




## **CAPÍTULO I**

# **Programa de manejo de insectos de importancia económica y cuarentenaria**



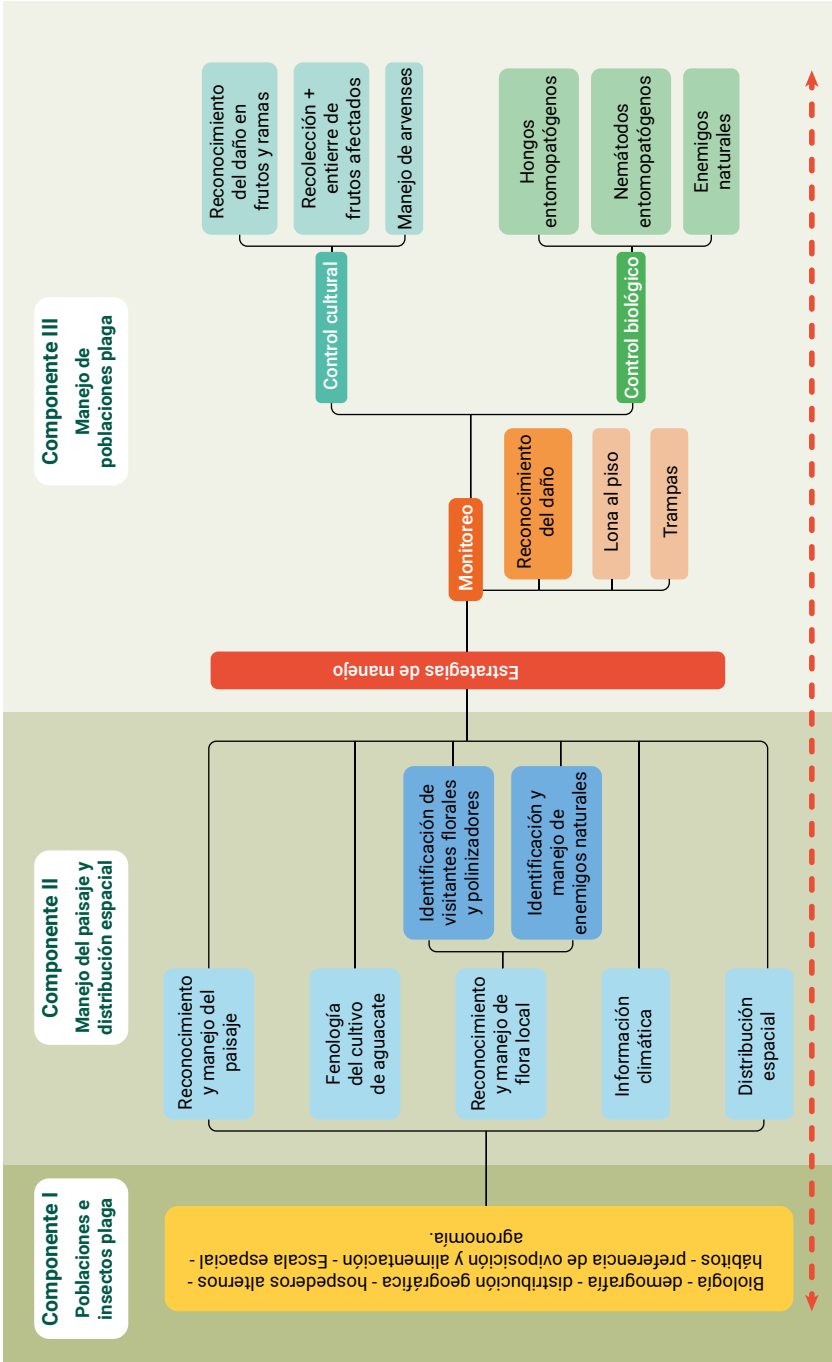
**E**l programa de manejo integrado de plagas de importancia económica y cuarentenaria que se propone, además de conservar algunos de los métodos y prácticas incluidas en el manejo integrado de plagas (MIP), incorpora el reconocimiento y manejo de la flora local, visitantes florales, polinizadores y enemigos naturales. Estos elementos, en conjunto, constituyen un conocimiento adicional para la toma de decisiones sobre las medidas de manejo fitosanitario adecuadas que se deben implementar para reducir el daño y las poblaciones de *S. catenifer*, *H. lauri* y *H. trifasciatus*.

El programa MIP resalta la importancia que tiene la biodiversidad de grupos taxonómicos de insectos que visitan las flores de aguacate, así como la ventaja que puede significar aprovecharla en las acciones dirigidas al manejo de poblaciones de los insectos plaga. La flora local y la asociada al cultivo de aguacate representan una fuente importante de recursos para los visitantes florales (polinizadores ocasionales, polinizadores efectivos y enemigos naturales).

El programa también enfatiza la integración de estrategias conjuntas (MIP y manejo de visitantes florales) que permitan el desarrollo de programas confiables y sostenibles, basados en el manejo, la conservación y el incremento de insectos visitantes florales, polinizadores y enemigos naturales, complementados con prácticas culturales y biológicas.

En la figura 1 se presenta un esquema del programa MIP conformado por tres componentes: 1) identificación de poblaciones e insectos plaga, 2) manejo del paisaje y distribución espacial, 3) manejo de poblaciones de insectos plaga. Estos componentes están interconectados entre sí a través de elementos integrados que no guardan una secuencia obligada, sino que, por el contrario, dependiendo de la información relacionada sobre los insectos plaga, el paisaje, el clima, entre otros aspectos, permiten definir programas de manejo eficaces y eficientes.

Figura 1. Esquema del programa de manejo de *Stenoma catenifer* y *Heilipus lauri*.



Fuente: Elaboración propia

## Programa de manejo integrado de plagas

A continuación se presentan las características de cada componente, las cuales se detallan en los siguientes apartados:

**Componente I:** se prioriza el conocimiento básico sobre la validación de la identidad genética de la especie de importancia económica, biología, distribución geográfica, hospederos alternos y la agronomía del cultivo.

**Componente II:** se resaltan las relaciones que se establecen entre el reconocimiento y manejo del paisaje (flora local, visitantes florales, polinizadores y enemigos naturales), estados fenológicos asociados a la biología y daño del insecto, análisis de la información climática y la determinación de los patrones de distribución espacial del daño y las poblaciones.

**Componente III:** representa las acciones que se van a implementar en el programa de manejo para reducir las poblaciones de insectos plaga. Se basa en dos métodos de muestreo relativo (lona al piso y trampas con atrayentes) y un muestreo de observación directa, complementado con una estrategia cultural y tres biológicas (hongos y nemátodos entomopatógenos y enemigos naturales). Estos métodos y estrategias se fundamentan en el conocimiento e información derivadas de los componentes I y II.

## Reconocimiento y manejo del paisaje

En general y dependiendo de la escala, los sistemas productivos de aguacate de uso comercial están inmersos en un paisaje formado por un mosaico de elementos: parches de bosques, áreas de cultivo, zonas de ganadería y pastos (figura 2). A su vez, cada parte de esta estructura tiene componentes diferenciales, como las coberturas y tipos de suelo, así como las especies de animales, entre las cuales se destacan los artrópodos.

En este sentido, el paisaje representa un espacio de relaciones e interacciones entre el conjunto de elementos que lo constituyen y los componentes bióticos (flora local, fauna local, herbívoros, visitantes florales, enemigos naturales, polinizadores efectivos y ocasionales) y abióticos (variables ambientales y climáticas) que influyen en diferentes escalas sobre el sistema productivo de aguacate.

**Figura 2.** Reconocimiento del paisaje e interacciones con el cultivo de aguacate.

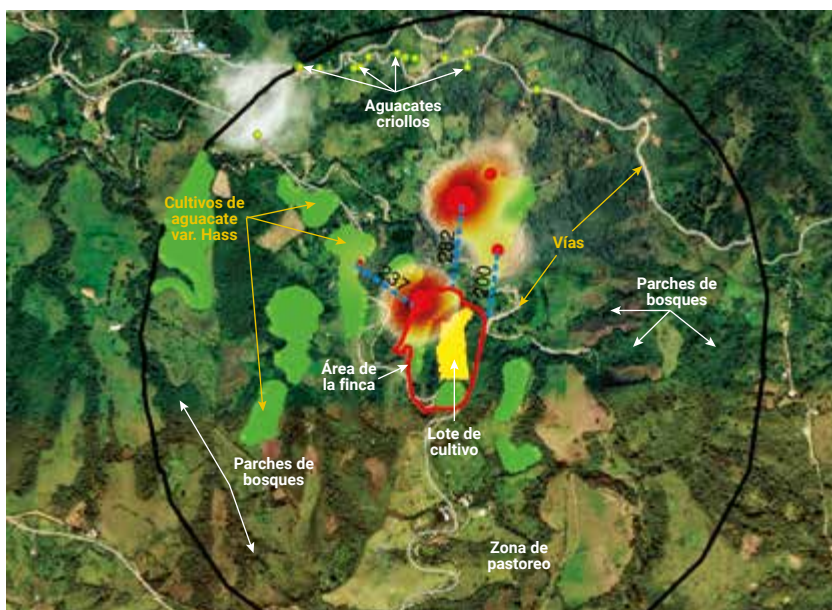


Foto: Juan Camilo Zapata y Arturo Carabali

Fuente: Elaboración propia

Las configuraciones del paisaje en pequeños mosaicos, como campos de cultivo, grupos de árboles de *P. americana* de genotipos “criollos” y áreas de bosque, influyen en el cultivo de aguacate, a la vez que determinan sitios de mayor o menor concentración del daño ocasionado por las plagas de importancia cuarentenaria. No obstante, las características del paisaje y las interacciones de los elementos que lo constituyen también aportan beneficios para el control de plagas, la conservación de enemigos naturales y la polinización.

## Estados fenológicos del aguacate *Persea americana* variedad Hass

El reconocimiento de los estados fenológicos se considera uno de los componentes de mayor importancia para identificar las relaciones que se establecen entre la biología del insecto y la fenología de la planta. Resultado de estas interacciones se pueden establecer las unidades de muestreo (frutos y ramas) y las unidades de observación (estados biológicos y daños), que tienen un papel sobresaliente para definir los planes de monitoreo y seleccionar la estrategia de manejo que se debe implementar en el momento oportuno.

Las estrategias y planes de manejo se proponen con base en los estados fenológicos reportados por Alcaraz et al. (2013), los cuales sirvieron como fundamento para reconocer y homologar, a través de la comparación, los principales estados fenológicos del aguacate aplicados a los planes de monitoreo y esquemas de manejo propuestos.

Para resaltar la importancia del conocimiento de la fenología y las relaciones y preferencia que se establecen entre los estados biológicos de los insectos de importancia cuarentenaria y los estados fenológicos del aguacate, se utilizó la escala BBCH (por su nombre en alemán: Biologische Bundesanstalt, Bundessortenamt und Chemische Industrie, del Instituto Federal de Biología, Oficina Federal de Variedades Vegetales e Industria Química).

La escala BBCH utiliza siete de las diez principales etapas de crecimiento, que inicia con la etapa de latencia de la yema vegetativa (estado 0) y finaliza con la etapa del fruto próximo a tamaño final y en condiciones para la cosecha comercial (estado 719). Aunque hay diferencias en las condiciones climáticas y del cultivo donde se realizó la investigación y descripción de los estados fenológicos (Málaga, España) (Alcaraz et al., 2013), es una herramienta importante que puede ser extendida en su aplicación a los sistemas productivos de Colombia. Las descripciones pueden contribuir en el desarrollo e implementación de esquemas fitosanitarios de plagas de importancia cuarentenaria, que incorporen protocolos de monitoreo asociados a la biología del insecto, los hábitos y el daño, información útil en la toma de decisiones sobre la estrategia de manejo que se vaya a usar.

### Reconocimiento de los estados fenológicos

La escala propuesta por Alcaraz et al. (2013) incluye la descripción del crecimiento vegetativo y reproductivo, adicionalmente consideran los estados fenológicos del desarrollo floral y los estados de desarrollo de fruto (tabla 1).



**Tabla 1.** Descripción de los estados fenológicos de aguacate  
*Persea americana* Mill.

Código BBCH	Descripción
010	Brotos vegetativos latentes
019	Fin de la brotación
110	Primeras hojas separándose
115	Más hojas desplegadas; primera hoja al 50 % de su tamaño
119/315	Todas las hojas desplegadas / todas las hojas del brote con 50 % de la longitud final
510	Yemas reproductivas latentes: yemas cubiertas de verde-marrón, escamas de yema sin signos de crecimiento
511	Comienzo de la expansión de la yema reproductiva: comienzan las escamas de color marrón claro a separarse, yemas visiblemente hinchadas
512	Fin del crecimiento de las yemas reproductivas: escamas de las yemas completamente separadas, secciones de color verde más claro de las escamas de las yemas internas visibles
513	Brote reproductivo: escamas de yema plegadas hacia atrás, inflorescencias apenas visibles en las axilas de las escamas de yema
514	Inflorescencia compuesta separada: inflorescencias individuales separadas e inicio de elongación de la inflorescencia
515	Inflorescencias 50 % de largo final: ejes secundarios alargados, ejes terciarios todavía cubiertos por brácteas, pequeñas flores cerradas
517	Inflorescencias 70 % de la longitud final: ejes terciarios alargados, flores individuales separadas, primera expansión visible de las hojas en inflorescencias indeterminadas
518/113	Inflorescencias 80 % de largo final / Se despliegan más hojas
610	Primeras flores abiertas hembra y macho
617	70 % de flores abiertas
711	Crecimiento inicial del ovario: después de la fertilización y fructificación
712	Abscisión del primer fruto: ovarios verdes y rodeados de sépalos moribundos, diámetro del fruto retenido 5 mm –10 mm
715	50 % del tamaño final del fruto: segundo periodo principal de caída del fruto
719	90 % o más del tamaño final del fruto: fruto listo para la cosecha comercial

Fuente: Adaptado de Alcaraz et al. (2013).

En la figura 3 se presentan los estados fenológicos de aparición de brotes vegetativos (010) hasta la formación de las yemas reproductivas latentes (510) (tabla 1). En el desarrollo de estas etapas fenológicas, los planes de monitoreo deben estar dirigidos a identificar sitios de presencia de adultos de *H. lauri* y daños iniciales de *S. catenifer*.

**I Figura 3.** Estados fenológicos de *Persea americana* var. Hass (010-510).



Fotos: Millerandy Montes y Robert Rosero

En el desarrollo de las etapas fenológicas de inicio de la expansión de la yema reproductiva (511) hasta la etapa en la que la inflorescencia alcanza el 70 % de su longitud (517), los planes de monitoreo *deben* estar dirigidos a identificar sitios de presencia de adultos de *H. lauri* (figura 4).

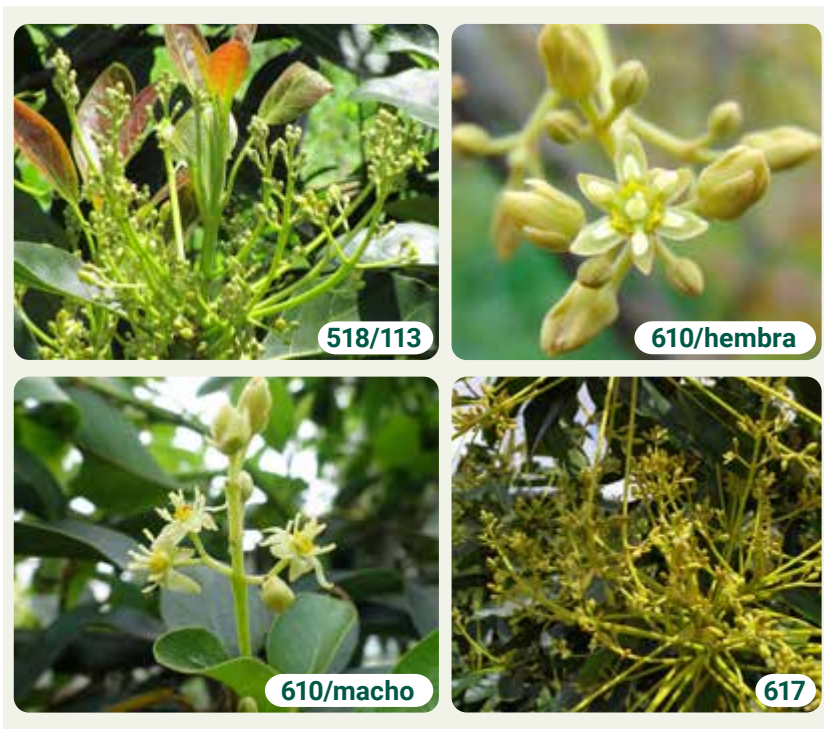
**Figura 4.** Estados fenológicos de *Persea americana* var. Hass (511-517).



Fotos: Millenandy Montes y Robert Rosero

En la figura 5 se presentan los estados fenológicos donde las inflorescencias alcanzan el 80 % de su largo final (518/113) hasta la etapa en la cual el 70 % de las flores están abiertas (617) (tabla 1). En el desarrollo de estas etapas fenológicas los planes de monitoreo deben estar dirigidos a identificar sitios de presencia de adultos de *H. lauri*.

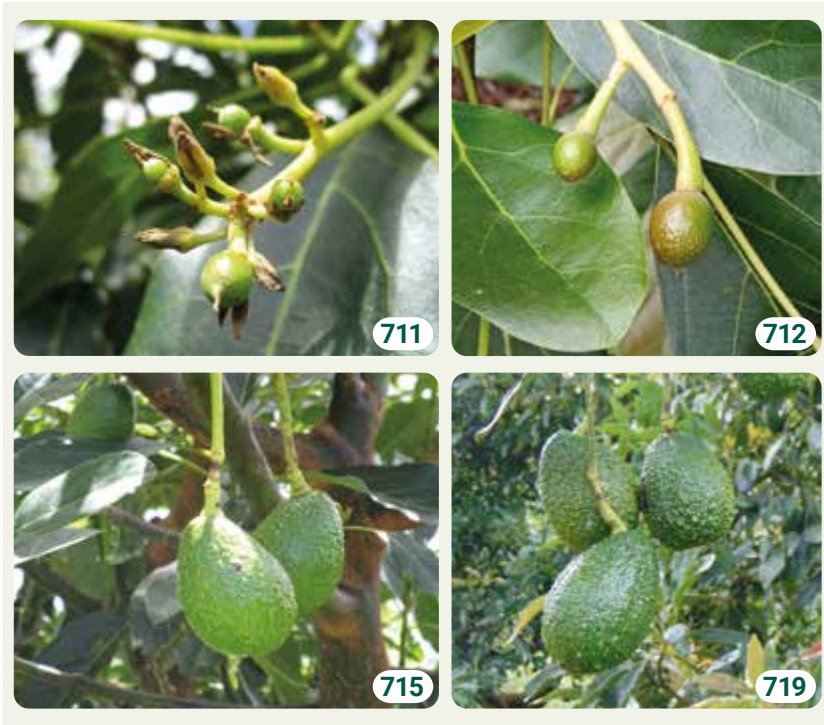
**I Figura 5.** Estados fenológicos de *Persea americana* var. Hass (518-617).



Fotos: Millerlancy Montes y Robert Rosero

En los planes de monitoreo dirigidos a identificar sitios de agregación del daño e identificar los niveles de incidencia ocasionados por *S. catenifer* y *H. lauri*, las observaciones y muestreos se deben realizar a partir del estado fenológico de crecimiento inicial del ovario (711), sin embargo, los síntomas de daño se harán más notorios durante el proceso de desarrollo del fruto (712, 715 y 719) (figura 6).

**I Figura 6.** Estados fenológicos de *Persea americana* var. Hass (711-719).



Fotos: Millerlancy Montes y Robert Rosero

## Reconocimiento y manejo de flora local

La generación de un programa fitosanitario debe incluir el reconocimiento de la flora local del exterior y del interior del cultivo de aguacate. La preservación de arvenses y flora local favorecen el desarrollo de cultivos diversificados y autosuficientes que beneficien las condiciones medioambientales que incrementen la diversidad, abundancia y conservación de polinizadores y enemigos naturales.

### Flora asociada a cultivos de aguacate

Para polinizadores, enemigos naturales y productores de aguacate, las plantas forrajeras no cultivadas, que crecen de manera natural asociadas al cultivo de aguacate y que, en general, son catalogadas como malas hierbas o plantas no deseadas (“malezas”), revisten un gran valor e importancia. Estas plantas se constituyen en hospederos alternativos, con ofertas de flores que pueden estar disponibles antes, durante o después de los dos periodos de floración del cultivo.

Estudios palinológicos han revelado que los insectos que visitan las flores de aguacate *P. americana* variedad Hass (visitantes florales) no se limitan a un recurso específico como el polen de esta variedad, sino que utilizan diferentes especies en el agroecosistema y sus alrededores. En este mismo sentido, se encontró que en los cultivos de aguacate de las regiones productoras de Colombia se ha identificado que los insectos transportan polen de 17 familias botánicas: Asteraceae, Lauraceae, Urticaceae, Poaceae, Fabaceae, Solanaceae, Lythraceae, Rubiaceae, Euphorbiaceae, Amaranthaceae, Cyperaceae, Myrtaceae, Sapindaceae, Lamiaceae, Bignoniaceae, Rosaceae y Malvaceae, las cuales son fuentes de polen y néctar para visitantes florales (polinizadores efectivos, polinizadores ocasionales y enemigos naturales) (Carabalí et al., 2017) (figura 7a y 7b).

**Figura 7.** Conservación de arvenses en cultivos de aguacate; a. Arvenses en estado de floración; b. Cultivo de aguacate en floración y arvenses en floración.



Fotos: Arturo Carabalí Muñoz

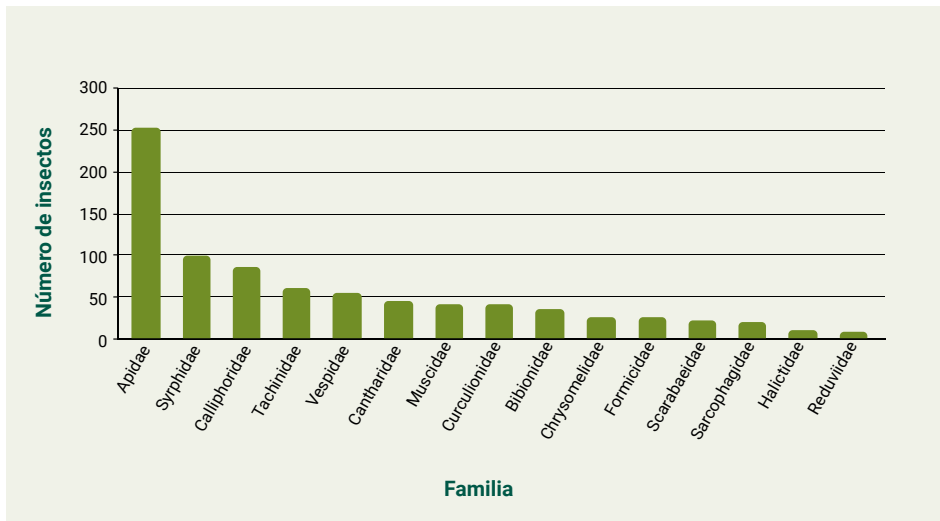
## **Insectos visitantes florales, polinizadores (efectivos/ocasionales) y enemigos naturales**

Existe una amplia diversidad de insectos asociados a la floración del cultivo de aguacate. Aunque las abejas son las principales polinizadoras del cultivo, especies de distintos gremios tróficos frecuentan las flores. En los sistemas productivos de aguacate, las plantas equivocadamente llamadas “malezas” (malas hierbas), en su mayoría pueden ofrecer recursos alternativos para su alimentación y reproducción (néctar, polen, presa y huésped variados). Estas interacciones naturales contribuyen a incrementar la supervivencia de poblaciones de polinizadores efectivos, ocasionales y enemigos naturales.

En zonas productoras de aguacate var. Hass de Colombia, se encontró que del total de insectos colectados en los periodos de floración pertenecían a los órdenes Hymenoptera, Diptera y Coleoptera, y en menor proporción a los órdenes Hemiptera,

Lepidoptera y Dermaptera, agrupados en su mayoría en 15 familias (figura 8). En general, los órdenes más destacados fueron Hymenoptera y Diptera, en tanto que las familias Apidae, Calliphoridae, Syrphidae, Vespidae y Tachinidae se presentaron como constantes visitantes florales.

**Figura 8.** Abundancia de familias de insectos visitantes florales presentes en cultivos de aguacate var. Hass.

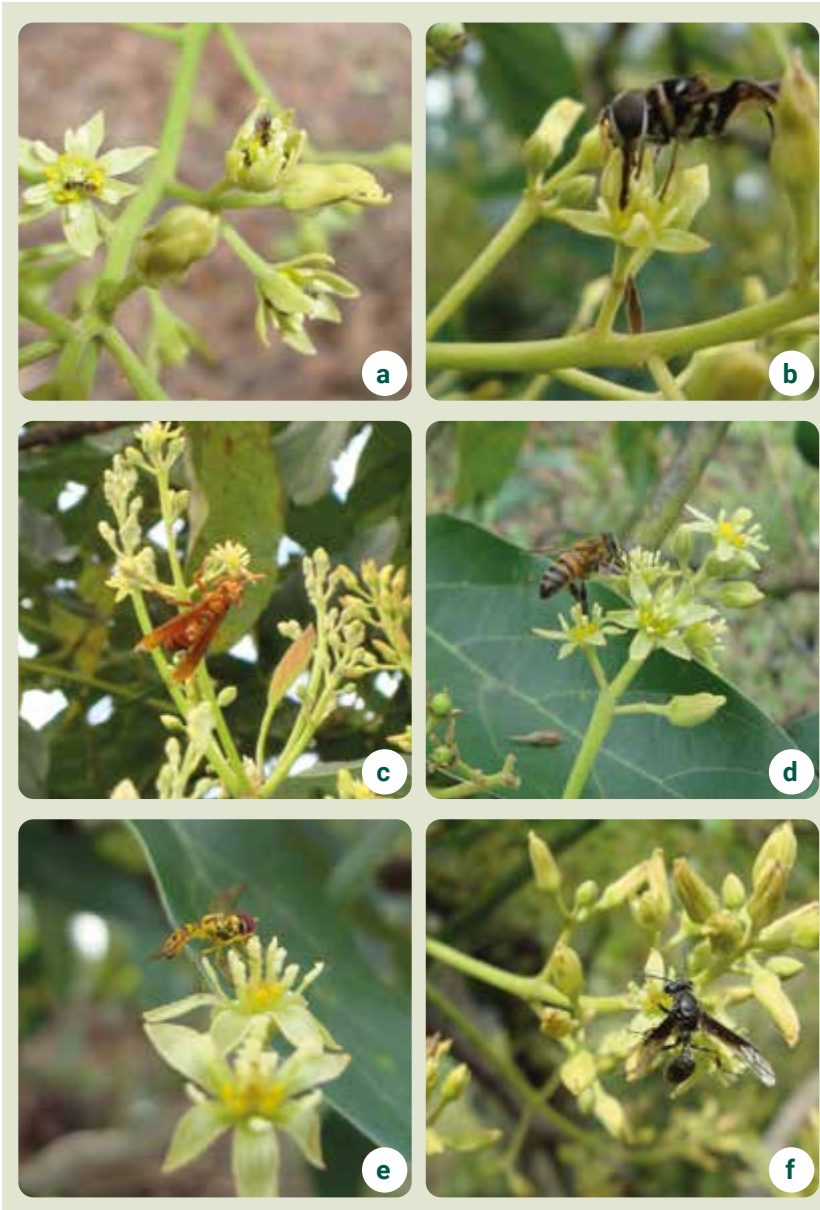


Fuente: Elaboración propia.

Las figuras 9 y 10 contribuyen a sustentar los hallazgos de los estudios realizados en Colombia, los cuales confirman que el aguacate *P. americana* es una especie generalista en su polinización, cuyas flores contienen néctar y polen que están expuestos a una amplia diversidad de insectos que visitan sus flores. En este sentido, es frecuente encontrar especies generalistas, como son abejas, avispas y moscas de las flores, que representan los principales grupos que contribuyen con la polinización. Sin embargo, es importante resaltar que, aunque no todos se pueden considerar como verdaderos polinizadores, se reconoce su importancia en otras funciones, entre las que se incluye su papel como controladores biológicos (Carabalí et al., 2021).

**Figura 9.** Principales insectos visitantes florales observados y registrados.

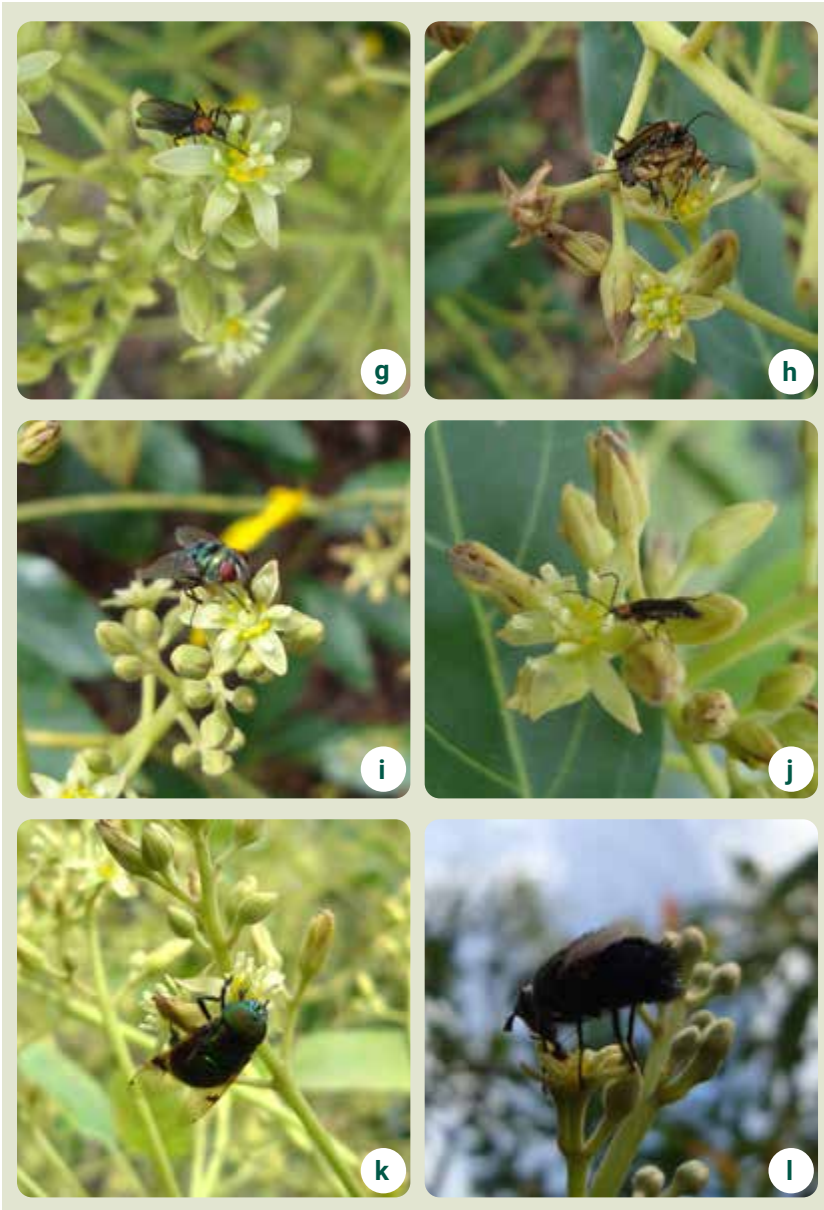
a. Formicidae consumiendo néctar en estaminodios; b. Syrphidae consumiendo néctar; c. Vespidae en flor masculina; d. *Apis mellifera* visitando flor masculina; e. Syrphidae consumiendo néctar; f. Vespidae en flor masculina.



Fotos: Diana Carabali y Arturo Carabali

Continúa en la página siguiente...

**Continuación figura 9.** Principales insectos visitantes florales observados y registrados. g. Bibionidae consumiendo en nectarios; h. Cantharidae en cópula; i. Calliphoridae consumiendo en estaminodios. j. Cantharidae consumiendo en nectarios; k. Syrphidae consumiendo en nectarios; l. Sarcophagidae consumiendo en estaminodios.



Fotos: Diana Carabali y Arturo Carabali

**Figura 10.** Insectos visitantes florales observados en tres zonas de estudio. a. Muscidae introduciendo proboscis en flor femenina; b. Sarcophagidae sobre flor cerrada; c. Dípteros menores a 10 mm en flor femenina; d. Abeja sin aguijón (Tribu: Meliponini) con carga de polen visitando flor masculina.



Fotos: Diana Carabali y Arturo Carabali

## Distribución espacial

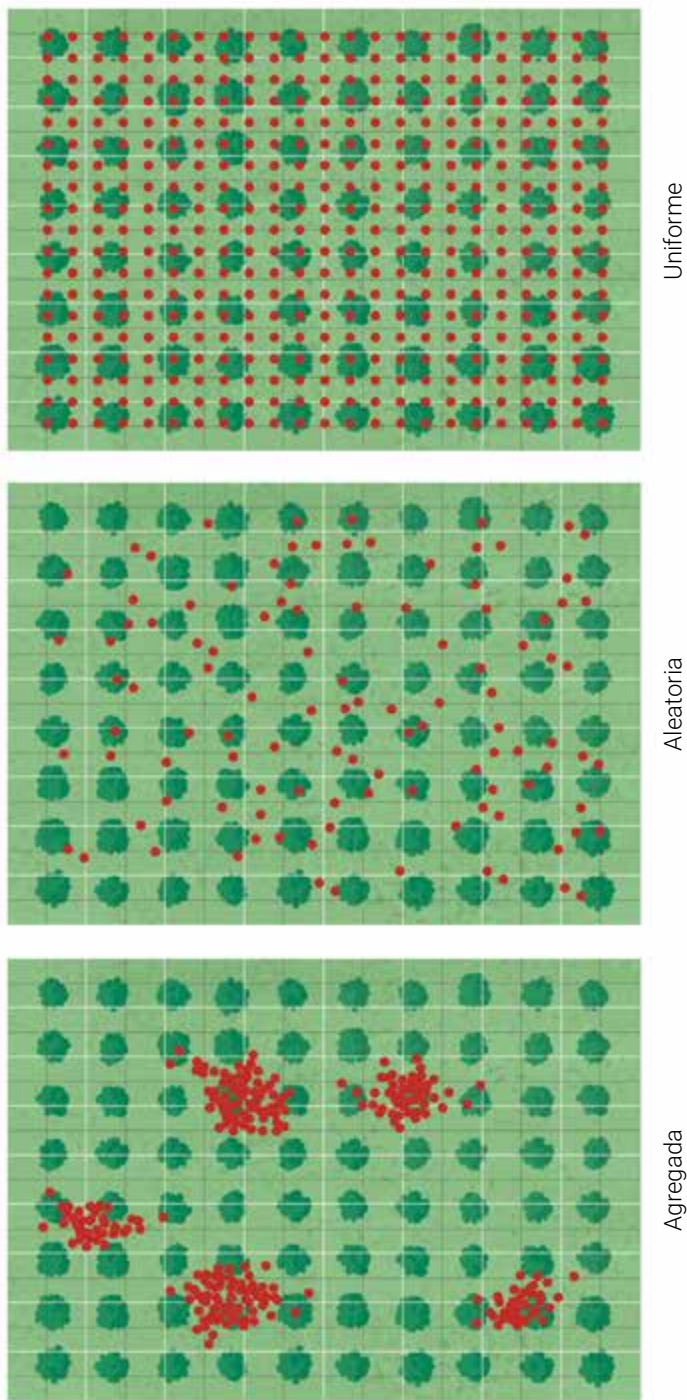
El concepto del manejo integrado de plagas (MIP) ha evolucionado e incorporado métodos que contribuyen a mejorar la eficiencia de los planes de manejo. Es así como determinar la distribución espacial de poblaciones de *H. lauri* y *S. catenifer*, insectos de importancia económica y cuarentenaria en aguacate, se constituye una herramienta útil en el diseño e implementación de planes de monitoreo, vigilancia fitosanitaria y toma de decisiones para la reducción de sus poblaciones.

En general, la distribución espacial de los insectos puede ocurrir de tres formas. Aleatoria, uniforme y agregada. En la primera todos los espacios del cultivo tienen la misma posibilidad de ser ocupados por los individuos, lo cual significa que la probabilidad de encontrar un individuo no está relacionada con la de otro individuo. En la distribución aleatoria, todos los espacios del cultivo tienen igual posibilidad de ser ocupados por los individuos. La uniforme se presenta cuando todos los espacios en el cultivo tienen la misma posibilidad de ser ocupados por los individuos, no obstante, se reconoce que la probabilidad de ocurrencia de un individuo disminuye la de otro, debido a interacciones de competencia por el espacio y sus recursos. En contraste, la distribución espacial agregada se caracteriza por que la probabilidad de ocurrencia de un individuo aumenta la de otro, lo cual sugiere que las poblaciones se encuentran en sitios con variación ambiental (figura 11).

## Variables climáticas

El registro, transmisión, almacenamiento, procesamiento de datos, visualización, consulta y uso de la información agroclimática por parte de productores y asistentes técnicos es de importancia para la toma de decisiones sobre las estrategias de manejo fitosanitario que se planea implementar para reducir las poblaciones de plagas de importancia cuarentenaria. En una primera fase, los análisis de la información permiten identificar interrelaciones entre sitios de agregación (daños) y diferenciales condiciones ambientales que definen los sitios preferidos por *H. lauri* y *S. catenifer*.

**Figura 11.** Patrones de distribución espacial.



Fuente: Elaboración propia.