



MINISTERIO DE AGRICULTURA
Y DESARROLLO RURAL

Crecimiento verde y agricultura
climáticamente inteligente en el cultivo de

pasifloras



AGROSAVIA
EDITORIAL

Crecimiento verde y agricultura climáticamente inteligente en el cultivo de pasifloras

Autores:

Leidy Yibeth Deantonio-Florido, Luis Gabriel Bautista-Montealegre y Martha Marina
Bolaños-Benavides

Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA)

Centro de Investigación Tibaitatá. Sede Central. Kilómetro 14 vía Mosquera-Bogotá, Mosquera, Cundinamarca. Código postal 250047, Colombia.

Citación sugerida: Deantonio-Florido, L. Y., Bautista-Montealegre, L. G., & Bolaños-Benavides, M. M. (2022). *Crecimiento verde y agricultura climáticamente inteligente en el cultivo de pasifloras*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA).

Esta obra es una iniciativa de AGROSAVIA para contribuir al desarrollo e implementación de la Política de Crecimiento Verde, que fue financiada con recursos públicos del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural de Colombia (MADR). La información que se presenta en esta obra se basó en los resultados obtenidos en las parcelas de integración de los cultivos de maracuyá y granadilla ubicadas en los municipios de Sopetrán (Antioquia) y La Argentina (Huila), respectivamente, en el desarrollo del proyecto *Reducción del Riesgo y Adaptación al Cambio Climático - Modelos de Adaptación y Prevención Agroclimática (MAPA)* financiado por el Fondo Adaptación y ejecutado por AGROSAVIA; así como de las publicaciones generadas por AGROSAVIA y otras entidades para las especies de importancia agrícola del género pasifloras.

Cláusula de responsabilidad: AGROSAVIA no es responsable de las opiniones e información recogidas en el presente texto. Los autores asumen de manera exclusiva y plena toda responsabilidad sobre su contenido, ya sea este propio o de terceros, y declaran, en este último supuesto, que cuentan con la debida autorización de terceros para su publicación; igualmente, declaran que no existe conflicto de interés alguno en relación con los resultados de la investigación propiedad de tales terceros. En consecuencia, los autores serán responsables civil, administrativa o penalmente, frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros relativa a los derechos de autor u otros derechos que se hubieran vulnerado como resultado de su contribución.

Dirección editorial

Astrid Verónica Bermúdez Díaz

Edición de contenidos

Valentina Ramírez-Valencia

Corrección de estilo

Felipe Solano Fitzgerald

Realización gráfica e ilustración

María Cristina Rueda Traslaviña y Wilson Martínez Montoya

Fotografía

Leidy Yibeth Deantonio Florido y Luis Gabriel Bautista Montealegre



https://co.creativecommons.org/?page_id=13

PREPRINT

Agradecimientos

Los autores extienden un especial agradecimiento:

Al Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR) por la financiación de esta obra con recursos públicos.

A las Direcciones de Planeación y Cooperación Institucional y de Investigación y Desarrollo de AGROSAVIA, y al Departamento de Producción Intensiva Sostenible.

Al equipo de investigadores y colaboradores de AGROSAVIA que participaron y contribuyeron en la comprensión y consolidación de los conceptos de la línea estratégica de la Agricultura Climáticamente Inteligente desarrollados durante la ejecución del proyecto “Reducción del Riesgo y Adaptación al Cambio Climático – Modelos de Adaptación y Prevención Agroclimática (MAPA)” financiado por el Fondo Adaptación. En particular, al equipo de investigadores y colaboradores que acompañaron y participaron en las parcelas de integración de granadilla y maracuyá ubicadas en los municipios de Sopetrán (Antioquia) y La Argentina (Huila), respectivamente.

Contenido

Introducción

1. Descripción general del sistema productivo
2. Recomendaciones tecnológicas con enfoque de crecimiento verde
 - 2.1. Protección del capital natural como base para el desarrollo de las actividades productivas
 - 2.1.1. Conservación de suelos
 - 2.1.2. Contribución de la conservación de suelos y sistema de soporte a la protección del capital natural en el sistema productivo de pasifloras
 - 2.2. Maximizar la eficiencia en el uso de los recursos en las actividades productivas, para lograr más con menos, mejorando la productividad y su competitividad en los mercados
 - 2.2.1. Uso y propagación de material de siembra
 - 2.2.2. Gestión y uso eficiente del recurso hídrico
 - 2.2.3. Contribución del uso y propagación de material, y la gestión del recurso hídrico a la eficiencia en el uso de los recursos en los sistemas productivos de pasifloras
 - 2.3. Fortalecer la adaptación a la variabilidad y el cambio climático
 - 2.3.2. Manejo Integrado de Plagas “MIP”
 - 2.3.3. Contribución del MIP al fortalecimiento de la adaptación de los sistemas productivos de pasifloras a la variabilidad y el cambio climático
3. Consideraciones finales
4. Glosario
5. Referencias

Introducción

La economía colombiana se proyecta como una de las de mayor crecimiento a nivel regional (entre los años 2000 y 2015 tuvo un crecimiento del 4.26%) (DNP, 2018), lo cual ha tenido efectos en el país sobre la disminución de la pobreza, la desigualdad y el desempleo. Sin embargo, esta presenta grandes problemas relacionados con su diversificación, productividad y sostenibilidad, así como con la baja generación de bioproductos, las deficientes capacidades en Ciencia y Tecnología, y la gestión de los efectos del cambio climático (DNP, 2018).

Este panorama ha expuesto la necesidad de formular diversas políticas y leyes que propicien espacios para promover el desarrollo productivo, la mitigación y la adaptación al cambio climático. En el año 2018 se plantea la Política de Crecimiento Verde, cuyo objetivo es impulsar la competitividad y productividad económicas del país, sin dejar de lado la necesidad de garantizar la gestión sostenible de recursos naturales, la igualdad social, la mitigación y adaptación frente al cambio climático, y el manejo adecuado de biotecnología y recursos sólidos, todo esto con un horizonte definido al año 2030.

La situación actual del país y del mundo conlleva a plantear alternativas encaminadas a la producción agropecuaria sostenible. En este marco, Colombia cuenta con la política de crecimiento verde (DNP, 2018), la cual incluye entre sus objetivos:

- 1. Generar condiciones que promuevan nuevas oportunidades económicas basadas en la riqueza del capital natural;*
- 2. Fortalecer los mecanismos y los instrumentos para optimizar el uso de recursos naturales y energía en la producción y en el consumo;*
- 3. Desarrollar lineamientos para constituir capital humano para el Crecimiento Verde;*
- 4. Fortalecer las capacidades de Ciencia, Tecnología e Innovación (CTI) para el Crecimiento Verde y;*

5. Mejorar la coordinación interinstitucional, la gestión de la información y el financiamiento para la implementación de la Política de Crecimiento Verde a largo plazo.

Este manual se plantea como contribución de Agrosavia a las líneas estratégicas del objetivo 2 y en menor proporción al objetivo 5 (Línea de acción 39. Fortalecer las finanzas para el crecimiento verde), mediante la presentación de prácticas que permiten mejorar el desempeño del sector agropecuario, mejorar la eficiencia del uso del agua a través de la implementación de sistemas de riego, promover la adopción de tecnologías para la gestión eficiente de recursos naturales como lo es el suelo mediante la implementación de coberturas vegetales y la fertilización integrada, fortalecer la adaptación a la variabilidad y el cambio climático, a través de medidas adaptativas que permitan disminuir el impacto por el incremento de problemas fitosanitarios y motivar la transición hacia una economía circular. En este contexto, la producción frutícola es uno de los renglones económicos y productivos más importantes del país, dada la posibilidad de tener un mercado nacional e internacional. Dada la necesidad de traducir y conectar los lineamientos y estrategias de la política de crecimiento verde con los modelos productivos existentes, los cultivos de pasifloras se incluyen como referente de la fruticultura colombiana, puesto que cuentan con tecnologías y prácticas sostenibles que se alinean con el crecimiento verde. En este contexto, Agrosavia desarrolla acciones de investigación y vinculación de tecnologías y mediante el fortalecimiento de la coordinación interinstitucional, con las cuales busca contribuir a mejorar las capacidades nacionales y regionales, así como el desarrollo de estrategias de gestión de la información para el crecimiento verde.

1. Descripción general del sistema productivo

En Colombia se encuentra el mayor número de especies del género *Passiflora* (165) (Ocampo Pérez et al., 2007), siguen Brasil (114), Ecuador (76), Perú (73), México (69) y Venezuela (49) (Faleiro et al., 2019). De las principales especies cultivadas se destacan: maracuyá (*Passiflora edulis* Sims.), gulupa (*P. edulis f. edulis* Sims), granadilla (*P. ligularis*), curuba (*P. tripartita* var. *mollissima*), cholupa (*P. maliformis*) y badea (*P. quadrangularis*); las cuales, también se encuentran priorizadas por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR, 2021). En cuanto a producción de pasifloras, en el año 2021 se reportaron 227.374 toneladas (t) cosechadas de 20.989 hectáreas (ha); esta producción está distribuida en 422 municipios, ubicados en 24 departamentos, de los cuales Huila y Antioquia concentran 48% de la producción; seguido de Meta (15 %), Valle del Cauca (7 %), Boyacá (4 %) y Nariño (2 %) (Betancourt, Ramírez & Sánchez, 2016; MADR, 2021). De manera general, la producción de las pasifloras es posible gracias al trabajo de tres grupos de productores: los pequeños que cuentan con hasta 3 ha de cultivo; los medianos siembran entre 3 y 5 ha, mientras que los grandes llevan a cabo la producción en áreas de más de 5 ha (MADR, 2021).

En Colombia, la producción de pasifloras se destina principalmente al consumo en fresco (Fisher & Miranda, 2021), en menor proporción al uso ornamental, y farmacéutico; a pesar del conocimiento sobre la actividad farmacológica de estas especies como antidiabético, ansiolítico, antitumoral, antioxidante, analgésico y antiinflamatorio (Rai, Nagar & Mukim, 2022; Faleiro et al., 2019), en el país aún es reducido su uso para esta industria, lo cual resalta la importancia de este mercado y el potencial para incursionar en el (Miranda et al, 2009; Perea, Fischer & Miranda, 2010; Faleiro et al., 2019; Fisher & Miranda, 2021). En este

contexto, como indicado por Carvajal et al. (2014) los principales usos de las pasifloras en el departamento del Huila (Colombia) son de tipo medicinal, seguidos del consumo de la fruta como alimento; así mismo se proyecta el “desarrollo escalonado de productos funcionales medicinales, cosméticos o alimentarios, ampliando la posibilidad de acceso a nuevos mercados nacionales e internacionales”.

Dependiendo de la especie, las pasifloras pueden establecerse en suelos francos, bien drenados con pH entre 4,5 a 7,5; ambientes con temperaturas entre 13°C a 28°C; precipitaciones anuales entre 1.000 a 2.500 milímetros (mm) y altitudes desde el nivel del mar hasta los 2.400 metros (m) (Campos y Quintero 2012; Miranda 2012; Jimenez et al. 2012; Cleves et al. 2012).

La tecnificación de los sistemas productivos de pasifloras involucra un manejo integrado con prácticas como: la selección y propagación del material vegetal; el establecimiento en campo y sistemas de soporte; la realización de podas; el manejo de la fertilización integrada; el suministro de riego; el manejo de arvenses; el manejo integrado de plagas; así como prácticas de cosecha y postcosecha. Las prácticas de manejo implementadas permiten regular en buena proporción el canal de comercialización de la fruta; teniendo la posibilidad de exportar la fruta, siendo la gulupa la que ocupa el primer lugar, seguida de la granadilla, el maracuyá y la curuba (Betancourt, Ramírez & Sánchez, 2016; MADR, 2021).

Finalmente, es importante considerar que el manejo sostenible de los cultivos de pasifloras se alinea con la política de Crecimiento Verde puesto que existe un recurrente uso de recursos naturales e impactos que en el largo plazo requieren minimizarse para garantizar la estabilidad de producción y una mayor competitividad.

2. Recomendaciones tecnológicas con enfoque de crecimiento verde

La política de Crecimiento Verde tiene como objetivo impulsar a 2030 el aumento de la productividad y la competitividad económica del país, al tiempo que se asegura el uso sostenible del capital natural y la inclusión social, de manera compatible con el clima (DNP, 2018). Esta política surge como una alternativa viable para equilibrar el buen uso de los recursos naturales (como suelos y agua) con el desarrollo económico de nuestro país, y enfatiza el crecimiento sostenible del sector agrícola basado en la oferta de capital natural, y en promover sistemas productivos sostenibles, competitivos y con menos impactos ambientales (DNP, 2018).

La política está orientada a la conservación de los recursos naturales y el aumento de la productividad agropecuaria, razón por la cual, permite su incorporación a sistemas productivos clave en la seguridad alimentaria y economía del país. El sector agrícola se alinea con tres principios del Crecimiento Verde (Figura 1).



Figura 1. Principios de la Política de Crecimiento Verde relacionados con la agricultura.

Fuente: Adaptado de DNP (2018).

Producción de pasifloras impulsando los principios de Crecimiento Verde

Considerando que el uso eficiente y consciente de los recursos naturales contribuye a aumentar la productividad y la competitividad de la economía de manera sostenible (Departamento de Planeación Nacional de Colombia - DNP, 2019), la producción de pasifloras se alinea con las estrategias de esta política puesto que cuenta con tecnologías y prácticas con potencial para contribuir a la sostenibilidad en el marco de un manejo integrado de estos frutales; es decir, contribuir a la conservación de los suelos y agua, a la captura de carbono, a la reducción de Gases de Efecto Invernadero (GEI) mediante la implementación de estrategias de adaptación y mitigación, relacionadas por ejemplo con la reducción en el uso de fertilizantes nitrogenados, así como el manejo integrado y sostenible de problemas fitosanitarios, las cuales faciliten la resiliencia y reducción de la vulnerabilidad frente al cambio climático.

Los productores de pasifloras que sigan los principios de la política de crecimiento verde deben:

- Fomentar la conservación y uso de la biodiversidad (opciones: sistemas agroforestales, conservación de flora, fomento a polinizadores, cercas vivas)
- Cuidar y proteger las fuentes de agua (usar los sistemas de riego que menor impacto tengan, cosechar agua, hacer pozos.. etc)
- Utilización de bioinsumos, preferiblemente generados con los recursos de la finca

2.1. Protección del capital natural como base para el desarrollo de las actividades productivas

De acuerdo con lo expuesto desde el DNP (2019), uno de los pilares de la protección del capital natural incluye el emprendimiento de Negocios Verdes Sostenibles basado en la obtención de bienes o servicios con menor impacto sobre los recursos naturales, y la generación de energías renovables alternativas (eólica, solar, hídrica y a partir de biomasa). No obstante, en el cultivo de pasifloras actualmente se cuenta con algunas prácticas y recomendaciones tecnológicas que aportan a los principios de Crecimiento Verde, las cuales se describirán a continuación.

2.1.1. Conservación de suelos

La conservación de suelos (CS) involucra la implementación de acciones, medidas y/o tecnologías que propenden por evitar o mitigar la degradación de las características físicas, químicas y microbiológicas de este recurso, con el fin de mejorar o incrementar su capacidad productiva (Asakawa *et al.*, 2012); y se encuentra estrechamente relacionada con la implementación de prácticas culturales y estructurales como son la siembra en curvas a nivel, así como agronómicas relacionadas con la cobertura de suelos y la fertilización integrada (Figura 2).



Figura 2. Tecnologías y prácticas de conservación de suelos. Fuente: Adaptado de Rodríguez Parisca, 2018.

Las Principales las prácticas que favorecen la conservación de los suelos en el sistema productivo de pasifloras son:

- **Siembra en curvas a nivel.** Hace referencia al establecimiento de las plantas contra la pendiente según las características topográficas del terreno, empleando un nivel tipo “(A)” o “Caballete”, los cuales a su vez pueden ser contruidos artesanalmente

por los productores en sus predios reutilizando elementos como madera, fibra, botellas plasticas, etc. (Bolaños et al., 2020). La siembra en curva a nivel requiere iniciar el trazado en la parte más alta del lote; en este lugar se ubica una estaca en el lugar donde iniciará el trazado.

Posteriormente, se coloca una de las patas del nivel al lado de la estaca y se procede a mover la otra de arriba hacia abajo de la pendiente, hasta que la plomada o la gota del nivel queden en la mitad o nivelada; en dicho punto se procede a colocar otra estaca, repitiendo el procedimiento hasta llegar al final de la primera curva. En ocasiones se requiere reacomodar las estacas de la línea guía para suavizar curvas muy pronunciadas; una vez realizada dicha corrección, se trazan los surcos paralelos empleando dos varas con una longitud igual a la distancia de siembra entre surco sumando un 10% de la distancia ver figura 3.

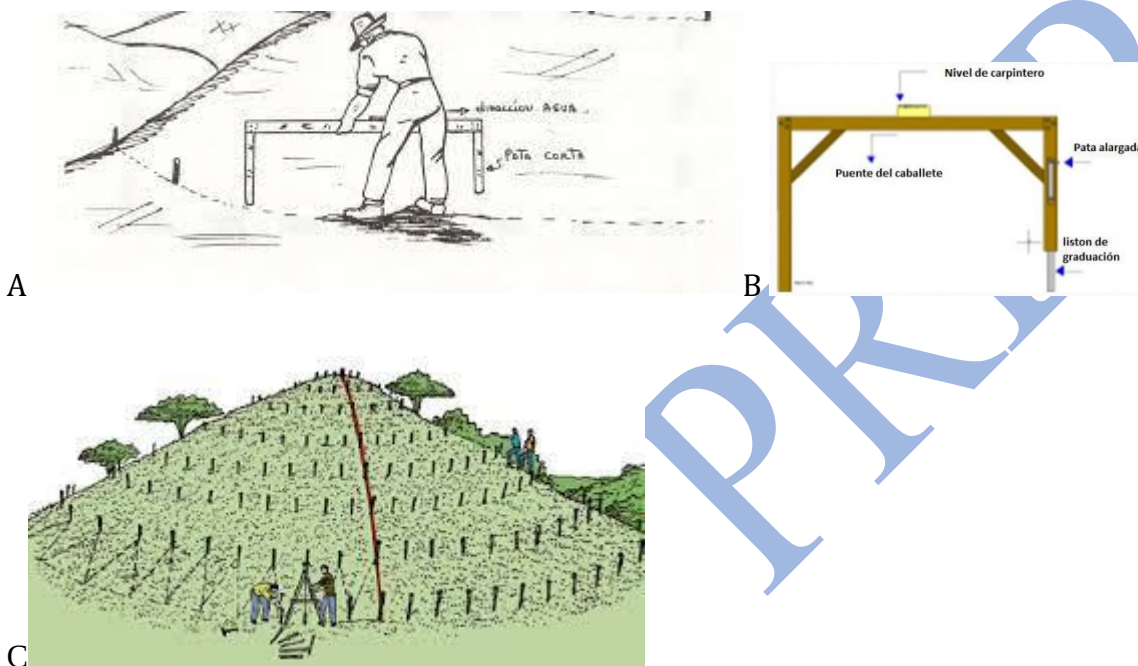


Figura 3. Nivel tipo “A” (a) y caballete (b) empleado para el trazado de curvas a nivel (c).

- **Cobertura de suelos.** Corresponde a la cobertura permanente del suelo con residuos de cosecha y/o cobertura vegetal (FAO, 2022); en el caso del cultivo de pasifloras, esta práctica cobra relevancia debido a que las plantas presentan gran producción de biomasa correspondiente a follaje. Luego de la poda del tallo principal al alcanzar la altura del tutorado (poda de formación), se deben realizar podas de producción, siendo estos residuos vegetales los que permiten la protección del suelo mediante cobertura muerta (**Figura 4** izquierda). Adicionalmente, con este mismo propósito, en la plantación se pueden conservar arvenses nobles (**Figura 4** derecha), que no representen una competencia directa con el cultivo de interés o que no sean plantas hospedadoras de plagas de importancia económica para las pasifloras



Figura 4. Cobertura de suelo con residuos de poda (izquierda) y conservación de arvenses (derecha) en cultivos de gulupa ubicados en el municipio de Buenavista, Boyacá. Fuente: Los autores.

- **Manejo de la fertilización integrada.** Consiste en la dosificación y aplicación de los nutrimentos que requiere las plantas cultivables y los cuales podrían encontrarse en bajas cantidades en el suelo. En este contexto, en la **Figura 5** se presentan algunas recomendaciones de fertilización para las curuba, granadilla, gulupa y maracuyá, las cuales permitirán hacer un uso más eficiente de los insumos agrícolas y evitar sobre aplicaciones que podrían repercutir en lixiviación y emisiones de GEI. El manejo de la fertilización integrada involucra el diseño de un plan de fertilización a partir de la toma de muestras para análisis de suelo tal como lo recomienda la Red de Laboratorios AGROSAVIA (2018), el conocimiento de los requerimientos de cada especie y la aplicación de fuentes químicas, orgánicas compostadas y biofertilizantes como hongos formadores de micorrizas arbusculares (Sierra-Escobar et al, 2017), hongos entomopatógenos y promotores de crecimiento (Cubillos-Hinojosa et al., 2009; Ospina et al., 2016; Murcia-Linares y Cruz-Bustos, 2017). En lo que respecta a la fertilización con fuentes orgánicas, se pueden implementar abonos verdes y/o incorporación de leguminosas al suelo cuando estas se encuentran en la etapa de la prefloración para incrementar la disponibilidad de N (Castro-Rincon et al., 2018) y estiercoles naturales bien compostados; estos últimos son fuente importante de nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K) por estar altamente disponibles para las plantas, siendo más representativa la gallinaza por su contenido de N (15%) y P (10%), y el estiercol de oveja por su contenido de K (8%) (ICA, 1972).

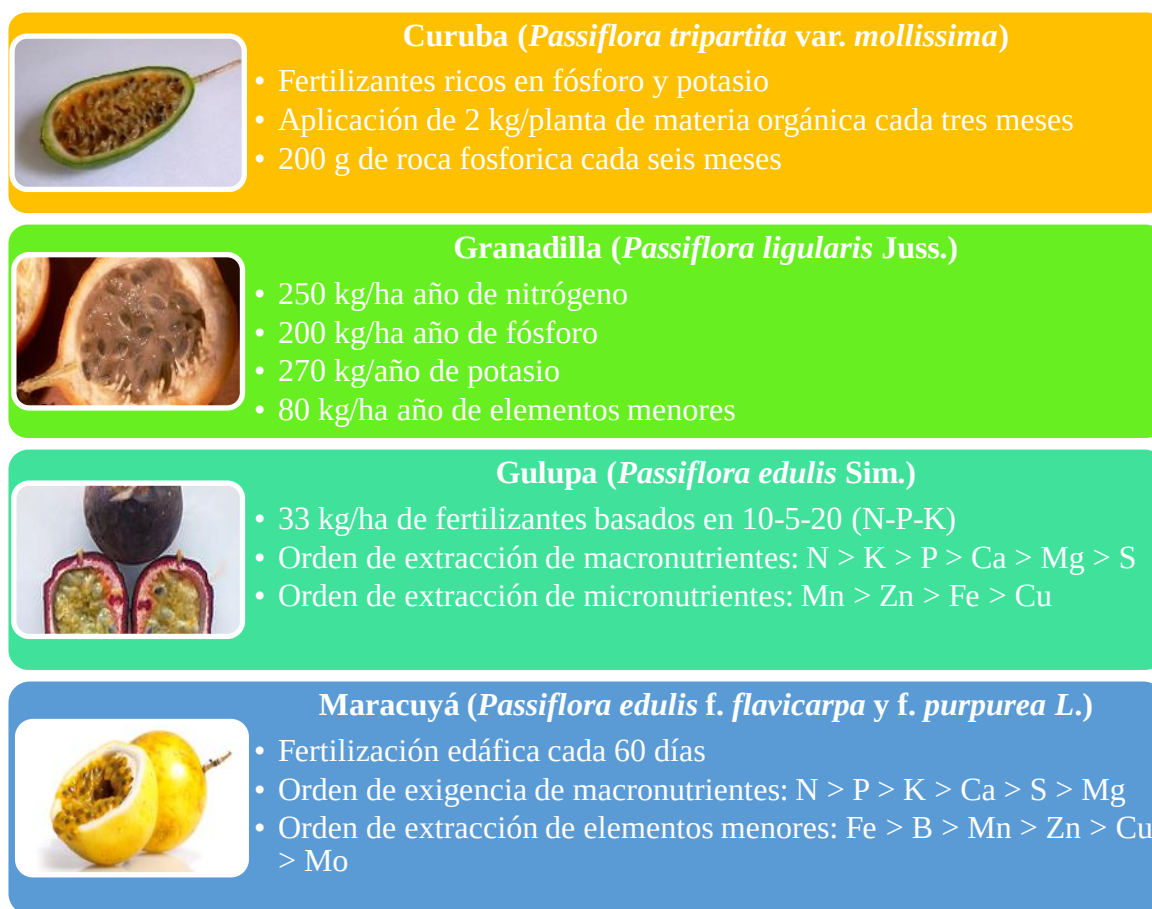


Figura 5. Algunas recomendaciones y requerimientos nutricionales generales para las pasifloras cultivadas en Colombia. Fuente: Campos y Quintero, 2012; Miranda 2012; Jimenez et al. 2012; Cleves et al. 2012.

2.1.2. Contribución de la conservación de suelos y sistema de soporte a la protección del capital natural en el sistema productivo de pasifloras

La principal contribución de las estrategias y prácticas mencionadas es la articulación con la línea de acción 28 de la política de Crecimiento Verde, la cual resalta, la importancia de “desarrollar instrumentos de planificación y técnicos para la economía circular” mediante la gestión integral de residuos sólidos (DNP, 2018).

La implementación de prácticas de *conservación del suelo* relacionadas con la siembra en curvas a nivel y manejo de la fertilización integrada aplicable al cultivo de pasifloras y otros sistemas productivos en el trópico como es el caso de las musaceas, ha demostrado sus beneficios al reducir la erosión del suelo por el agua de escorrentía en más de 50% (Cardona *et al.*, 2019); además de reducir la contaminación de las aguas subterráneas y la pérdida de los fertilizantes por lixiviación (López y Espinosa, 1995). Estas prácticas brindan mayor tolerancia al estrés abiótico (factores climáticos y de suelo) a las plantas a la vez que permiten un incremento en la producción y rendimiento agrícola (Ospina *et al.*, 2016).

Bajo el contexto de la fertilización integrada, el uso de bacterias de los géneros *Bacillus* y *Pseudomonas* y el hongo *Trichoderma harzianum*, aplicadas al momento de la siembra y su posterior reinoculación sobre las plantas, promueven el incremento de las raíces hasta tres veces más, la longitud y grosor del tallo, y el volumen de biomasa total, inclusive en condiciones de déficit hídrico (Cubillos-Hinojosa *et al.*, 2009; Murcia-Linares y Cruz-Bustos, 2017).

La implementación de prácticas de conservación de suelos asociada contribuye a mejorar la producción, la cual se refleja en la obtención de mayor cantidad de fruta de primera calidad y un rendimiento de hasta 28 t ha⁻¹ a dos años, valor superior al reportado en la zona productora del departamento de Antioquia (9 t ha⁻¹) (Ospina *et al.*, 2016). En general, las recomendaciones tecnológicas y su contribución a la protección del capital natural en el sistema productivo de pasifloras se resumen en la **Figura 6**.

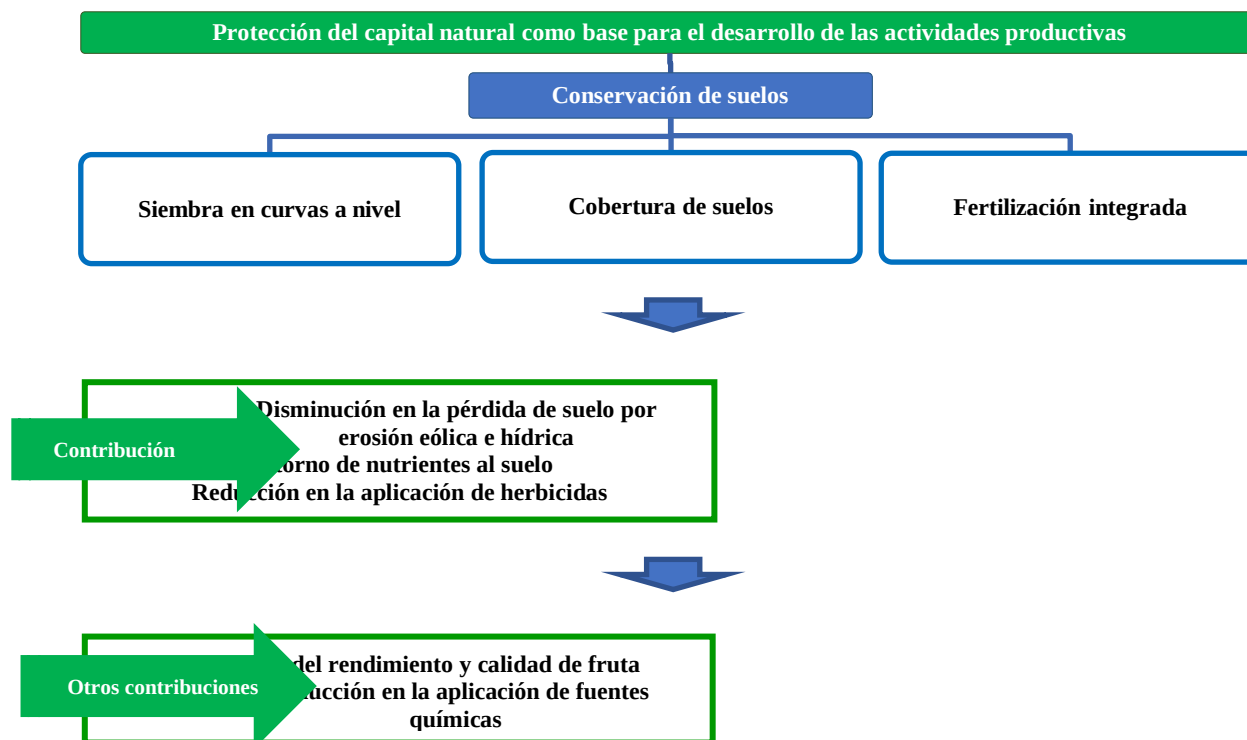


Figura 6. Principales recomendaciones tecnológicas que contribuyen a la protección del capital natural en los sistemas productivos de pasifloras. Fuente: Los autores.

La economía circular podría aplicarse a la producción de pasifloras, considerando, tanto las prácticas mencionadas previamente como otras innovaciones que se generan por parte de los actores del Sistema Nacional de Innovación Agropecuaria (SNIA); por ejemplo fabricar los propios fertilizantes empleando los residuos del cultivo y compostandolos, cuidar y promover la producción de polinizadores, y usar la madera de la finca para hacer los cabellotes.

2.2. Maximizar la eficiencia en el uso de los recursos en las actividades productivas, para lograr *más con menos*, mejorando la productividad y su competitividad en los mercados

La apuesta para maximizar la eficiencia en el uso de recursos involucra aspectos del manejo agronómico para la producción de pasifloras (gulupa, maracuyá, granadilla, curuba y badea) inocuas y de calidad. El DNP (2019) postula algunas premisas que podrían proporcionar elementos para alcanzar este principio verde:

- i) *Mejorar el desempeño ambiental del sector agrícola, a través del uso sostenible de recursos como el suelo y el agua, y aplicación responsable de agroquímicos*
- ii) *Mejorar la eficiencia en el uso del agua en los sectores productivos.*

Adicional a esto, en Colombia el Crecimiento Verde cuenta con incentivos económicos para su implementación. A continuación, se mencionan tres de estos:

- Estímulos financieros para integrantes de las cadenas productivas, en especial para los productores agropecuarios y agroindustriales, siempre que se promueva el manejo eficiente de los recursos hídricos, la fertilización integrada sostenible y uso de fertilizantes orgánicos, y el manejo de plagas y enfermedades (DNP, 2018).
- Financiación de proyectos agropecuarios sostenibles (línea de acción 16) (DNP, 2018) por medio de la creación de la línea de Crédito de Fomento Agropecuario (Redescuento) para proyectos o actividades productivas sostenibles agropecuarias a través de entidades como el Fondo para el Financiamiento del Sector Agropecuario (Finagro), bajo dos modalidades, créditos y subsidios para la adquisición de equipos destinados al manejo sostenible del agua, entre otros.

- Incentivo a la capitalización rural (ICR) para proyectos de inversión sostenibles agropecuarios y el Incentivo al Seguro Agropecuario con énfasis en pequeños productores con proyectos o actividades sostenibles (DNP, 2018).

Por lo anterior, a continuación se enfatizará en la producción de semilla de calidad y el uso eficiente del agua, consideradas temáticas transversales en la producción de pasifloras, para lograr mayor competitividad y sostenibilidad.

2.2.1. Uso y propagación de material de siembra: *Propagación por semilla (sexual).*

Es el método más implementado en los cultivos de pasifloras (**Figura 7**), sin embargo, en ocasiones no se puede garantizar homogeneidad entre la descendencia de las plantas, por lo cual se requiere seleccionar:

- Plantas madre vigorosas, sanas y con buen desarrollo.
- Libres de problemas fitosanitarios y
- Productividad y calidad que cumplan los requisitos del mercado.

Luego de la germinación de la semilla y obtención de las plántulas, estas pueden ser trasplantadas al sitio definitivo cuando registren de 15 cm a 20 cm de altura (Gerencia Amaya-Robles, 2009 ; Ocampo Pérez, Posada Quintero & Urrea Gómez, 2012).



Figura 7. Flujo de actividades para la obtención de semilla sexual a partir de la selección de frutos de pasifloras en campo. Fuente: Adaptado de Ocampo Pérez, Posada Quintero & Urrea Gómez (2012).

Propagación asexual. Los principales métodos de propagación son: por estacas, injertos, acodos o por meristemas (*in vitro*) (Ocampo Pérez, Posada Quintero & Urrea Gómez, 2012). La toma de decisión sobre el método de propagación a implementar depende de factores relacionados con la infraestructura y recursos económicos disponibles para la producción o adquisición de la semilla seleccionada por parte de los productores agrícolas. En tal sentido, a continuación, se relacionan dos de los métodos más frecuentemente usados en finca de productor.

Propagación asexual por estaca. Para este tipo de propagación se recomienda seleccionar ramas secundarias con grado de maduración intermedia; las estacas obtenidas deben contar con al menos tres entrenudos y grosor de un centímetro. Las estacas colocadas en el sustrato pueden ser trasplantadas a campo hasta 50 días después de la siembra (Romero-Ramírez y González-Mejía, 2012) (Figura 8).

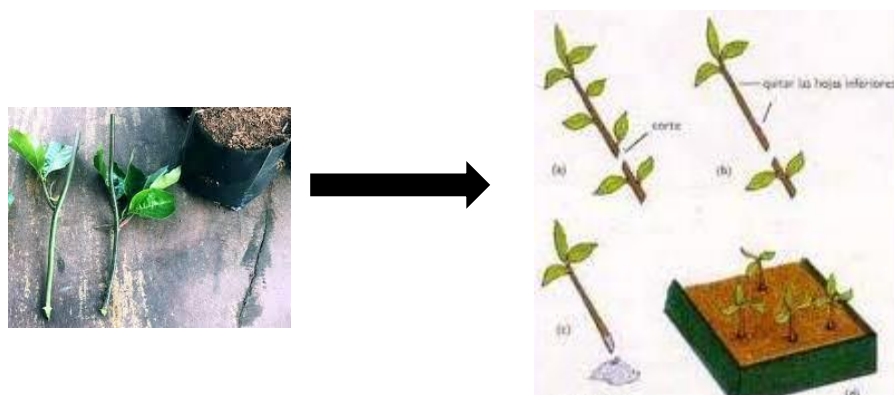


Figura 8. Esquema general del uso de esquejes o estacas en la propagación de pasifloras.

Fuente: Elaboración propia.

Propagación asexual por injerto. La injertación consiste en la unión de dos partes vegetales o dos plantas, las cuales continúan su vida dependiendo una de otra, conformando así un sólo individuo en el que se distinguen el portainjerto que aporta el sistema radicular y una parte aérea llamada injerto destinada a formar la copa (Valentini, 2003; Nunes et al., 2020) (Figura 9).

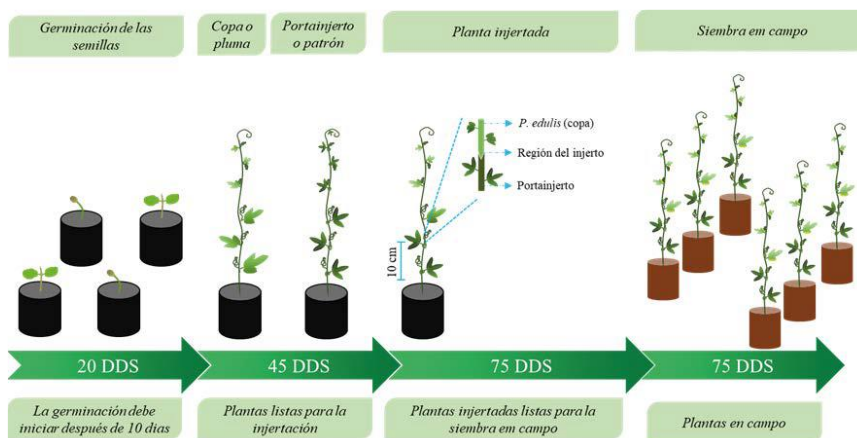


Figura 9. Esquema del proceso de injertación de maracuyá amarillo (*P. edulis* Sims). Fuente: Adaptado de Nunes et al. (2020).

En el cultivo de pasifloras, dependiendo de las condiciones agroecológicas y la especie de interés, el proceso de injertación tiene una duración aproximada de 75 días, que incluye la germinación de las semillas (Figura 10), la injertación de las plantas (Figura 11) y su posterior trasplante en campo (Nunes et al., 2020).

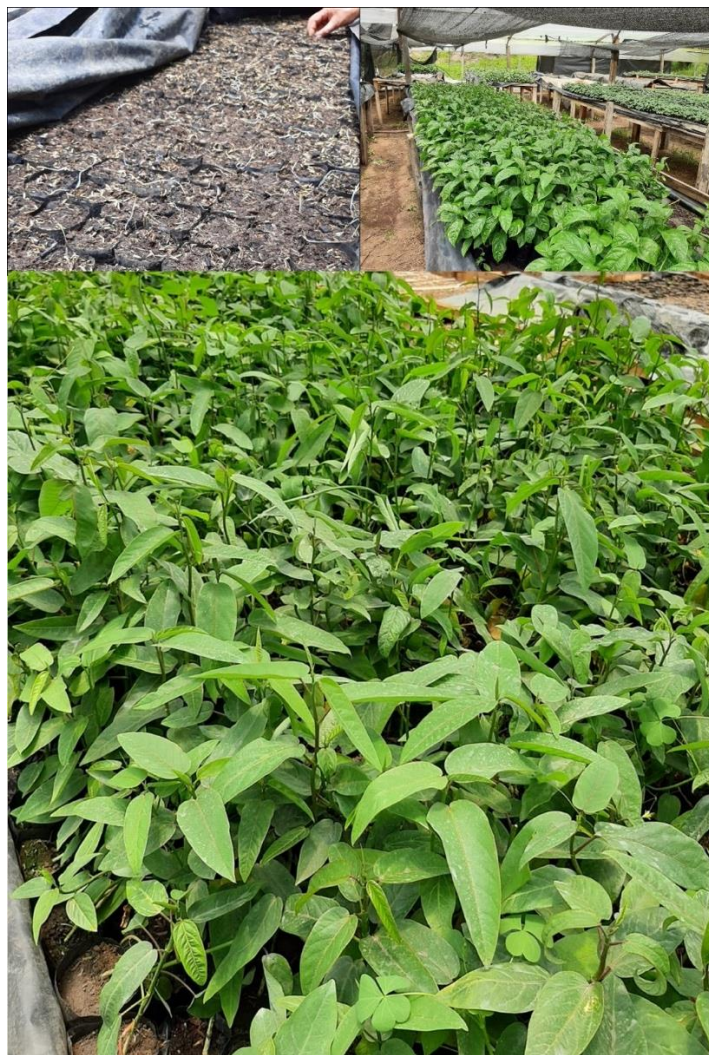


Figura 10. Propagación sexual de pasifloras en vivero. (arriba izquierda) Bolsas con sustrato y con semillas sembradas para la obtención de patrones, (arriba derecha y abajo) plantas germinadas para la injertación: copa (gulupa, *Passiflora edulis* f. *flavicarpa* y f. *purpurea*) y patrón (cholupa, *P. maliformis*). Foto: Los autores.



Figura 11. Injertos de gulupa X cholupa. (izquierda) Injertos en vivero, (derecha) Plantas cultivadas en campo con 3 años de edad. Fuente: Los autores.

El crecimiento verde incluye los diferentes métodos de propagación puesto que de estos depende la calidad del material vegetal y de los futuros cultivos de pasifloras. Dadas las diferentes plagas y enfermedades que afectan a las pasifloráceas, es necesario asegurar material de siembra vigoroso, sano y que bajo un adecuado manejo agronómico pueda proveer a los productores la rentabilidad esperada (autor).

2.2.2. Gestión y uso eficiente del recurso hídrico

El suministro de agua constituye una de prácticas de mayor relevancia en la producción frutícola, puesto que es un recurso no renovable y susceptible de contaminación y escases en determinadas épocas del año y regiones (FAO, 2018). Dada la importancia que representa para los agroecosistemas el consumo de agua, se hace necesario promover la gestión y uso eficiente de este recurso y, desde la producción agrícola, para proteger las fuentes hídricas,

implementar tecnologías de captación y almacenar, reutilizar del agua y mejorar las tecnologías para su distribución con fines agropecuarios (GWP, 2013).

La tecnificación de los cultivos de pasifloras demanda la instalación de sistemas de riego que garanticen el suministro de este recurso a lo largo del ciclo productivo (Romero-Ramírez, A., & González-Mejía, A. (2012). En tal sentido, la selección del sistema de riego (gravedad o superficie; aspersión y microaspersión; localizado, por goteo) está directamente relacionado con los siguientes factores e información: reconocimiento de las condiciones topográficas del terreno, de fuentes y calidad del agua (Miranda et al., 2009); la demanda hídrica del cultivo; la infraestructura requerida en la instalación del riego; y las características propias de cada sistema como área, destino comercial de la fruta, nivel de tecnificación, entre otros. Dada la arquitectura de las pasifloras (plantas herbáceas y con alta producción de follaje o biomasa) y la configuración de los tutores de los cultivos, uno de los sistemas de riego que ha cobrado mayor aceptación y adopción por parte de los productores en Colombia es el riego por goteo (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**). Este sistema de riego brinda diferentes beneficios como son: la aplicación uniforme y constante de agua o según programación en función del balance hídrico; la posibilidad de adaptar el sistema al suministro de fertilizantes empleando fertirriego; y, la ubicación del sistema y los goteros se adapta al arreglo del cultivo garantizando un uso eficiente del recurso hídrico (Martínez-Guzmán, 2013); lo cual va en línea con recomendado por la misión de crecimiento verde en el eje de uso eficiente de recursos, el cual se centra en mejorar la competitividad y aumentar el desempeño ambiental de los sectores productivos, a partir del uso eficiente del agua, suelo, energía y materias primas (DNP, 2019).



Figura 12. Sistema de riego por goteo en la producción de gulupa (*P. edulis* f. *edulis*) en Buenavista (Boyacá). (a) Válvula de la tubería principal del sistema, (b) Laterales, (c y d) Detalle del bulbo húmedo y disposición de los goteros en el plato de la planta y cobertura vegetal. Foto: Los autores.

La decisión de instalación del sistema de riego por goteo está condicionada a factores como:

- **Tipo de suelo.** Las pasifloras requieren suelos francos con pH ligeramente ácido a neutro (5,5 a 6,5), bien drenados y contenido de materia orgánica alta; las plantas demandan humedad constante para desarrollarse bien, en el caso del maracuyá, acorde con lo descrito por Miranda et al. (2009) el tipo de suelo en el cual hay menor probabilidad de déficit de agua para las plantas debe presentar, preferiblemente, un régimen údico o que se encuentren ubicados en climas húmedos con precipitación bien distribuida. Cuando las condiciones de suelo no hacen parte de este tipo de suelo, podría demandarse el suministro de agua a través del riego o la adecuación de estos mediante la incorporación de enmiendas, abonos verdes como *Mucuna* spp. (frijol terciopelo), *Secale cereale*, *Setaria italica*, *Helianthus* sp. entre otras (Castro-Rincon et al., 2018), materia o fuentes orgánicas compostadas que contribuyan a mejorar los componentes biológicos, químicos y, a largo plazo, físicos de los suelos agrícolas.
- **Volumen y distribución de la precipitación.** El suministro de agua a partir de la lluvia es variable a lo largo del año en los sistemas de producción de pasifloras (Fischer, Casierra-Posada, & Piedrahíta, 2009; Romero-Ramírez & González-Mejía, 2012); sin embargo, cada especie registra unos requerimientos particulares que podrían facilitar las acciones frente al cambio climático, es decir, que dada la biodiversidad de especies de pasifloras podría alternarse su producción acorde con la oferta ambiental. Por ejemplo, para el caso del maracuyá estos podrían oscilar entre 1.500 hasta 3.200 mm anuales (Palomino y Restrepo, 1991; Saldarriaga, 1998; Díaz y Múnera, 2002; Romero-Ramírez & González-Mejía, 2012). Ante la intensidad de los eventos de variabilidad climática a causa del cambio climático, se recomienda

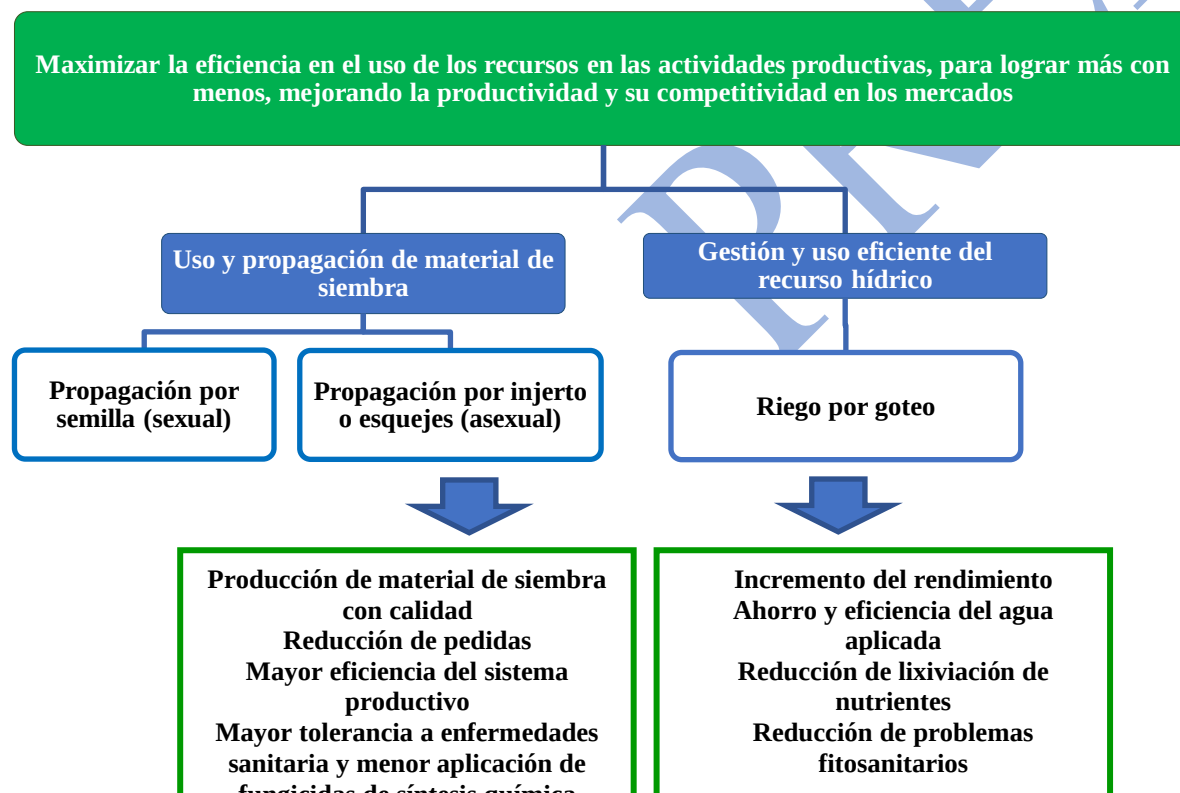
implementar practicas como la cosecha de agua lluvia y su almacenamiento, la protección de nacimiento de agua y el uso consiente en las labores de cultivo promoviendo su ahorro.

- **Programación de la cosecha.** En función de un balance hídrico generado a partir de la oferta hídrica producto de la precipitación, y acorde con las etapas de formación y llenado de fruto (Fischer, Casierra-Posada, & Piedrahíta, 2009). El suministro de agua es determinante en épocas de déficit hídrico, y podría generar efectos negativos sobre la prefloración afectando el rendimiento del cultivo y la calidad de la fruta (ablandamiento del exocarpo, menor tamaño y peso de los frutos, aborto de flores y frutos, entre otros).

2.2.3. Contribución del uso y propagación de material, y la gestión del recurso hídrico a la eficiencia en el uso de los recursos en los sistemas productivos de pasifloras

La propagación del material de siembra es la actividad base al emprender iniciativas productivas de pasifloras; como descrito previamente, en Colombia predominan diferentes técnicas de multiplicación de la semilla, de las cuales la propagación asexual cobra mayor relevancia considerando que los clones conservan características agronómicas deseables en cuanto a la calidad de la fruta (Ocampo Pérez et al. 2007; Fischer & Miranda, 2021); siendo determinantes en la comercialización. La injertación es uno de los métodos más empleados para contrarrestar limitantes fitosanitarias asociadas, principalmente con enfermedades radiculares; por tal razón, la implementación de esta práctica de cultivo contribuye a la sustentabilidad del cultivo de pasifloras en zonas con antecedentes de problemas

fitosanitarios especialmente de marchitez por *Fusarium* (Osorio-Cardona et al., 2020). Una de las ventajas de la injertación de pasifloras, se relaciona con la posibilidad de emplear diferentes especies de esta familia (PASSIFLORACEAE), un ejemplo de ello son los patrones de especies con mayor tolerancia a enfermedades de suelo injertadas en copa con especies de alto rendimiento comercial. Dentro de las contribuciones de esta práctica al crecimiento verde se encuentran: el establecimiento de cultivos sostenibles, principalmente orientados a especies nativas o adaptadas a las condiciones ambientales de la región productora; y dada la tolerancia de los clones a limitantes fitosanitarios, podría presentarse una reducción de aplicaciones de fungicidas de síntesis química, lo que favorece a su vez la conservación del suelo y del componente biológico y de microorganismo en el suelo y ambiente. De otro lado, se promueve una producción sostenible y calidad, puesto que los injertos pueden expresar el potencial genético y morfológico de las pasifloras requerido para suplir las necesidades del mercado o consumo en fresco nacional e internacional (**Figura 13**).



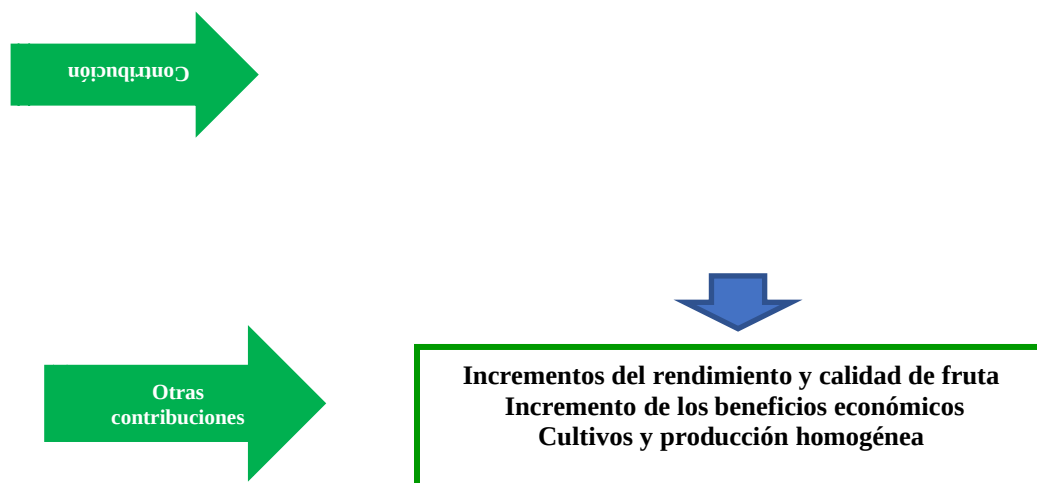


Figura 13. Principales recomendaciones tecnológicas que contribuyen a la eficiencia en el uso de los recursos en los sistemas productivos de pasifloras. Fuente: Los autores.

2.3. Fortalecer la adaptación a la variabilidad y el cambio climático

El Crecimiento Verde (DNP, 2018) busca reducir la vulnerabilidad de los sistemas agropecuarios e incrementar la capacidad de recuperarse de los efectos negativos que se presentan y presentarán en los próximos años (Intergovernmental Panel on Climate Change [IPCC], 2014 y 2021); así como, contribuir a los compromisos de Colombia en cuanto a la reducción de GEI y promoción de una agricultura sostenible y basada en carbono neutral (Gobierno de Colombia, 2020). Adicional a esto, la política cuenta con dos estrategias viables para transitar hacia un crecimiento económico con enfoque verde:

- i) propiciar el mejoramiento de los mecanismos y los instrumentos para optimizar el uso de recursos naturales en la producción y la calidad e inocuidad para el consumidor; y

- ii) fortalecer el enfoque ambiental del servicio de extensión agropecuaria en el marco de la Ley 1876 de 2017, por medio de la cual se creó el SNIA y se dictan otras disposiciones, con el propósito de contribuir a la formación de personal calificado que transfiera las tecnologías y capacite al gremio.

Esto se puede lograr con la apropiación del conocimiento y uso de tecnologías que facilitan la toma de decisión frente a épocas de siembra, cosecha y prácticas agronómicas acordes con las condiciones propias de cada región y sistema productivo (heterogeneidad de suelos y variabilidad climática regional) (Osorio et al., 2020); un ejemplo de ello es la estrategia de vinculación de conocimiento implementada para 54 sistemas productivos durante el desarrollo del proyecto Reducción del Riesgo y Adaptación al Cambio Climático - Modelos de Adaptación y Prevención Agroclimática (MAPA) financiado por el Fondo Adaptación y ejecutado por AGROSAVIA (AGROSAVIA, 2016). En tal sentido, es importante, reconocer los requerimientos edafoclimáticos del sistema productivo, características fisiológicas y respuesta a factores de estrés biótico y abiótico de las pasifloras; esto con el propósito de orientar las prácticas de manejo, estrategias y mecanismos de adaptación en función del potencial genético y tolerancia a factores de estrés (por ej. tolerancia a condiciones adversas de temperatura, a altos contenidos de aluminio, entre otros) (Figura 14).

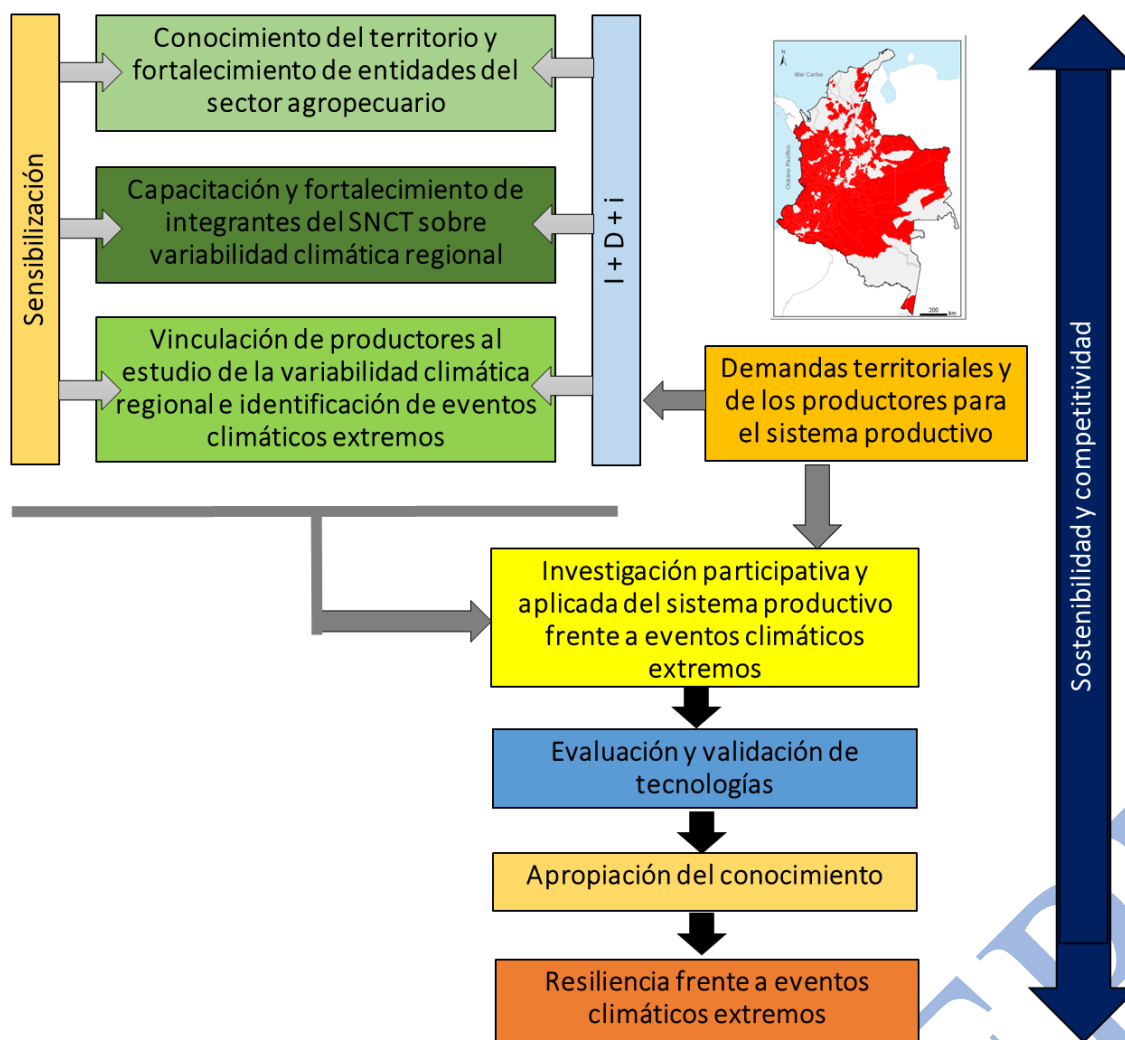


Figura 14 Elementos clave del fortalecimiento territorial para alcanzar la adaptación de los sistemas productivos a la variabilidad y cambio climático. Fuente: Los autores.

Para tal fin, y con base en los lineamientos del IPCC (2014), es fundamental determinar y/o reconocer los factores de riesgo asociadas a la intensificación de las variables climáticas, precipitación y temperatura del aire, durante eventos como La Niña o El Niño (Pabón & Montealegre, 2017). El riesgo está constituido por la amenaza (fluctuación de las variables climáticas y edáficas afectando el desarrollo del cultivo) y la vulnerabilidad (que incluye la

exposición, sensibilidad y capacidad adaptativa de los sistemas productivos) (IPCC, 2014; Navarro et al., 2016; Ospina et al., 2016), por lo que, la realización adecuada del manejo agronómico en función de la conservación y buen uso de los recursos resulta determinante para reducirlo. En este contexto, es necesario contar con información precisa sobre la ubicación de los sistemas productivos y su vulnerabilidad para así direccionar estrategias para incrementar su resiliencia ante eventos climáticos extremos (IPCC 2014; Navarro et al., 2016; Ospina et al., 2016).

El cambio climático es entendido como la alteración de las condiciones climáticas predominantes en determinadas zonas, causado principalmente por el incremento en la concentración de los GEI derivados de las actividades productivas y humanas (Lu et al., 2016). Acorde con esto, el informe del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), prevee para los próximos 20 años un incremento de la temperatura promedio mundial cercana a 1,5 °C (IPCC, 2021).

En este contexto, la **mitigación del cambio climático** en sector agrícola se logra a través de intervenciones humanas enfocadas a reducir las emisiones o mejorar los sumideros de GEI; mediante **estrategias de mitigación** enfocadas a la generación y uso de energía renovable, la reducción de la producción de desechos y uso de combustibles fósiles; mientras que la **adaptación al cambio climático**, es el proceso de ajuste al clima real o proyectado y sus efectos, con el fin de moderar los daños y/o aprovechar las oportunidades; lo anterior mediante **estrategias de adaptación** de tipo estructural, institucional, ecológico o de comportamiento (IPCC, 2018); las cuales incluyen prácticas como cultivos comerciales y Manejo Integrado de Plagas (MIP), las cuales se describen en la siguientes secciones.

2.3.1. Adaptación de cultivos comerciales de pasifloras

Dado que las pasifloras se cultivan a lo largo del territorio nacional es importante reconocer las variables climáticas, biofísicas y hasta de suelo que podrían determinar su adaptación y productividad; en la **Tabla 1** se presentan los rangos de estas variables para las principales pasifloras cultivadas en Colombia.

Tabla 1. Rangos de referencia de la altitud, precipitación anual, temperatura media y humedad relativa del aire para pasifloras de importancia en Colombia. Fuente: Adaptado de diferentes autores*.

Pasiflora	Altitudinal (m.s.n.m)	Precipitación (mm año-1)	Temperatura (°C)	Humedad relativa (%)	Fuente de información*
Maracuyá		0 a 1.300	15 a 28		Fischer & Miranda. (2021). Osorio Cardona et al. (2020)
	<1.200	700 a 3.000	22 a 29		
Gulupa		1.600 a 2.300	15 a 22/12 a 14 (día/noche)		Fischer & Miranda. (2021). Osorio Cardona et al. (2020)
	1.500 a 2.700	1.000 a 2.000	12 a 20	80 a 94	
	1.800 a 2.400	900 a 1.200	15 a 20	70 a 80	
Granadilla					Ocampo Pérez, Posada Quintero & Urrea Gómez (2012); Osorio Cardona et al. (2020)
	1.000 a 2.300	1.000 a 2.000	15 a 24		

Pasiflora	Altitudinal (m.s.n.m)	Precipitación (mm año-1)	Temperatura (°C)	Humedad relativa (%)	Fuente de información*
Curuba		1.800 a 3.200	13 a 16		Fischer & Miranda. (2021).
	1.800 a 3.200	1.200 a 1.500	12 a 18	70 a 75	Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), Fondo Nacional de Fomento Hortofrutícola, & Asohofrucol (2012)

En este contexto, cuando las plantas se ven expuestas a periodos largos de lluvias y humedad ambiental, se registra el incremento de problemas fitosanitarios ocasionados por hongos, bacterias, nematodos, entre otros (Navarro et al., 2016); mientras que, en épocas de déficit hídrico se presenta mayor actividad y daño de insectos plaga (Ospina et al., 2016; Varón Devia et al., 2020). Dentro de las prácticas de manejo de las pasifloras son fundamentales el manejo integrado de plagas MIP que en este caso incluye el control físico mediante el uso del sistema de soporte, poda de saneamiento (se refiere a retirar o tratar in situ las partes de la planta afectadas eliminando fuentes de inóculo o de diseminación) y el control biológico (Miranda et al., 2009; Navarro et al., 2016; Ospina et al., 2016; Varón Devia et al., 2020). Estas estrategias tienen un carácter preventivo, por tal razón contribuyen a un manejo agroecológico que en conjunto con el monitoreo y prácticas culturales puede facilitar la toma de decisiones oportuna, frente al uso de otras estrategias de control, principalmente químico.

2.3.2. Manejo Integrado de Plagas “MIP”

El Crecimiento Verde promueve la conservación del capital natural y la seguridad alimentaria considerando diferentes escenarios de variabilidad y cambio climático. De esta manera, en el mediano y largo plazo, contribuir a la implementación de una agricultura sostenible fundamenta la integración de prácticas y labores del cultivo que aseguren el bienestar económico y social de la población, un menor impacto al medio ambiente y la generación de capacidades para lograr la adaptación climática del sistema productivo (DNP, 2019). En este contexto, el Manejo Integrado de Plagas (MIP) enfocado en la conservación de los recursos naturales y la biodiversidad, avanza hacia el fortalecimiento de estrategias que aportan a los principios de esta política (*protección del capital natural, maximización de la eficiencia en el uso de los recursos, y adaptación climática del sistema productivo*), por lo cual, describiremos algunos mecanismos y prácticas que podrían fortalecer el MIP en cultivos de pasifloras.

Una plaga se define como cualquier especie, raza o biotipo vegetal o animal o agente patógeno, dañino para las plantas o productos vegetales (Convención Internacional de Protección Fitosanitaria [CIPF], 2018). En este contexto, Osorio-Cardona et al. (2020) mencionan que los cultivos de granadilla, gulupa y maracuyá, son afectados en mayor proporción por trips, mosca del botón floral (*Dasiops inedulis*), secadera (*Fusarium solani* f. sp. *passiflorae*) (Osorio et al., 2020), antracnosis (*Colletotrichum* sp.), bacteriosis (*Xanthomonas axonopodis* pv. *passiflorae*), mancha de alternaria (*Alternaria passiflorae*) y nematodos fitoparásitos; siendo la secadera la enfermedad de mayor ocurrencia (Osorio et al., 2020). Para el manejo integrado de cualquier plaga, se deben combinar diversos métodos

de protección económica y ecológicamente justificables, que causen el menor impacto sobre la salud humana y el medio ambiente (Bautista-Montealere et al., 2020).

A continuación se relacionan medidas MIP que podrían aportar a la implementación de los principios de Crecimiento Verde en los cultivos de pasifloras:

Sistema de soporte. En el cultivo de pasifloras se emplean diversos sistemas de soporte, entre estos los más conocidos son espaldera, emparrado y “T” (Miranda et al., 2009; Ospina et al., 2016) (**Figura 15**). La instalación de soporte en T requiere la ubicación en hilera de paralelos de madera con una altura aproximada de 2,5 m de alto y en el cual, se coloca en la parte superior donde los zarcillos de las plantas se “enrollan”, un paral de madera dispuesta horizontalmente de 0,5 m de largo, por la cual pasan tres alambres galvanizados, uno central de calibre 12 y dos laterales (separados 0,25 m del central) de calibre 14 (Ospina et al., 2016). Actualmente en la producción de pasifloras se está implementando un sistema de semicubierto o semi invernadero como una medida de prevención para el desarrollo de enfermedades limitantes de la calidad de la fruta (Montoya-Estrada et al. (2013) (**Figura 15**). El montaje de dicha estructura involucra la instalación de tutores con un arco según la orientación del cultivo, posteriormente se extienden y templan dos líneas de cable guaya por los puntos de unión entre el poste base, mientras que una tercera línea se ubica sobre la mitad de los arcos en el punto de encuentro con el tutor; finalmente, se debe ubicar a lo largo de la estructura, temprar y asegurar con grapas, un plástico de baja densidad con una dimensión de 2 m x 500 m (Artunduaga-Palechor y Jiménez, 2019).

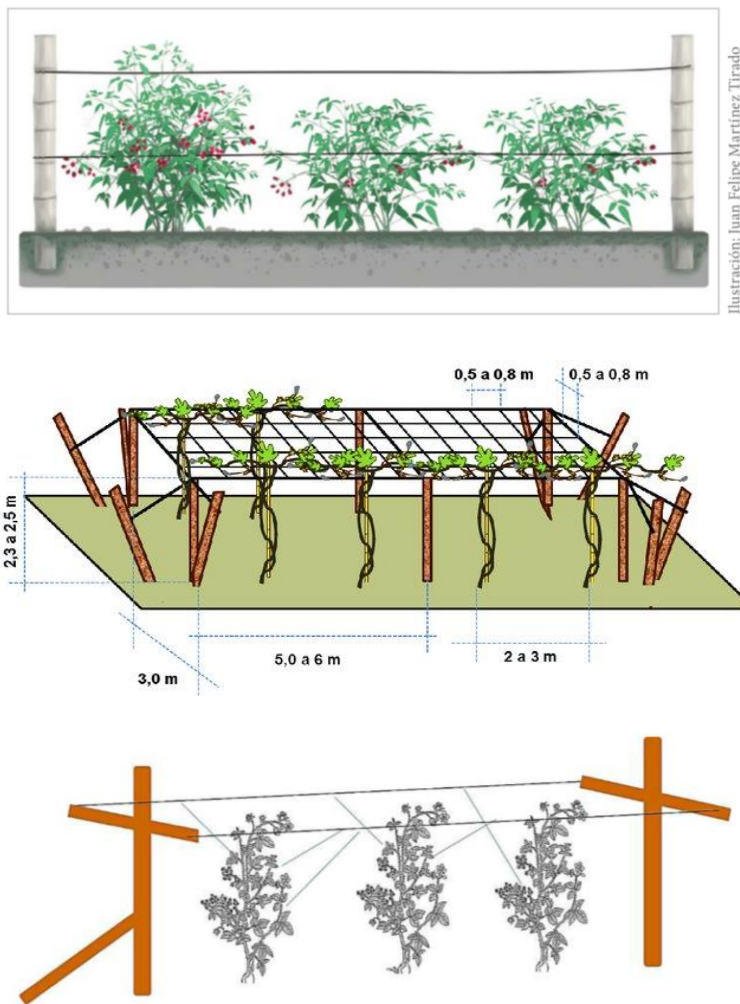


Figura 14. Sistemas de soporte empelados en la producción de pasiflorsa. Espaldera compuesta (arriba), emparrado (medio) y “T” (abajo). **Fuente:** Elaboración propia (Requeire diagramación en lo posble incluyendo plantas de pasifloras).



Figura 15. Semicubierta o semi invernadero implementado en la producción de pasifloras en el departamento de Boyacá. **Fuente:** Los autores

Poda de saneamiento. Debido a la gran cantidad de ramificaciones desordenadas con las que cuentan algunas especies de pasifloras, la poda permite eliminar aquellas ramificaciones indeseables e inducir el desarrollo de las plantas sobre los respectivos soportes y/o tutores (Campos y Quintero, 2012). La poda fitosanitaria semal o quincenalmente según presión de los insectos plaga y enfermedades presentes en el cultivo, permite la eliminación del tejido afectado; así como la reducción de condiciones predisponentes para el desarrollo de estos; dicha práctica requiere la aplicación de productos cicatrizantes que cuenten con registro ante el Instituto Colombiano Agropecuario – ICA, en las heridas ocasionadas durante las podas y desinfectar las herramientas con yodo agrícola, hipoclorito de sodio al 2% o desinfectantes a base de amonios cuaternarios, antes, durante y después de la labor (ICA, 2011).

Control biológico. Consiste en la manipulación de organismos vivos u antagónicos y sus derivados naturales; para reducir la presión de una plaga a niveles que no causen un daño económico (University of Florida, 2019). Este tipo de control se considera un recurso clave para la producción sostenible de cultivos por el aprovechamiento de los diversos mecanismos de acción de los controladores (Cotes, 2018), los cuales involucran competencia, micoparasitismo y lisis, antibiosis, promoción de crecimiento, inducción de resistencia, septicemia, parasitismo y depredación, entre otros. Entre los microorganismos más utilizados en el control biológico en el cultivo de pasifloras se encuentran virus y bacterias entomopatógenos como Baculovirus y *Bacillus thuringiensis* para el control de larvas; el hongo *Trichoderma* spp. para control de podredumbre del cuello y enfermedades radiculares e insectos parasitoides de huevos y larvas como *Trichogramma* spp. (Parra-Morera et al., 2018) (**Figura 16**); la selección y posterior aplicación de dichos controladores dependerá del blanco biológico o plaga que se encuentre afectando el cultivo, el mecanismo de acción del bioinsumo, las condiciones ambientales de la zona, entre otros factores.



Figura 16. Larva de lepidoptero afectada por un Baculovirus (izquierda) (**Fuente:** Grupo de Investigación en Control Biológico de AGROSAVIA) y hembra de *Trichogramma* sp. parasitando huevos (derecha) (**Fuente:** Fursov, 2017).

2.3.3. Contribución del MIP al fortalecimiento de la adaptación de los sistemas productivos de pasifloras a la variabilidad y el cambio climático

A medida que se alcanza una mayor comprensión de los efectos positivos de mitigación y la adaptación al cambio climático en la fruticultura colombiana, se acrecenta también la necesidad de que los productores y tomadores de decisiones participen de las acciones y estrategias dispuestas en el país (DNP, 2018). En la década pasada, los daños ocasionados por el fenómeno de La Niña ascendieron a 11,2 billones de pesos (BID y CEPAL, 2012) y por el fenómeno de El Niño fueron cercanas a 3,1 billones de pesos (DNP, 2017).

En tal sentido, la prevención a través de las estrategias de adaptación y mitigación podrían considerarse mejores estrategias económicas para hacer frente a la situación; es decir, que es más económico prevenir que solucionar daños profundos en el país causados por eventos climáticos extremos como los registrados a causa de los fenómenos de La Niña y El Niño.

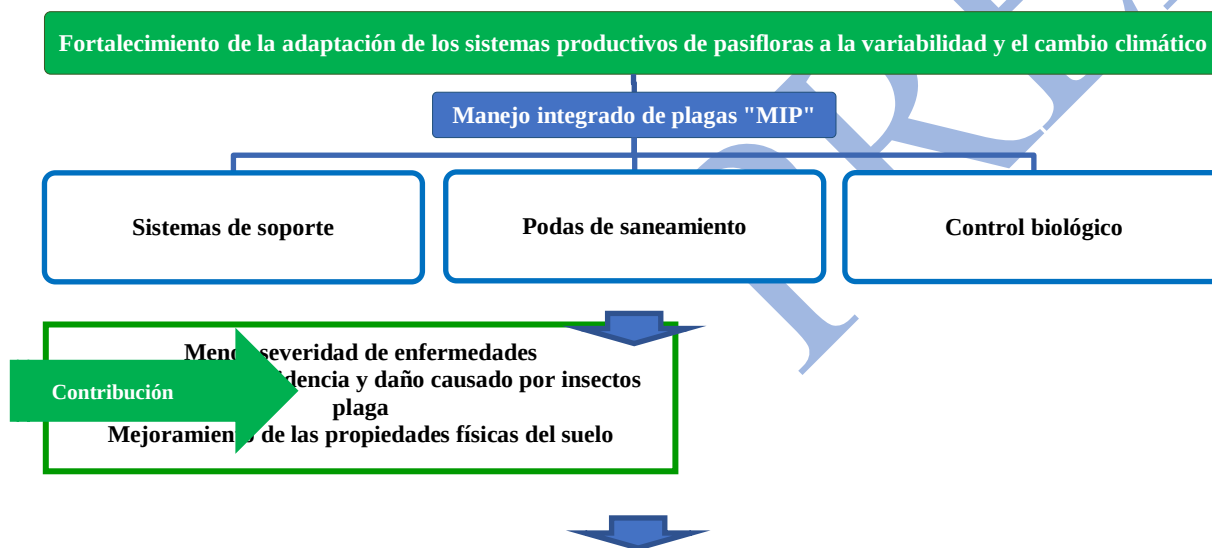
La adaptación se refiere las estrategias o medidas para reducir la vulnerabilidad de los efectos del cambio climático debido a las características geográficas, ecológicas y socioeconómicas de un territorio; y se basa en el desarrollo de fundamentos técnicos y operativas que contribuyan a la gestión de riesgo y del cambio climático por ejemplo la gestión y protección del agua y la biodiversidad, mediante acciones que generan cambio en los sistemas de producción y que conduzcan a una mayor resiliencia frente a los efectos del cambio climático (Ministerio de Ambiente y de Protección Social, 2022). Mientras que, la mitigación está asociada principalmente al conjunto de estrategias o practicas que favorezcan la reducción de Gases Efecto Invernadero (GEI) en la atmósfera, esto indica que se busca limitar o disminuir las fuentes de emisiones que genera el sector productivo mediante la reducción de la deforestación, y el aumento o mejora de los depósitos y reservas de carbono, entre otras apuestas de alcance nacional e internacional (Ministerio de Ambiente y de Protección Social, 2022)..

En ese orden de ideas, las prácticas y medidas descritas previamente cobran relevancia tanto para el fortalecimiento de capacidades como para la prevención de pérdidas futuras ocasionadas por los efectos negativos de la variabilidad y cambio climático sobre cultivos diversos sistemas productivos entre los cuales sobresalen cultivos permanentes semestrales y frutales como lo son las pasifloras (DNP, 2019).

En la producción de pasifloras, la instalación de soportes con *semicubierta o semi invernadero* junto a la realización de *podas fitosanitarias*, permiten modular el microclima en el dosel de las plantas productivas para prevenir o reducir el ataque de enfermedades. Tal como lo reporta Montoya-Estrada et al. (2013), en maracuyá esta tecnología es desfavorable para la bacteria *X. axonopodis* pv. *passiflorae* agente causal de bacteriosis, al permitir la

producción de plantas con mayor vigor en raíces, tallo, hojas y flores; menor porcentaje de severidad (0,1583%) y menor cantidad de hojas caídas (41,8); a la vez que contribuye a maximizar ganancias de peso (17.7 kg ha^{-1}), número de frutos (88.2) y por ende ingresos económicos; cuando se compara con la aplicación de moléculas químicas (9.1 kg ha^{-1} y 46.3 frutos).

Por otro lado, experimentalmente la aplicación de abamectina, producto natural derivado de la bacteria edáfica *Streptomyces avermitilis*; favorece la reducción de la incidencia y grado de afectación causado por acaro rojo (*Tetranychus urticae*) e incrementos de 22 % en el rendimiento de granadilla (Navarro et al., 2016); mientras que la inoculación con hongos micorrícicos arbusculares (HMA) permite disminuir el daño causado por el nematodo fitoparásito *Meloidogyne javanica* sobre granadilla, esto al inducir mayor ganancia de biomasa área (6,29 g) y radical (3.44 g), respecto a plantas inoculadas con el fitonematodo (5.22 g y 3.0 g) (Sierra-Escobar et al, 2017). Finalmente, algunas recomendaciones tecnológicas que contribuyen a fortalecer la adaptación a la variabilidad y el cambio climático en el sistema productivo de pasifloras son resumidas en la **Figura 17**.



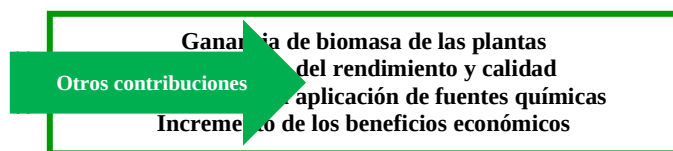


Figura 17. Recomendaciones tecnológicas que contribuyen a fortalecer la adaptación a la variabilidad y el cambio climático en el sistema productivo de pasifloras (Referencia).

La implementación de las prácticas mencionadas orienta el Crecimiento Verde en la producción de pasifloras porque:

- Fomenta la agricultura ecológica y agroecológica a partir de la sensibilización de los productores y la promoción de prácticas amigables con el ambiente, el productor y el consumidor
- Incorpora enfoques de manejo sostenible de la tierra y prácticas agroecológicas en el desarrollo de nuevas ofertas tecnológicas. La producción y uso de pasifloras en Colombia presenta grandes retos frente a los mercados potenciales que puede explorar no solo para consumo en fresco, sino para la bioprospección y uso farmacológico soportado por el amplio número de especies comerciales y nativas identificadas en el territorio nacional.

Fortalece el mercado de productos verdes. El consumo de frutas y de productos saludables basado en las propiedades nutricionales y farmacológicas continua siendo una tendencia sólida que demanda esquemas de producción limpios, dado que los consumidores nacionales e internacionales reconocen a las pasifloras como una fuente de antioxidantes, vitaminas y minerales favorables para su nutrición.

Además, la aplicación de una agricultura sostenible en este sistema productivo, basada en la protección del capital natural, incluyendo la Agricultura Campesina, Familiar y Comunitaria (ACFC), facilitará a los productores agropecuarios y agroindustriales el acceso a los

incentivos económicos y tributarios, entre otros beneficios, generados a partir de esta política (DNP, 2018). Esto indica que, bajo el contexto actual de producción de pasifloras y frutales en Colombia, se pueden destacar pequeñas áreas de producción o Unidades Productivas (UP) en las cuales se presenta una Agricultura Campesina, Familiar y Comunitaria (ACFC); este tipo de sistemas se caracteriza por la producción y organización gestionada y operado por múltiples actores que conviven en los territorios rurales del país (MADR, 2018). En la ACFC se desarrollan principalmente actividades de producción, transformación y comercialización de bienes y servicios agrícolas, entre otros; mediante la gestión y el trabajo familiar, asociativo o comunitario (MADR, 2018).

3. Consideraciones finales

En Colombia hay distintos niveles de cuidado y relación con los recursos naturales, ambientales y ecosistémicos. Se debe contar con la cooperación de distintos actores en los diversos territorios. Por esta razón, la ciudadanía debe estar informada, capacitada y empoderada frente a los objetivos de la política de Crecimiento Verde, al ser esta, sujeto de construcción colectiva. Por lo tanto, como nota complementaria a la presente obra y como aporte constructivo al documento CONPES 3934 (DNP, 2018), se recomienda establecer un plan de comunicaciones definido y claro que permita informar y capacitar a los actores de la sociedad civil en estrategias verdes. Este plan debe incluir:

- Foros, encuentros, congresos, de divulgación, capacitación y rendición de cuentas.
- Reuniones para la co-creación de estrategias y generación de nuevas iniciativas de Crecimiento Verde.

- Espacios académicos, científicos y empresariales que favorezcan la innovación y creación de nuevas tecnologías sostenibles.
- Estrategias de comunicación y consenso con las comunidades para definir, conocer y concretar las especificidades de los territorios, ecosistemas, fuentes hídricas, etc. Espacios para el fomento y encuentro de sinergias entre los distintos sectores, sus objetivos e intereses.

En el marco de la política de Crecimiento Verde (DNP, 2018), las recomendaciones tecnológicas sobre manejo y conservación de suelos, el uso y propagación de material de siembra, la gestión y uso eficiente del recurso hídrico, así como el MIP; hacen parte de algunas tecnologías y recomendaciones que podrían contribuir al logro y materialización de la política y que se realizan parcial o totalmente en unidades productivas dedicadas a la producción de pasifloras. Entre muchas iniciativas que adelantan los actores del SNIA para la investigación, desarrollo e innovación de estos importantes frutales. En esta obra se mencionan y/o describen algunas tecnologías que desde AGROSAVIA se promueven, y que pueden ser enriquecidas con los aportes y logros interinstitucionales que se adelantan en el país, y que al 2030 podrían mejorar y potenciar el desarrollo sostenible de este sistema productivo. En el marco de la política de crecimiento verde (DNP, 2018), las recomendaciones tecnológicas descritas sobre la producción de material de siembra de calidad, conservación del suelo, uso eficiente del recurso hídrico y manejo integrado de insectos plaga y enfermedades en cultivos de pasifloras hacen parte de las estrategias disponibles para optimizar el uso del capital natural. La promoción e inclusión de tecnologías sostenibles es viable mediante de la integración de conceptos y prácticas de Agricultura

Climáticamente Inteligente en el sistema productivo de pasifloras para así mejorar su capacidad de adaptación a efectos negativos derivados de eventos climáticos extremos, propendiendo por mejorar la calidad de vida de los productores y garantizar la seguridad alimentaria de los territorios. Algunas de las oportunidades de bionegocios o negocios verdes de este sistema productivo se podrían encaminar en la ampliación del portafolio nacional de bioproductos para su manejo, alternativas para la transformación de la fruta, diversificación de mercados basados en los mercados nacionales e internacionales, así como en la bioprospección de las pasifloras hacia usos farmacéuticos y cosméticos a favor de aumentar de la competitividad de los productores y la rentabilidad de la producción.

Actualmente, el país enfrenta nuevos retos ambientales que buscan equilibrar el uso de los recursos naturales con el desarrollo económico. Dadas las condiciones agronómicas con las que se cultivan actualmente las pasifloras en el país, se resalta la necesidad de potencializar y maximizar el uso de tecnologías con enfoque de Crecimiento Verde.

Uno de los mecanismos para alcanzar los retos de esta política, incluye realizar estudios de diagnóstico y de prospectiva e identificar opciones políticas para incorporar el enfoque de Crecimiento Verde en la planificación del desarrollo económico, con el fin de promover la competitividad económica.

- Proteger y asegurar el uso sostenible del capital natural y de los servicios de los ecosistemas.
- Promover un crecimiento económico resiliente ante los desastres y el cambio climático.

- Asegurar la inclusión social y el bienestar.
- Aumentar la eficiencia en el uso del agua, la energía, los suelos y los materiales hacia una económica circular.
- Posicionar la bioeconomía como un sector competitivo y que diversifica la oferta exportadora del país.
- Aumentar la demanda y la oferta de la fuerza laborar para el Crecimiento Verde (DNP, 2018).

4. Glosario

Adaptación a la variabilidad y cambio climático. En el sector agropecuario, se refiere al desarrollo de sistemas productivos más resilientes frente a las variaciones en la distribución de las variables climáticas relevantes, tales como la temperatura y la precipitación. En otras palabras, hace referencia a sistemas productivos y tecnologías agropecuarias con mayor resiliencia climática (CEPA, 2011).

Agregación de suelo. Resultado de la floculación, cementación y el reacondicionamiento de las partículas de este; la cual es controlada por el contenido de carbono orgánico del suelo, la biota, la unión de materia orgánica particulada, asociaciones iónicas y el contenido de arcillas y carbonatos (Six et al., 2000; Duiker et al., 2003).

Agroquímicos o plaguicida. Cualquier sustancia o mezcla de sustancias destinadas a prevenir, destruir o controlar cualquier plaga, incluyendo los vectores de enfermedades humanas o de los animales, las especies no deseadas de plantas o animales que causan perjuicio o que interfieren de cualquier otra forma en la producción agrícola.. (FAO, 2002).

Arvenses. Es uno de los sinónimos de malezas, malas hierbas, hierbas malas, plantas arvenses, monte o plantas indeseables; y se refiere a las plantas que representan una amenaza importante para la agricultura y / o los ecosistemas naturales (Adaptado del *United States Department of Agriculture* [USDA], 2021).

Bacterias fijadoras de nitrógeno. Su hábitat se encuentra alrededor de las raíces leguminosas, formando nódulos en las células corticales habitadas por las bacterias; estas bacterias son capaces de fijar el nitrógeno atmosférico incorporándolo a su organismo y depositado al suelo una vez terminan su ciclo de vida (FAO, 2021).

Bioeconomía. Comprende aquella parte de la economía que utiliza los recursos biológicos renovables de la tierra y el mar como cultivos, bosques, peces, animales y microorganismos, para producir alimentos, materiales y energía” (European Commission, 2020); no obstante, esta también involucra “la producción, utilización y conservación de recursos biológicos, incluidos los conocimientos, la ciencia, la tecnología y la innovación relacionados con ellos, para proporcionar información, productos, procesos y servicios en todos los sectores económicos, con el propósito de avanzar hacia una economía sostenible” (IAC-GBC, 2018).

Biodiversidad del suelo. Refleja la variedad de organismos vivos que habitan el suelo; comprende innumerables organismos no visibles a simple o microorganismos, como las bacteria, hongos, protozoarios y nematodos; la mesofauna que comprende ácaros y colémbolos, y la macrofauna que incluye lombrices, termitas, entre otros. Adicionalmente, las raíces de las plantas también se pueden considerar como organismos del suelo, esto debido a su relación simbiótica e interacción con otros componentes del suelo (FAO, 2021).

Biomasa residual. Es todo tipo de material orgánico generado en el desarrollo de alguna actividad, puede ser aprovechado o transformado en otros productos, reduciendo los

impactos al medio ambiente y haciendo así una gestión sostenible de lo que a veces se desecha (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible [MADS], 2021).

Bioinsumo. Son herramientas de base biológica, macro o microorganismos, derivados y extractos de plantas, aplicados a la producción agropecuaria. Se consideran bioinsumos a todos aquellos productos constituidos de organismos vivos tales como microorganismos (hongos, bacterias, virus, etc.) o sus derivados, macroorganismos (ácaros e insectos benéficos), extractos de plantas y sus compuestos derivados de origen biológico o natural y que son destinados a ser aplicados como insumos en la producción agropecuaria. Estos comprenden a tres familias de productos: productos de control biológico (biocontroladores y agentes fitosanitarios, ya sean de origen fúngico, viral, bacteriano, vegetal o animal, o derivados de estos), biofertilizantes, y bioestimulantes o fitorreguladores (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura [IICA]).

Cambio climático. Cambio en el estado del clima, atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición global de la atmosfera y se suma a la variabilidad climática natural, observada durante periodos de tiempos comparables (IPCC, 2018).

Capital natural. Recursos como el agua, el suelo, los bosques, la biodiversidad, el aire y el sol que tienen como función proveer insumos, materiales y servicios ambientales, para la producción económica (OCDE, 2018 en DNP, 2021).

Captura de carbono. Sustracción de CO₂ de la atmósfera para su almacenamiento en sumideros ecológicos; entre estos los suelos agrícolas están entre los mayores depósitos de carbono del planeta y tienen potencial para expandir la captura de carbono y de esta manera mitigar la creciente concentración atmosférica de CO₂ (2002).

Clones. Individuos o progenies con características idénticas a la planta madre (Miranda et al., 2009).

Condiciones edafoclimáticas. Factores y variables edáficas (suelo) y climáticas (clima) consideradas para el establecimiento, seguimiento y manejo de especies vegetales de interés agrícola o cultivos. En cuanto a suelo, se destacan los componentes físico, químico y biológico y sus diferentes variables; y en cuanto a clima: la precipitación, temperatura y humedad atmosférica o del aire y/o del suelo, velocidad y dirección del viento, y radiación o brillo solar.

Conservación de suelos. Métodos apropiados del manejo de la tierra que ayudan a invertir la degradación de recursos del suelo, agua y biológicos y aumentar la producción de cultivo y ganadería (FAO, 2021).

Control biológico. Definido como el uso consciente de organismos vivos para el control de plagas, es un recurso ecosistémico clave para la producción sostenible de cultivos, en el cual se aprovechan los enemigos naturales de estas para reducir sus daños (Cotes, 2018). Consiste en la manipulación de organismos vivos u antagonicos y sus derivados naturales; para reducir la presión de una plaga a niveles que no causen un daño económico (University of Florida, 2021).

Crecimiento Verde. Enfoque que propende por un desarrollo sostenible que garantice el bienestar económico y social de la población en el largo plazo, asegurando que la base de los recursos mantenga la capacidad de proveer los bienes y servicios ambientales que soportan la base económica del país y puedan continuar siendo fuente de crecimiento y bienestar hacia el futuro (DNP y GGGI, 2016).

Déficit hídrico o sequía hidrológica. Período de tiempo anormalmente seco, lo suficientemente prolongado para ocasionar una escasez de agua, que se refleja en una disminución apreciable en el caudal de los ríos y en el nivel de los lagos y/o en el agotamiento de la humedad del suelo y el descenso de los niveles de aguas subterráneas por debajo de sus valores normales (RT). (OMM, 2013).

Economía circular. Es una estrategia que busca generar crecimiento económico optimizando el uso de recursos, incrementando la vida útil de los productos y reduciendo la generación de contaminación e impactos ambientales negativos. Promueve la innovación y la generación de valor en sistemas de producción y consumo a través de optimizar, compartir, intercambiar, reciclar y regenerar materiales, agua y energía con la implementación de nuevos modelos de negocio y transformación de los sistemas de producción y consumo existentes (Colombia Productiva, 2018).

Esquejes. Trozo de tallo o estaca proveniente de una planta de longitud variable con una o varias yemas (Resolución ICA 3168, 2015).

Gases de efecto invernadero (GEI). Aquellos componentes gaseosos de la atmósfera, tanto naturales como antropogénicos, que absorben y emiten radiación en longitudes de onda específicas dentro del espectro de radiación terrestre emitida por la superficie de la Tierra, la atmósfera misma y las nubes. Los principales GAEI, son el vapor de agua (H_2O), el dióxido de carbono (CO_2), el óxido nitroso (N_2O), el metano (CH_4) y el ozono (O_3) (IPCC, 2018).

Hongos formadores de micorrizas arbusculares. Son microorganismos que naturalmente se encuentran en el suelo y que se asocian a especies vegetales a través de una simbiosis de la cual se benefician mutuamente. Uno de los beneficios para las plantas tiene que ver con la

optimización en el transporte del agua y nutrientes, lo cual se refleja en su crecimiento y adaptación (Ramírez Gómez et al., 2020).

Hongos entomopatógenos. Son agentes de control biológico de muchas especies de artrópodos que naturalmente ocasionan la reducción de poblaciones (Espinell Correal et al., 2018).

Material vegetal de propagación. Todo material vegetal viable que se use para multiplicación (Resolución ICA 3168, 2015).

Negocios verdes. Aquellos que contemplan actividades económicas en las que se ofrecen bienes y servicios que generan impactos ambientales positivos, a su vez incorporan buenas prácticas ambientales, sociales y económicas, tienen enfoque de vida y contribuyen así a la conservación del ambiente (DNP, 2018).

Plantas madre. Plantas de caña con características productivas, adaptativas y sanitarias deseables para la multiplicación de semilla y establecimiento de semilleros básicos o semicomerciales, así como de cultivos comerciales. El origen de las plantas madre debe ser conocido para garantizar su idoneidad en procesos de mejoramiento genético relacionados con la selección de cultivares y para la propagación de semilla seleccionada.

Plantas hospederas. Aquellas que proporcionan refugio, hábitat o son fuente de alimento (planta nutricia) como parte del ciclo de vida de otro organismo.

Plántulas o plantas de vivero. Son los individuos botánicos con destino al establecimiento de cultivos, provenientes de un órgano reproductivo sexual o asexual y que para efectos son considerados semillas para la siembra (Resolución ICA 3168, 2015).

Propagación clonal o asexual. Este tipo de propagación en pasifloráceas puede ser: 1) convencional a partir de diferentes estructuras de las plantas (principalmente estacas y esquejes) que conservan la potencialidad de enraizar, 2) la propagación por injertos de segmentos de la planta sobre tallos de plantas receptoras más resistentes y 3) la micropropagación a partir de tejidos vegetales cultivados in vitro (Miranda, Perea & Magnitskiy, 2009).

Productividad en el uso de los recursos. Medida que caracteriza la eficiencia ambiental y económica con la que se utilizan los recursos naturales y la energía en la producción y el consumo (OCDE, 2014).

Resistencia varietal. Es definida como las características que las plantas heredan genéticamente y por las cuales resultan menos afectadas por plagas, en comparación con otros materiales vegetales (Smith, 2005).

Semilla. El fruto de la curuba contiene numerosas semillas de color negro a marrón, de tamaño mediano a pequeño, que pueden pesar entre 0.02 a 0.04 gr dependiendo de la especie, de forma aplanada, con testa gruesa y lisa (ICA, 2012).

Semilla seleccionada. Semillas de especies que no están en proceso de certificación, y sobre la cual el ICA ejerce control durante su comercialización, a fin de verificar que reúna los factores de calidad establecidos en la legislación vigente (ICA, 2015).

Variabilidad climática. Variaciones en el estado medio y otras estadísticas (como desviaciones estándar, ocurrencia de extremos, etc.) del clima en todas las escalas espaciales y temporales más allá de los eventos climáticos individuales. La variabilidad puede deberse a procesos internos naturales dentro del sistema climático (variabilidad interna) o a

variaciones en el forzamiento externo natural o antropogénico (variabilidad externa) (IPCC, 2018).

Yema. Son estructuras generativas latentes de las cuales se puede dar origen a nuevos tejidos vegetales. Son de forma ovoide y generalmente se localizan entre la inserción de la hoja y el tallo como yema axilar. Existen varios tipos de yemas: 1. vegetativas de las cuales se desarrolla tejido vegetal como ramas y tallos 2. Reproductivas o florales de las cuales se desarrollan órganos como las flores o racimos florales (Cámara de Comercio de Bogotá, 2015).

Zarcillo. Son estructuras filamentosas en forma de espiral, que se presentan en las axilas de las hojas y son fundamentales para que la planta se pueda adherir a los objetos que encuentra alrededor y así poderse sostener (ICA, 2012).

5. Referencias

- AGROSAVIA. (2016). Boletín 21. Modelos de Adaptación y Prevención Agroclimática-MAPA. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, Bogotá (Colombia), Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Bogotá (Colombia) Fondo de Adaptación, Bogotá (Colombia). <http://hdl.handle.net/20.500.12324/37282>
- Amaya-Robles, J. (2009). El cultivo del maracuyá *Passiflora edulis* form. *flavicarpa*. Gerencia Regional Agraria La Libertad, Trujillo-Perú.
- Artunduaga-Palechor, J., & Jiménez, L. (2019). *Diseño y construcción de instalaciones de semi-techo para producción de una hectárea de gulupa (Passiflora pinnatistipula) con*

finés de exportación en la vereda La Marqueza del municipio de Isnos – Huila.
 Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD, Escuela de Ciencias Agrícolas,
 Pecuarias y del Medio Ambiente.

- Asakawa, N., Bolaños, B. M., Cardona, W., & Castilla, L. (2012, abril 16-20). Calidad de suelo y aire en el cultivo de bananito (Musa AA) [Presentación de póster]. XIX Congreso Latinoamericano de la Ciencia del Suelo y XXIII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. Mar del Plata, Argentina. [http://ciat-library.ciat.cgiar.org/Articulos_Ciat/biblioteca/Calidad%20de%20suelo%20y%20aire%20en%20el%20cultivo%20de%20bananito%20\(Musa%20AA\).pdf](http://ciat-library.ciat.cgiar.org/Articulos_Ciat/biblioteca/Calidad%20de%20suelo%20y%20aire%20en%20el%20cultivo%20de%20bananito%20(Musa%20AA).pdf)
- Bautista-Montealegre, L., Cardona, W., & Ospina-Parra, C. (2020). Manejo Integrado de Plagas (MIP) en el cultivo de plátano (*Musa AAB*) / Mosquera, (Colombia): AGROSAVIA, 2020.
- Betancourt, M., Ramírez, A. M., & Sánchez, J. E. (2016). *Plan Estratégico de Ciencia, Tecnología e Innovación del Sector Agropecuario Colombiano (PECTIA)*. Cadena de PASIFLORAS. <http://hdl.handle.net/20.500.12324/1456>
- Bolaños-Benavides, M., Silva-Arero, E., Castelblanco-Rivera, L., Bautista-Montealegre, L., Cruz-Ruíz, S. y Peña-Holguín, A. (2020). Yuca (*Manihot esculenta* Crantz): Manual de recomendaciones técnicas para su cultivo en el departamento de Cundinamarca / – Bogotá, D. C. : Corredor Tecnológico Agroindustrial, CTA-2, 2020.
- Cámara de Comercio de Bogotá [CCB]. (2015). *Manual Gulupa*. Programa de Apoyo Agrícola y Agroindustrial Vicepresidencia de Fortalecimiento Empresarial Cámara de Comercio de Bogotá. <http://hdl.handle.net/11520/14314>

Campos, T., & Quintero, O. (2012). *Curuba (Passiflora tripartita var. mollissima)*. 421-442.

En: Fischer, G. 2012. Manual para el cultivo de frutales en el trópico. Bogotá, Colombia.

Cardona, W., Silva-Arero, E., Bolaños-Benavides, M., & García-Zapata, D. (2019).

Conservation practices to reduce soil erosion in hillsides cultivated with plantain (*Musa*

AAB). 328 – 333. En: FAO. (2019). Proceedings of the Global Symposium on Soil

Erosion 2019. Rome. <https://www.fao.org/3/ca5582en/CA5582EN.pdf>

Carvajal, L. M., Turbay, S., Álvarez, L. M., Rodríguez, A., Álvarez, M., Bonilla, K.,

Restrepo, S., Parra, M. (2014). *Functional and nutritional properties of six species of*

Passiflora (Passifloraceae) from the department of Huila, Colombia. *Caldasia* 36(1):1-

15.

Castro-Rincon, E., Mojica-Rodríguez, J., Carulla-Fornaguera, J., Lascano-Aguilar, C.

(2018). Abonos verdes de leguminosas: integración en sistemas agrícolas y ganaderos del

trópico. *Agronomía Mesoamericana*. 29(3): 711-729.

<https://doi.org/10.15517/ma.v29i3.31612>

Cleves, J., Jarma, A., & Puentes, G. (2012). Maracuyá (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* y f.

purpurea L.). 682-700. En: Fischer, G. 2012. Manual para el cultivo de frutales en el

trópico. Bogotá, Colombia.

Convención Internacional de Protección Fitosanitaria [CIPF]. (2018). Normas

Internacionales para Medidas Fitosanitarias-NIME N.º 5: Glosario de términos

fitosanitarios. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura

(FAO).

Corporación colombiana de investigación agropecuaria [AGROSAVIA]. (2018). Servicio de

análisis de fertilidad en suelo. Productos y servicios: Oferta tecnológica.

<https://www.agrosavia.co/productos-y-servicios/oferta-tecnologica/lnea-agricola/raíces-y-tubérculos/servicios-de-laboratorio/372-servicio-de-análisis-de-fertilidad-en-suelo>

Cotes, A. (2018). *El concepto de control biológico y sus premisas fundamentales*. 42-54. En:

Cotes, A. (Ed). 2018. Control biológico de fitopatógenos, insectos y ácaros: agentes de control biológico. V. 1. Corporación colombiana de investigación agropecuaria (AGROSAVIA). <http://hdl.handle.net/20.500.12324/34057>

Cubillos-Hinojosa, J., Valero, N., & Mejía, L. (2009). *Trichoderma harzianum as a plant growth promoter in yellow passion fruit (Passiflora edulis var. flavicarpa Degener)*. Agronomía Colombiana, 27(1): 81-86.

Cubillos-Hinojosa, J., Valero, N., & Mejía, L. (2009). *Trichoderma harzianum como promotor del crecimiento vegetal del maracuyá (Passiflora edulis var. flavicarpa Degener)*. Agronomía Colombiana, 27(1), 81-86. <https://revistas.unal.edu.co/index.php/agrocol/article/view/11363>

de políticas. Contribución del Grupo de trabajo II al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático [Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea y L.L. White (eds.)]. Organización Meteorológica Mundial, Ginebra, Suiza (en árabe, chino, español, francés, inglés y ruso).

Departamento Nacional de Planeación [DNP]. (2019). Misión de crecimiento verde: Documento síntesis de los resultados de estudios técnicos. <https://www.dnp.gov.co/Crecimiento->

Verde/Documents/Resultados/DNP%202020%20-

%20S%C3%ADntesis%20Misi%C3%B3n%20 de%20Crecimiento%20Verde.pdf

Departamento Nacional de Planeación [DNP]. (2019). Misión de crecimiento verde: Documento síntesis de los resultados de estudios técnicos. [https://www.dnp.gov.co/Crecimiento-Verde/Documents/Resultados/DNP%202020%20-](https://www.dnp.gov.co/Crecimiento-Verde/Documents/Resultados/DNP%202020%20-%20S%C3%ADntesis%20Misi%C3%B3n%20de%20Crecimiento%20Verde.pdf)

[%20S%C3%ADntesis%20Misi%C3%B3n%20de%20Crecimiento%20Verde.pdf](https://www.dnp.gov.co/Crecimiento-Verde/Documents/Resultados/DNP%202020%20-%20S%C3%ADntesis%20Misi%C3%B3n%20de%20Crecimiento%20Verde.pdf)

DNP. (2018). CONPES 3934 de 2018. “Política de Crecimiento Verde”. República de Colombia, Departamento Nacional de Planeación. <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/3934.pdf>

Faleiro, F. G., Junqueira, N. T., Junghans, T., G., Nunes de Jesus, O., Miranda, D., & Otoni, W. C. (2019). *Advances in passion fruit (Passiflora spp.) propagation*. Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal, 41(2): e-155. Doi: <http://dx.doi.org/10.1590/0100-29452019155>

Fischer, G. & Miranda, D. (2021). *Review on the ecophysiology of important Andean fruits: Passiflora L.* Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín, 74(2), 9471–9481. <https://doi.org/10.15446/rfnam.v74n2.91828>

Fischer, G., Casierra-Posada, F., & Piedrahíta, W. (2009). *Ecofisiología de las especies pasifloráceas cultivadas en Colombia*. pp 45 – 67. En: Miranda, D., Fischer, G., Carranza, C., Magnitskiy, S., Casierra, F., Piedrahíta, W., & Flórez, L. E. (eds.) (2009) Cultivo, poscosecha y comercialización de las pasifloráceas en Colombia: maracuyá, granadilla, gulupa y curuba. Sociedad Colombiana de Ciencias Hortícolas, Bogotá.

Fursov, V. (2017). Female of *Trichogramma dendrolimi* on egg of armyworm (Noctuidae), photo was taken by Dr Victor Fursov.jpg. [Fotografía]. Recuperada del sitio web de

Wikimedia

Commons:

[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Female_of_Trichogramma_dendrolimi_on_egg_of_armyworm_\(Noctuidae\),_photo_was_taken_by_Dr_Victor_Fursov.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Female_of_Trichogramma_dendrolimi_on_egg_of_armyworm_(Noctuidae),_photo_was_taken_by_Dr_Victor_Fursov.jpg)

Global Water Partnership [GWP]. (2013). Tecnologías para el uso sostenible del agua: Una contribución a la seguridad alimentaria y la adaptación al cambio climático. GWP; FAO. https://www.gwp.org/globalassets/global/gwp-cam_files/tecnologias-para-el-uso-sostenible-del-agua.pdf

Gobierno de Colombia. (2020). Actualización de la Contribución Determinada a Nivel Nacional de Colombia (NDC). <https://www.minambiente.gov.co/cambio-climatico-y-gestion-del-riesgo/documentos-oficiales-contribuciones-nacionalmente-determinadas/>

Grupo de Investigación en Control Biológico de AGROSAVIA. (2018). Larva de lepidoptero afectada por un Baculovirus. En: Villamizar, L., Cuartas, P., Gómez, J., Barrera, G., Espinel, C., & Lopez-Ferber, M. Virus entomopatógenos en el control biológico de insectos [Cotes; A. (Editora). Control biológico de fitopatógenos, insectos y ácaros / Mosquera, (Colombia): AGROSAVIA, 2018].

Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático [IPCC]. (2018). Anexo I: Glosario [Matthews J.B.R. (ed.)]. En: Calentamiento global de 1,5 °C, Informe especial del IPCC sobre los impactos del calentamiento global de 1,5 °C con respecto a los niveles preindustriales y las trayectorias correspondientes que deberían seguir las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero, en el contexto del reforzamiento de la respuesta mundial a la amenaza del cambio climático, el desarrollo sostenible y los esfuerzos por erradicar la pobreza [Masson-Delmotte V., P. Zhai, H.-O. Pörtner, D. Roberts, J. Skea, P.R. Shukla, A. Pirani, W. Moufouma-Okia, C. Péan, R. Pidcock, S. Connors, J.B.R.

Matthews, Y. Chen, X. Zhou, M.I. Gomis, E. Lonnoy, T. Maycock, M. Tignor y T. Waterfield (eds.)].

Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático [IPCC]. (2014). Cambio climático 2014: Impactos, adaptación y vulnerabilidad – Resumen para responsables

Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático [IPCC]. (2021). Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S. L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M. I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J. B. R. Matthews, T. K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu and B. Zhou (eds.)]. Cambridge University Press. In Press.

Instituto Colombiano Agropecuario [ICA]. (1972). Suelos y fertilizantes. Boletín Didáctico No. 1. Centro de comunicaciones, Tibaitatá, Mosquera.

Instituto Colombiano Agropecuario [ICA]. (2011). *Manejo fitosanitario del cultivo de la granadilla (Passiflora ligularis): Medidas para la temporada invernal*. Bogotá D.C. Colombia.

Instituto Colombiano Agropecuario [ICA]. (2012). *Manejo integrado del cultivo de curuba (Passiflora tripartita var. mollissima Holm-Nielsen & Jørgensen)*. Boletín de Sanidad Vegetal 51. <http://hdl.handle.net/20.500.12324/15368>

Jimenez, J., Carranza, C. & Rodriguez, M. (2012). Gulupa (*Passiflora eudulis* Sims.). 579-599. En: Fischer, G. 2012. Manual para el cultivo de frutales en el trópico. Bogotá, Colombia.

- Lu, S., Zhang, X., Bao, H., & Skitmore, M. (2016). Review of social water cycle research in a changing environment. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 63, 132-140.
- Martínez-Guzmán, M. (2013). Tecnologías para el uso sostenible del agua: Una contribución a la seguridad alimentaria y la adaptación al cambio climático. Asociación mundial para el agua, capítulo Centroamérica, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Tegucigalpa, Honduras.
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR). (2018). *Lineamientos estratégicos de política pública: Agricultura Campesina, Familiar y Comunitaria ACFC*. Agencia de Desarrollo Rural (ADR), Gobierno de Colombia y Unión Europea. <https://www.minagricultura.gov.co/Documents/lineamientos-acfc.pdf>
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural [MADR]. (2021). *Cadena de las pasifloras en Colombia: Indicadores e instrumentos*. Segundo Trimestre 2021. <https://sioc.minagricultura.gov.co/Pages/SIOC.aspx>
- Ministerio de Ambiente y de Protección Social (22 de julio de 2022). *Dirección de Cambio Climático y Gestión del Riesgo*. <https://www.minambiente.gov.co/cambio-climatico-y-gestion-del-riesgo/generalidades-de-la-adaptacion-al-cambio-climatico/>
- Miranda, D. (2012). Grandilla (*Passiflora ligularis* Juss.). 550-578. En: Fischer, G. 2012. Manual para el cultivo de frutales en el trópico. Bogotá, Colombia.
- Miranda, D., Fischer, G., Carranza, C., Magnitskiy, S., Casierra, F., Piedrahíta, W., & Flórez, L. E. (2009). *Cultivo, poscosecha y comercialización de las Pasifloráceas en Colombia: Maracuyá, Granadilla, Gulupa y Curuba*. Sociedad Colombiana de Ciencias Hortícolas. 359 p.

- Miranda, D., Perea, M., & Magnitskiy, S. (2009). *Propagación de especies pasifloráceas*. pp. 69-96. En: Miranda, D., Fischer, G., Carranza, C., Magnitskiy, S., Casierra, F., Piedrahíta, W., & Flórez, L. E. (eds.) (2009) Cultivo, poscosecha y comercialización de las pasifloráceas en Colombia: maracuyá, granadilla, gulupa y curuba. Sociedad Colombiana de Ciencias Hortícolas, Bogotá.
- Murcia-Linares, A. N., & Cruz-Bustos, S. F. (2017). *Efecto de la inoculación de bacterias promotoras del crecimiento vegetal en maracuyá y badea cultivadas en condiciones de estrés hídrico*. Universidad de la Salle, Departamento de ciencias básicas. <https://ciencia.lasalle.edu.co/biologia/14/>
- Murcia-Linares, A., & Cruz-Bustos, S. (2017). Efecto de la inoculación de bacterias promotoras del crecimiento vegetal en maracuyá y badea cultivadas en condiciones de estrés hídrico. <https://ciencia.lasalle.edu.co/biologia/14>
- Navarro, K., Melo, W. F., Gómez, J. D., Bolaños, M. M., Rivera, J. J., Navarro, D., & Rodríguez, G. (2016). *Plan de Manejo Agroclimático Integrado del Sistema productivo de Granadilla (Passiflora ligularis Juss.) Municipio de La Argentina Departamento de Huila*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria.
- Nunes, O., Silva, L., Girardi, E., Gelape, F., Carriello, R., & Soares, T. (2020). *Especies de Passiflora L. para usar como portainjertos*. 227-240. En: Rodríguez, A., Gelape, F., Parra, M. & Costa, A. (eds). Pasifloras especies cultivadas en el mundo. Brasília, DF: ProImpress - Gráfica e Comunicação Visual, 2020.
- Ocampo Pérez, J., Coppens d'Eeckenbrugge, G., Restrepo, M., Jarvis, A., Salazar, M., & Creuci Caetan. (2007). *Diversity of Colombian Passifloraceae: biogeography and an*

updated list for conservation. Biota Colombiana 8 (1) 1 – 45.

<http://revistas.humboldt.org.co/index.php/biota/article/view/181/180>

Ocampo Pérez, J., Posada Quintero, P., & Urrea Gómez, R. (2012). *Métodos de propagación de la gulupa (Passiflora edulis f. edulis Sims)*. pp. 24 - 32. En: Ocampo, J. & Wyckhuys, K. (2012). Editores. Tecnología para el cultivo de la gulupa (*Passiflora edulis f. edulis Sims*) en Colombia. Centro de Bio-Sistemas de la Universidad Jorge Tadeo Lozano, Centro Internacional de Agricultura Tropical - CIAT y Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, República de Colombia. Bogotá, 68 páginas. Universidad Jorge Tadeo Lozano.

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO]. (Julio 22 de 2022). *Objetivos de Desarrollo Sostenible: Indicador 6.4.1 - Cambio en el uso eficiente de los recursos hídricos con el paso del tiempo*. En: <https://www.fao.org/sustainable-development-goals/indicators/641/es/>

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO]. (2008). El desarrollo del microrriego en América Central: Oportunidades, limitaciones y desafíos. Roma, 2008.

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO]. (2022). Agricultura de conservación. Roma, 2022.

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO]. (2018). The global framework on water scarcity in agriculture. Rome, Italy.

Osorio-Cardona, J. A., Martínez-Lemus, E. P., Hio, J. C., Aguirre-Rodríguez, J. E., Vergara-Ávila, J. A., Luque-Sanabria, N. Y., Rojas-Zambrano, E. D., & Cruz-Castiblanco, G. N. (2020). *Caracterización sanitaria de los cultivos de granadilla, gulupa y maracuyá en*

- Colombia, con especial referencia a la secadera causada por *Fusarium solani* f. sp. *passiflorae*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA). <https://doi.org/10.21930/agrosavia.investigation.7403381>
- Ospina, C. E., Guerra, H. D., Gutiérrez, J. S., Bolaños, M. M., Rodríguez, G., Bernal, S. J., & Cala, S. L. (2016). *Plan de Manejo Agroclimático Integrado del Sistema productivo de Maracuyá (Passiflora edulis Sims.) Municipio de Sopetrán Departamento de Antioquia*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria.
- Pabón, J., & Montealegre, J. (2017). Los fenómenos de El Niño y de La Niña, su efecto climático e impactos socioeconómicos. Bogotá: Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales.
- Parra-Morera, M., Costa, A., Gelape-Faleiro, F., Rodríguez-Carlosama, A., & Carranza, C. (2018). Maracuyá de los recursos genéticos al desarrollo tecnológico. Brasília, DF: ProImpress, 2018.
- Perea, M., Fischer, G., & Miranda, D. (2010). Passifloraceae: Passifloras Maracuyá, Granadilla, Curuba, Gulupa.
- Rai, S. Nagar, J. C., & Mukim, M. (2022). *Pharmacological and Medicinal Importance of Passiflora Edulis: A Review*. International Journal of Research and Review, 9(4). <https://doi.org/10.52403/ijrr.20220442>
- Rodríguez Parisca, O. S. (2018). *Conservación de Suelos y Agua Una premisa del Desarrollo Sustentable*. CONAMA (Congreso Nacional del Medio Ambiente). Maracay, Venezuela.
- Romero-Ramírez, A., & González-Mejía, A. (2012). *Cultivo de maracuyá (Passiflora edulis f. flavicarpa) establecido con buenas prácticas agrícolas (BPA) en el Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT*. Cali, CO: Colombia. Ministerio de Agricultura y

Desarrollo Rural; Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), 2012. (Documento de Trabajo CIAT no. 219).

Sierra-Escobar, J., Navarro-Alzate, R., & Yepes, G. (2017). Efectos de la interacción de hongos micorrizo arbusculares (HMA) y *Meloidogyne javanica* en plántulas de granadilla (*Passiflora ligularis* Juss). *Bionatura*, 2(3): 21-26.
<https://doi.org/10.21931/RB/2017.02.03.4>

University of Florida. (2019). Concepts of IPM and Biological Control. IPM Integrate Pest Management Florida.
https://ipm.ifas.ufl.edu/applying/Concepts_of_IPM_and_Biological_Control.shtml#:~:text=Biological%20Control%20may%20be%20defined,plant%2C%20to%20noneconomically%20important%20levels

University of Florida. (2021). *Concepts of IPM and biological control*. Integrated pest management Florida. IFAS Extension.
https://ipm.ifas.ufl.edu/applying/Concepts_of_IPM_and_Biological_Control.shtml

Valentini, G. (2003). *La injertación en frutales*. Estación Experimental Agropecuaria San Pedro - Boletín de Divulgación Técnica No 14. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria – INTA.

Varón Devia, E. H., Sierra Baquero, P. V., Ballesteros Álvarez, K. L., & Schachtebeck Gómez, C. (2020). *Manejo de la mosca del botón floral en el maracuyá amarillo para el Huila*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA).