la gulupa. *Agronomía Colombiana*, 1(25), 83-95.
- Díaz-Montilla, A. E., Bernal-Estrada, J. A., Franco, G., y Díaz-Montaño, J. (n.d.). *Artrópodos plaga* (pp. 171-219).
- Díaz, C., Medina, C., Saldarriaga, A., Tamayo, P., Franco, G., Passaro, C., Munera, G., Guarín, J., Córdoba, O., Ríos, G., Vásquez, L., Alzáte, B., Lobo, M., y Lozano, J. (2013). *Diez ecotipos de mora identificados para ser evaluados agronómicamente* (pp. 1-17). [https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/35567/Diez ecotipos de mora identificados.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/35567/Diez%20ecotipos%20de%20mora%20identificados.pdf?sequence=1&isAllowed=y)



- Dumroese, R. K., Landis, T. D., y Wilkinson, K. M. (2012). *Riego y fertirriego*. https://www.fs.fed.us/rm/pubs_other/rmrs_2012_dumroese_k002.pdf
- Espinosa, N., Ligarreto, G. A., Barrero, L. S., y Medina, C. I. (2016). Variabilidad morfológica de variedades nativas de mora (*Rubus* sp.) en los Andes de Colombia. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 10(2), 211-221. <https://doi.org/10.17584/rcch.2016v10i2.4755>
- Esteve, M. (2009). Tierra y agua para poder producir y vivir: el movimiento campesino cordobés. *Revista Theomai*, 20, 186-200.
- FAO. (2019). *FAOSTAT: cultivos*. <http://www.fao.org/faostat/es/#data/QC>
- Franco, G., Bernal E., J. A., Gallego D., J. L., Rodríguez O., J. E., Guevara M., N., y Londoño B., M. (1996). *Agronomía del cultivo de la mora*. <http://hdl.handle.net/20.500.12324/21106>
- Franco, G., y Estrada Bernal, A. J. (2020). *Tecnología para el cultivo de la mora (Rubus glaucus Benth.)*. Bogotá: Agrosavia.
- Franco, G., y Giraldo, M. J. (2001). *El cultivo de la mora*. Bogotá: Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria. <http://bibliotecadigital.agronet.gov.co/handle/11348/4039>
- García, Y. (2015). Calidad del agua con fines de riego. *Revista Digital de Medio Ambiente "Ojeando la agenda"*. 35, 1-12. <https://mirevistadigital.files.wordpress.com/2015/05/calidad-del-agua-para-el-riego.pdf>
- Garzón, Y. (2019). *Caracterización agronómica, fenológica y rendimiento del cultivo de mora uva (Rubus robustus C. Prel.) en el municipio de granada (Cundinamarca)* [Pregrado en Agronomía]. Universidad Nacional Abierta y a Distancia. <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/28313/11256435.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- González Zermeño, A., Marroquín Morales, J. Á., Melendres Alvarez, A. I., Rodríguez Ramírez, H., Cadena Zapata, M., y Campos Magaña, S. G. (2019). Propiedades espectrales de la cubierta de macro túneles y su relación con el crecimiento y rendimiento del chile poblano (*Capsicum annuum* L.) Spectral properties of macro-tunnel covers and their relation with growth and yield of poblano pepper (*Capsicum*. *Terra Latinoamericana*, 37, 253-260.
- Invest Pacific. (2018). Guía de inversión en el Valle del Cauca. *Guía de inversión en el Valle del Cauca 2018*. www.investpacific.org/guiadeinversion
- Iza, M., Viteri, P., Hinojosa, M., Martínez, A., Sotomayor, A., y Viera, W. (2020). Diferenciación morfológica, fenológica y pomológica de cultivares comerciales de mora (*Rubus glaucus* Benth.). *Enfoque UTE*, 11(2), 53-64. <https://doi.org/https://doi.org/10.29019/enfoque.v11n2.529>
- Jiménez Bermúdez, J. M., y Rodríguez Volio, J. C. (n.d.). *Fertirrigación* (pp. 1-2). Ministerio de Agricultura y Ganadería. <http://www.infoagro.go.cr/InfoRegiones/Publicaciones/fertirrigacion.pdf>
- Juárez López, P., Bugarín Montoya, R., Castro Brindis, R., Sánchez Monteón, A. L., Cruz Crespo, E., Juárez Rosete, C. R., Alejo Santiago, G., y Balois Morales, R. (2011). Estructuras utilizadas en la agricultura protegida. *Revista Fuente*, 3(8), 21-27.
- Lorenzo, D. F. (2016). *Manejo integrado de pulgones en cultivos hortícolas al aire libre* [Tesis de maestría en Sanidad y Producción Vegetal]. Universidad Politécnica de Valencia. [https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/74502/FELIPE-Manejo integrado de pulgones en cultivos hortícolas al aire libre..pdf?sequence=5](https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/74502/FELIPE-Manejo%20integrado%20de%20pulgones%20en%20cultivos%20hort%C3%ADcolas%20al%20aire%20libre..pdf?sequence=5)



- Lynks Ingeniería. (2016). *Manual LYNKBOX-Meteo* (pp. 1-23). https://lynks.com.co/wp-content/uploads/2017/05/manual-Lynkbox_METEO-v2.0-RES.pdf
- Madrid, M., y Beaudry, R. (2020). Small fruits : Raspberries, blackberries , blueberries. En Maria Gil y Randolph Beaudry (Eds.), *Controlled and Modified Atmospheres for Fresh and Fresh-Cut Produce* (pp. 335-346). Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-804599-2.00020-X>
- Martínez, A., Vásquez, W., Viteri, P., Jácome, R., y Ayala, G. (2013). *Ficha Técnica de la variedad de mora sin espinas (Rubus glaucus Benth) INIAP ANDIMORA-2013*. <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/4768/1/iniapsc359.pdf>
- Martínez Velasco, D. V., García Flores, G. F., González Cervantes, G., Flores Medina, M. D. J., & Moreno Casillas, H. A. (2015). Desarrollo y validación de una estación meteorológica automatizada de bajo costo dirigida a agricultura. *Revista Meicana de Ciencias Agrícolas*, 6(6), 1253-1264.
- Mazuela Águila, P. C., y de la Riva Morales, F. (2013). *Manual de Fertirriego* (pp. 1-62). Araca: Ediciones Universidad de Tarapacá. http://sb.uta.cl/libros/30846_manual_fertirriego_web.pdf
- Medina García, G., González Grageda, J., Ruiz Corral, J. A., y Baez Gonzáles, A. D. (2008). *Uso de Estaciones Meteorológicas en la Agricultura* (pp. 1-19). Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias.
- Minagricultura. (2014). *Cadena Productiva Nacional de la Mora* (pp. 1-51). https://sioc.minagricultura.gov.co/Mora/Documentos/2014-03-31_Cifras_Sectoriales.pdf
- Minagricultura. (2017). Agricultura Campesina, Familiar y Comunitaria ACFC. *Lineamientos estratégicos de la política pública*. <https://www.minagricultura.gov.co/Documents/lineamientos-acfc.pdf>
- Minagricultura. (2019). *Subsector Productivo de la Mora*. https://sioc.minagricultura.gov.co/Mora/Documentos/2019-12-30_Cifras_Sectoriales.pdf
- Minagricultura. (2020). *Boletín de precios de insumos agropecuarios N.º 2*. <https://sioc.minagricultura.gov.co/Boletines/BOLETÍN%20DE%20PRECIOS%20DE%20INSUMOS%20AGROPECUARIOS%20No.2%20de%202020.pdf>
- Patil, P., Sawant, D., y Deshmukh, R. (2015). Physico-chemical parameters for testing of water, a review paper. *International Journal of Chemical Studies*, 3(4), 24-28.
- Rubio, S. A., Alfonso, A. M., Grijalba, C. M., y Pérez, M. M. (2014). Determinación de los costos de producción de la fresa cultivada a campo abierto y bajo macrotúnel. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 8(1), 67-79.
- Saldarriaga Cardona, A., Franco, G., Díaz Diez, C. A., y Múnera Uribe, G. E. (2017). Manual de campo para reconocimiento, monitoreo y manejo de las enfermedades de la mora (*Rubus glaucus Benth.*). *Manual de campo para reconocimiento, monitoreo y manejo de las enfermedades de la mora (Rubus glaucus Benth.)* (pp. 1-70). <https://doi.org/10.21930/agrosavia.manual.7402438>
- Santacoloma-Varón, L. E. (2015). Importancia de la economía campesina en los contextos contemporáneos : una mirada al caso colombiano. *Entramado*, 11(2), 38-50.



- Sivakumar, M. V. K., Gommers, R., y Baier, W. (2018). Agrometeorology and sustainable agriculture. *Agricultural and Forest Meteorology*, 103, 10-26. [https://doi.org/10.1016/S0168-1923\(00\)00115-5](https://doi.org/10.1016/S0168-1923(00)00115-5)
- Trivedi, A. K., Verma, S. K., y Tyagi, R. K. (2016). Variability in morpho-physiological traits and antioxidant potential of Rubus species in Central Himalayan Region. *Industrial Crops and Products*, 82, 1-8. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2015.12.022>
- Velásquez, P., Ruíz, H., Chaves, G., y Luna, C. (2014). Productividad de lechuga *Lactuca sativa* en condiciones de macrotúnel en suelo Vitric haplustands. *Revista de Ciencias Agrícolas*, 31(2), 93-105.
- Yanes, V. M. (2018). *Correlación existente entre el contenido de sólidos solubles totales y grado de acidez con las longitudes de ondas obtenidas mediante la espectroscopia Vis/NIR en la poscosecha del cultivo de la frutabomba (Carica papaya L.)* [Pregrado en Ingeniería Agronómica]. Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas. <https://dspace.uclv.edu.cu/handle/123456789/10227>

**OPCIONES TECNOLÓGICAS
PARA MEJORAR LAS PRÁCTICAS
AGRONÓMICAS EN EL CULTIVO
DE MORA EN ZONA
DE LADERA, COLOMBIA**

Hace parte del Proyecto
Incremento de la competitividad
sostenible en la agricultura de
ladera en todo el departamento,
Valle del Cauca, Occidente

Se editó en la Editorial Universidad
Nacional de Colombia.

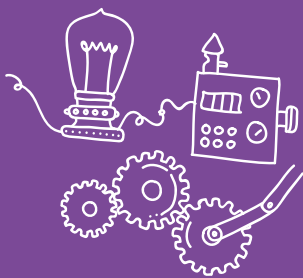
En su composición se utilizaron
caracteres Chaparral Pro.

Formato de 21,5 × 28 centímetros.

Se terminó de imprimir en DGP
Editores S. A. S., 300 ejemplares
en propalmate de 90 gr.

Se publicó en junio del 2022
Bogotá, D. C., Colombia.





Este proyecto es financiado por el Fondo de Ciencia, Tecnología e Innovación del Sistema General de Regalías del Departamento Nacional de Planeación y tiene como objetivo beneficiar a los productores de las zonas de ladera del Valle del Cauca. Está orientado a incrementar la competitividad sostenible en la agricultura de ladera del Valle del Cauca, mediante procesos de investigación y desarrollo en los diferentes eslabones de la cadena productiva, que va desde la etapa inicial del cultivo hasta la etapa agroindustrial de los tres frutales seleccionados: piña m2, aguacate Hass y mora de Castilla.

ISBN 978-958-794-928-5



9 789587 949285