Compuestos volátiles y trampas usados en el monitoreo y captura de plagas en cultivos de aguacate (*Persea americana* Mill cv. Hass)



Fruto de aguacate con insecto barrenador Heilipus lauri Boheman
Cortesia: Giovani Alfonso Mora
Instructor SENA

Producto derivado del Proyecto de Innovación: "Sistema para la captura y monitoreo de plagas cuarentenarias asociadas al cultivo de aguacate Hass en el Oriente Antioqueño – SENNOVA 2018

SENA

SENNOVA
Sistema de Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación

GIIA
Grupo de Investigación en Innovación y Agroindustria

LABORATORIO DE SERVICIOS TECNOLÓGICOS EN ANÁLISIS INSTRUMENTAL Y FISICOQUÍMICO DE ALIMENTOS

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional.

Catalogación en la publicación. SENA Sistema de Bibliotecas

Compuestos volátiles y trampas usados en el monitoreo y captura de plagas en cultivos de aguacate (Persea Americana Mill cv. Hass) / Eliana María Estrada, Ana Lorena Romero, María Isabel, Betancur, Johana Victoria Escobar, Juan Manuel Quiceno Rico, Bladimir Antonio Martínez.-- Primera edición. -- Rionegro, Antioquia : Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA). Centro de la Innovación, la Agroindustria y la Aviación, 2018.

1 recurso en línea (25 páginas) : PDF

Referencias bibliográficas: página 21-25.
Contenido: Plagas y sus implicaciones económicas -- Atrayentes, trampas y control de plagas en el MIP: Plantas y volátiles, volátiles y atracción sexual, volátiles en aguacate, extractos volátiles atrayentes -- Trampas para captura y monitoreo de plagas en cultivo de aguacate.
ISBN: 978-958-15-0394-0.

1. Aguacate--Enfermedades y plagas 2. Aguacate--Cultivo I. Estrada, Eliana María II. Romero, Ana Lorena III. Betancur, María Isabel IV. Escobar, Johana Victoria V. Quiceno Rico, Juan Manuel VI. Martínez, Bladimir Antonio VII. Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA).
CDD: 634.6539

SERVICIO NACIONAL
DE APRENDIZAJE

Carlos Mario Estrada
Dirección General

Juan Felipe Rendón Ochoa
Dirección Regional Antioquia

Jorge Antonio Londoño
Subdirector Centro de la Innovación la Agroindustria y la Aviación-CIAA

Eliana María Estrada
Líder SENNOVA
Ana Lorena Romero
Líder Servicios Tecnológicos
María Isabel Betancur
Investigadora
Johana Victoria Escobar
Investigadora
Juan Manuel Quiceno Rico
Investigador
Bladimir Antonio Martinez
Investigador
AUTORES SENA

Esteban Arenas
Inversiones Alejandro Duque GO S.A.S.
Diagramación

Compuestos volátiles y trampas usados en el monitoreo y captura de plagas en cultivos de aguacate
(Persea americana Mill cv. Hass)
ISBN: 978-958-15-0394-0.

Primera edición-©
Servicio Nacional de Aprendizaje SENA
Rionegro - Antioquia 2018

Esta cartilla, salvo las excepciones previstas por la Ley, no puede ser reproducida por ningún medio sin previa autorización escrita del autor y del Centro de Formación. Los textos publicados son de propiedad intelectual del Centro de Formación, y pueden utilizarse con propósitos educativos y académicos, siempre que se cite al autor y la publicación. Las opiniones aquí contenidas son de responsabilidad exclusiva de los autores y no reflejan necesariamente el pensamiento del SENA. Rionegro Antioquia, Colombia, noviembre, 2018.

Tabla de contenido

1. Plagas y sus implicaciones económicas 5

2. Atrayentes, Trampas y Control de Plagas en el MIP 7

2.1. Plantas y volátiles 8

2.2. Volátiles y atracción sexual 9

2.3. Volátiles en Aguacate 10

2.4. Extractos volátiles atrayentes 16

3. Trampas para Captura y Monitoreo de Plagas en Cultivo de aguacate 18

4. Referencias Bibliográficas 21

1. Plagas y sus implicaciones económicas

¿Que son las plagas en los cultivos?

Una plaga se define como *"cualquier especie, raza, biotipo vegetal, animal o agente patógeno dañino para las plantas o productos vegetales."* Sin embargo, muchos organismos que afectan indirectamente a las plantas satisfacen esta definición (malezas y plantas exóticas invasoras) CIPF, 2017

La **Organización Nacional de Protección Fitosanitario** (ONPF) es responsable de establecer las listas de **plagas reglamentadas** con el fin ayudar a prevenir la introducción y dispersión de estas, a fin de facilitar el comercio seguro de productos CIPF, 2017

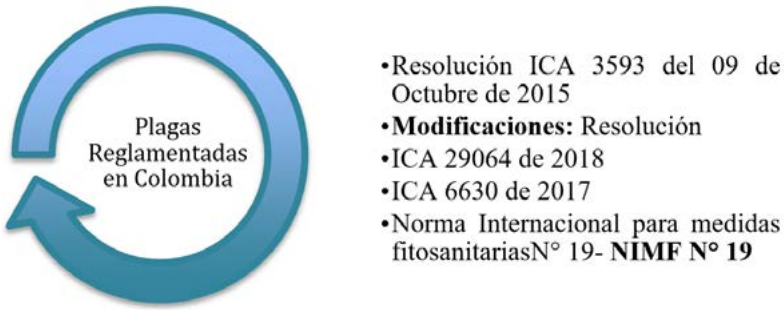


Figura 1. Normatividad que define el listado de plagas reglamentadas en Colombia.



El Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural de Colombia, mediante el Decreto 4765 de 2008 ha delegado al Instituto Colombiano Agropecuario- ICA para adoptar las acciones que sean necesarias en la prevención, el control y manejo de enfermedades, plagas, malezas o cualquier otro organismo dañino que afecten las plantas. (FAO, 2010 y MADR, 2008).

Dentro de las plagas reglamentadas existen las denominadas plagas cuarentenarias (PC) y no cuarentenarias (PNCR), las cuales difieren principalmente en las consecuencias económicas para los productores. En el caso de la PC se debe considerar el impacto económico de la plaga, el efecto en el acceso a los mercados internacionales y efectos ambientales, que no son tan relevantes en las PNCR (CIPF, 2016).

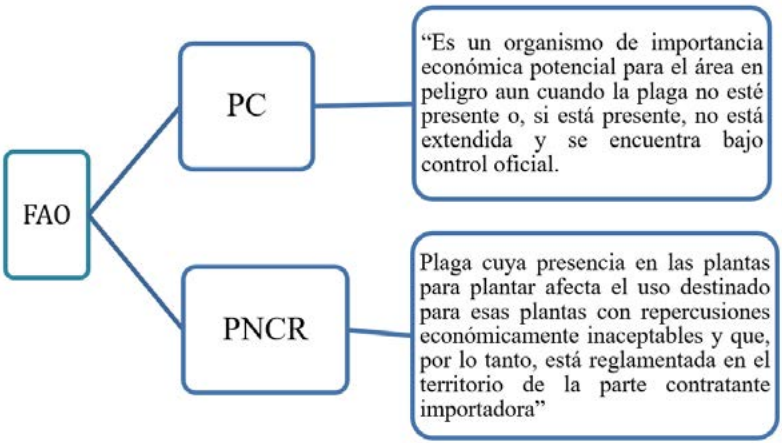


Figura 2. Definición de PC y PNCR
Fuente: CIPF, 2016.

En la tabla 1. Se realizó un comparativo entre las PC y PNCR, basándose en cuatro elementos de sus criterios característicos: el estatus de la plaga en el país importador, la vía/el producto básico, las repercusiones económicas relacionadas con la plaga y la aplicación del control oficial.



Tabla 1. Comparación entre PC y PNCR

Criterios característicos	Plaga Cuarentenaria	Plaga No Cuarentenaria Reglamentada
Estatus de la plaga	Ausente o presente con distribución limitada	Presente y puede estar ampliamente distribuida
Vía	Medidas fitosanitarias para cualquier vía	Medidas fitosanitarias sólo para las plantas para plantar
Repercusiones económicas	Las repercusiones son previsibles	Las repercusiones se conocen
Control oficial	Bajo control oficial si está presente, con el fin de erradicarla o contenerla	Bajo control oficial con respecto a las plantas para plantar especificadas, con el fin de suprimirla

Fuente: CIPF, 2016.

2. Atrayentes, Trampas y Control de Plagas en el MIP

'Atrayente' es un término ampliamente usado en la cotidianidad y bajo ese contexto se puede relacionar con todo tipo de objeto, organismo vivo, actividad, sonido, etc., que cumple una acción de atraer. En ámbitos de investigación, y en especial desde el área entomológica se pueden encontrar los términos feromonas y atrayentes, ambos usados frecuentemente como sinónimos. Siendo todos compuestos volátiles, vale la pena aclarar que las feromonas son mezclas de compuestos producidas por un organismo y que al ser secretadas y liberadas al ambiente, provocan una reacción específica en otro organismo de la misma especie. Los atrayentes por otro lado, son considerados estímulos químicos provenientes de diversas fuentes (incluyendo insectos), y que causan respuestas en individuos de una misma u otra especie, y además sin discriminar los sexos de los individuos. Los



atrayentes pueden ser de origen natural o sintético y puede ser considerados como atrayentes sexuales cuando ocasionan respuestas similares sobre organismos de una misma especie (Romero-López, Arzuffi & Morón, 2005).

2.1 Plantas y volátiles

Siendo abundantes en ecosistemas terrestres y marinos, los compuestos orgánicos volátiles (COV) son sustancias químicas generalmente líquidas y lipofílicas, con una presión de vapor alta que les permite atravesar las membranas celulares libremente y salir hacia la atmósfera o el suelo en ausencia de una barrera de difusión (Pichersky et al., 2006). Las plantas al ser organismos sedentarios se han especializado en la comunicación a través de metabolitos secundarios a manera de compuestos volátiles, que pueden ser liberados desde de las hojas, las flores, los frutos e incluso desde la raíz. Se han descrito más de 1700 compuestos volátiles a partir de más de 90 familias de plantas, encontrándose en términos generales terpenoides, fenilpropanoides/benzenoides, ácidos grasos y derivados de aminoácidos (Dudareva et al., 2004; 2006)

La función principal de los compuestos volátiles es servir de defensa contra herbívoros y patógenos o para atraer polinizadores y dispersores de semillas (Reinhard et al., 2004). En las plantas, los volátiles pueden repeler directamente o intoxicar microorganismos y animales (**Figura 3**). Atraen predadores naturales de herbívoros que atacan las plantas, a manera de interacción tritrófica planta-herbívoro-predador. Con la liberación de los COV, las plantas disminuyen el número de ataques de los fitófagos y además pueden advertir a las plantas vecinas sobre el ataque del herbívoro o del patógeno o prepararlas para que respondan de manera más rápida en ataques futuros. Lo mismo ocurre con los volátiles emitidos por las raíces, que pueden tener acción antimicrobiana o antiherbívora (Dudareva et al., 2006).



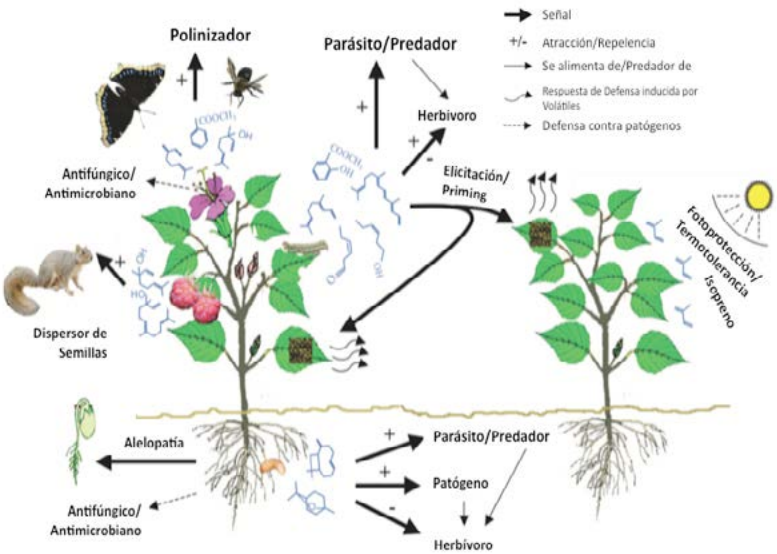


Figura 3. Interacciones mediadas por los Compuestos Orgánicos Volátiles en las plantas

Fuente: Modificado de Dudareva et al., 2006.

2.2 Volátiles y atracción sexual

En los insectos, encontrar pareja siempre se ha relacionado con la presencia de feromonas específicas de cada especie. Sin embargo, la evidencia ha mostrado que la diversidad de volátiles de las plantas no solo sirven para indicar una fuente de alimento, sino que también se ha visto que dichos COV juegan un papel importante en la búsqueda e identificación de parejas para la reproducción. De hecho, muchos insectos herbívoros comienzan a liberar feromonas o a mostrar un comportamiento sexual cuando perciben olores de la planta huésped. Inclusive, insectos parasitoides emplean los volátiles vegetales inducidos por herbivoría para ubicar los hospederos (Figura 4, Xu & Turlings, 2017).

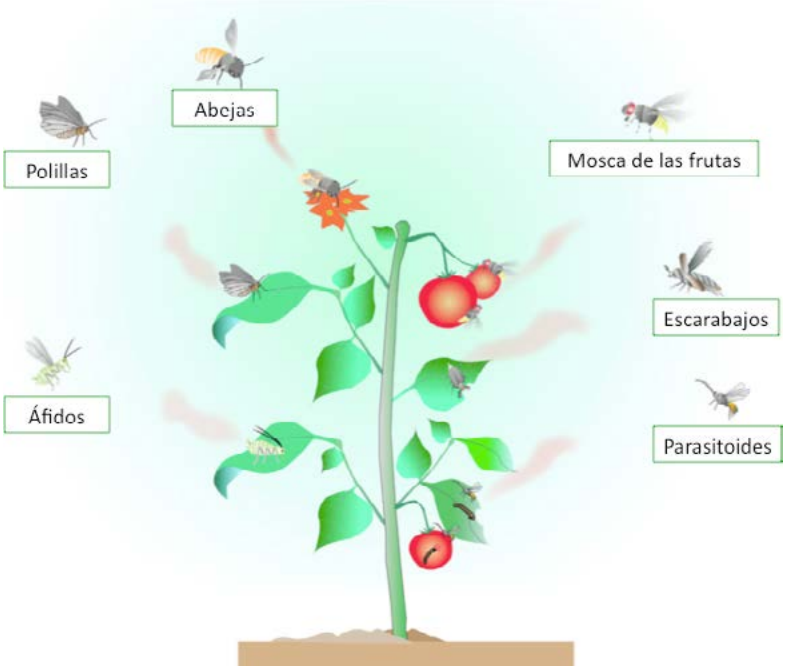


Figura 4. Grupos de insectos que buscan compañeros de reproducción **Fuente:** Modificado de Xu & Turlings, 2017.

Si bien la búsqueda de pareja dependiente de volátiles es crucial para muchos insectos, también se ha encontrado que dichos compuestos juegan un papel importante para alguna hembras de insectos para identificar el sitio para la ovoposición (Bruce et al., 2005; Bruce & Pickett, 2011).

2.3 Volátiles en Aguacate

El aguacate *Persea americana* Mill (Lauraceae), es una planta de importancia económica en donde los frutos se comercializan a nivel internacional. Dadas las implicaciones que pueden tener los compuestos orgánicos volátiles en aspectos como la atracción o defensa contra herbívoros, se hizo una revisión de trabajos en aguacate donde se identificaron o caracterizaron perfiles de volátiles en estructuras como ramas, hojas o frutos.



En la **Tabla 5** se listan algunos de estos COV reportados para aguacate. La presencia de hidrocarburos, aldehidos y terpenoides es notoria, aunque son pocos los compuestos a los cuales se les conoce alguna actividad de defensa o atracción para insectos (García-Rojas et al., 2016; Gramshaw, 1998; King & Knight, 1992; Meléndez-González & Espinosa-García, 2018; Ogunbinu et al., 2007; Sagrero-Nieves & Bartley, 1995).

Tabla 5. Compuestos Volátiles descritos en Aguacate

A: Presencia de rama; **B:** Presencia en Hoja; **C:** Presencia en fruto

Nombre del Compuesto	A	B	C	Fuente
Piridina			X	Gramshaw, 1998
Hexanal		X	X	García-Rojas et al., 2016; Gramshaw, 1998; Sagrero-Nieves & Bartley, 1995
Furfural			X	Gramshaw, 1998
Hexanol			X	Gramshaw, 1998
Hept-2(E)-enal			X	Gramshaw, 1998
Camfeno	X	X	X	García-Rodríguez et al., 2016; Gramshaw, 1998; King & Knight, 1992; Meléndez-González & Espinosa-García, 2018; Sagrero-Nieves & Bartley, 1995
2-Pentilfurano			X	Gramshaw, 1998
Mirceno			X	Gramshaw, 1998
Limoneno	X		X	García-Rodríguez et al., 2016; Gramshaw, 1998; Meléndez-González & Espinosa-García, 2018; Sagrero-Nieves & Bartley, 1995
Non-2-(E)-enal			X	Gramshaw, 1998
Dec-4-enal			X	Gramshaw, 1998



2-Heptilfurano			X	Gramshaw, 1998
Deca-2(E),4(Z)-dienal			X	Gramshaw, 1998
Deca-2(E),4(Z)-enal			X	Gramshaw, 1998
α-Cubebeno	X	X	X	García-Rodríguez et al., 2016; Gramshaw, 1998; King & Knight, 1992; Meléndez-González & Espinosa-García, 2018; Ogunbinu et al., 2007; Sagrero-Nieves & Bartley, 1995
α-Copaeno		X	X	Gramshaw, 1998; Sagrero-Nieves & Bartley, 1995
β-Cariofileno	X	X	X	García-Rodríguez et al., 2016; Gramshaw, 1998; King & Knight, 1992; Meléndez-González & Espinosa-García, 2018, Ogunbinu et al., 2007; Sagrero-Nieves & Bartley, 1995
α-Humuleno	X	X	X	García-Rodríguez et al., 2016; Gramshaw, 1998; King & Knight, 1992; Meléndez-González & Espinosa-García, 2018; Ogunbinu et al., 2007
α-Cadineno			X	Gramshaw, 1998
Isómero de Cadineno			X	Gramshaw, 1998
Óxido de Cariofileno	X	X	X	García-Rodríguez et al., 2016; Gramshaw, 1998; Meléndez-González & Espinosa-García, 2018
Tridecenal			X	Gramshaw, 1998
Heptadecano		X	X	García-Rodríguez et al., 2016; Gramshaw, 1998
Farnesil acetato		X	X	García-Rodríguez et al., 2016; Gramshaw, 1998



Fitol	X		X	Gramshaw, 1998; Meléndez-González & Espinosa-García, 2018
α-Pineno	X	X		García-Rodríguez et al., 2016; King & Knight, 1992; Meléndez-González & Espinosa-García, 2018; Ogunbinu et al., 2007; Sagrero-Nieves & Bartley, 1995
β-Felandreno	X			Meléndez-González & Espinosa-García, 2018
β-Pineno	X	X		García-Rodríguez et al., 2016; King & Knight, 1992; Meléndez-González & Espinosa-García, 2018; Ogunbinu et al., 2007; Sagrero-Nieves & Bartley, 1995
β-Mirceno	X	X		García-Rodríguez et al., 2016; King & Knight, 1992; Meléndez-González & Espinosa-García, 2018; Sagrero-Nieves & Bartley, 1995
α-Felandreno	X	X		King & Knight, 1992; Meléndez-González & Espinosa-García, 2018; Sagrero-Nieves & Bartley, 1995
p-Cimeno	X			García-Rodríguez et al., 2016; Meléndez-González & Espinosa-García, 2018
β-(Z)-Ocimeno	X			Meléndez-González & Espinosa-García, 2018
Ilangeno	X			Meléndez-González & Espinosa-García, 2018
β-Cubebeno	X	X		Meléndez-González & Espinosa-García, 2018; Ogunbinu et al., 2007
Unk sesquiterpeno	X			Meléndez-González & Espinosa-García, 2018
Germacreno D	X	X		García-Rodríguez et al., 2016; Meléndez-González & Espinosa-García, 2018; Ogunbinu et al., 2007



Eudesmano	X			Meléndez-González & Espinosa-García, 2018
γ-Elemeno	X			Meléndez-González & Espinosa-García, 2018
δ-Cadineno	X	X		García-Rodríguez et al., 2016; Meléndez-González & Espinosa-García, 2018; Ogunbinu et al., 2007
Germacren-D-4-ol	X			Meléndez-González & Espinosa-García, 2018
Espatulenol	X	X		Meléndez-González & Espinosa-García, 2018; Ogunbinu et al., 2007
Ácido hescadecanoico	X			Meléndez-González & Espinosa-García, 2018
Ácido linoleico	X	X		García-Rodríguez et al., 2016; Meléndez-González & Espinosa-García, 2018
Avocadofurano	X			Meléndez-González & Espinosa-García, 2018
Butanolido1	X			Meléndez-González & Espinosa-García, 2018
Butanolido2	X			Meléndez-González & Espinosa-García, 2018
Butanolido3	X			Meléndez-González & Espinosa-García, 2018
Acetogenina1	X			Meléndez-González & Espinosa-García, 2018
Acetogenina2	X			Meléndez-González & Espinosa-García, 2018
Heptacosano	X	X		García-Rodríguez et al., 2016; Meléndez-González & Espinosa-García, 2018
β-sitosterol	X			Meléndez-González & Espinosa-García, 2018
Nonacosano	X	X		García-Rodríguez et al., 2016; Meléndez-González & Espinosa-García, 2018



Octano		X		King & Knight, 1992; Sagrero-Nieves & Bartley, 1995
cis-3-hexen-1-ol		X		King & Knight, 1992; Sagrero-Nieves & Bartley, 1995
1-Pentanol		X		King & Knight, 1992; Sagrero-Nieves & Bartley, 1995
Sabineno		X		King & Knight, 1992; Ogunbinu et al., 2007; Sagrero-Nieves & Bartley, 1995
Terpineno		X		King & Knight, 1992; Sagrero-Nieves & Bartley, 1995
α-Terpineno		X		García-Rodríguez et al., 2016
Ceneol + D-limo-neno		X		King & Knight, 1992
γ-Terpineno		X		García-Rodríguez et al., 2016; King & Knight, 1992; Sagrero-Nieves & Bartley, 1995
1-Octanol		X		King & Knight, 1992
Estragol		X		García-Rodríguez et al., 2016; King & Knight, 1992; Sagrero-Nieves & Bartley, 1995
D-carvono		X		King & Knight, 1992
Neril acetato		X		King & Knight, 1992
Metileugenol		X		King & Knight, 1992; Sagrero-Nieves & Bartley, 1995
1-Decil acetato		X		King & Knight, 1992; Sagrero-Nieves & Bartley, 1995
1-Dodecanol		X		King & Knight, 1992
Hexadecano		X		King & Knight, 1992; Sagrero-Nieves & Bartley, 1995
1,8-Cineol		X		Sagrero-Nieves & Bartley, 1995
β-Ocimeno		X		Sagrero-Nieves & Bartley, 1995
Linalool		X		Sagrero-Nieves & Bartley, 1995
Undecan-2-ona		X		Sagrero-Nieves & Bartley, 1995



Chavicol		X		Sagrero-Nieves & Bartley, 1995
Anetol		X		Sagrero-Nieves & Bartley, 1995
Aromadendreno		X		Sagrero-Nieves & Bartley, 1995
α-Selineno		X		Sagrero-Nieves & Bartley, 1995
E-Nerolidol		X		Sagrero-Nieves & Bartley, 1995
E-2-Hexenal			X	García-Rojas et al., 2016
cis-γ-Cadineno		X		Ogunbinu et al., 2007
Valenceno		X		Ogunbinu et al., 2007
α-Terpineol		X		García-Rodríguez et al., 2016
β-Elemeno		X		García-Rodríguez et al., 2016
Eugenol		X		García-Rodríguez et al., 2016
α-Farneseno		X		García-Rodríguez et al., 2016
Germacreno B		X		García-Rodríguez et al., 2016
Ácido palmítico		X		García-Rodríguez et al., 2016
Metil linoleato		X		García-Rodríguez et al., 2016
Etil linoleato		X		García-Rodríguez et al., 2016
2-[(8Z,11Z)-Heptadeca-8,11-dienil] furano		X		García-Rodríguez et al., 2016
Tricosano		X		García-Rodríguez et al., 2016
Persina		X		García-Rodríguez et al., 2016
Escualeno		X		García-Rodríguez et al., 2016
β-Tocoferol		X		García-Rodríguez et al., 2016
β-cis-Ocimeno		X		García-Rodríguez et al., 2016

2.4 Extractos volátiles atrayentes

Con la finalidad de atraer insectos-plaga para su monitoreo o control, desde hace mucho tiempo se vienen empleando diferentes estrategias ideadas muchas veces por el mismo



productor. El uso de partes la planta susceptibles al ataque de la plaga (hojas, flores, frutos, tallos) son un ejemplo de ello. Sin embargo, hoy en día existen varias formas de obtener principios activos de las plantas que pueden potenciar la acción atrayente o repelente según sea el objetivo. Entre las estrategias se encuentra la elaboración de extractos empleando solventes orgánicos, extracción de aceites esenciales, empleo de solventes orgánicos volátiles solos, utilización de semioquímicos (feromonas, aleloquímicos) con compuestos volátiles o compuestos químicos sintéticos con actividad atrayente para el insecto plaga o atrayente para insectos entomófagos.

Empleo de Solventes orgánicos para elaboración de Extractos: Se ha reportado la elaboración de extractos con solventes como el hexano, diclorometano, acetona, etanol (Katerinopoulos et al., 2005).

Empleo de Aceites Esenciales: Se ha reportado el uso de aceites esenciales comerciales o extraídos experimentalmente por hidrodestilación (Katerinopoulos et al., 2005; Kendra et al., 2011).

Empleo de compuestos orgánicos como alcoholes independientemente o en combinación con otros alcoholes: Se utilizan comúnmente Etanol, metanol, isopropanol (Silvestre & Cordero, 2005)

Combinación de Semioquímicos con COV: Se aprovecha la acción de compuestos aleloquímicos o feromonas y se combina con compuestos volátiles vegetales para buscar que se potencie la atracción de insectos plaga (Baroffio et al., 2018).

Compuestos Químicos sintéticos con acción atrayente (herbívoros, entomófagos): Se emplean sustancias que atraen una plaga en particular o un insecto parasitoide que ayuda a controlar la plaga (Gordon et al., 2013).



3. Trampas para Captura y Monitoreo de Plagas en Cultivo de aguacate

Las trampas son estructuras físicas con características que le permiten la atracción y captura de algún organismo específico (ICA, 2011). Son una herramienta importante que hace parte de varios programas de manejo integrado de plagas, ya que su aplicación permite la detección y monitoreo de plagas, permitiendo así la toma de decisiones de control. Sin embargo se ha buscado mejorar la eficiencia de los sistemas de trampeo con el fin de que sean prácticos y se incluya la ecología química de las trampas cebadas con atrayentes. La eficiencia de los sistemas de trampeo está determinada por que sea económico, confiable, especifico, de fácil manejo, que los atrayentes utilizados sean de larga durabilidad y estabilidad en las condiciones de campo, pero principalmente por calidad de la información que este pueda suministrar. (Barrera et al., 2006).

Son diferentes los factores que pueden afectar la eficiencia el sistema de trampeo en su utilización en el campo, puede presentarse por un factor individual o por la combinación de varios, entre los cuales se tiene factores inherentes al diseño de la trampa, limitaciones del atrayente que se emplea, condiciones medioambientales de la región, la biología del insecto que se espera capturar, y condiciones fenológicas del cultivo donde se necesita establecer el trampeo. (Barrera et al., 2006)

Una de las limitantes principales en la exportación de frutos en frescos de aguacate, es la presencia de plagas en el producto cosechado; por lo que se hace necesario implementar durante los proceso de producción de la fruta los planes de manejo integrado de plagas. Para plagas de importancia económica se deben encaminar los esfuerzos hacia trampas que permitan monitorear de manera extensiva e intensiva pero que a su vez sean prácticas, eficientes y económicas, además que permitan



su fácil manejo para el operario en campo. (Barrera et al., 2006).

Se ha reportado el uso de trampas para algunos insectos plaga del aguacate. En el caso del Pasador del fruto *Stenoma catenifer* Walsingham (Lepidoptera: Elaschistidae), Orjuela 2011 reportó para su monitoreo el uso de trampas de luz negra y blanca para la captura de polillas, así como Hoddle, 2011 indica el uso de feromonas. En el Barrenador de las ramas del aguacate *Copturomimus perseae* Hustache (Coleoptera: Curculionidae), se han utilizado trampas piramidales, instalándolas junto al tallo principal de los árboles y bolsas de los huertos, comerciales y viveros, respectivamente. Además, se han utilizado trampas pegajosas de color para monitoreo y manejo de adultos. Para Trips (*Thrips palmi* Karny, *Selenothrips rubrocinctus Giard, Heliothrips haemorrhoidalis* Bouché) (Thysanoptera: Thripidae) se han empleado trampas pegajosas de color amarillo o azul (ICA, 2012).

Por su parte, dos métodos para el monitoreo de las principales plagas que atacan el aguacate Hass han sido desarrollados por AGROSAVIA (anteriormente Corpoica) son dos métodos para monitoreo y vigilancia de poblaciones de Curculionidos (picudo) y *Stenoma catenifer* (polilla): I) La trampa de luz negra para monitorear poblaciones de adultos de polillas en cultivos comerciales de aguacate cv. Hass. II) Una trampa piramidal con extracto de aguacate para monitorear poblaciones de adultos del picudo (*Heilipus lauri*) en cultivos comerciales de aguacate cv. Hass (Caicedo, Varón, Bacca y Carabalí, 2010).

4. Referencias Bibliográficas.

Barrera, J.F., Montoya, P., Rojas, J. (2006). Bases para la aplicación de sistemas de trampas y atrayentes en manejo integrado de plagas. En: Simposio de trampas y atrayentes en detección, monitoreo y control de Plagas de importancia económica. Barrera JF y Montoya P (Eds.) Sociedad Mejicana de Entomología y el Colegio de la Frontera Sur. Manzanillo, Colima, México. Pág.1-16

Baroffio, C. A., Sigsgaard, L., Ahrenfeldt, E. J., Borg-Karlson, A. K., Bruun, S. A., Cross, J. V., ... & Trandem, N. (2018). Combining plant volatiles and pheromones to catch two insect pests in the same trap: Examples from two berry crops. Crop Protection, 109, 1-8.

Bruce, T. J., & Pickett, J. A. (2011). Perception of plant volatile blends by herbivorous insects–finding the right mix. Phytochemistry, 72(13), 1605-1611.

Bruce, T. J., Wadhams, L. J., & Woodcock, C. M. (2005). Insect host location: a volatile situation. Trends in plant science, 10(6), 269-274.

Caicedo, R. L., Varón, D. E., Bacca, T., y Carabali, A. (2010). Daños ocasionados por el perforador del aguacate Heilipus lauri Boheman (Coleoptera: Curculionidae) en Tolima (Colombia). Revista Corpoica-Ciencia y Tecnología Agropecuaria, 11, 129–136.

CIPF. (2018). Análisis de riesgo de plagas para plagas cuarentenarias. Recuperado 23-09-18, de https://www.ica.gov.co/Areas/Agricola/Servicios/Epidemiologia-Agricola/Plagas-Reglamentadas/Documentos-Relacionados-Plagas-Reglamentadas/NIMF-N%C2%B0-11-de-2013.aspx

CIPF (2017). Convención Internacional de protección fitosanitaria: Análisis de riesgo de plagas para plagas cuarentenarias. 42pp. Recuperado el 23-09-2018, de https://www.ica.gov.co/Areas/Agricola/Servicios/Epidemiologia-Agricola/Plagas-Reglamentadas/Documentos-Relacionados-Plagas-Reglamentadas/NIMF-N%C2%B0-11-de-2013.aspx

CIPF (2016). Convención Internacional de protección fitosanitaria. Plagas no cuarentenarias reglamentadas: concepto y aplicación. Recuperado el 23 de Septiembre de 2018, Disponible en : http://www.fao.org/3/a-y4223s.pdf

Carabalí, M. A. (2013). Barrenador grande de la semilla de aguacate. En actualización Tecnológica en el cultivo de aguacate y buenas prácticas agrícolas. CORPOICA-AGROSAVIA, 299-234p.

Dudareva, N., Pichersky, E., & Gershenzon, J. (2004). Biochemistry of plant volatiles. Plant physiology, 135(4), 1893-1902.

FAO (2010). Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura: Resolución ICA No. 3593 de 2015 Recuperado 29-09-2018 de https://www.ippc.int/en/countries/Colombia/reportingobligation/2012/12/por-medio-de-la-cual-se-establecen-las-plagas-cuarentenarias-sometidas-a-control-oficial-ausentes-y-presentes-en-el-territorio-oficial/

García-Rodríguez, Y. M., Torres-Gurrola, G., Meléndez-González, C., & Espinosa-García, F. J. (2016). Phenotypic variations in the foliar chemical profile of Persea americana Mill. cv. Hass. Chemistry & biodiversity, 13(12), 1767-1775

García-Rojas, M., Morgan, A., Gudenschwager, O., Zamudio, S., Campos-Vargas, R., González-Agüero, M., & Defilippi, B. G. (2016). Biosynthesis of fatty acids-derived volatiles in 'Hass' avocado is modulated by ethylene and storage conditions during ripening. Scientia Horticulturae, 202, 91-98.

Gordon, G. O., Wratten, S. D., Jonsson, M., Simpson, M., & Hale, R. (2013). 'Attract and reward': combining a herbivore-induced plant volatile with floral resource supplementation–multi-trophic level effects. Biological Control, 64(2), 106-115.

Gramshaw, J. W. (1998). Volatiles of avocado fruit. Food Chemistry, 62(4), 483-487.

ICA. (2016). Instituto Colombiano Agropecuario. Resolucion N° 1507 "Por medio de la cual se declaran las plagas de contol oficial en el cualitativo de aguacate Persea americana Mill en el territorio nacional, se establecen las medidas para su menejo y control." Recuperado: 29-09-2018 de: http://www.ica.gov.co/Normatividad/NormasIca/Resoluciones.aspx

ICA (2012) Manejo fitosanitario del cultivo del aguacate Hass (Persea americana Mill): medidas para la temporada invernal. Bogotá, Colombia.

ICA (2011). Instituto Colombiano Agropecuario: Manual técnico de trampeo de moscas de la fruta. Pág. 1-71

Orjuela, O.E. 2011. Evaluación del impacto de los insectos perforadores del fruto del aguacate (Persea americana Miller) cv. Hass en el eje cafetero. Pág. 1-79.

Katerinopoulos, H. E., Pagona, G., Afratis, A., Stratigakis, N., & Roditakis, N. (2005). Composition and insect attracting activity of the essential oil of Rosmarinus officinalis. Journal of Chemical Ecology, 31(1), 111-122.

Kendra, P. E., Sanchez, J. S., Montgomery, W. S., Okins, K. E., Niogret, J., Peña, J. E., ... & Heath, R. R. (2011). Diversity of Scolytinae (Coleoptera: Curculionidae) attracted to avocado, lychee, and essential oil lures. Florida Entomologist, 94(2), 123-130.

King, J. R., & Knight, R. J. (1992). Volatile components of the leaves of various avocado cultivars. Journal of agricultural and food chemistry, 40(7), 1182-1185.

Meléndez-González, C., & Espinosa-García, F. J. (2018). Metabolic profiling of Persea americana cv. Hass branch volatiles reveals seasonal chemical changes associated to the avocado branch borer, Copturus aguacatae. Scientia Horticulturae, 240, 116-124.

MADR (2008). Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Decreto 4765 de 2008. Recuperado el 23-09-2018, de http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/decreto_4765_2008.html

Ogunbinu, A. O., Ogunwandeb, I. A., Flaminid, G., & Cionid, P. L. (2007). Volatile compounds of Persea americana Mill from Nigeria. Journal of Essential Oil Bearing Plants, 10(2), 133-138.



Peñaloza, M.C. y Díaz, G. (2004). Así se maneja y controla el picudo de los cítricos Compus Sp., Instituto Colombiano Agropecuario. ICA. Revisión Técnica ISBN: 9588214297. Retrieved: septiembre 22 de 2018, From: https://www.ica.gov.co/getattachment/15df1776-44f0-49f6-bf59-f82b3acda319/Publicacion-24.aspx

Pichersky, E., Noel, J. P., & Dudareva, N. (2006). Biosynthesis of plant volatiles: nature's diversity and ingenuity. Science, 311(5762), 808-811.

Reinhard, J., Srinivasan, M. V., & Zhang, S. (2004). Olfaction: scent-triggered navigation in honeybees. Nature, 427(6973), 411.

Romero-López, A. A., Arzuffi, R., & Morón, M. A. (2005). Feromonas y atrayentes sexuales de coleópteros Melolonthidae de importancia agrícola. Folia Entomológica Mexicana, 44(2).

Sagrero-Nieves, L., & Bartley, J. P. (1995). Volatile components of avocado leaves (Persea americana Mill) from the Mexican race. Journal of the Science of Food and Agriculture, 67(1), 49-51.

Silvestre, F., & Cordero, J. (2005). Evaluación de atrayentes alcohólicos en trampas artesanales para el monitoreo y control de la broca del café, Hypothenemus hampei (Ferrari). Bioagro, 17(3), 143-148.



Compuestos volátiles y trampas usados en el monitoreo y captura de plagas en cultivos de aguacate (*Persea americana* Mill cv. Hass)

Producto derivado del Proyecto de Innovación: "Sistema para la captura y monitoreo de plagas cuarentenarias asociadas al cultivo de aguacate Hass en el Oriente Antioqueño – SENNOVA 2018

ISBN: 978-958-15-0394-0