COLOMBIA POTENCIA DE LA VIDA

AGROSAVIA
Corporación colombiana de investigación agropecuaria

Manejo integrado de plagas de importancia económica y cuarentenaria del cultivo de aguacate *Persea americana* (Lauraceae)

Stenoma catenifer (Lepidoptera: Depressariidae), *Heilipus lauri* y *Heilipus trifasciatus* (Coleoptera: Curculionidae)

Arturo Carabalí Muñoz | Millerlandy Montes Prado
Doris Elisa Canacuán N. | Claudia Marcela Cuellar Palacios
Juan Camilo Zapata | Robert Alejandro Rosero

DESARROLLO Y VALIDACIÓN DE TECNOLOGÍAS PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD DEL CULTIVO DE AGUACATE HASS EN EL DEPARTAMENTO DEL CAUCA

42 Motivos para avanzar

SGR

Manejo integrado de plagas de importancia económica y cuarentenaria del cultivo de aguacate *Persea americana* (Lauraceae)

Stenoma catenifer (Lepidoptera: Depressariidae), *Heilipus lauri* y *Heilipus trifasciatus* (Coleoptera: Curculionidae)

Arturo Carabalí Muñoz
Millerlandy Montes Prado
Doris Elisa Canacuán N.
Claudia Marcela Cuellar Palacios
Juan Camilo Zapata
Robert Alejandro Rosero

Manejo integrado de plagas de importancia económica y cuarentenaria del cultivo de aguacate *Persea americana* (Lauraceae): *Stenoma catenifer* (Lepidoptera: Depressariidae), *Heilipus lauri* y *Heilipus trifasciatus* (Coleoptera: Curculionidae). / Arturo Carabalí Muñoz [y otros cinco] – Mosquera, (Colombia): AGROSAVIA, 2023.
120 páginas (Colección Alianzas AGROSAVIA)

Incluye referencias, gráficos, mapas y tablas.

ISBN: 978-958-740-667-2

ISBN e-Book: 978-958-740-668-9

1. *Persea americana* 2. Plagas cuarentenarias 3. Control de plagas 4. Vigilancia de plagas 5. Sistemas de información geográfica 6. Daño a las plantas 7. Gestión de lucha integrada.

Palabras clave normalizadas según Tesauro Multilingüe de Agricultura -Agrovoc
Catalogación en la publicación – Biblioteca Agropecuaria de Colombia

Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria-AGROSAVIA
Centro de Investigación Tibaitatá,Mosquera – Cundinamarca. Código postal 250047 Colombia.

Esta publicación forma parte de los resultados del proyecto "Desarrollo y validación de tecnologías para incrementar la productividad del cultivo de aguacate Hass en el departamento del Cauca", ejecutado por la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria-AGROSAVIA, el cual fue financiado con recursos públicos del Sistema General de Regalías del departamento del Cauca", convenio 1929. La Gobernación del Cauca, a través de la Secretaría de Desarrollo Económico y Competitividad, respaldó la ejecución de este proyecto, al igual que las asociaciones de productores conformadas en los municipios de Piendamó, Cajibío, Morales, Caldono, Sotará, Timbío, El Tambo, Popayán, Caloto, Corinto y Toribío.

Colección: Alianzas AGROSAVIA
Tipología: Manual
Primera edición, noviembre de 2023

Preparación editorial
Editorial AGROSAVIA
editorial@agrosavia.co
Líder editorial: Astrid Verónica Bermúdez
Edición: Felipe Solano Fitzgerald
Adecuación pedagógica: Andrea Montoya
Diseño y diagramación: Diana Murcia
Impresión: DGP Editores S. A. S.
Impreso en Bogotá, Colombia, noviembre de 2023
Printed in Bogotá

Citación sugerida: Carabalí-Muñoz, A., Montes-Prado, M., Canacuán N., D. E., Cuellar-Palacios, C. M., Zapata, J. C., & Rosero, R. A. (2023). *Manejo integrado de plagas de importancia económica y cuarentenaria del cultivo de aguacate Persea americana (Lauraceae): Stenoma catenifer (Lepidoptera: Depressariidae), Heilipus lauri y Heilipus trifasciatus (Coleoptera: Curculionidae)*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria-AGROSAVIA. https://doi.org/10.21930/agrosavia.manual.7406689

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, declarando 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.
Línea de atención al cliente: 018000121515
atencionalcliente@agrosavia.co
http://www.agrosavia.co/

https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.es

Tabla de contenido

Agradecimientos 13
Presentación 15
Introducción 17

Capítulo I. Programa de manejo de insectos de importancia económica y cuarentenaria 20

Programa de manejo integrado de plagas 23
Reconocimiento y manejo del paisaje 24
Estados fenológicos del aguacate *Persea americana* variedad Hass 25
Reconocimiento de los estados fenológicos 26
Reconocimiento y manejo de flora local 32
Flora asociada a cultivos de aguacate 32
Insectos visitantes florales, polinizadores (efectivos/ocasionales) y enemigos naturales 33
Distribución espacial 37
Variables climáticas 38

Capítulo II. Insectos plaga de importancia económica y cuarentenaria 40

Stenoma catenifer Walsingham (Lepidoptera: Depressariidae) 41
Importancia 42

Distribución 43
Distribución geográfica en Colombia 43
Hospederos 45
Dispersión 45
Biología 46
Hábitos 46
Hábitos en frutos 46
Ciclo de vida 50
Daño 52
Características del daño en frutos 52
Perforación inicial 52
Residuos adheridos a la epidermis del fruto 53
Necrosamiento y daño de la pulpa 53
Perforación en la semilla 54
Daño en pulpa y semilla 54
Daño interno en semilla 55
Características del daño en ramas 55
Daño externo inicial 55
Daño interno inicial 56
Acumulación de residuos y necrosamiento 56
Necrosamiento del brote terminal 57
Daño avanzado del brote terminal 57
Daño avanzado en la rama 58
Heilipus lauri Boheman (Coleoptera: Curculionidae) . . . 58
Importancia 59
Distribución 60
Distribución geográfica en Colombia 60
Hospederos 60
Dispersión 62
Biología 62
Ciclo de vida 62
Hábitos 64
Perforación del fruto 64
Proceso de oviposición 64
Desarrollo de larvas 66

Pupa 66
Adulto 67
Daño 68
Perforación de frutos 68
Perforación de entrada y daño inicial en semilla 69
Formación de galerías en el interior de la semilla 70
Construcción de cámara pupal 70
Perforación de salida 71
Heilipus trifasciatus Fabricius (Coleoptera: Curculionidae) 72
Importancia 72
Distribución 73
Distribución geográfica en Colombia 73
Hospederos 73
Dispersión 73
Biología 74
Ciclo de vida 74
Hábitos 76
Perforación del fruto 77
Proceso de oviposición 77
Desarrollo de las larvas 77
Adulto 78
Daño 78
Presencia de raspaduras sobre la superficie del fruto 79
Manchas o costras sobre la epidermis del fruto 79
Formación de una galería en el interior del fruto 80
Perforación inicial en la semilla 80
Formación de galerías en diferentes direcciones en la semilla 81
Formación de cámara pupal 82
Perforación de salida 82
Alimentación de adultos en ramas 82

Capítulo III. Estrategias de manejo 84
Seguimiento a variables climáticas 85
Monitoreo de plagas y registros 86
Método de reconocimiento del daño 87
Muestreos 90
Muestreo generalizado 92
En sitios de agregación del daño (“focos”) 93
Distribución espacial aplicada al manejo de plagas cuarentenarias 93
Geoposicionamiento 97
Unidades de muestreo 98
Visualización en mapas: patrones de distribución y sitios de agregación del daño 99
Componentes del manejo 101
Recomendaciones para áreas de incidencia baja, media y alta de presencia y daño de insectos de importancia cuarentenaria 101
Zona de riesgo bajo 103
Zona de riesgo medio 104
Zona de riesgo alto 105
Control cultural 106
Control biológico 109
Hongos entomopatógenos 109
Referencias 111
Los autores 116

Lista de figuras

Figura 1. Esquema del programa de manejo de *Stenoma catenifer* y *Heilipus lauri*. 22
Figura 2. Reconocimiento del paisaje e interacciones con el cultivo de aguacate. 24
Figura 3. Estados fenológicos de *Persea americana* var. Hass (010-510) 28
Figura 4. Estados fenológicos de *Persea americana* var. Hass (511-517) 29
Figura 5. Estados fenológicos de *Persea americana* var. Hass (518-617) 30
Figura 6. Estados fenológicos de *Persea americana* var. Hass (711-719) 31
Figura 7. Conservación de arvenses en cultivos de aguacate. 33
Figura 8. Abundancia de familias de insectos visitantes florales presentes en cultivos de aguacate var. Hass. 34
Figura 9. Principales insectos visitantes florales observados y registrados 35
Figura 10. Insectos visitantes florales observados en las tres zonas de estudio 37
Figura 11. Patrones de distribución espacial. 39
Figura 12. Adulto de *Stenoma catenifer* en vista dorsal. 42
Figura 13. Distribución geográfica de *Stenoma catenifer* en los departamentos de Colombia 44
Figura 14. Hábitos de oviposición de *Stenoma catenifer* sobre frutos de aguacate *Persea americana*. 47
Figura 15. Hábitos de *Stenoma catenifer* sobre frutos de aguacate *Persea americana* 48

Figura 16. Hábitos de alimentación de *Stenoma catenifer* sobre frutos de aguacate *Persea americana*. 49
Figura 17. Ciclo de vida de *Stenoma catenifer* en condiciones de laboratorio 51
Figura 18. Pequeña perforación realizada por la larva neonata de *Stenoma catenifer* sobre la superficie del fruto. 52
Figura 19. Montículo de residuos expulsados por la larva joven de *Stenoma catenifer* producto de la alimentación. 53
Figura 20. Necrosamiento y daño de la pulpa ocasionado por la larva joven de *Stenoma catenifer* a medida que se introduce en el fruto. 53
Figura 21. Perforación realizada por la larva joven de *Stenoma catenifer* al ingresar a la semilla. 54
Figura 22. Daño en pulpa y semilla ocasionado por la larva madura de *Stenoma catenifer*. 54
Figura 23. Formación de galerías producto de la alimentación de la larva madura de *Stenoma catenifer*. 55
Figura 24. Daño inicial realizado por larva joven de *Stenoma catenifer* en brotes terminales. 55
Figura 25. Daño interno realizado por larva joven de *Stenoma catenifer* en brotes terminales 56
Figura 26. Residuos expulsados por larva joven de *Stenoma catenifer* producto de la alimentación del tejido interno 56
Figura 27. Necrosamiento del brote terminal. 57
Figura 28. Ruptura del brote terminal 57
Figura 29. Marchitamiento y posterior muerte de la rama afectada. 58
Figura 30. Adulto de *Heilipus lauri*. 59
Figura 31. Distribución geográfica de *Heilipus lauri* en los departamentos de Colombia. 61
Figura 32. Ciclo de vida de *Heilipus lauri* en condiciones de laboratorio 63
Figura 33. Hábitos de *Heilipus lauri* en frutos de aguacate. 65
Figura 34. Hábitos de oviposición de *Heilipus lauri* en frutos de aguacate 65
Figura 35. Hábitos de alimentación en larvas pequeñas de *Heilipus lauri* 66
Figura 36. Hábitos de alimentación en larvas de tamaño medio de *Heilipus lauri* 67
Figura 37. Hábitos de pupación de *Heilipus lauri* 67

Figura 38. Hábitos del adulto de *Heilipus lauri* 68
Figura 39. Daño de *Heilipus lauri* asociado al desarrollo fenológico del fruto 68
Figura 40. Perforación de frutos ocasionados por adultos de *Heilipus lauri* 69
Figura 41. Perforación inicial en semilla ocasionado por larvas de *Heilipus lauri* 69
Figura 42. Formación de galerías en semilla producto de la alimentación por larvas de *Heilipus lauri* 70
Figura 43. Construcción de cámara pupal por larvas maduras de *Heilipus lauri* 70
Figura 44. Transición entre la fase de pupa y la emergencia del adulto de *Heilipus lauri* 71
Figura 45. Adulto de *Heilipus trifasciatus* 72
Figura 46. Ciclo de vida de *Heilipus trifasciatus* en condiciones de laboratorio 75
Figura 47. *Heilipus trifasciatus* sobre frutos de aguacate criollo *Persea americana* 76
Figura 48. Fruto de aguacate criollo con daño por alimentación y oviposición ocasionado por *Heilipus trifasciatus*. 77
Figura 49. Postura de *Heilipus trifasciatus* sobre frutos de aguacate criollo 78
Figura 50. Larvas de *Heilipus trifasciatus* alimentándose en semilla de aguacate criollo. 78
Figura 51. Adulto de *Heilipus trifasciatus* emergiendo de semilla. . . 79
Figura 52. Frutos de aguacate criollo con daño ocasionado por *Heilipus trifasciatus*. 79
Figura 53. Daño de postura sobre fruto y postura de *H. trifasciatus* . . 80
Figura 54. Daño inicial de larva recién emergida. 80
Figura 55. Daño inicial en semilla ocasionado por perforación de larvas de entre 1 y 8 días de edad. 81
Figura 56. Larvas de tamaño medio y grande y galería por daño de alimentación sobre semilla 81
Figura 57. Cámara pupal y pupa de *H. trifasciatus*. *82*
Figura 58. Emergencia de adulto. 82
Figura 59. Daño por alimentación de adultos sobre ramas y follaje . . 83
Figura 60. Registro de variables climáticas y daño ocasionado por plagas cuarentenarias 86
Figura 61. Métodos de monitoreo 86

Figura 62. Daño ocasionado por *Heilipus lauri* asociado al desarrollo fenológico del fruto en el cultivo de aguacate var. Hass . 88
Figura 63. Daño ocasionado por *S. catenifer* asociado al desarrollo fenológico del fruto en el cultivo de aguacate var. Hass 89
Figura 64. Tipos de monitoreo. 91
Figura 65. Esquema de etapas de captura, registros de monitoreo y procesamiento de datos espaciales.. 94
Figura 66. Distribución espacial de *H. lauri* y *S. catenifer* 95
Figura 67. Geoposicionamiento 97
Figura 68. Síntomas de daño ocasionado por plagas cuarentenarias 99
Figura 69. Sitios de agregación del daño ocasionado por *H. lauri* 100
Figura 70. Agregación del daño en frutos afectados por *H. lauri* y *S. catenifer* 102
Figura 71. Esquema de manejo cultural de plagas cuarentenarias.. 107
Figura 72. Sitios de agregación y efecto de reducción del daño y poblaciones con la implementación de la estrategia cultural 108
Figura 73. Uso de hongos entomopatógenos 110

Lista de tablas

Tabla 1. Descripción de los estados fenológicos de aguacate *Persea americana* Mill. 27

Agradecimientos

Los autores agradecemos al Sistema General de Regalías (SGR) – Gobernación del Cauca por financiar el proyecto macro “Desarrollo y validación de tecnologías para incrementar la productividad del cultivo de aguacate Hass en el departamento del Cauca”, con BPIN 2018000100010, a La Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria-AGROSAVIA, que generó el espacio para el desarrollo del manual, y a los productores de aguacate Hass de los municipios de Timbío y Sotará (Cauca) por su entera disposición para desarrollar las investigaciones.

Presentación

La polilla de la pulpa y semilla del aguacate, *Stenoma catenifer* (Lepidoptera: Depressariidae), y los picudos barrenadores del aguacate, *Heilipus lauri* y *Heilipus trifasciatus* (Coleoptera: Curculionidae), son consideradas plagas cuarentenarias referenciadas por el Servicio de Inspección de Sanidad Animal y Vegetal del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (APHIS – USDA). En Colombia, el control de estos insectos se ha fundamentado en aplicaciones de insecticidas, lo cual agrava más la problemática de las exportaciones de aguacate hacia mercados especializados, que exigen bajos niveles de residuos de insecticidas en la fruta fresca.

El presente manual ofrece al sector productivo de aguacate recomendaciones de manejo biológico y cultural que se enmarcan en conceptos y aplicaciones de la agricultura específica por sitio, como aproximación a la agricultura de precisión. Específicamente, se describe en detalle el procedimiento para determinar la distribución espacial de las poblaciones de insectos en agroecosistemas de aguacate, como una herramienta clave para estructurar planes de monitoreo y toma de decisiones en el marco del manejo integrado y sostenible de plagas. La información presentada en la publicación contribuye a disminuir las brechas tecnológicas identificadas para el cultivo en el departamento del Cauca y las principales regiones productoras de Colombia.

Introducción

El aguacate es una fruta de amplia distribución en el mundo y gran reconocimiento por su composición nutricional y beneficios para la salud. Asimismo, los residuos son una parte importante del aguacate porque son una fuente potencial de ingredientes alimenticios nutricionales, resultado de su alto contenido de almidones, aceites y compuestos con alta actividad biológica. En el mundo, la demanda y consumo de aguacate se ha incrementado tanto por sus propiedades nutricionales como por sus múltiples aplicaciones, entre las cuales se destacan los productos cosméticos (Araujo et al., 2018).

En Colombia, se estima que existen aproximadamente 19.000 productores vinculados a 51.702 unidades productivas y que alrededor de 65.000 personas se encuentran vinculadas de forma directa e indirecta en los diferentes eslabones de la cadena productiva de aguacate (SIOC, 2022). El área sembrada de aguacate corresponde aproximadamente en un 66 % a las variedades pieles verdes, criollos o antillanos, y el 34 % a la variedad Hass. El crecimiento de las áreas sembradas de la variedad Hass está estrechamente relacionada con la apertura y posicionamiento exitoso de la fruta en los mercados internacionales y al apoyo del Gobierno Nacional en el proceso de apertura sanitaria de mercados estratégicos para la exportación de fruta fresca (SIOC, 2022).

No obstante, el sistema productivo de aguacate *Persea americana* presenta limitantes entomológicas de importancia económica y cuarentenaria. Específicamente, la polilla de la pulpa y semilla

del aguacate, *Stenoma catenifer* (Lepidoptera: Depressariidae) y los picudos barrenadores de la semilla de aguacate, *Heilipus lauri* y *Heilipus trifasciatus* (Coleoptera: Curculionidae) son consideradas plagas cuarentenarias, como lo referencia el Servicio de Inspección de Sanidad Animal y Vegetal del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (APHIS-USDA) y de control oficial.

En Colombia, estas especies se alimentan del fruto, tallo, pulpa y semilla de distintos genotipos y cultivares de aguacate *Persea americana* y se encuentran ampliamente distribuidas en las diferentes zonas productoras del país. Se ha estimado que *S. catenifer* y *H. lauri* pueden ocasionar pérdidas superiores al 60 % cuando no se implementan métodos de control. En este contexto, la aplicación de moléculas de síntesis química ha sido la base de las estrategias de control que se han implementado en el país, pero este hecho agrava más la problemática de las exportaciones de aguacate hacia mercados especializados, que tienen exigentes regulaciones y requerimientos de obligatorio cumplimiento para comercializar la fruta fresca proveniente de Colombia.

Al respecto, en los últimos años La Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria-AGROSAVIA ha estudiado la biología, distribución geográfica, caracterización del daño, métodos de monitoreo y estrategias de manejo de poblaciones de *S. catenifer*, *H. lauri* y *H. trifasciatus*. Los resultados de estos trabajos de investigación han servido de base para la generación de recomendaciones técnicas que ofrecen al sector productivo de aguacate un programa de manejo basado en el conocimiento previo del patrón de distribución espacial del daño y estados biológicos de *S. catenifer, H. lauri y H. trifasciatus*.

El programa de manejo se basa en un método de monitoreo (observación directa), complementado con dos estrategias (culturales y biológicas) para reducir las poblaciones de las plagas de importancia cuarentenaria. Los métodos y estrategias dirigidos principalmente a *S. catenifer y H. lauri*, especies registradas en *P. americana* var. Hass, se fundamentan en el conocimiento de la fenología del cultivo, la biología y comportamiento del insecto,

el reconocimiento del daño y la conservación de polinizadores, visitantes florales y enemigos naturales. Además, se hacen recomendaciones sobre la forma de implementar los componentes biológicos (hongos entomopatógenos y enemigos naturales), los cuales pueden ser utilizados de manera independiente o combinados en sitio específico o de mayor concentración del daño.

En Colombia, los incrementos de poblaciones y daños que ocasionan los insectos plaga de importancia económica y cuarentenaria del aguacate, *S. catenifer* y *H. lauri*, representan una limitante fitosanitaria para la producción y los mercados de exportación. Este manual contribuye con información que recopila resultados de cuatro años de investigación en regiones productoras del departamento del Cauca sobre las relaciones que se establecen entre la biología del insecto, los hábitos, el paisaje, la fenología de la planta, la flora local, los visitantes florales, el reconocimiento del daño, la distribución espacial y los métodos de monitoreo. Estos hallazgos sustentan el desarrollo e implementación de programas de manejo integrado de plagas (MIP) que incorporan herramientas de sistemas de información geográfica (SIG). El contenido incluye, además de las recomendaciones, un amplio registro fotográfico que permite la identificación taxonómica y visual de los insectos y los daños. Se espera que el manual sea de interés para investigadores en el manejo integrado de plagas, asistentes técnicos y productores.

Capítulo I

Programa de manejo de insectos de importancia económica y cuarentenaria

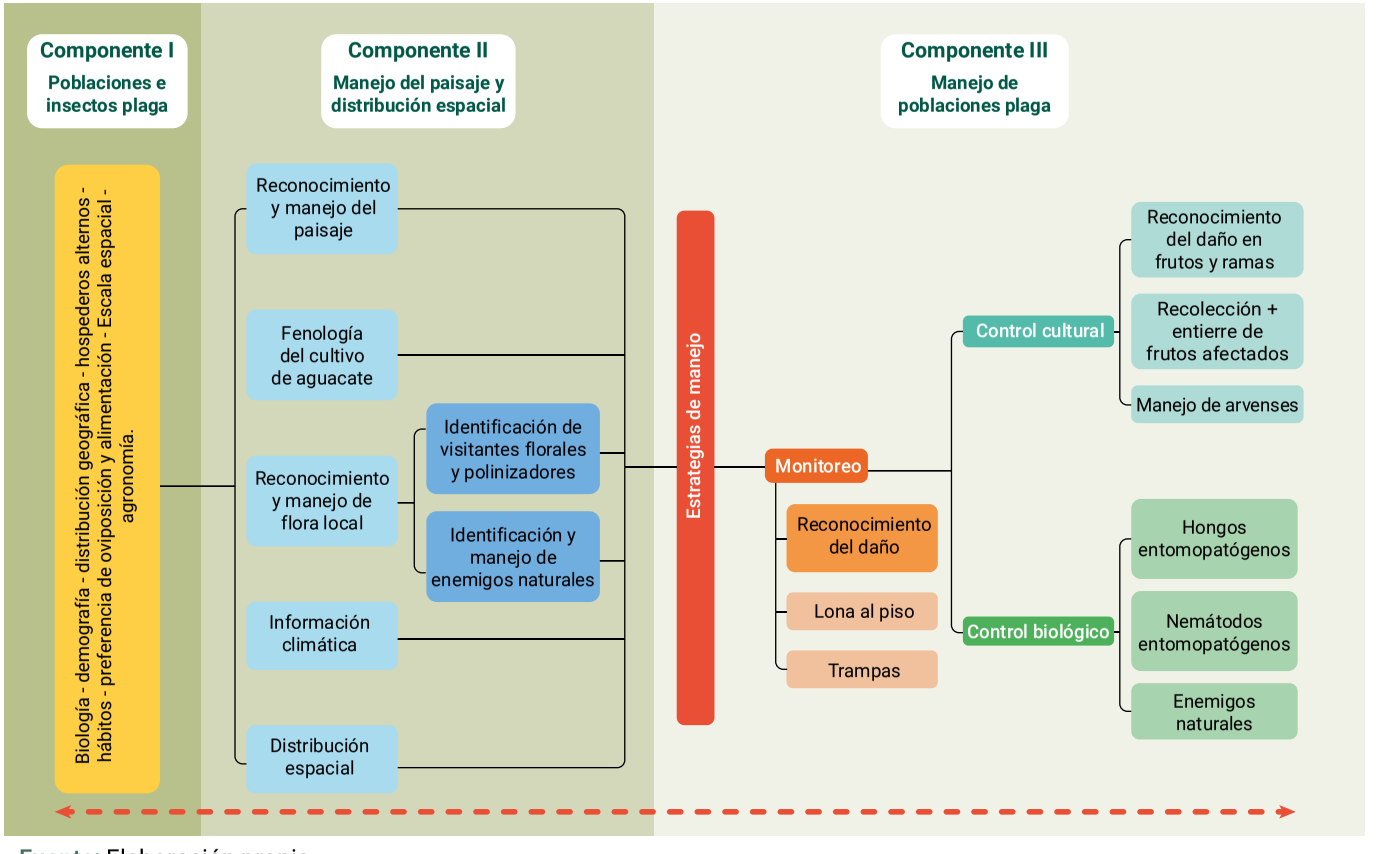
El programa de manejo integrado de plagas de importancia económica y cuarentenaria que se propone, además de conservar algunos de los métodos y prácticas incluidas en el manejo integrado de plagas (MIP), incorpora el reconocimiento y manejo de la flora local, visitantes florales, polinizadores y enemigos 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 posibiliten 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.

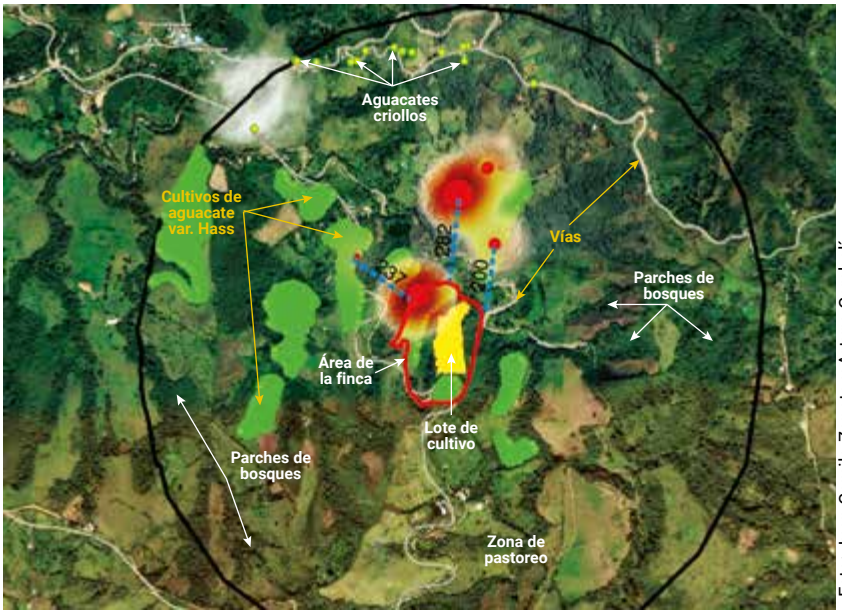


Foto: Juan Camilo Zapata y Arturo Carabalí

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	Brotes 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*.

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

Fotos: Millerlandy Montes y Robert Rosero

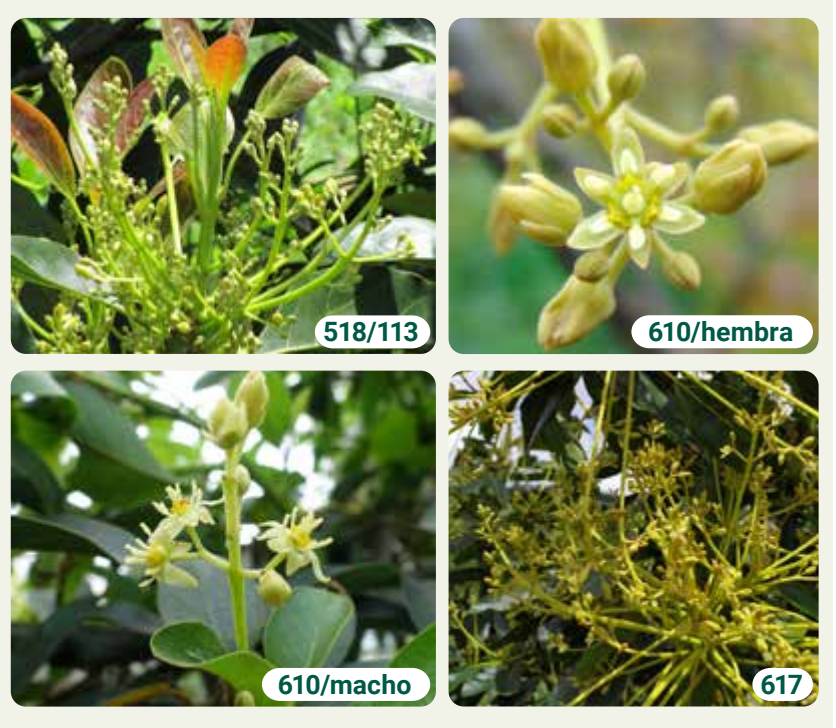
En el desarrollo de las etapas fenológicas de inicio de la expansión de la yema reproductiva (511) hasta la etapa en la que la inflorescencia alcanza el 70 % de su longitud (517), los planes de monitoreo *deben* estar dirigidos a identificar sitios de presencia de adultos de *H. lauri* (figura 4).

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

Fotos: Millerlandy 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*.

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



Fotos: Millerlandy 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).

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

Fotos: Millerlandy 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

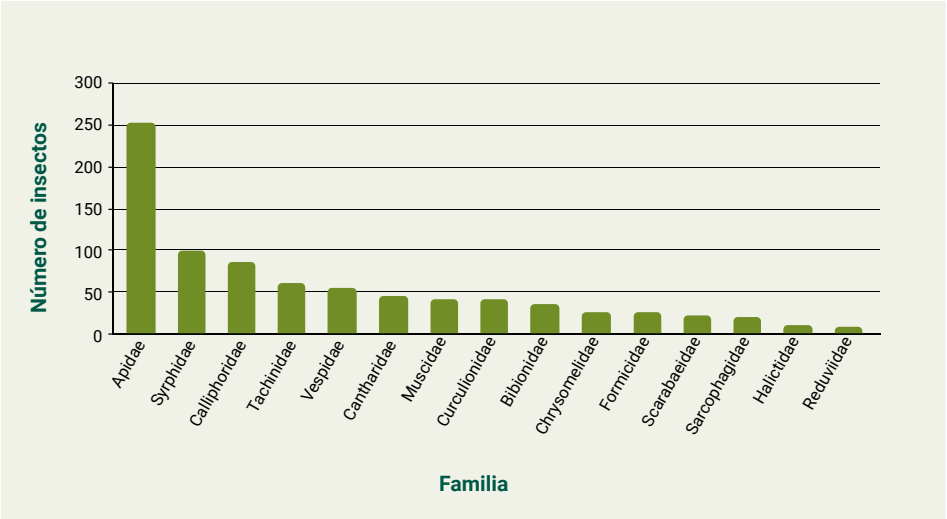
Insectos visitantes florales, polinizadores (efectivos/ocasionales) y enemigos naturales

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.

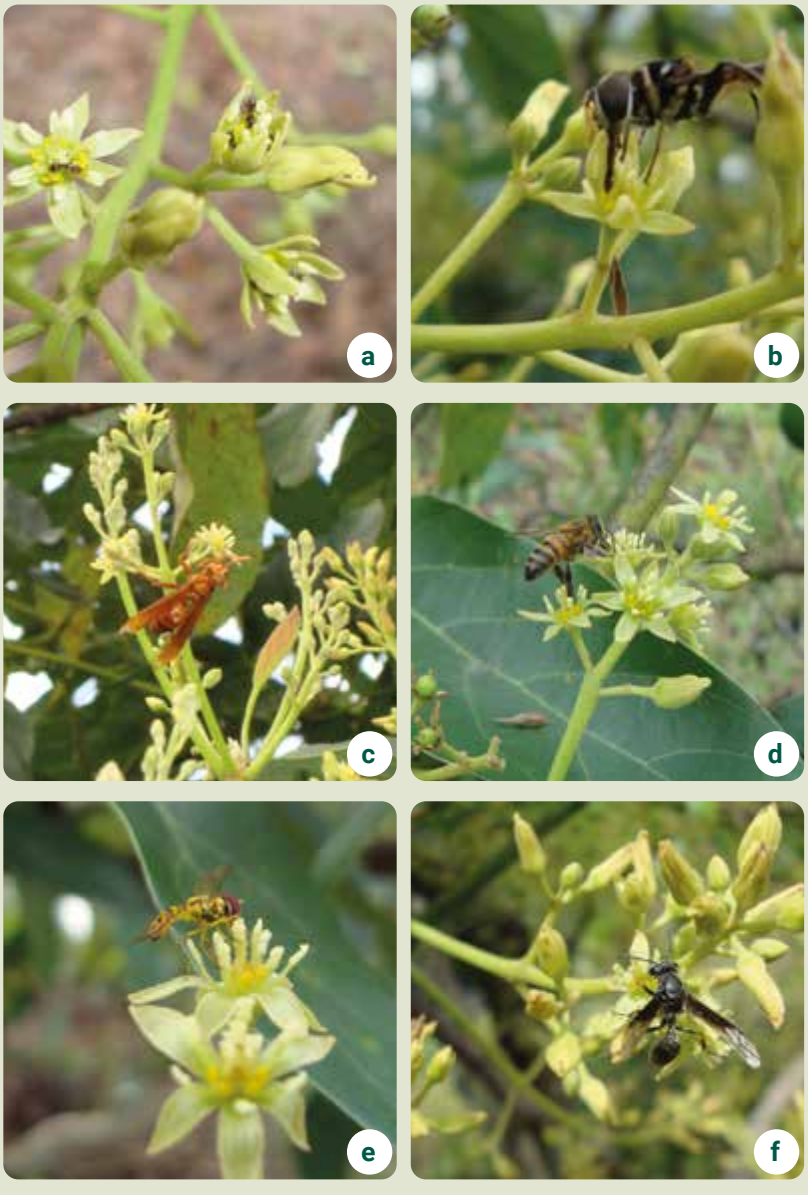
Figura 8. Abundancia de familias de insectos visitantes florales presentes en cultivos de aguacate var. Hass.



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).

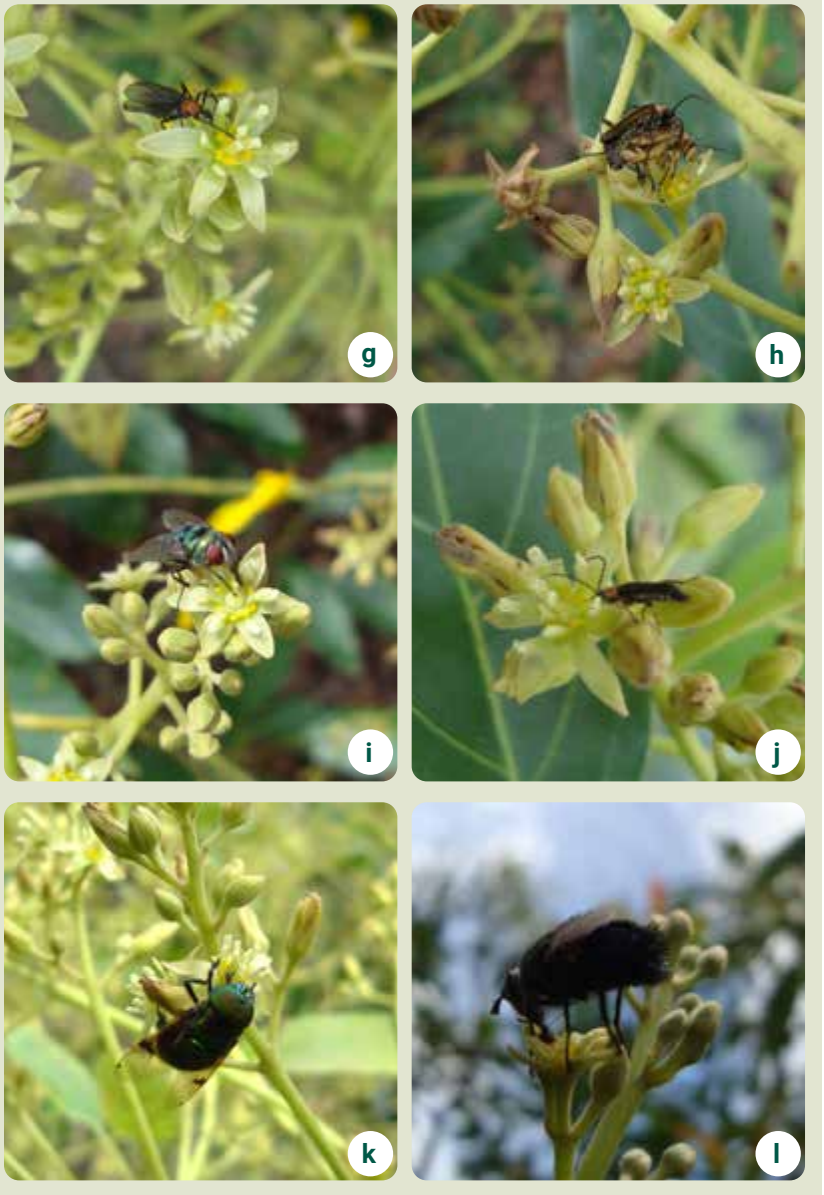
Figura 9. Principales insectos visitantes florales observados y registrados. a. Formicidae consumiendo néctar en estaminodios; b. Syrphidae consumiendo néctar; c. Vespidae en flor masculina; d. *Apis mellifera* visitando flor masculina; e. Syrphidae consumiendo néctar; f. Vespidae en flor masculina.



Fotos: Diana Carabalí y Arturo Carabalí

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 Carabalí y Arturo Carabalí

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 Carabalí y Arturo Carabalí

Distribución espacial

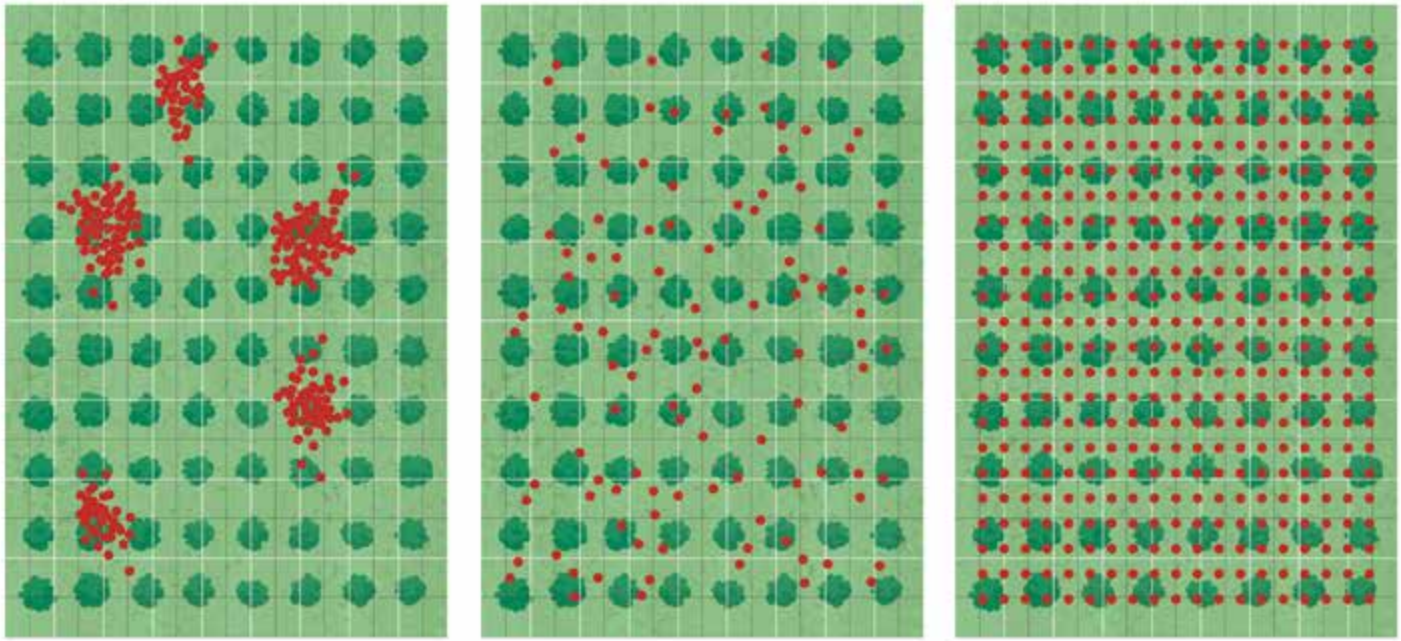
El concepto del manejo integrado de plagas (MIP) ha evolucionado e incorporado métodos que contribuyen a mejorar la eficiencia de los planes de manejo. Es así como determinar la distribución espacial de poblaciones de *H. lauri y S. catenifer*, insectos de importancia económica y cuarentenaria en aguacate, 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.



Agregada | Aleatoria | Uniforme

Fuente: Elaboración propia.

Capítulo II

Insectos plaga de importancia económica y cuarentenaria

El cultivo de aguacate *Persea americana* presenta limitantes fitosanitarias, entre las cuales se destacan las plagas de importancia económica y restricción cuarentenaria. La restricción hace referencia a la presencia de la polilla de la semilla del aguacate, *Stenoma catenifer* Walsingham (Lepidoptera: Depressariidae), los picudos *Heilipus lauri* Boheman y *Heilipus trifasciatus* (Fabricius). En Colombia, *S. catenifer* y *H. lauri* se alimentan del fruto, el tallo, la pulpa y la semilla de distintos genotipos de aguacates y presentan distribución generalizada en las diferentes zonas productoras del país. Para *H. trifasciatus* se desconoce su impacto en la producción y los registros han sido realizados sobre árboles de genotipos criollos.

Stenoma catenifer Walsingham (Lepidoptera: Depressariidae)

Stenoma catenifer, conocida comúnmente como la polilla del aguacate, es un lepidóptero de hábitos nocturnos y crepusculares. En frutos de materiales criollos (var. Americana, raza antillana) y variedades de *P. americana*, los daños son producidos por los estados larvales, los cuales se alimentan de la pulpa y la semilla para después salir del fruto y empupar en el suelo.

Los adultos exhiben patrones de color café claro, en promedio miden 1,5 cm y tienen una extensión alar de 3,0 cm. Las alas anteriores presentan en su extremo apical un patrón de manchas que es característico de la especie, representado por 25 manchas oscuras dispuestas en forma de “S” acostada (figura 12).

Figura 12. Adulto de *Stenoma catenifer* en vista dorsal.

Foto: Robert Rosero

Importancia

Esta especie es considerada nativa de la zona neotropical en América (Nava et al., 2006) y una de las plagas de mayor importancia e impacto económico en el sistema productivo de aguacate *Persea americana*. La especie está catalogada de importancia cuarentenaria, resolución ICA 00001507 (ICA, 2016), de manera que existen medidas sanitarias para la movilización de frutos de aguacate hacia países libres de la plaga. Por esta razón es necesario que se establezcan esquemas de manejo en las zonas productoras de Colombia que permitan el desarrollo y la ampliación de predios libres de daño para aumentar la exportación de la fruta a mercados internacionales. Para cumplir estos propósitos, se deben implementar rigurosos planes de monitoreo y vigilancia, pues el daño económico es causado por las larvas durante sus diferentes etapas de desarrollo en el interior del fruto, el cual exhibe síntomas de afectación internos y externos. Por esta razón se producen pérdidas económicas cercanas al 80 % de la producción y hasta del 100 % en periodos de incidencia severa (CABI, 2020; SENASIGA-DGSV, 2016).

En Colombia, las poblaciones de *S. catenifer* ocasionan daños en frutos y ramas en diferentes genotipos y variedades de *P. americana* con destino para el consumo interno y mercados de exportación. El daño y las poblaciones presentan una distribución generalizada, la cual se registra en zonas agroecológicas con un amplio rango altitudinal (400 a 2.400 m s. n. m.) (Carabalí, 2020).

Distribución

S. catenifer tiene una distribución restringida en Norteamérica y se encuentra solo en algunas áreas de México. En Centroamérica y el Caribe se ha reportado en los países de Belice, Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua y Panamá. En Sudamérica esta especie ha sido reportada en Argentina, Brasil, Colombia, Ecuador, Guayana, Perú y Venezuela (Link & Link, 2008; Ripa & Larral, 2008).

Distribución geográfica en Colombia

En Colombia, la polilla de la semilla de aguacate se encuentra ampliamente distribuida en las principales zonas productoras, en las cuales los genotipos y cultivares de aguacate *P. americana* son sus principales hospederos. Daño y poblaciones de *S. catenifer* han sido registrados con variable incidencia en diferentes departamentos y municipios, los cuales se muestran en la figura 13 (Carabalí, 2020; ICA, 2022).

Información complementaria

Consulte el video
Plaga cuarentenaria en aguacate – Stenoma catenifer

https://www.youtube.com/watch?v=BxW-_nhgoPM

Figura 13. Distribución geográfica de *Stenoma catenifer* en los departamentos de Colombia.

Valle del Cauca: Palmira, Cerrito, Caicedonia, Sevilla, El Águila, Argelia, Bolívar, Versalles, Riofrío y Trujillo.

Caldas: Anserma, Manizales, Villamaría, Aguadas, Pacora y Salamina.

Quindío: Filandia, Calarcá, Salento, Quimbaya, Pijao y Circasia.

Risaralda: Pereira, Santa Rosa, Apia, Guática y Quinchía.

Tolima: Fresno, Herveo y Alvarado.

Antioquia: Abejorral, Sonsón, Jericó, Marinilla, Carmen de Viboral, Jardín, La Ceja, San Vicente, El Retiro, Guarne, Támesis y Urrao.

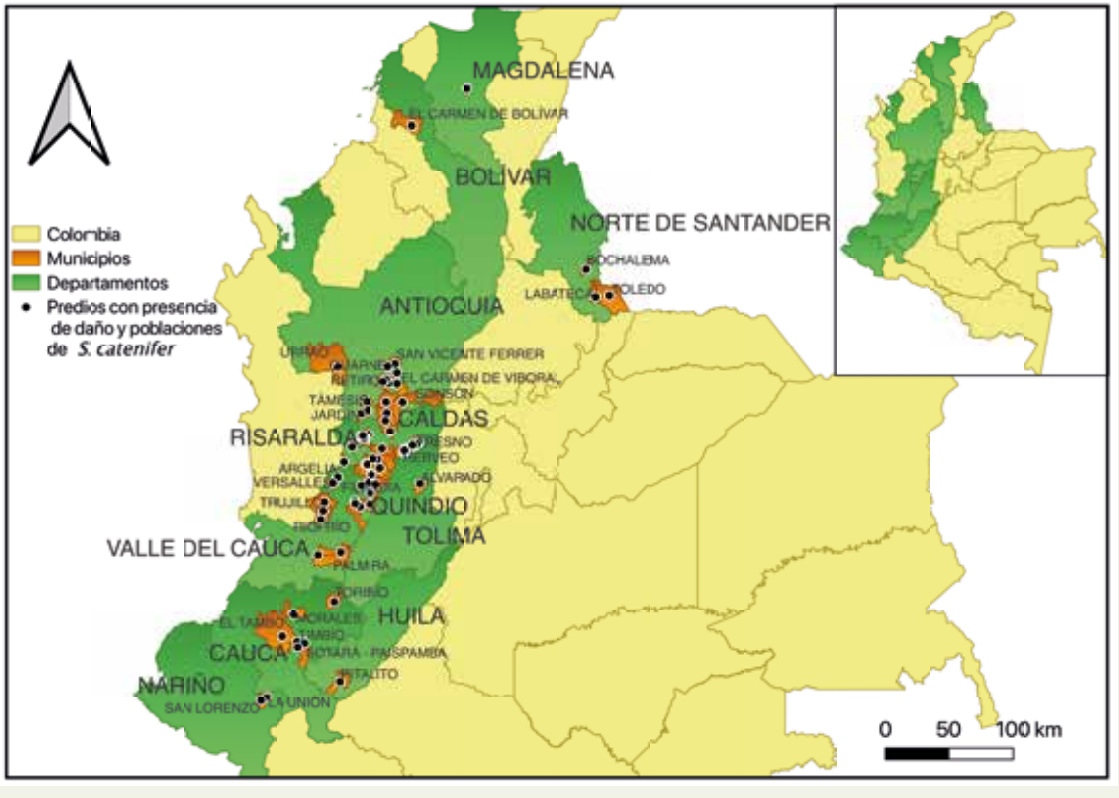
Cauca: Sotará, Timbío, Morales, El Tambo y Toribío.

Nariño: San Lorenzo y La Unión.

Huila: Pitalito.

Bolívar: Carmen de Bolívar.

Magdalena.



Fuente: Elaboración propia.

Hospederos

S. catenifer presenta un estrecho rango de hospederos, siendo los de mayor reconocimiento los pertenecientes a la familia Lauraceae. Dentro de esta familia, se ha reportado como hospedero principal a *Persea americana* y como hospederos secundarios a *P. schiedeana*, *Beilschmiedia* sp., *Chlorocardium rodiei, Nectandra megapotamica* y *Cinnamomum camphora* (Cervantes-Peredo, 1999, SENASIGA-DGSV, 2016).

De estas especies, *P. americana* es el único hospedero donde se ha reportado daños de importancia económica, en especial en la etapa fenológica de fructificación (Ripa & Larral, 2008). En Colombia, los hospederos reportados para la especie corresponden a los genotipos y variedades de *P. americana*.

Dispersión

Adicional a las interacciones del movimiento de las poblaciones de la polilla con el paisaje y las condiciones ambientales donde se encuentran los cultivos de aguacate, *S. catenifer* se puede dispersar de manera accidental a través del transporte e intercambio de frutos afectados y de semillas utilizadas en la producción de plántulas (SENASIGA-DGSV, 2016). La dispersión natural de esta especie es baja, debido a que no puede realizar vuelos a grandes distancias, sin embargo, se puede dispersar pasivamente por medio del transporte accidental de frutos y plantas infestadas (SENASIGA-DGSV, 2016).

Biología

La biología de *S. catenifer* está estrechamente relacionada con la disponibilidad de frutos de aguacate. En regiones tropicales y subtropicales, la dinámica poblacional puede ser fluctuante y permanente durante todo el año debido a la disponibilidad de hospederos con diferentes periodos de floración. Las poblaciones se incrementan durante el crecimiento vegetativo, alcanzando el nivel más alto antes de la cosecha (CABI, 2020; Carabalí, 2020; Carabalí et al., 2021).

Hábitos

Los hábitos de la polilla de la semilla de aguacate, *Stenoma catenifer*, están asociados a la disponibilidad de frutos y desarrollo de ramas de diferentes genotipos y/o cultivares de aguacate *P. americana*. Cuando la planta está en época vegetativa o de floración, la presencia del insecto en estado adulto está relacionada con el desarrollo de brotes jóvenes (Carabalí et al., 2021).

Las hembras tienen una longevidad de seis días, periodo durante el cual copulan y depositan los huevos sobre frutos y ramas jóvenes (Carabalí, 2020; Carabalí et al., 2019, Carabalí et al., 2021).

En campo se ha observado que las hembras ovipositan sobre frutos en diferente estado fenológico. Se han encontrado daños en frutos desde 2 a 3 meses, los cuales corresponden al estado fenológico EF-713, hasta frutos de 7 meses de edad, que corresponden al estado fenológico EF-18, es decir, frutos que ya tienen semilla formada, según la escala BBCH (Alcaraz, 2013). En etapa vegetativa de la planta, *S. catenifer* oviposita en depresiones de ramas jóvenes no lignificadas.

Hábitos en frutos

Las hembras de *S. catenifer* durante su etapa reproductiva colocan los huevos sobre la superficie de frutos en estado fenológico EF-712 a EF-719 (figura 6), con preferencia por aquellos frutos que exhiben mayor rugosidad en su parte externa. La hembra deposita el huevo entre las depresiones de las rugosidades, cicatrices de daños realizados por otros insectos o mecánicos (figura 14a).

Terminado el periodo de incubación, las larvas salen del huevo (figura 14b), realizan una pequeña incisión en el exocarpo e ingresan al fruto (figura 14c), de manera que sobre el tejido afectado es común encontrar pequeñas cantidades de excrementos y residuos de alimentación (figura 14d).

Figura 14. Hábitos de oviposición de *Stenoma catenifer* sobre frutos de aguacate *Persea americana*. a. Postura *Stenoma catenifer* sobre fruto de aguacate; b. Huevo en periodo de incubación; c. Perforación de entrada en fruto (EF-719) realizado por larvas neonatas; d. Residuos expulsados por larva joven producto de la alimentación de pulpa en estado fenológico (EF-719).

Fotos: Doris Elisa Canacuán

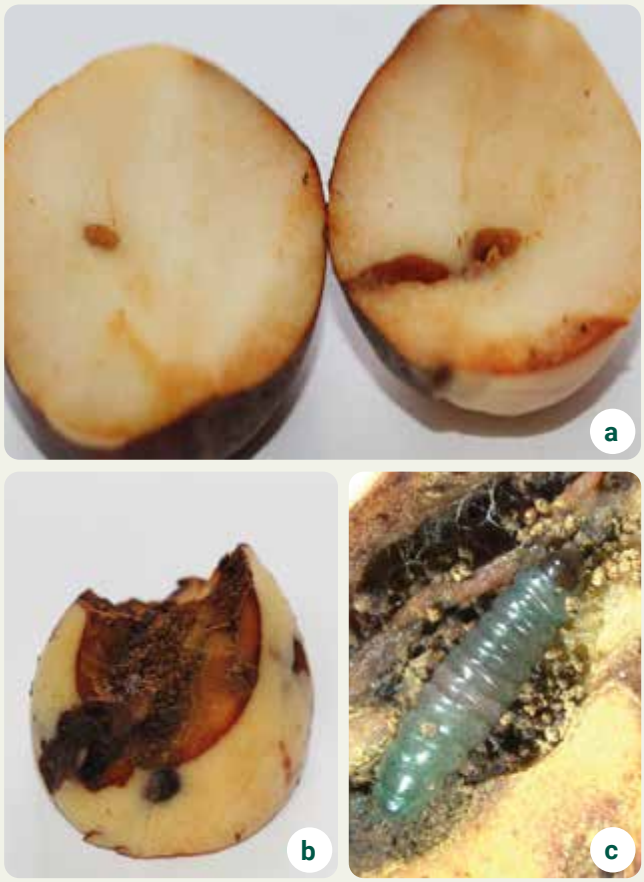
Durante la fase de larva, *S. catenifer* se alimenta de pulpa y semilla (figura 15a). A medida que crece, incrementa el consumo de estas estructuras, sobre las cuales se producen galerías de forma irregular de color marrón oscuro con apariencia negruzca (figura 15b). Los residuos de alimentación en su mayoría son expulsados al exterior y forman montículos sobre la corteza del fruto (figura 15c), observaciones que coinciden con Carabalí (2020) y Carabalí et al. (2021).

Figura 15. Hábitos de *Stenoma catenifer* sobre frutos de aguacate *Persea americana*. a. Alimentación sobre pulpa y semilla de aguacate por larva joven; b. Galería en semilla realizada por larva joven; c. Residuos expulsados al exterior producto de la alimentación.

Fotos: Doris Elisa Canacuán y Millerlandy Montes

En el interior de la semilla se forman galerías irregulares de tonalidad marrón oscura producto de la alimentación de las larvas de *S. catenifer*. En los primeros estados larvales dichas galerías se observan como pequeñas perforaciones (figura 16a), sin embargo, hacia el final del desarrollo larval las galerías son de mayor tamaño y frecuentemente están acompañadas de pequeñas cantidades de excrementos (figura 16b). La etapa larval de *S. catenifer* transcurre en su totalidad en el interior del fruto, hasta que alcanza la fase de prepupa (figura 16c).

Figura 16. Hábitos de alimentación de *Stenoma catenifer* sobre frutos de aguacate *Persea americana*. a. Alimentación inicial en semilla; b. Alimentación avanzada en semilla; c. Larva en estado de prepupa.



Fotos: Doris Elisa Canacuán

En ramas, las larvas se alimentan con mayor preferencia del tejido interno, donde forman galerías y a medida que se alimentan expulsan los residuos al exterior (Carabalí et al., 2021).

Finalizada la fase de larva, sale del fruto para iniciar el estado de pupa. Esta etapa transcurre generalmente en el suelo, por lo cual la prepupa se entierra a pocos centímetros (≥ 2 cm) de la superficie. Una vez el adulto emerge, retorna al follaje del árbol para dar inicio nuevamente al ciclo. El adulto presenta hábitos nocturnos y crepusculares, de modo que la polilla puede encontrarse activa únicamente durante este periodo del día.

Ciclo de vida

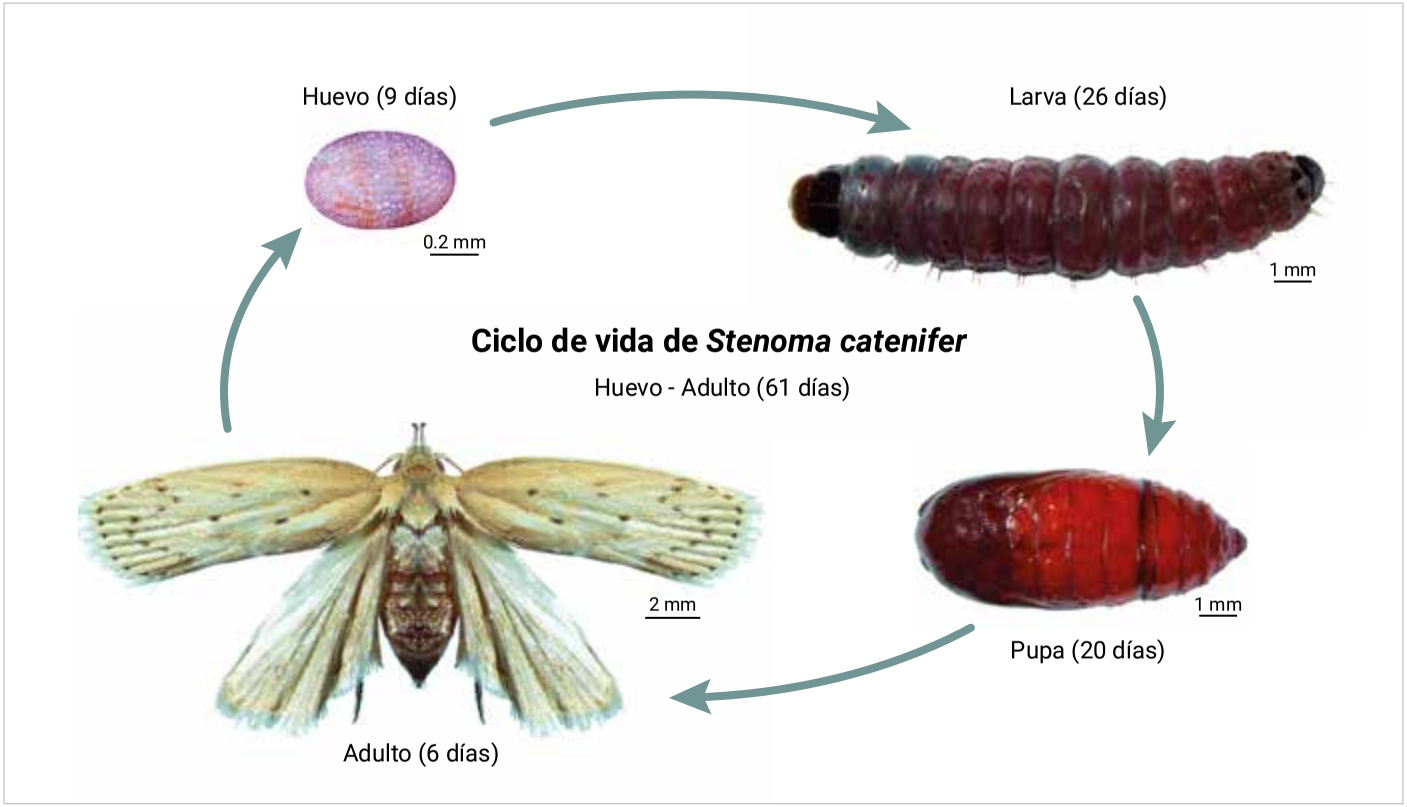
El ciclo de vida de *S. catenifer* en condiciones ambientales de laboratorio (17 ± 2 °C y 75 ±8 % HR; Antioquia, Colombia) tiene una duración promedio de huevo a adulto de 61 días (figura 17).

El huevo es aplanado con forma elíptica y tiene un patrón de coloración entre blanco tornasol y blanco mate. El periodo de incubación es de nueve días.

La larva tiene una duración promedio de 26 días y pasa por cinco etapas de desarrollo. A medida que crece, cambia de color crema pálido a violeta con azul turquesa.

Una vez terminado el estado de larva, inicia el desarrollo de la pupa, el cual tiene una duración promedio de 20 días y cambia de coloración. En la transición de prepupa a pupa es de color azul turquesa, posteriormente cambia a marrón claro y cuando la pupa alcanza su madurez, se torna de color marrón oscuro (Carabalí et al., 2021). En condiciones de laboratorio, el adulto tiene una longevidad promedio de seis días (figura 17).

Figura 17. Ciclo de vida de *Stenoma catenifer* en condiciones de laboratorio (17 ± 2 *°C y 75 ±8* % HR; Antioquia, Colombia).



Fuente: Elaboración propia.

Fotos: Claudia Marcela Cuellar y Robert Rosero

Daño

Cuando el cultivo se encuentra en etapa productiva, los síntomas de daño son observables con mayor generalidad sobre frutos en desarrollo ubicados entre los estados fenológicos 714 a 718, según la escala fenológica publicada por Alcaraz (2013). Esto equivale a encontrar daño sobre frutos a partir de los tres meses de edad hasta la cosecha (figura 18). Sin embargo, cuando el cultivo se encuentra en etapa vegetativa, *S. catenifer* puede alimentarse y ocasionar daño sobre brotes de ramas muy jóvenes, el cual se caracteriza por presentar marchitez (etapa inicial), seguido de una clorosis (amarillamiento), posterior necrosamiento y muerte del brote (etapa final) (figura 19).

A continuación se presentan las características del daño provocado por las larvas de *S. catenifer* en ramas y fruto.

Características del daño en frutos

Perforación inicial

Pequeña perforación casi imperceptible sobre la superficie del fruto, realizada por la larva recién emergida cuando ingresa en la pulpa. La incisión generalmente se recubre de una secreción de color blanco en la parte externa del fruto, que es resultado de la cristalización de la savia que produce el fruto como respuesta a la herida producida por el insecto (figura 18).

Foto: Doris Elisa Canacuán

Figura 18. Pequeña perforación realizada por la larva neonata de *Stenoma catenifer* sobre la superficie del fruto.

Residuos adheridos a la epidermis del fruto

Sobre el fruto se observan montículos de residuos de color café oscuro y de apariencia similar a aserrín, que corresponden a las excretas, las cuales son expulsadas por la larva joven mientras se alimenta de la pulpa del fruto (figura 19).

Necrosamiento y daño de la pulpa

La alimentación sobre la pulpa genera necrosamiento de tejidos y posterior descomposición. Este daño es ocasionado a medida que la larva se alimenta e introduce en el fruto (figura 20).

Foto: Robert Rosero

Figura 19. Montículo de residuos expulsados por la larva joven de *Stenoma catenifer* producto de la alimentación.

Foto: Robert Rosero

Figura 20. Necrosamiento y daño de la pulpa ocasionado por la larva joven de *Stenoma catenifer* a medida que se introduce en el fruto.

Perforación en la semilla

Las larvas de *S. catenifer* se alimentan tanto de pulpa como de la semilla del fruto. Durante este proceso la larva joven realiza una perforación para ingresar a esta estructura y en cuyo interior permanece alimentándose hasta completar su etapa larval (figura 21).

Daño en pulpa y semilla

En la pulpa y en la semilla se observa un necrosamiento de tejidos, acompañado de estados de descomposición del tejido cuando el daño es avanzado (figura 22).

Foto: Doris Elisa Canacuán y Marcela Cuellar

Figura 21. Perforación realizada por la larva joven de *Stenoma catenifer* al ingresar a la semilla.

Foto: Doris Elisa Canacuán

Figura 22. Daño en pulpa y semilla ocasionado por la larva madura de *Stenoma catenifer*.

Daño interno en semilla

Formación de galerías irregulares de color marrón oscuro realizadas por la larva madura a medida que se alimenta del tejido. En algunas ocasiones la fase de pupa ocurre en el interior de la semilla (figura 23).

Foto: Doris Elisa Canacuán

Figura 23. Formación de galerías producto de la alimentación de la larva madura de *Stenoma catenifer.*

Características del daño en ramas

Daño externo inicial

La sintomatología del daño inicial sobre estructuras vegetativas se reconoce por la acumulación de residuos, que corresponden a las excretas, producto de la alimentación del tejido interno ocasionado por larvas de *S. catenifer* (figura 24).

Foto: Millerlandy Montes y Arturo Carabalí

Figura 24. Daño inicial realizado por larva joven de *Stenoma catenifer* en brotes terminales.

Daño interno inicial

En el tejido interno del brote o rama joven se observa la formación de galerías a medida que se alimenta la larva, además de una pequeña acumulación de excretas que no fueron expulsadas al exterior (figura 25).

Acumulación de residuos y necrosamiento

A medida que se alimenta y crece, la larva consume la totalidad del tejido interno del brote. El daño se reconoce por la acumulación de residuos en el exterior y el necrosamiento de la zona afectada (figura 26).

Foto: Arturo Carabalí

Figura 25. Daño interno realizado por larva joven de *Stenoma catenifer* en brotes terminales.

Foto: Arturo Carabalí

Figura 26. Residuos expulsados por larva joven de *Stenoma catenifer* producto de la alimentación del tejido interno.

Necrosamiento del brote terminal

El daño externo en ramas afectadas, resultado del consumo y la destrucción de tejidos vegetales, se caracteriza por el necrosamiento general del brote terminal (figura 27).

Daño avanzado del brote terminal

La formación de galerías, junto con el necrosamiento del tejido, puede ocasionar la ruptura del brote (figura 28).

Foto: Arturo Carabalí

Figura 27. Necrosamiento del brote terminal.

Foto: Arturo Carabalí

Figura 28. Ruptura del brote terminal.

Daño avanzado en la rama

El daño avanzado en ramas jóvenes se caracteriza por el marchitamiento, clorosis, con posterior necrosamiento y muerte de las ramas afectadas (figura 29).

Foto: Arturo Carabalí

Figura 29. Marchitamiento y posterior muerte de la rama afectada.

Heilipus lauri Boheman (Coleoptera: Curculionidae)

El curculiónido *Heilipus lauri* es una especie que afecta frutos criollos y variedades mejoradas de *P. americana*. Además de afectar los frutos, los adultos producen daños en el follaje y brotes jóvenes; las hembras colocan los huevos sobre el fruto y la larva se alimenta de la semilla, lo cual ocasiona su parcial o total deterioro y la caída prematura del fruto. Las poblaciones del insecto se desarrollan en zonas con variabilidad ambiental y rangos altitudinales.

Los adultos de esta especie presentan un integumento opaco, mientras que cabeza, rostro, pronoto y fémures son de color rojo oscuro. Las demás partes del cuerpo son de color negro (figura 30). La longitud corporal promedio en hembras es de aproximadamente 13 mm y en machos de 12 mm (Díaz-Grisales et al., 2017).

Figura 30. Adulto de *Heilipus lauri*.

Foto: Doris Elisa Canacuán

La cabeza es redondeada, con ojos dispuestos transversalmente, rostro sexualmente dimórfico: en hembras es curvo, delgado y con una longitud promedio de 7,19 mm, mientras que en los machos es recto, grueso y mide 5,20 mm de largo. La inserción antenal es amplia y visible dorsalmente; en las hembras se localiza más cerca de la base del rostro, en tanto que en los machos está más cerca del ápice. El carácter diagnóstico de esta especie corresponde a dos manchas transversales de color amarillo opaco presentes en cada élitro (Díaz-Grisales et al., 2017).

Importancia

Heilipus lauri Boheman (Coleoptera: Curculionidae), conocido como el picudo de la semilla del aguacate, es considerada una plaga de importancia económica, de control oficial en el cultivo del aguacate según resolución ICA 00001507 (ICA, 2016). Esto se debe al potencial de dispersión de la plaga en lugares o países libres de esta o con baja distribución de las poblaciones en su territorio, lo cual define su carácter de cuarentenaria, como es el caso de los Estados Unidos.

En Colombia, los primeros especímenes se colectaron en el año 1943 (Díaz-Grisales, 2019) y en la actualidad presenta una distribución geográfica generalizada sobre diferentes genotipos y

cultivares de *P. americana* establecidos en las principales zonas productoras de aguacate con destino a los mercados para exportación y consumo interno.

Distribución

El barrenador grande de la semilla del aguacate ha sido reportado en México, Colombia, Costa Rica, Panamá (Castañeda-Vildózola et al., 2008), Nicaragua y El Salvador, como una de las plagas más importantes de los cultivos de *Persea americana* (Wolfenberger & Colburn, 1966). En Guatemala, *H. lauri* tiene una distribución restringida con escasa prevalencia de la plaga en cultivos de aguacate (Castillo & Alfaro, 2022).

En México, país de donde la especie es originaria, existen restricciones para movilizar frutos de aguacate hacia regiones libres de esta plaga, así como a mercados internacionales como el de Estados Unidos, por lo cual solo se puede encontrar en los estados de Hidalgo, Morelos, Estado de México, Guerrero, Puebla y Veracruz (Castañeda-Vildózola et al., 2016; Peña, 1998).

Distribución geográfica en Colombia

En Colombia, se reconoce la presencia de *H. lauri* en diferentes departamentos y municipios, los cuales se muestran en la figura 31 (Caicedo et al., 2010; Carabalí, 2020; Díaz-Grisales, 2019; ICA, 2022)

Hospederos

El perforador de la semilla del aguacate, *Heilipus lauri*, ha sido reportado únicamente en hospederos del género *Persea* (Lauraceae) y en las especies *P. americana*, y recientemente *P. schiedeana* Nees en Huatusco, Veracruz, México (Castañeda-Vildózola et al., 2012; Del Ángel-Coronel, 2006).

Dentro de la especie *P. americana*, se tiene registro para *H. lauri* ocasionando daño en frutos de aguacate tanto de genotipos criollos como en cultivares comerciales, para las variedades Hass, Criollo, Fuerte, Choquette y Colin V-33 (Caicedo et al., 2010; Castañeda-Vildózola, 2008; Carabalí, 2020; Díaz-Grisales, 2019).

Figura 31. Distribución geográfica de *Heilipus lauri* en los departamentos de Colombia.

Quindío: Filandia, Calarcá, Salento, Quimbaya, Pijao y Circasia.

Antioquia: Abejorral, Sonsón, Jericó, Marinilla, Carmen de Viboral, Jardín, La Ceja, San Vicente, El Retiro, Guarne, Támesis y Urrao.

Caldas: Anserma, Manizales, Villamaría, Aguadas, Pacora y Salamina.

Risaralda: Pereira, Santa Rosa, Apia, Guática y Quinchía.

Norte de Santander: Bochalema, Labateca y Toledo

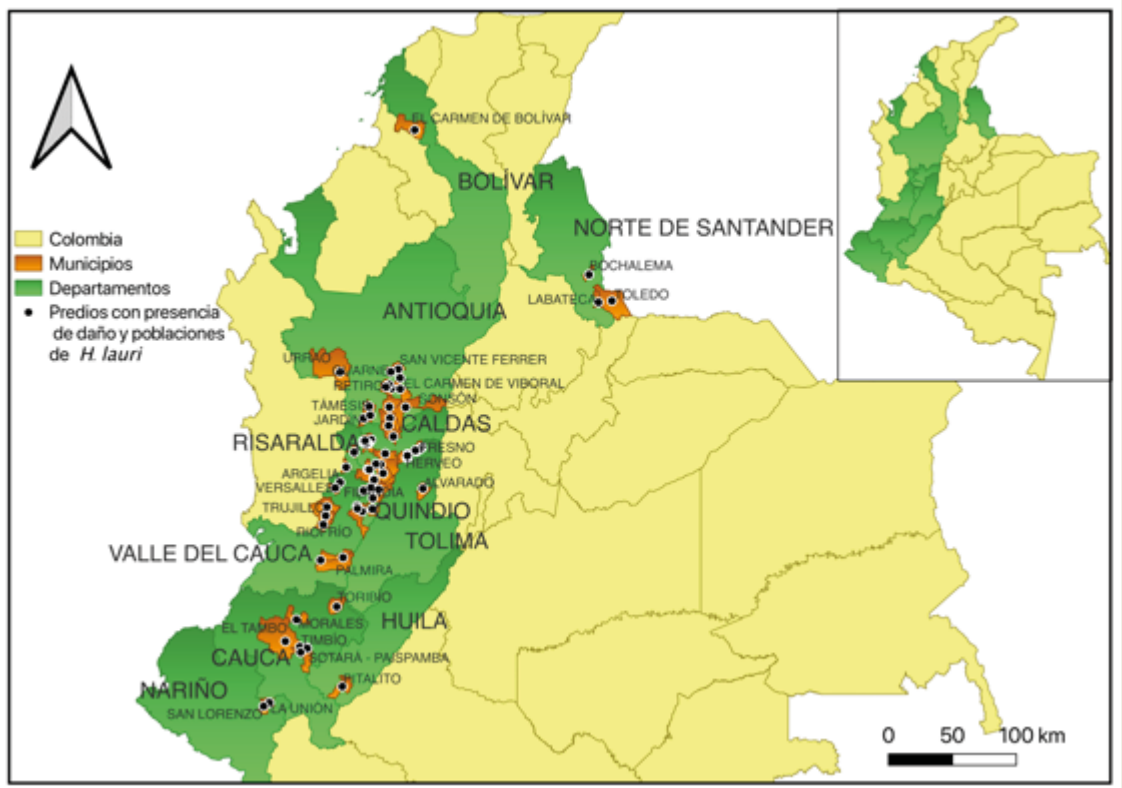
Tolima: Fresno, Herveo y Alvarado.

Valle del Cauca: Palmira, Cerrito, Caicedonia, Sevilla, El Águila, Argelia, Bolívar, Versalles, Riofrío y Trujillo.

Cauca: Sotará, Timbío, Morales, El Tambo y Toribío.

Huila: Pitalito.

Bolívar: Carmen de Bolívar.



Fuente: Elaboración propia.

Dispersión

Unido a las interacciones del movimiento de las poblaciones del picudo grande de la semilla con el paisaje y el ambiente donde se encuentran los cultivos de aguacate, *H. lauri* se puede dispersar a través del transporte e intercambio de frutos afectados y de las semillas utilizadas como patrones en la multiplicación vegetativa.

Biología

La especie *Heilipus lauri* Boheman se ha reportado consumiendo semillas de frutos de aguacate *P. americana*, tanto de variedades como de cultivares y nativos, lo cual la hace una especie espermatófaga, al ser las semillas su única fuente de alimento. Su desarrollo pasa por los estados de huevo, larva, pupa y adulto, siendo el estado de larva el que ocasiona el mayor daño (Carabalí, 2020; Carabalí et al., 2019; Carabalí et al., 2021; Díaz-Grisales et al., 2017).

Su biología se encuentra relacionada con la disponibilidad y el desarrollo fenológico de los frutos, ya que las hembras depositan sus huevos en frutos de aguacate con un desarrollo igual o mayor a tres meses de formación. Pasados aproximadamente 11 días, las larvas que emergen de los huevos atraviesan la pulpa hasta llegar a la semilla, donde se alimentan y permanecen entre 42 a 55 días, hasta alcanzar el estado de pupa, para finalizar como adulto (Caicedo et al., 2010; Carabalí, 2020; Carabalí et al., 2019; Carabalí et al., 2021; Díaz-Grisales et al., 2017).

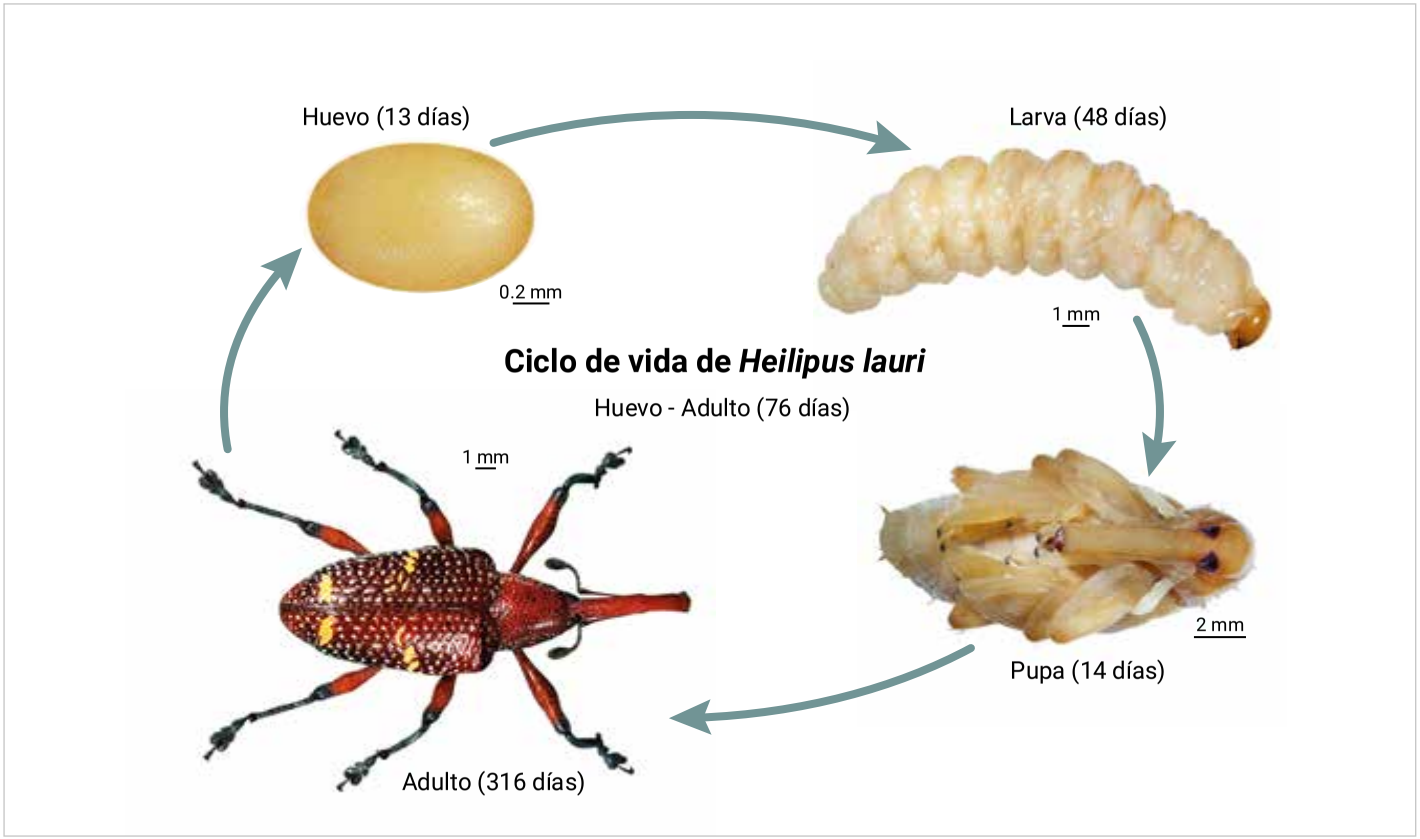
Ciclo de vida

El ciclo de vida de *H. lauri* en condiciones de laboratorio (22 ± 2 °C y 66 ± 8 % HR, Antioquia, Colombia) tiene una duración promedio de huevo hasta la emergencia del adulto de 76 días (figura 32).

El huevo es ovalado, con corion reticulado de color blanco opaco en su etapa inicial y marrón claro en la etapa final de su desarrollo embrionario. Presenta una duración promedio de 13 días.

La larva recién emergida es similar en su morfología con las de mayor desarrollo, sin embargo, se pueden observar diferencias en su coloración. Las neonatas (recién emergidas) son de color

Figura 32. Ciclo de vida de *Heilipus lauri* en condiciones de laboratorio (22 ± 2 °C y 66 ± 8 % HR, Antioquia, Colombia).



Fuente: Elaboración propia.
Fotos: Claudia Marcela Cuellar y Robert Rosero

blanco translúcido y al final de su desarrollo adquieren una tonalidad blanco opaco. El estado larval tiene una duración promedio de 48 días y la pupa de 14 días.

El adulto, en condiciones de laboratorio, tiene una longevidad promedio de 316 días, su cuerpo es de color rojo oscuro, con algunas zonas del cuerpo, como la tibia y los tarsos de color negro. Su patrón de coloración característico está dado por la presencia de dos franjas de color amarillo claro en la zona media y posterior de los élitros (primer par de alas endurecidas).

Hábitos

En condiciones de campo, la biología de *Heilipus lauri* está relacionada con la disponibilidad de frutos de aguacate. Se han encontrado síntomas de daño y posturas sobre frutos de tres a cuatro meses de edad (Carabalí et al., 2021), es decir, en el estado fenológico EF-714, según la escala de Alcaraz (2013), periodo en el cual se inicia el desarrollo de la semilla.

Sin embargo, las hembras muestran mayor preferencia a ovipositar sobre frutos en estado de desarrollo fenológico EF-717, que corresponde a frutos de aproximadamente seis meses de edad (70 % del tamaño final de la fruta). Los hábitos en el daño de frutos y semilla de aguacate por *Heilipus lauri*, según Díaz-Grisales et al. (2017) y Carabalí et al. (2021), se presentan de la siguiente manera.

Perforación del fruto

La hembra realiza una perforación en el fruto con su rostro y forma una cavidad redondeada, la cual posteriormente adquiere una tonalidad oscura. En conjunto, este es un síntoma característico asociado a la presencia de *H. lauri* (figura 33).

Proceso de oviposición

En la cavidad que la hembra realizó generalmente deposita un huevo, aunque algunas ocasiones se pueden encontrar hasta dos posturas por cavidad. Posteriormente, la hembra empuja el huevo hacia el interior de la cavidad y lo cubre con residuos producto de la perforación (figura 34).

Figura 33. Hábitos de *Heilipus lauri* en frutos de aguacate; a. Hembra perforando el fruto; b. Perforación en frutos de aguacate en desarrollo fenológico EF-719.

Fotos: Doris Elisa Canacuán

Figura 34. Hábitos de oviposición de *Heilipus lauri* en frutos de aguacate. a. Perforación de la cavidad donde la hembra deposita el huevo; b. Postura en el interior de la perforación.

Fotos: Doris Elisa Canacuán

Desarrollo de larvas

Las larvas recién emergidas se alimentan inicialmente de la pulpa del fruto. Durante este proceso se desplazan a través de este tejido hasta llegar a la semilla, de la cual se alimentan y donde transcurre su fase larval (figura 35), observaciones que coinciden con Díaz-Grisales et al. (2017).

Figura 35. Hábitos de alimentación en larvas pequeñas de *Heilipus lauri*. a. Perforación de entrada y marcas de alimentación inicial en semilla; b. Larva alimentándose de la semilla.

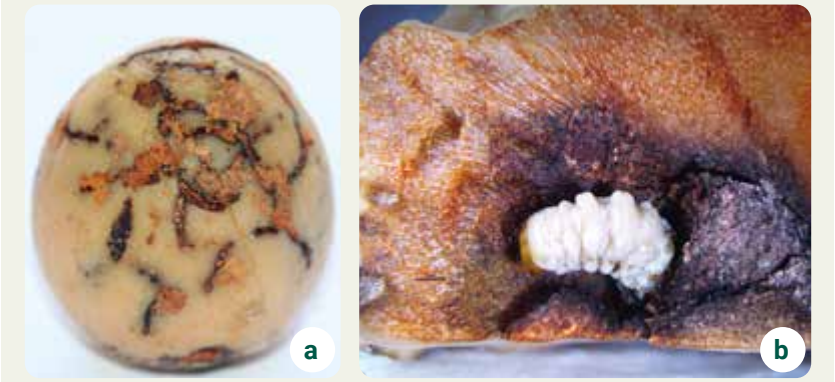
Fotos: Doris Elisa Canacuán

A medida que las larvas de *Heilipus lauri* se alimentan de la semilla, se forman galerías color marrón oscuro (figura 36a). Durante esta fase las larvas son caníbales, razón por la cual generalmente se encuentra un individuo por semilla (figura 36b), sin embargo, en algunas ocasiones pueden desarrollarse hasta dos larvas por semilla, una en cada cotiledón.

Pupa

Próximo a iniciar la fase de pupa, la larva de último instar construye una cámara pupal donde se instala y disminuye su movilidad (figura 37a). En dicha cámara ocurre la fase de pupación (figura 37b) hasta la emergencia del adulto.

Figura 36. Hábitos de alimentación en larvas de tamaño medio de *Heilipus lauri*. a. Formación de galerías en semilla; b. Larva alimentándose de semilla.



Fotos: Doris Elisa Canacuán

Figura 37. Hábitos de pupación de *Heilipus lauri*. a. Larva de último instar elaborando cámara de pupación. b. Cámara pupal donde se aloja la pupa.

Fotos: Doris Elisa Canacuán

Adulto

Transcurrida la fase de pupa, el adulto sale de la semilla a través de una perforación que hace con sus mandíbulas (figura 38a). Los adultos se alimentan de hojas, ramas jóvenes y frutos (figura 38b). Observaciones similares son reportadas por Díaz-Grisales et al. (2017) y Carabalí et al. (2021).

Figura 38. Hábitos del adulto de *Heilipus lauri*. a. Emergencia del adulto; b. Alimentación en ramas de aguacate.

Fotos: Doris Canacuán y Arturo Carabalí

Daño

En campo, el daño ocurre sobre frutos desde los estados de desarrollo fenológico 714 a 718, que corresponden a frutos con edad entre los tres (figura 39a) y ocho meses (figura 39b), es decir, frutos cercanos a la cosecha, según la escala fenológica propuesta por Alcaraz (2013).

Figura 39. Daño de *Heilipus lauri* asociado al desarrollo fenológico del fruto. a. Daño sobre frutos en estado fenológico EF-715; b. Daño en frutos para estado fenológico EF-719.

Fotos: Arturo Carabalí

Las características del daño en frutos se describen a continuación.

Perforación de frutos

La hembra, una vez ha seleccionado el sitio de oviposición (figura 40a), realiza con su rostro una perforación circular con bordes

irregulares sobre el exocarpio del fruto (figura 40b), que alcanza una profundidad de aproximadamente 2 cm de longitud.

Perforación de entrada y daño inicial en semilla

Las larvas neonatas realizan una pequeña incisión del tamaño de la punta de un alfiler sobre la superficie de la semilla para ingresar (figura 41a). Ya en el interior, las larvas se alimentan de esta estructura dejando como síntomas de daño delgadas galerías color marrón (figura 41b), las cuales se visualizan en el exterior.

Figura 40. Perforación de frutos ocasionado por adultos de *Heilipus lauri*. a. Hembra realizando perforación en frutos; b. Perforación de postura sobre fruto en desarrollo fenológico EF-718.

Fotos: Doris Elisa Canacuán

Figura 41. Perforación inicial en semilla ocasionada por larvas de *Heilipus lauri*. a. Perforación de entrada realizada por larvas neonatas; b. Semilla con presencia de galerías por alimentación formadas por larvas entre uno y cinco días de edad.

Fotos: Doris Elisa Canacuán

Formación de galerías en el interior de la semilla

Las larvas de estados con mayor desarrollo se alimentan de los contenidos seminales formando galerías en el interior de la semilla, las cuales a su vez son ocupadas y selladas con los residuos que expulsa la larva a medida que se alimenta (figura 42).

Construcción de cámara pupal

En su última fase como larva madura, construye una cavidad en el interior de la semilla, donde se aloja mientras transcurre su etapa como pupa (figura 43).

Figura 42. Formación de galerías en semilla producto de la alimentación por larvas de *Heilipus lauri*. a. Galerías formadas por larvas entre 8 y 15 días de edad; b. Galerías realizadas por larvas maduras.

Fotos: Doris Elisa Canacuán

Figura 43. Construcción de cámara pupal por larvas maduras de *Heilipus lauri*. a. Larva madura alimentándose de semilla mientras construye la cámara de pupación; b. Larva en estado de prepupa alojada en la cámara pupal.

Fotos: Doris Elisa Canacuán

Perforación de salida

Finalizada la fase de pupa (figura 44a), el adulto sale de la semilla a través de un orificio circular que realiza con sus mandíbulas (figura 44b). La abertura es observable e identificable en la parte externa de la semilla.

Fotos: Arturo Carabalí y Doris Elisa Canacuán

Figura 44. Transición entre la fase de pupa y la emergencia del adulto de *Heilipus lauri*.
a. Pupa en desarrollo;
b. Emergencia del adulto.

Información complementaria

Consulte el video
Perforador del fruto de aguacate Heilipus lauri

https://www.youtube.com/watch?v=3b25n6Cw7GI

Heilipus trifasciatus Fabricius (Coleoptera: Curculionidae)

Heilipus trifasciatus es una especie que en Colombia tiene como hábito ser barrenador de semillas de *P. americana* var. Americana, raza antillana. Si bien se desconoce el impacto económico de las poblaciones, se ha registrado que los adultos prefieren alimentarse de follaje y corteza de ramas no lignificadas.

H. trifasciatus es conocido como barrenador de la semilla de aguacate (figura 45). En los adultos la longitud total del cuerpo es de 11,45 mm (macho) y 12,18 mm (hembra), tiene el rostro un poco más largo que el pronoto, moderadamente grueso y casi recto, los élitros son de aspecto moteado con cuatro manchas amarillas dispuestas transversalmente, dos en cada uno, y pronoto con una mancha irregular de color amarillo a cada lado (Díaz-Grisales, 2019).

Figura 45. Adulto de *Heilipus trifasciatus*.

Foto: Doris Elisa Canacuán

Importancia

Heilipus trifasciatus es un insecto que tiene como planta hospedera a *Persea americana*. En Colombia los primeros especímenes colectados datan de 1984, los cuales reposan en el Museo Entomológico Marcial Benavides (MEMB), del Centro Nacional de Investigaciones del Café (Cenicafé) (Díaz-Grisales, 2019). *H. trifasciatus* está incluido entre las especies declaradas por el ICA como plaga de control oficial (ICA, 2016). Aunque hasta el momento su presencia y daño no han sido registrados en cultivos comerciales de la variedad Hass.

Distribución

Se tiene reportes de *Heilipus trifasciatus* afectando frutos de *Persea americana* en Costa Rica (González-Herrera, 2003), Guayana Francesa (Fabricius, 1787; citado por Díaz-Grisales, 2019), Nicaragua (Maes & O´Brien, 1990), Panamá (Dietz & Barber, 1920; Santos et al., 2014) y Colombia (Canacuán & Carabalí, 2019; Díaz et al., 2020).

Distribución geográfica en Colombia

En Colombia, el primer reporte de *Heilipus trifasciatus* fue realizado por Cárdenas (1984; citado por Díaz et al., 2020). Actualmente se tienen reportes de la presencia de la especie en los siguientes departamentos y municipios (Díaz et al., 2020):

- Risaralda: Mistrató y San Antonio del Chamí.
- Chocó: Acandí.
- Valle del Cauca: Palmira.

Se registra por primera vez la presencia de *Heilipus trifasciatus* en árboles de aguacates criollos en el corregimiento de Cisneros (Buenaventura, Valle del Cauca). Los adultos se obtuvieron mediante la colecta de frutos de aguacate criollo con síntomas de daño por perforador.

Hospederos

Se tiene registro como hospedero de *H. trifasciatus* a plantas de aguacate *Persea americana* (Dietz & Barber, 1920; González-Herrera, 2003; Maes & O´Brien, 1990; Santos et al., 2014). Como resultado de esta investigación, se encontró que las larvas de *H. trifasciatus* se alimentan de la semilla de aguacate nativo, observaciones que coinciden con Díaz et al. (2020). En campo se evidenció que la presencia de *H. trifasciatus* está asociada con la disponibilidad de frutos en árboles de aguacate nativos o criollos.

Dispersión

Estudios que muestren los factores asociados a la dispersión de poblaciones de *H. trifasciatus* son poco conocidos. Sin embargo, por sus hábitos de alimentación y reproducción se puede dispersar a través del transporte e intercambio de frutos afectados y de semillas utilizadas como patrones en la multiplicación sexual que realizan productores locales.

Biología

La biología del perforador de la semilla de aguacate *H. trifasciatus* conocida hasta la fecha está relacionada con la disponibilidad de frutos de genotipos "criollos" de aguacate *P. americana*. En condiciones de laboratorio (25,93 ± 2,53 °C y HR: 78,2 ± 5,16), la capacidad reproductiva sobre estos hospederos es alta, alcanzando una supervivencia del huevo ≥ 90 %. Sobre aguacates criollos, pueden alcanzar hasta seis generaciones en el año. El daño de mayor importancia lo ocasionan los estados larvales en la semilla, donde transcurre gran parte de su ciclo de desarrollo hasta que alcanza el estado adulto. Su longevidad es de aproximadamente 297 días (Canacuán & Carabalí, 2019).

Ciclo de vida

El ciclo de vida de *H. trifasciatus* en condiciones ambientales de laboratorio (26 ± 3 °C y 78 ± 5 % HR, Palmira, Colombia) tiene una duración aproximada de huevo a adulto de 64 días (figura 46).

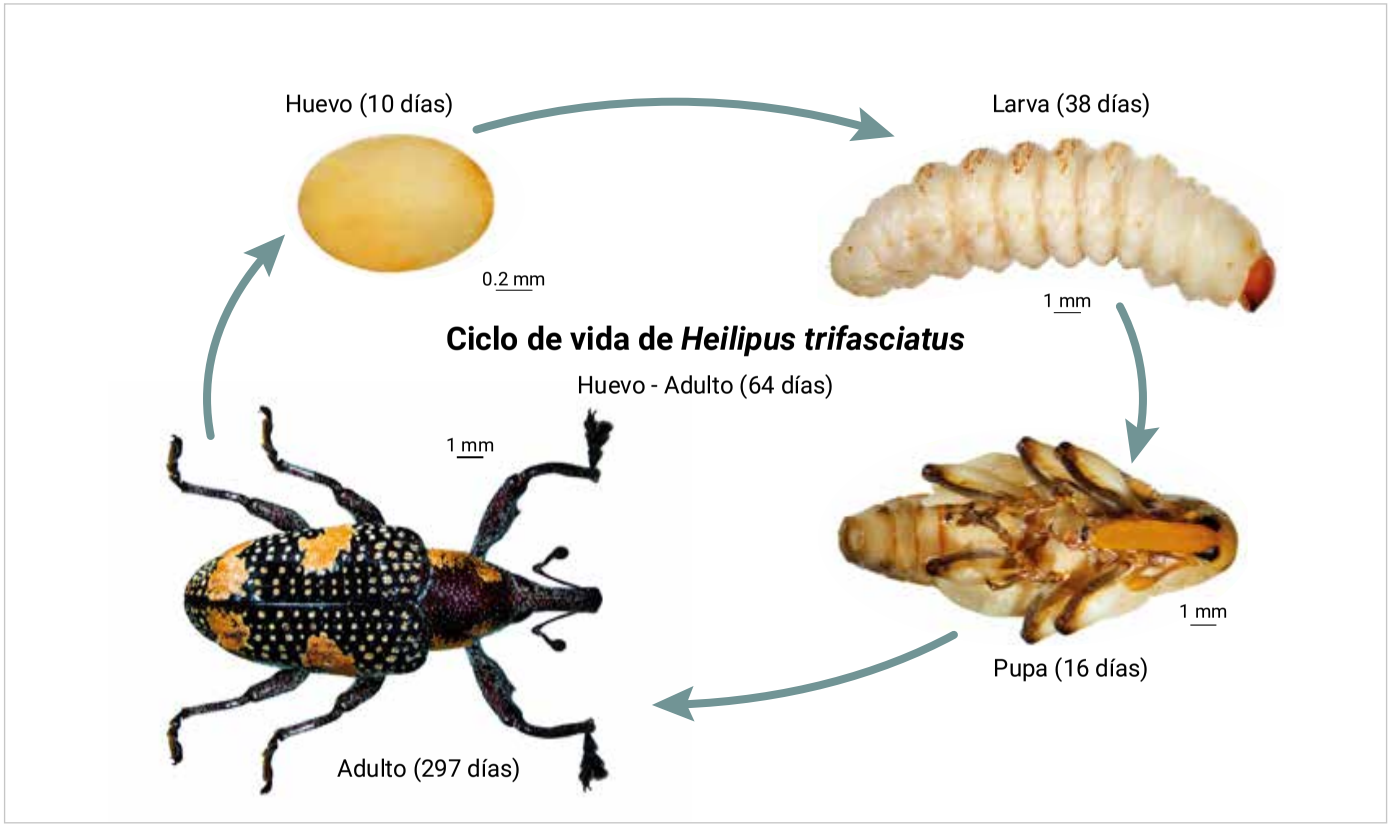
El huevo tiene forma ovalada, con corion reticulado. Recién ovipositados son de color blanco opaco, y a medida que se desarrolla el embrión cambia de coloración a marrón claro. El periodo de incubación dura alrededor de 10 días.

La larva de esta especie es de color blanco opaco y su desarrollo larval tiene una duración aproximada de 38 días. Una vez terminado el estado de larva, inicia el desarrollo de la pupa, la cual tiene una duración de 16 días aproximadamente.

La pupa tiene forma ovalada, de tipo exarata. Cuando inicia su desarrollo es de color blanca cremosa, de textura suave, y cambia de coloración a medida que comienza a esclerotizarse.

El adulto, en condiciones de laboratorio, tiene una longevidad promedio de 297 días. Gran parte de su cuerpo presenta color marrón oscuro, que comparte con dos pares de manchas distintivas de color amarillo oscuro de forma irregular, ubicadas en la zona media y posterior de los élitros (primer par de alas endurecidas), sumadas a un par de manchas alargadas e irregulares que cubren lateralmente la mayor parte del pronotum.

Figura 46. Ciclo de vida de *Heilipus trifasciatus* en condiciones de laboratorio (26 ± 3 *°C y 78 ± 5* % HR, Palmira, Colombia).



Fuente: Elaboración propia.

Fotos: Claudia Marcela Cuellar y Robert Rosero

Hábitos

Los hábitos de vida de *Heilipus trifasciatus* están asociados a frutos de aguacate criollo (figura 47). En campo se ha encontrado síntomas de daño y posturas sobre frutos que tienen una semilla fisiológicamente desarrollada, comportamiento que está relacionado con los hábitos que tiene la larva al alimentarse de la semilla.

Figura 47. *Heilipus trifasciatus* sobre frutos de aguacate criollo *Persea americana*. a. y b. Árbol de aguacate criollo y frutos con daño ocasionado por *Heilipus trifasciatus*.

Fotos: Doris Elisa Canacuán

Perforación del fruto

La hembra realiza dos tipos de daño casi superficial sobre el exocarpio del fruto: el primero se caracteriza por la presencia de raspaduras de forma irregular que adquieren un color marrón claro. El segundo daño está asociado a perforaciones poco profundas donde la hembra deposita un huevo y que adquieren una coloración marrón oscuro, casi negro, observables sobre la epidermis del fruto (figura 48).

Figura 48. Fruto de aguacate criollo con daño por alimentación y oviposición ocasionado por *Heilipus trifasciatus*.

Foto: Doris Elisa Canacuán

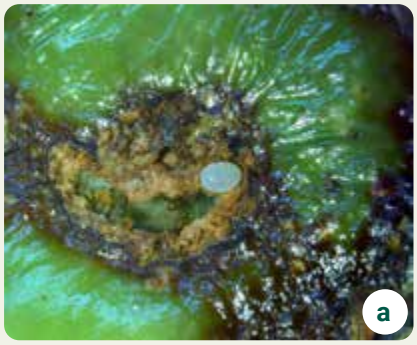
Proceso de oviposición

Durante la oviposición, la hembra hace con el rostro un orificio poco profundo, donde generalmente deposita un huevo, aunque en algunas ocasiones se han encontrado hasta dos posturas por orificio (figura 49a). El sitio que contiene las posturas es cubierto con una especie de pasta, elaborada por la hembra a partir de tejidos del exocarpio (cáscara) y pulpa, que una vez se solidifica adquiere la apariencia de una delgada costra de color marrón oscuro sobre el fruto (figura 49b).

Desarrollo de las larvas

Una vez emergen, las larvas barrenan el fruto hasta llegar a la semilla, de la cual se alimentan (figura 50). En frutos provenientes de campo, se observó que generalmente se desarrollan máximo dos larvas por semilla (una por cotiledón), comportamiento que se debe al canibalismo en el estado larval de *H. trifasciatus*, característica que comparten con *Heilipus lauri* (Castañeda, 2008; Díaz-Grisales et al., 2017).

Figura 49. Postura de *Heilipus trifasciatus* sobre frutos de aguacate criollo. a. Perforación en fruto y huevo; b. Formación de costras color marrón en sitio de oviposición.



Fotos: Doris Elisa Canacuán

Foto: Doris Elisa Canacuán

Figura 50. Larvas de *Heilipus trifasciatus* alimentándose en semilla de aguacate criollo.

Adulto

A medida que la larva crece y se alimenta forma galerías en la semilla, las cuales va sellando con sus excretas. Al final de la etapa larval, construye la cámara de pupación, donde permanece hasta la emergencia como adulto (figura 51) (Canacuán & Carabalí, 2019).

Daño

En campo se ha encontrado que la presencia y daño de *Heilipus trifasciatus* se encuentran relacionados estrechamente a la presencia de árboles de aguacate criollo, específicamente sobre frutos de tamaño mediano y grande, que tengan una semilla fisiológicamente desarrollada. Las características del daño se describen a continuación.

Figura 51. Adulto de *Heilipus trifasciatus* emergiendo de semilla.

Foto: Doris Elisa Canacuán

Presencia de raspaduras sobre la superficie del fruto

Las raspaduras sobre la superficie del fruto son el síntoma observable en la epidermis del fruto, representada en manchas de forma irregular de color marrón claro (figura 52).

Figura 52. Frutos de aguacate criollo con daño ocasionado por *Heilipus trifasciatus*.

Foto: Doris Elisa Canacuán

Manchas o costras sobre la epidermis del fruto

Sobre el fruto se observan manchas deprimidas que asemejan "costras" de color marrón oscuro, las cuales sellan la cavidad donde la hembra depositó el huevo (figura 53).

Fotos: Doris Elisa Canacuán

Figura 53. Daño de postura sobre fruto (a) y postura de *H. trifasciatus* (b).

Formación de una galería en el interior del fruto

El daño en el interior del fruto se inicia con la larva recién emergida. Los huevos son colocados por la hembra sobre frutos sanos y las larvas se alimentan exclusivamente de la semilla. No obstante, recién emergida, barrena y se alimenta de la pulpa, dejando a su paso un fino túnel, generalmente de color marrón, que demarca su recorrido hasta llegar a la semilla (figura 54).

Foto: Doris Elisa Canacuán

Figura 54. Daño inicial de larva recién emergida.

Perforación inicial en la semilla

El síntoma corresponde al orificio de entrada de la larva a la semilla, el cual es comparable por su diámetro con la punta de un alfiler (figura 55).

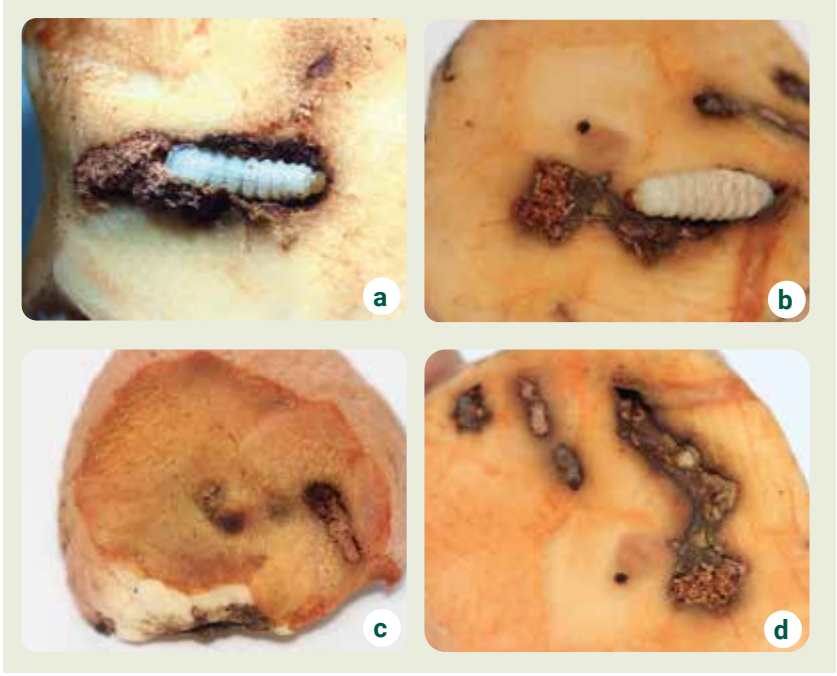
Foto: Doris Elisa Canacuán

Figura 55. Daño inicial en semilla ocasionado por perforación de larvas de entre 1 y 8 días de edad.

Formación de galerías en diferentes direcciones en la semilla

La larva con mayor desarrollo se alimenta de la semilla, de manera que durante su consumo forma galerías en diferentes direcciones, las cuales va cubriendo y sellando con los residuos que expulsa (figura 56).

Figura 56. Larvas de tamaño medio y grande (a y b) y galería por daño de alimentación (c y d).



Fotos: Doris Elisa Canacuán

Formación de cámara pupal

Ante la proximidad de la finalización del estado larval, la larva madura prepara una cavidad para permanecer en estado de pupa (figura 57).

Perforación de salida

Una vez finaliza la etapa de pupa, el adulto realiza un orificio de forma circular en el interior de la cámara pupal para salir de la semilla. La proporción y forma de la perforación por donde emerge el adulto al exterior se observa en la figura 58.

Alimentación de adultos en ramas

Una vez los adultos emergen, se alimentan de tallos y hojas (figura 59).

Foto: Doris Elisa Canacuán

Figura 57. Cámara pupal y pupa de *H. trifasciatus*.

Foto: Doris Elisa Canacuán

Figura 58. Emergencia de adulto.

Figura 59. Daño por alimentación de adultos sobre ramas (a) y follaje (b)

Fotos: Doris Elisa Canacuán

Información complementaria

Consulte el video
Perforador del fruto de aguacate Heilipus trifasciatus

https://www.youtube.com/watch?v=3Onty5EWe3M

Capítulo III

Estrategias de manejo

La forma como se distribuye una población en un área geográfica está influida por factores bióticos y abióticos. Es decir, la ubicación de cada individuo en un sitio específico es la respuesta a las condiciones ambientales favorables y a las complejas interacciones entre los factores. En este sentido, para implementar estrategias de manejo (culturales y biológicas) es necesario determinar previamente cuál es la distribución espacial de las poblaciones y patrones de agregación asociados al daño y poblaciones de *H. Lauri, H. trifasciatus y S. catenifer* en los cultivos de aguacate. Esta primera fase es clave para el diseño e implementación de planes de monitoreo y desarrollo de programas de manejo que posibiliten la reducción de sus poblaciones y, en consecuencia, del número de frutos y ramas con afectación.

Seguimiento a variables climáticas

Durante los periodos de implementación y seguimiento a los métodos de monitoreo y estrategias de manejo, se deben realizar los registros de cada predio o, preferiblemente y dependiendo de la escala, del área del lote de aguacate. Para registrar la información de las variables ambientales se pueden emplear estaciones agroclimáticas o sensores meteorológicos portátiles, los cuales permiten registrar variables como dirección del viento (grados), sensación térmica (°C), temperatura (°C), humedad relativa (%), velocidad del viento (m/s), presión atmosférica (psi), altitud (m s. n. m.), entre otras (figura 60).

Fotos: Arturo Carabalí y Robert Rosero

Figura 60. Registro de variables climáticas y daño ocasionado por plagas cuarentenarias. a. Sensor portátil; b. Daño de *H. lauri*.

Monitoreo de plagas y registros

Entre los métodos de monitoreo identificados para registrar la densidad de las poblaciones de *S. catenifer* y *H. lauri*, se sugiere usar el método directo del reconocimiento del daño en frutos y, adicionalmente, en ramas para *S. catenifer*. No obstante, existen otros métodos, entre los cuales se incluyen el método de lona al piso aplicado en el monitoreo de adultos de *H. lauri* (figura 61a) y el método de trampas con atrayentes (feromonas sexuales) utilizado en el registro de adultos (machos) de *S. catenifer* (figura 61b).

Fotos: Arturo Carabalí y Robert Rosero

Figura 61. Métodos de monitoreo. a. Lona al piso; b. Trampas con atrayentes.

Método de reconocimiento del daño

Para *S. catenifer* y *H. lauri*, la implementación del método de monitoreo del registro del daño en frutos y ramas debe hacerse a través de muestreos periódicos (≤15 días), una práctica necesaria para determinar la densidad de la plaga (número de adultos) y el daño (número de frutos afectados). Las unidades de muestreo y observación son los estados fenológicos de desarrollo de fruto y desarrollo vegetativo. Las observaciones, seguimiento y registro del daño en frutos y ramas se deben realizar durante todo el ciclo productivo de la variedad o cultivar establecido en la zona. Los métodos de monitoreo y registros representan una herramienta útil para reducir el daño en la cosecha de las poblaciones de *S. catenifer* y *H. lauri*, en la cual es fundamental relacionar la densidad del insecto plaga, sus estados fenológicos y el daño producido, información que, analizada en conjunto, permite definir la estrategia de manejo que se vaya a implementar.

Para *Heilipus lauri* la implementación del método de monitoreo de reconocimiento del daño se debe iniciar con observaciones de los frutos en estado de desarrollo de 30 días (según escala BBCH, 711: crecimiento inicial del ovario después de la fertilización y fructificación) y 60 días (según BBCH 712: abscisión del primer fruto: ovarios verdes y rodeados de sépalos moribundos, diámetro del fruto retenido 5 mm - 10 mm). Sin embargo, el registro del daño por alimentación y oviposición realizado por la hembra es observable en los estados de desarrollo de fruto de 90 días (BBCH 713 y 714) y 150 días (BBCH 715: 50 % del tamaño final del fruto: segundo periodo principal de caída del fruto) y frutos de 290 días de desarrollo (según BBCH 719, el cual corresponde a frutos que han alcanzado el 90 % o más del tamaño final: fruto listo para la cosecha comercial) (figura 62).

En el caso de *S. catenifer* y de manera similar a *H. lauri,* la implementación del método de monitoreo de reconocimiento del daño debe iniciar con observaciones periódicas de los frutos en estado de desarrollo de 30 días (según escala BBCH 711: crecimiento inicial del ovario después de la fertilización y fructificación) y 60 días

Figura 62. Daño ocasionado por *Heilipus lauri* asociado al desarrollo fenológico del fruto en el cultivo de aguacate var. Hass.

Fotos: Robert Rosero y Doris Elisa Canacuán

(BBCH 712: abscisión del primer fruto: ovarios verdes y rodeados de sépalos moribundos, diámetro del fruto retenido 5 mm -10 mm). Una especial atención, observaciones y registros se deben realizar sobre los frutos que han alcanzado un desarrollo de 90 días (según la escala BBCH, en estados fenológicos 713 y 714) y de 150 días (según BBCH corresponde al estado 715: 50 % del tamaño final del fruto: segundo periodo principal de caída del fruto) y 290 días (BBCH 719: 90 % o más del tamaño final del fruto: fruto listo para la cosecha comercial). En estos estados se manifiesta el daño asociado a la alimentación inicial de la hembra recién emergida y los producidos por el incremento del consumo y crecimiento de la larva, los cuales son de fácil reconocimiento por las excretas en exterior del fruto (figura 63).

Figura 63. Daño ocasionado por *S. catenifer* asociado al desarrollo fenológico del fruto en el cultivo de aguacate var. Hass.

Fotos: Robert Rosero y Doris Elisa Canacuán

Continúa en la página siguiente...

Continuación de la figura 63. Daño ocasionado por *S. catenifer* asociado al desarrollo fenológico del fruto, en el cultivo de aguacate var. Hass.

Fotos: Robert Rosero y Doris Elisa Canacuán

Muestreos

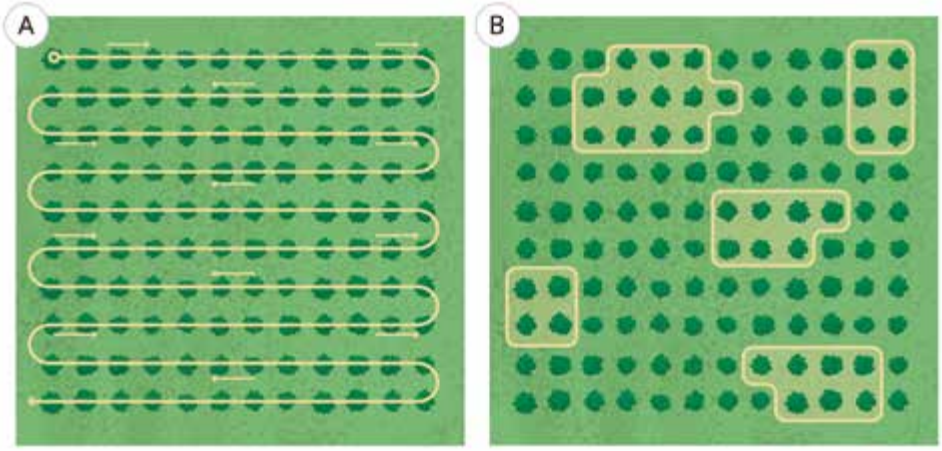
Los resultados del monitoreo por observación directa (reconocimiento del daño en frutos) utilizando como unidades de muestreo frutos en estados fenológicos (713 a 719), que corresponden a un desarrollo de entre 90 y 270 días (según la escala BBCH), permiten identificar los sitios con diferencial agregación del daño y la especie asociada. Para alcanzar este reconocimiento diferenciado de daño y especie se recomienda implementar dos tipos de muestreos: generalizado y por sitio (“focos”).

Los muestreos generalizados se realizan en una primera fase de implementación y hacen referencia a los muestreos y registros del daño en frutos y ramas que se hace en todos los árboles del cultivo (árbol/árbol), diferenciados comúnmente por número de lote.

Los muestreos por sitios ("focos") se hacen en una segunda fase del monitoreo y corresponden a los registros del daño que se obtienen en el muestreo generalizado. Esta información permite identificar y marcar los sitios del cultivo afectados por el insecto y seleccionar los de mayor concentración del daño (frutos y/o ramas afectadas).

Tanto en el muestreo generalizado como por sitio, se deben identificar los árboles que muestren síntomas del daño de alimentación y oviposición realizados por el adulto sobre frutos en diferentes estados fenológicos 711 a 719, que corresponden a frutos que han alcanzado un desarrollo de entre 30 y 270 días (según la escala BBCH), y los producidos por los diferentes estados larvales del insecto al alimentarse de pulpa, semilla y ramas. La implementación de los dos tipos de muestreo revela la existencia de sitios con mayor concentración del daño y sitios donde no se registra daño (figura 64).

Figura 64. Tipos de monitoreo. a. Generalizado; b. Por focos.



Fuente: Elaboración propia

La figura 64 muestra en forma esquemática los diseños de muestreo que pueden complementar el registro del daño ocasionado por poblaciones de plagas de importancia cuarentenarias (generalizado y focos). En cultivos de aguacate, el monitoreo generalizado propone muestreos árbol/árbol, los cuales se realizan preferiblemente sobre árboles previamente geoposicionados y enumerados, así como diferenciados entre lotes. La información del número de frutos afectados se registra en una plantilla o formato de registro, que posteriormente se agrega a la base de datos del lote. La información del monitoreo generalizado se analiza y visualiza en mapas para identificar las *áreas de agregación*, en las cuales se hará el muestreo por focos.

Muestreo generalizado

Este método permite determinar la presencia de daño durante el periodo de desarrollo vegetativo y de frutos en crecimiento. Se recomienda establecer un programa de monitoreo de observación directa (daño en frutos y ramas) con una periodicidad de al menos cada dos semanas (≤ 15 días), que incluya la revisión de los estados fenológicos correspondientes al desarrollo de fruto (BBCH 712: primer periodo de máxima abscisión de frutos; BBCH 715: 50 % del tamaño final del fruto; BBCH 719: 90 % o más del tamaño final del fruto) y desarrollo vegetativo, considerando la presencia/ausencia del daño en frutos o ramas. Se sugiere realizar el análisis de afectación utilizando la ecuación 1:

$$\textit{Índice de afectacion } (IA) = \frac{\textit{N.º de frutos – ramas afectadas}}{\textit{N.º de frutos – ramas muestreadas}} \times 100\ \%$$

(ecuación 1)

En cultivos de aguacate se recomienda realizar un muestreo de todos los árboles de lotes que se encuentren previamente diferenciados por topografía, edad de las plantas, densidad de siembra, bordes, hospederos cercanos, condición ambiental del sitio e histórico fitosanitario. Independiente del área y la densidad de siembra, se sugiere realizar programas de muestreo generalizados dividiendo el área en lotes. En cada lote se registra cada árbol

con un número y su geoposición. En el árbol se deben revisar los frutos y ramas presentes, registrando los que posean síntomas de daño (aplicando la fórmula de índice de afectación, IA). En los dos tipos de sistemas, es importante tener en cuenta los registros y antecedentes del cultivo.

En sitios de agregación del daño ("focos")

Hace referencia a los sitios con mayor daño (número de frutos afectados) y es el resultado de la información obtenida en el muestreo generalizado. Los árboles y/o ramas correspondientes a esta agregación del daño deben ser marcados y como indicador del análisis de afectación se utiliza la ecuación 1.

La definición o identificación de los sitios de mayor daño ("focos") se considera de máxima importancia porque se repiten en el tiempo (ciclos productivos), hecho que posibilita la implementación de estrategias de manejo por sitio específico. Los criterios para definir un sitio de agregación del daño en frutos y/o ramas identificadas como "foco" se basan en la continuidad y permanencia del daño en el sitio (árbol y/o árboles) durante al menos tres monitoreos. El número de frutos afectados que definen un "foco" puede variar dependiendo del nivel de infestación y manejo fitosanitario implementado.

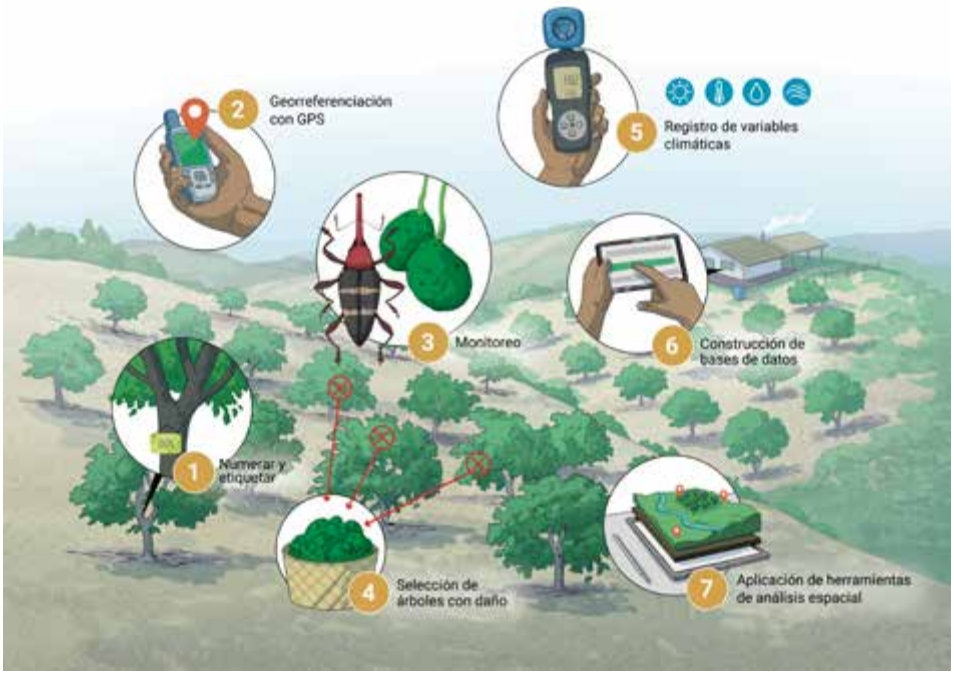
Como se mencionó en los apartados previos, el daño en el fruto inicia con la oviposición de la hembra sobre los frutos recién cuajados y en desarrollo (sin alcanzar madurez de cosecha), estados fenológicos que garantizan el completo desarrollo y supervivencia de la descendencia.

Distribución espacial aplicada al manejo de plagas cuarentenarias

El programa de manejo propone aplicar herramientas de los sistemas de información geográfica (SIG), análisis espaciales y geoestadísticos, que permitan conocer la distribución espacial de los

insectos plaga de importancia cuarentenaria y sus interacciones con el ambiente y el sistema productivo de aguacate. Estas herramientas constituyen un elemento clave para desarrollar programas de manejo integrado con un mayor grado de precisión y que involucren el conocimiento de los factores climáticos a diferentes escalas y su influencia en la distribución espacial de las poblaciones de insectos. Los datos de la distribución espacial del daño y los factores que influyen en los patrones de distribución posibilitan la construcción de modelos de distribución potencial de los insectos, con los cuales se puede llegar a predecir su comportamiento espacial y así definir las estrategias de manejo a sitios o zonas específicas (figura 65).

Figura 65. Esquema de etapas de captura, registros de monitoreo y procesamiento de datos espaciales.

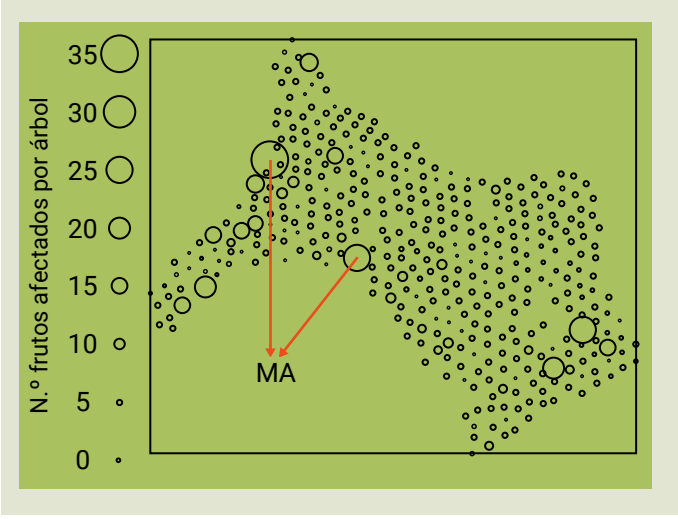


Fuente: Elaboración propia

La ilustración de la figura 65 muestra de manera esquemática las etapas que se pueden implementar hasta visualizar en mapas la distribución espacial del daño. *Etapa 1*: numerar y etiquetar árboles; *etapa 2*: georreferenciación con GPS de los árboles y delimitación del lote, *etapa 3*: monitoreo, registro de información del daño en frutos, ramas y/o poblaciones de adultos; *etapa 4*: selección de árboles con daño (manejo de frutos con daño); *etapa 5*: registro de variables climáticas; *etapa 6*: construcción de bases de datos con los registros de monitoreo de árbol/lote; *etapa 7*: aplicación de herramientas de análisis espacial para generar mapas con sitios de mayor agregación del daño para los dos insectos plaga.

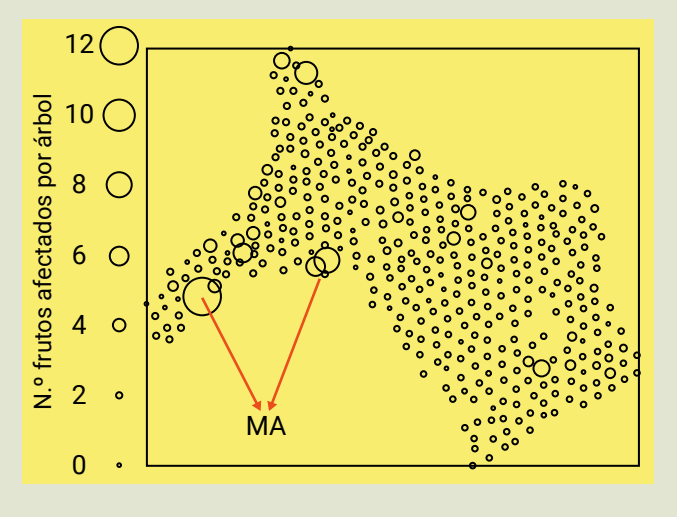
El comportamiento de alimentación, oviposición y desarrollo de estados biológicos de *H. lauri* y *S. catenifer* determina un nivel de preferencia por sitios específicos, que definen un patrón de agregación espacialmente diferenciado para cada especie (figura 66). Los resultados de la investigación revelan que *H. lauri* y *S. catenifer* no comparten los sitios de agregación del daño ("focos"). Un aspecto de importancia en el desarrollo de los planes de monitoreo y programas de manejo es que los sitios de agregación que exhibe cada especie se presentan de manera continua en sitios y tiempo.

Figura 66. Distribución espacial de *H. lauri* (a).



Continúa en la página siguiente...

| Continuación de figura 66. Distribución espacial de *S. catenifer* (b).



MA: sitios de mayor agregación del daño.

Fuente: Elaboración propia

La figura 66 presenta el comportamiento del daño ocasionado por *H. lauri y S. catenifer* en un cultivo de aguacate (variedad Hass) con aproximadamente 500 árboles. El registro en frutos (número de frutos afectados) en un rango de 0 a 35 frutos afectados para *H. lauri* muestra la concentración del daño en siete puntos principales. En tres de estos la agregación corresponde a la presencia de un mayor número de frutos afectados (35 frutos), árboles que pueden ser considerados como los "focos principales" (MA). En la figura se observan otros puntos con un círculo de menor área, que representan los sitios con daños entre 5 y 10 frutos afectados (figura 66a). De manera similar para *S. catenifer*, con un rango de 0 a 12 frutos afectados (figura 66b), se encontraron tres sitios con mayor concentración del daño, los cuales se diferencian en su distribución espacial y ubicación de los registrados para *H. lauri*. Los resultados del monitoreo evidencian un mayor daño ocasionado por *H. lauri* (≤ 35 frutos afectados), comparado con el de *S. catenifer* (≤ 12 frutos afectados).

Geoposicionamiento

En una primera fase se debe marcar, registrar (figura 67a) y geoposicionar el total de árboles correspondientes al área de cada lote del cultivo (árbol/árbol/lote) (figura 67b). Para aplicar herramientas de sistemas de información geográfica (SIG) y análisis espaciales, se debe posicionar geográficamente cada uno de los árboles de los lotes seleccionados, con la ayuda de un equipo GPS. Posteriormente, se sugiere etiquetar y enumerar en sentido consecutivo todos los árboles de los lotes. Los puntos geoposicionados se deben consignar en formatos de Excel y mapas preliminares que permitan verificar que la ubicación espacial y las coordenadas de cada punto o árbol sean correctas (figuras 67c y 67d).

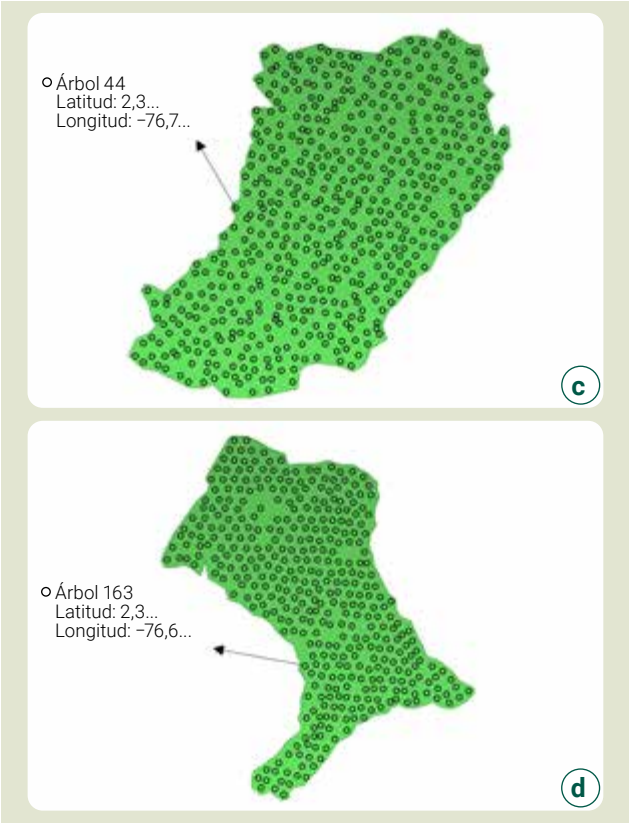
En la figura 67 los mapas representan la visualización de cada árbol, de manera que cada círculo corresponde a sus coordenadas geográficas, las cuales constituyen un sistema de referencia que facilita la ubicación espacial de cada árbol de aguacate de manera específica y diferenciada. La figura representa dos lotes sembrados con aproximadamente 500 árboles de aguacate (variedad Hass) identificados con los círculos, que comprenden dos referencias (latitud y longitud). Esta información espacial permite que los registros del daño de *H. lauri* y *S. catenifer* obtenidos en los monitoreos sean cargados y posteriormente visualizados en los mapas.

Figura 67. Geoposicionamiento. a. Marcación y numeración de árboles; b. Geoposicionamiento de árboles.

Fotos: Robert Rosero, Juan Camilo Zapata y Arturo Caraballí

Continúa en la página siguiente...

Continuación de la figura 67. Geoposicionamiento.
c y d. Mapas de geoposicionamiento de árboles.

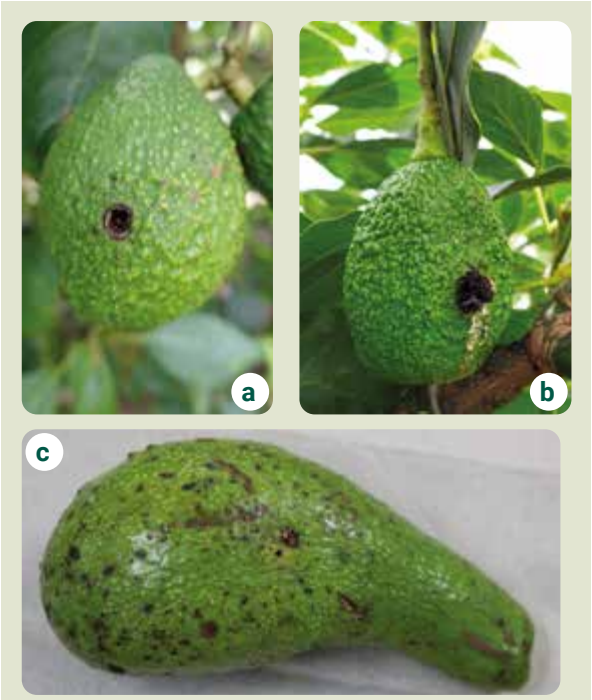


Fuente: Elaboración propia

Unidades de muestreo

El método de monitoreo recomendado es el reconocimiento del daño sobre frutos de aguacate var. Hass ocasionado por poblaciones de *H. lauri, H. trifasciatus* y *S. catenifer* (figura 68). A pesar de que las tres especies plaga son consideradas barrenadores de frutos, presentan diferencias marcadas en la sintomatología del daño que causan. Como se mencionó en los apartados anteriores, en los planes de monitoreo y esquemas de manejo aplicados a insectos de importancia económica y cuarentenaria en aguacate de exportación, las unidades de muestreo son los estados fenológicos de fruto, aunque para *S. catenifer* se puede incluir también los daños en ramas.

Figura 68. Síntomas de daño ocasionado por plagas cuarentenarias. a. *H. lauri*; b. *Stenoma catenifer*; c. *H. trifasciatus*.



Fotos: Robert Rosero y Doris Elisa Canacuán

Visualización en mapas: patrones de distribución y sitios de agregación del daño

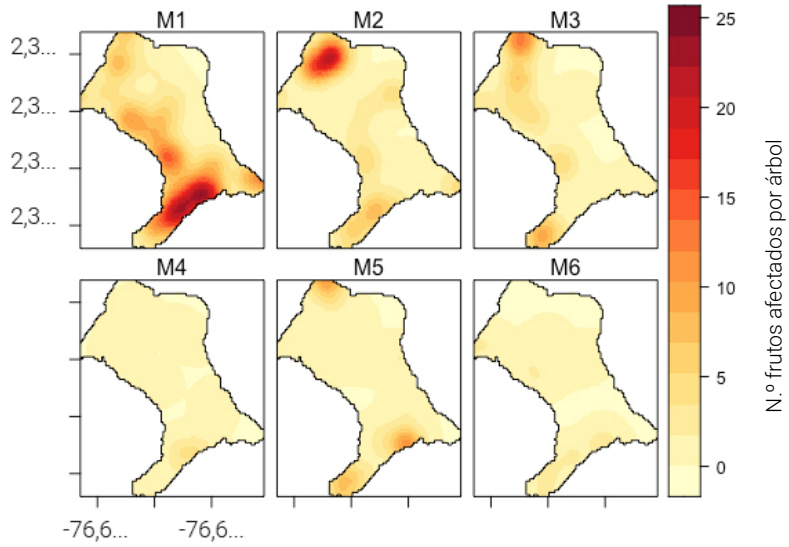
Entre los aspectos de mayor importancia en las estrategias de manejo se incluyen la determinación y definición de los sitios de mayor concentración del daño. En este sentido, los registros de daño obtenidos a través de las actividades de monitoreo y muestreos (generalizados y por sitio) permiten definir, identificar, demarcar y mapear los sitios del cultivo afectados por los insectos, así como seleccionar los de mayor concentración del daño o presencia de frutos afectados por los diferentes estados biológicos de *H. lauri* (adultos y larvas) y de *S. catenifer* (larvas).

En cultivos de aguacate se pueden visualizar en mapas los sitios que exhiben una mayor agregación del daño (MA) (figura 69, diferenciados en color rojo). Estas áreas, conocidas comúnmente como “focos”, ofrecen una ubicación diferencial de los sitios

adonde deben ser dirigidos los monitoreos por sitios y las estrategias de manejo que se deben implementar. En este sentido, las herramientas espaciales aplicadas en los programas de manejo permiten alcanzar una mayor eficiencia y eficacia porque proveen la información necesaria para implementar las estrategias de manejo con un mayor grado de especificidad.

La figura 69 muestra seis mapas que corresponden al mapeo de la información registrada en seis monitoreos con una periodicidad definida. En el monitoreo 1 (M1), se observan áreas diferenciadas en color rojo que representan los sitios donde se registró el mayor número de frutos afectados/árbol. En el mapa del monitoreo M2 se evidencia una reducción de las áreas demarcadas en color rojo por las acciones de remoción de frutos con daño, lo cual significa que se ha eliminado el foco principal. En los resultados del monitoreo M3 y M4 se reduce el número de los árboles con daño (menores áreas en color rojo), mientras que en el monitoreo M5 se registra un resurgimiento del daño, pero en menor proporción que en M1. Finalmente, en el monitoreo M6 no se registra daño.

Figura 69. Sitios de agregación del daño ocasionado por *H. lauri*. Las áreas de color rojo corresponden a sitios de mayor concentración del daño (MA).



Fuente: Elaboración propia.

Componentes del manejo

Cuando se han identificado los sitios de mayor concentración del daño, la información puede ser útil para establecer un programa de manejo que concentre las acciones de reducción de poblaciones de *H. lauri* y *S. catenifer* en los focos. Como criterio para seleccionar la estrategia de control (cultural o biológico), se sugiere analizar la afectación utilizando la ecuación 1:

$$\text{Índice de afectación } (IA) = \frac{\text{N.º de frutos-ramas afectados}}{\text{N.º de frutos-ramas muestreados}} \times 100\ \%$$

(ecuación 1)

El control cultural se debe implementar cuando se identifique un fruto con daño o un IA $\leq$ 1 % y la implementación de los métodos de control biológico con un IA $\geq$ 1 %.

Una vez se decida cuál acción de manejo utilizar, se deben hacer monitoreos para revisar la efectividad de las medidas implementadas. Se puede alcanzar una mayor efectividad cuando se implementan las dos estrategias.

Adicionalmente, se recomienda identificar la presencia de árboles de aguacate "criollos" cercanos al cultivo (zona de amortiguamiento) y realizar monitoreos con una frecuencia inferior a 15 días. Estos árboles se consideran hospederos alternos de poblaciones de plagas cuarentenarias, condición que los convierte en fuente de infestación. Por lo tanto, se recomienda implementar el control cultural y biológico en estos hospederos.

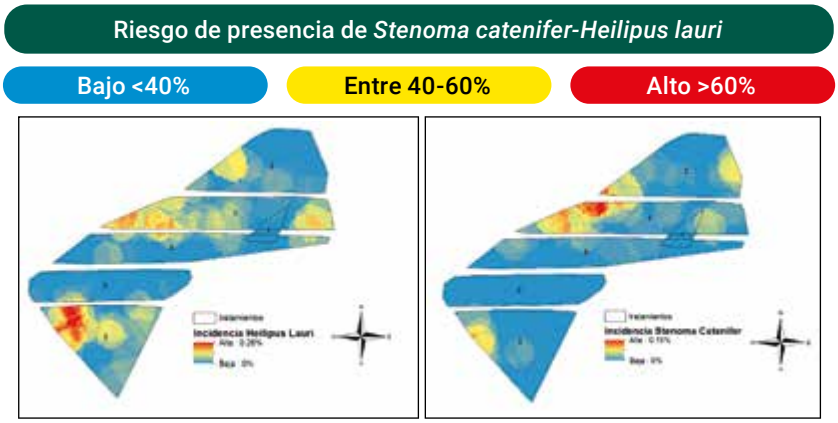
Recomendaciones para áreas de incidencia baja, media y alta de presencia y daño de insectos de importancia cuarentenaria

Los registros del daño en frutos obtenidos en los diferentes monitoreos se pueden visualizar en mapas. Específicamente, los mapas de la figura 70 muestran áreas diferenciadas en color

(rojo-amarillo-azul), que corresponden a sitios con distintos niveles de incidencia y que exhiben patrones de distribución espacial agregada, demarcada en sitios de menor a mayor concentración del daño en frutos:

- Áreas en color azul: sitios con un índice de afectación (IA) < 40 %.
- Áreas en color amarillo: sitios con un índice de afectación (IA) ≥ 40 % ≤ 60 %.
- Áreas en color rojo: sitios con un índice de afectación (IA) > 60 %.

Figura 70. Agregación del daño en frutos afectados por *H. lauri* (a) y *S. catenifer* (b). Los colores azul, amarillo y rojo muestran la distribución espacial del daño de las plagas de importancia cuarentenaria sobre un cultivo de aguacate variedad Hass.



Fuente: Elaboración propia.

Con base en la figura 70, a continuación se presentan las recomendaciones para cada nivel de incidencia (diferenciadas por un color), las cuales pueden ser implementadas para cada índice de afectación (IA) y presencia del daño ocasionado por poblaciones de *H. lauri* y/o *S. catenifer*.

Zona de riesgo bajo

Representa áreas de probabilidad baja de preferencia de insectos y presencia de daño. Se sugiere seguir estas recomendaciones:

1. En cultivos establecidos se recomienda reconocer las áreas y/o árboles que conforman las zonas de bajo riesgo (colora azul).
2. Implementar y/o mantener el método de monitoreo directo basado en el reconocimiento del daño que ocasionan los insectos de importancia cuarentenaria en frutos y ramas.
3. En cultivos con áreas mayores a 3 hectáreas (ha), se recomienda un tamaño de muestra ≥ 10 % de los árboles/ha., revisar los frutos de cada árbol, un diseño de muestreo (recorrido por el lote) en X, W, Zig-Zag, entre otros. En cultivos con áreas menores a 3 ha se recomienda realizar un monitoreo generalizado árbol por árbol.

   Una vez finalizado el monitoreo, en cada árbol se debe registrar el índice de afectación (IA) aplicando esta fórmula:

$$\textit{Índice de afectación } (IA) = \frac{\textit{N.º de frutos-ramas afectadas}}{\textit{N.º de frutos-ramas muestreadas}} \times 100\ \%$$

4. Registrar y consolidar la información de cada monitoreo.

Tenga en cuenta que la información presentada en el mapa es de referencia para la toma de decisiones estratégicas, de forma que acciones particulares sobre predios o áreas específicas deberán ser supervisadas por un ingeniero agrónomo.

Información complementaria

Consulte la *Guía para el reconocimiento y manejo de las principales plagas de aguacate cv. Hass en Colombia*

https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/36946

Zona de riesgo medio

Representa áreas de probabilidad media de preferencia de insectos y daño. Se debe hacer una supervisión periódica debido a que constituye una zona potencial de infestación. Se sugiere seguir estas recomendaciones:

1. En cultivos establecidos se recomienda reconocer las áreas y/o árboles que conforman las zonas de riesgo medio (color amarillo).
2. Se debe identificar el daño de las especies consideradas de importancia cuarentenaria que ocasionan daños en frutos y/o ramas, relacionando esta actividad con el estado fenológico (floración, fructificación y desarrollo vegetativo).
3. Conservar y/o mantener el método de monitoreo directo basado en el reconocimiento del daño que ocasionan los insectos de importancia cuarentenaria en frutos y ramas.
4. En cultivos con áreas mayores a 3 ha, se recomienda un tamaño de muestra ≥ 25 % de los árboles/ha, que conforman la zona de riesgo medio (color amarillo), rotar este 25 % para alcanzar el 100 % de los árboles revisados en cuatro monitoreos. Revisar los frutos de cada árbol, utilizando un diseño de muestreo (recorrido por el lote) en X, W, Zig-Zag, entre otros. En cultivos con áreas menores a 3 ha, se recomienda realizar un monitoreo generalizado árbol por árbol.
5. Una vez finalizado el monitoreo, en cada árbol se debe registrar el índice de afectación (IA) aplicando esta fórmula:

$$\textit{Índice de afectación } (IA) = \frac{\textit{N.º de frutos-ramas afectadas}}{\textit{N.º de frutos-ramas muestreadas}} \times 100\ \%$$

6. Registrar y consolidar la información de cada monitoreo.

Tenga en cuenta que la información presentada en el mapa es de referencia para la toma de decisiones estratégicas, de manera que las acciones particulares sobre predios o áreas específicas deberán ser supervisadas por un ingeniero agrónomo.

Zona de riesgo alto

Representa áreas de probabilidad alta de preferencia de insectos y posible daño. Se debe hacer una supervisión periódica debido a que constituye la zona crítica donde se puede presentar el mayor nivel de infestación y daño en frutos y/o ramas.

Las áreas hacen referencia a los sitios con mayor daño (número de frutos y/o ramas afectadas) y su validación es el resultado de la información obtenida en el monitoreo generalizado. Los árboles correspondientes a esta agregación del daño deben ser marcados. La identificación de estos sitios de mayor riesgo (color rojo) se considera de importancia porque estos "focos" se repiten en el tiempo (ciclos productivos), lo cual posibilita la implementación de estrategias de manejo por sitio específico. Los criterios para definir un sitio de agregación del daño en frutos como "foco" están definidos por la continuidad y permanencia del daño en el sitio (árbol y/o árboles) durante al menos tres monitoreos. Específicamente, se sugiere seguir estas recomendaciones:

1. En cultivos establecidos se recomienda diferenciar y demarcar los árboles que conforman la zona de alto riesgo (color rojo).
2. Se debe identificar el daño de las especies consideradas de importancia cuarentenaria que ocasionan daños en frutos y/o ramas, relacionando esta actividad con el estado fenológico (floración, fructificación y desarrollo vegetativo).
3. Conservar y/o mantener el método de monitoreo directo basado en el reconocimiento del daño que ocasionan los insectos de importancia cuarentenaria en frutos y ramas.
4. Se sugiere establecer un programa de monitoreo de observación directa con una frecuencia semanal (≤ 7 días) sobre cada árbol que se encuentre en el área de mayor riesgo ("foco"). Asimismo, en esta área se recomienda realizar el análisis de afectación utilizando esta fórmula:

$$\textit{Índice de afectación } (IA) = \frac{\textit{N.º de frutos-ramas afectadas}}{\textit{N.º de frutos-ramas muestreadas}} \times 100\ \%$$

5. Registrar y consolidar la información de cada monitoreo.

Tenga en cuenta que la información presentada en el mapa es de referencia para la toma de decisiones estratégicas, de manera que acciones particulares sobre predios o áreas específicas deberán ser supervisadas por un ingeniero agrónomo.

Control cultural

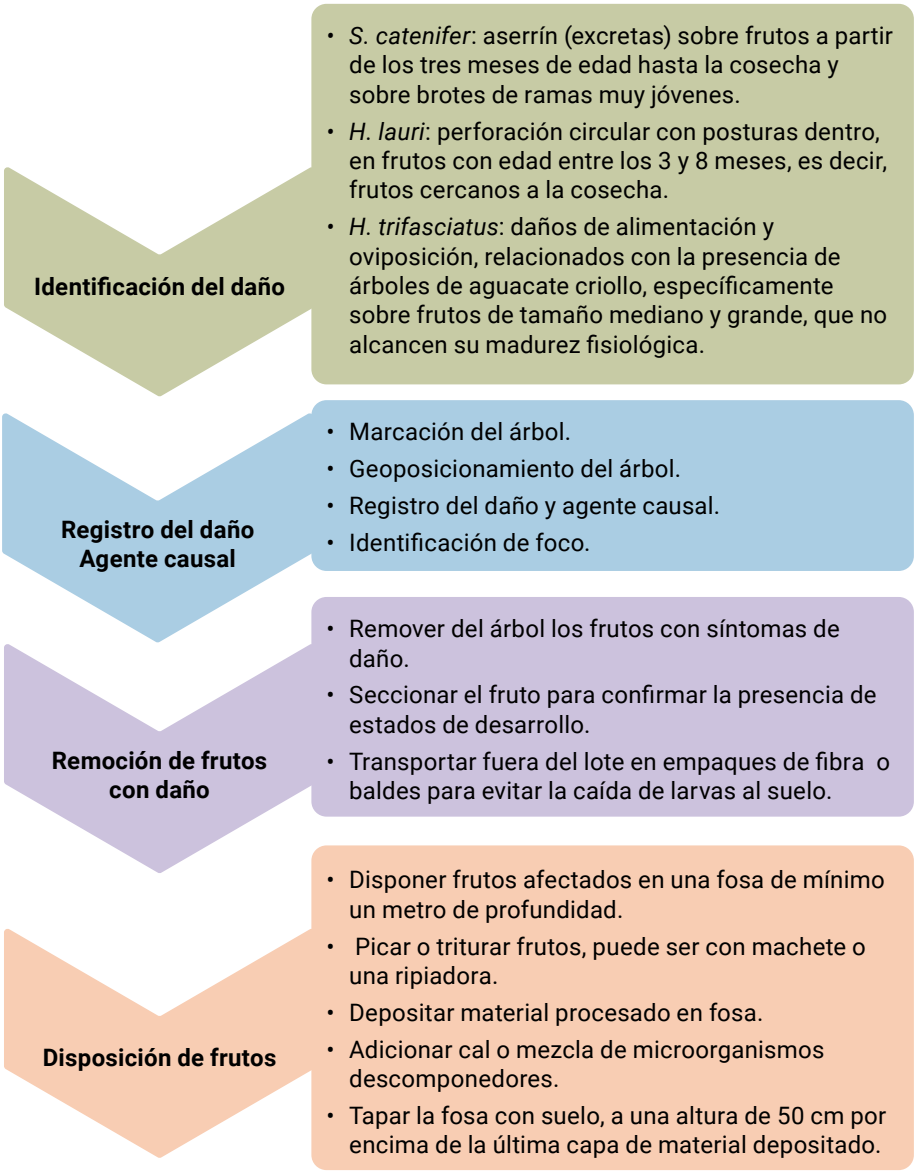
El control cultural se debe hacer cuando se identifique un fruto con daño o un índice de afectación (IA) ≤ 1 %. Como práctica se recomienda recolectar los frutos afectados del árbol, caracterizando e identificando el daño que produce la hembra sobre los frutos formados y en desarrollo. En este sentido, los frutos con daño deben ser retirados de los árboles y del huerto en su totalidad. Esta práctica debe hacerse cada semana y puede ser incluida junto con las otras labores agronómicas que se tienen en el cultivo. Posteriormente, los frutos cosechados afectados deben ser eliminados de acuerdo con la facilidad del productor: uso de ripiadoras, entierre de frutos asegurando un nivel de 50 cm de suelo por encima de la última capa de frutos depositados, previa aplicación de cal o un producto biológico como los hongos entomopatógenos. El criterio de decisión para aplicar el control cultural corresponde a un fruto con daño por árbol (figura 71).

La implementación de la práctica combinada de monitoreo y remoción de frutos con daños (control cultural) ejerce un efecto de reducción de poblaciones de insectos plaga y, en consecuencia, del número de frutos afectados en el tiempo. Para ampliar esta idea, en la figura 72 se muestran los sitios donde se concentra el daño, los cuales fueron identificados en un ejercicio de monitoreo y registro. Los mapas muestran una marcada distribución agregada para *H. lauri* y cómo a través del tiempo se conservan los sitios de agregación (focos). Como se ha mencionado antes, este comportamiento de las poblaciones de preferir sitios específicos facilita la implementación de programas de manejo basados en planes de monitoreo y esquemas de manejo por sitios específicos. El hecho de que se identifiquen sitios de mayor daño sugiere que estas áreas de agregación tienen condiciones favorables para las dos plagas, de manera que determinarán la estrategia de manejo (cultural y/o biológica) que se vaya a implementar.

La figura 72 muestra la eficacia que tiene aplicar continuamente la práctica cultural de remoción de frutos afectados. Se observa cómo en el monitoreo M1 se presentaron seis sitios con daño entre 16 y 20 frutos afectados. Posteriormente, en el monitoreo

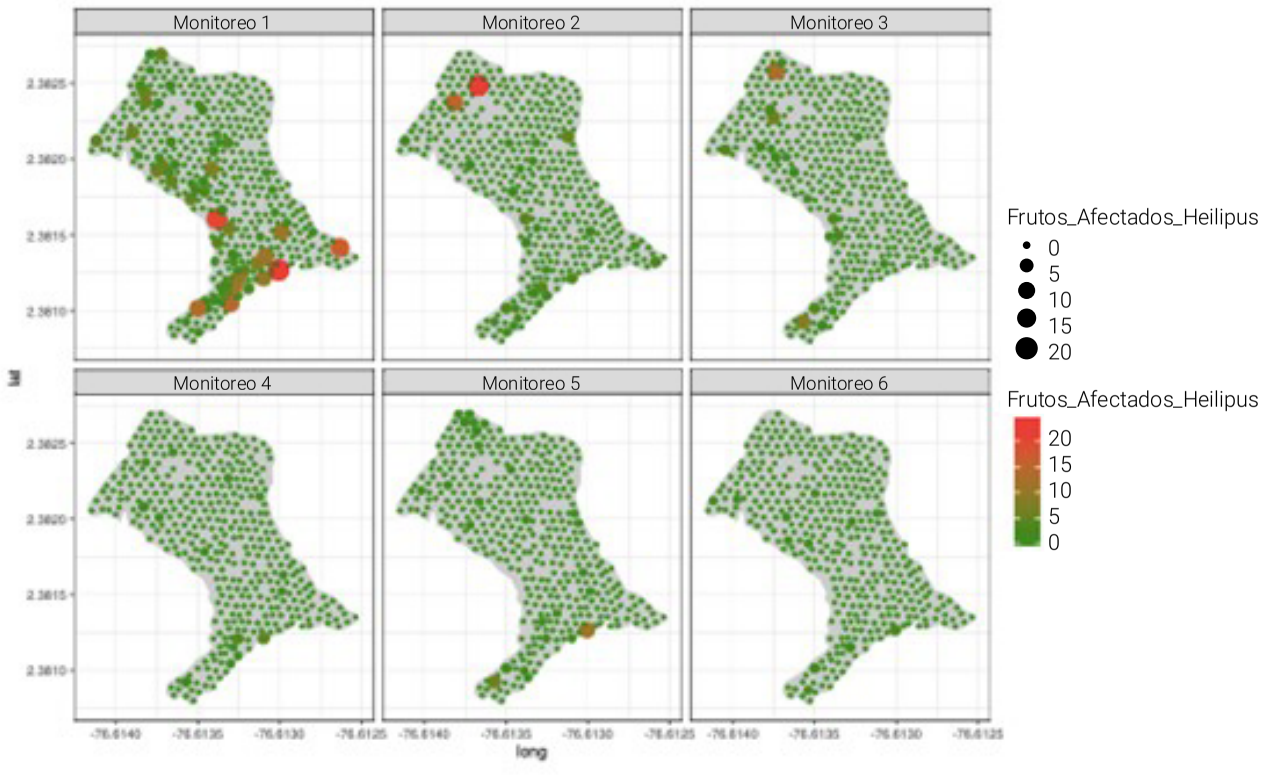
realizado luego de la práctica cultural se presentan solamente dos sitios con daño, los cuales se reducen gracias al monitoreo y el manejo hasta que desaparecen en el monitoreo M6.

Figura 71. Esquema de manejo cultural de plagas cuarentenarias.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 72. Sitios de agregación y efecto de reducción del daño y poblaciones con la implementación de la estrategia cultural. En rojo se presenta el mayor daño (áreas/árboles con 20 frutos) y en verde los sitios sin afectación (áreas/árboles con cero (0) frutos).



Fuente: Elaboración propia.

Control biológico

El control biológico se debe hacer cuando se identifique un fruto con daño o un índice de afectación (IA) ≥ 1 %. Entre los principales componentes del control biológico se incluyen el control microbiológico ejercido por los hongos entomopatógenos (HE) *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae*, los cuales tienen un papel importante en la reducción de poblaciones de adultos, larvas y pupas de los insectos de importancia económica y cuarentenaria de aguacate.

Hongos entomopatógenos

Una vez identificados los "focos" del daño en frutos, se pueden reducir las poblaciones presentes y futuras empleando componentes biológicos como los HE *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae*, dirigidos al suelo y al follaje en épocas de formación y desarrollo de frutos (preferiblemente aplicados en igual momento). En frutos recién formados donde se haya identificado el daño por alimentación y/o oviposición, se recomienda hacer una aplicación de los HE sobre el follaje de los árboles ubicados en los "focos". Asimismo, se sugiere hacer las aplicaciones en mínimo dos rondas continuas: una en los estados fenológicos vegetativos y otra en estado fenológico de desarrollo de frutos (BBCH 712: primer periodo de máxima abscisión de frutos; BBCH 715: 50 % del tamaño final del fruto; BBCH 719: 90 % o más del tamaño final del fruto (figura 73). El producto a base de HE (*Beauveria bassiana*; *Metarhizium anisopliae*) debe contener 1 x 10^{10} esporas viables por gramo del sustrato.

Antes de iniciar la aplicación, se sugiere analizar la calidad del agua que se va a utilizar (pH y carbonato de calcio). El rango de pH debe estar entre 5 y 7. En caso de ser necesario, se recomienda aplicar un corrector de agua siguiendo las indicaciones del fabricante. En la preparación se debe disolver en 20 litros de agua una dosis de 3 gramos por litro de agua, es decir, 60 gramos por 20 litros de cada HE; se recomienda adicionar un portador que cumpla la función de disolvente de esporas (seguir las indicaciones del fabricante). Posteriormente, es recomendable agitar la mezcla y colocar una malla fina para impedir que se taponen

las boquillas del equipo de aplicación. El producto se debe aplicar inmediatamente después de que se haya mezclado en agua.

Las aplicaciones de *B. bassiana* se deben hacer dirigidas al follaje (figura 73) y *M. anisopliae* al suelo, en horas de la mañana (6:00 - 10:00 am) y/o en la tarde después de las 4:00 pm. La composición, uso y aplicación contenida en la ficha técnica del producto debe estar supervisada por un ingeniero agrónomo.

Figura 73. Uso de hongos entomopatógenos. a. Aplicación de *B. bassiana*; b. Adulto de *H. lauri* afectado por *B. bassiana*.

Fotos: Roberto Rosero y Arturo Carabalí

Referencias

Alcaraz, M. L., Thorp, T. G., & Hormaza, J. I. (2013). Phenological growth stages of avocado (*Persea americana*) according to the BBCH scale. *Scientia Horticulturae*, *164*, 434-439.

CABI. (2020). *Stenoma catenifer* (avocado moth). CABI Compendium. https://www.cabidigitallibrary.org/doi/10.1079/cabicompendium.51534

Caicedo, L. R., Varón, E. D., Bacca, T., & Carabalí, A. (2010). Daños ocasionados por el perforador del aguacate *Heilipus lauri* Boheman (Coleoptera: Curculionidae) en Tolima (Colombia). *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, *11*(2), 129-136. https://doi.org/10.21930/rcta.vol11_num2_art:203

Canacuán-Nasamues, D. E., & Carabalí, M. A. (2019). HNE-P-6. Biología y caracterización del daño de *Heilipus trifasciatus* Fabricius (Coleoptera: Curculionidae) sobre aguacate criollo *Persea americana* Mill. *Congreso Sociedad Colombiana de Entomología, Memorias & Resúmenes*. Universidad Nacional de Colombia, Medellín, Colombia, 17, 18 y 19 de julio de 2019. Sociedad Colombiana de Entomología.

Carabalí Muñoz, A., Ríos Rojas, L., Bernal Estrada, Á. D. J., Tamayo Molano, P. J., Burbano Díaz, R. A., Rebolledo Roa, A., & Tamayo Vélez, Á. D. J. (2019). *Prácticas de manejo sostenible para el cultivo de aguacate*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria-AGROSAVIA. https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/35026

Carabalí, A. (2020). Polilla de la semilla del aguacate *Stenoma catenifer* Walsingham (Lepidoptera Elachistidae). En J. A. Bernal & C. A.

Díaz (Eds.), *Actualización tecnológica y buenas prácticas agrícolas (BPA) en el cultivo de aguacate* (2ª ed., pp. 496-504.). Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria-AGROSAVIA.

Carabalí, A., Pinchao, T. S. Y., Rodríguez, L. M. I., Peña, M. J. F., & Carabalí, B. D. J. (2017). *Insectos polinizadores del aguacate (Persea americana Mill.) cv. Hass en Colombia*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria-AGROSAVIA. https://editorial.agrosavia.co/index.php/publicaciones/catalog/book/57

Carabalí, A., Vallejo, C. A. M., & Holguín, C. M. (2021). *Guía para el reconocimiento y manejo de las principales plagas de aguacate cv. Hass en Colombia*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria-AGROSAVIA. https://doi.org/10.21930/agrosavia.nbook.7404913

Cárdenas, M. R. (1984). Identifican picudo. *Notas y Noticias Entomológicas*, septiembre-octubre.

Castañeda-Vildózola, V. A. (2008). *Bioecología del barrenador grande de la semilla del aguacate Heilipus lauri* Boheman *(Coleoptera: Curculionidae) en la región central de México* [Tesis doctoral, Colegio de Postgraduados, Montecillo, Texcoco, México]. Repositorio Institucional. http://colposdigital.colpos.mx:8080/xmlui/handle/10521/1406

Castañeda-Vildózola, V. A., Equihua-Martínez, A., Franco-Mora, O., González-Huerta, A., & Palacios-Torres, R. E. (2012). Longevidad, fertilidad y fecundidad de *Heilipus lauri* Boheman (Coleoptera: Curculionidae: Molytinae) bajo condiciones de laboratorio. *Boletín del Museo de Entomología de la Universidad del Valle*, *13*(2), 1-7. https://bibliotecadigital.univalle.edu.co/entities/publication/d567f2de-f3b0-4a8f-8238-fff1c15b953d

Castañeda-Vildózola, V. A., González-Hernández, H., Equihua-Martínez, A., Valdez-Carrasco, J., Peña, J. E., Emiliano, L. C., & Franco-Mora, O. (2016). Head capsule width is useful for determining larval instar in *Heilipus lauri* (Coleoptera: Curculionidae). *Florida Entomologist*, 99(4), 822-825. https://journals.flvc.org/flaent/article/view/87587

Castillo, J. M. G., & Alfaro, V. H. G. (2022). Vigilancia fitosanitaria para determinar la situación de 12 especies de insectos que pueden

afectar el aguacate (*Persea americana*, Mill.) Cv. Hass en Guatemala. *South Florida Journal of Environmental and Animal Science*, *2*(2), 102-109.

Cervantes, P. (1999). The stenomatine moth, *Stenoma catenifer* Walsingham: a predispersal seed predator of Greenheart (*Chlorocardium rodiei* (Schomb.) Rohwer, Richter & van der Werff) in Guyana. *Journal of Natural History*, *33*(4), 531-542.

Del Ángel-Coronel, O. A. (2006). *Fisiología del desarrollo, plagas de campo y patología postcosecha de frutos de chinene (Persea scheideana Ness)* [Tesis de maestría, Universidad Autónoma Chapingo, Departamento de Ingeniería Agroindustrial, Chapingo, México].

Díaz-Grisales, V. (2019). *Estudio taxonómico del género Heilipus Germar* (Curculionidae: Molytinae: Hylobiini) *para Colombia* [Tesis de maestría, Colegio de Pstgraduados, México]. Repositorio institucional. http://colposdigital.colpos.mx:8080/jspui/bitstream/handle/10521/4223/Diaz_Grisales_V_MC_F_Entomologia_Acarologia_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Díaz-Grisales, V., Caicedo-Vallejo, A. M., & Carabalí, A. (2017). Ciclo de vida y descripción morfológica de *Heilipus lauri* Boheman (Coleoptera: Curculionidae) en Colombia. *Acta Zoológica Mexicana*, *33*(2), 231-242. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0065-17372017000200231

Díaz, V., Equihua-Martínez, A., Romero-Nápoles, J., & Vallejo-Espinosa, L. F. (2020). Contribuciones al conocimiento de *Heilipus trifasciatus* (Fabricius) (Coleoptera: Curculionidae) en Colombia. *Boletín del Museo de Entomología de la Universidad del Valle*, *19*(2), 28-34. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-30682022000100135

García, P. (1962). Estudios entomológicos. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, *10*, 121-134.

González-Herrera, A. (2003). Artrópodos asociados al cultivo de aguacate (*Persea americana* Mill.) en Costa Rica. *Actas del V Congreso Mundial de Aguacate*, Granada, Málaga, España (pp. 449-454). http://www.avocadosource.com/wac5/papers/wac5_p449.pdf

Hoddle, M. S., Hoddle, C. D., Milosavljevic, I., Estrada-Venegas, E. G., & Equihua-Martínez, A. (2022). Assessment of Age, Gender, Mating Status, and Size on Single and Repeat Flight Capabilities of *Heilipus lauri* Boheman (Coleoptera: Curculionidae). *Journal of Insect Science*, *22*(2), 1-12. https://academic.oup.com/jinsectscience/article/22/2/3/6550596

Instituto Colombiano Agropecuario [ICA] (2016). Resolución N.º 00001507, "por medio de la cual se declaran las plagas de control oficial en el cultivo de aguacate *Persea americana* Miller en el territorio nacional, se establecen las medidas para su manejo y control". https://www.ica.gov.co/getattachment/81591168-ac45-478a-b84b-f054d4e5829b/2016R1507.aspx

Instituto Colombiano Agropecuario [ICA]. (2022). Informe de gestión [ICA]. Primer semestre. Vigencia 2022.

Instituto Colombiano de Investigación Agropecuaria [ICA]. (2011). *Resultados piloto de vigilancia fitosanitaria escama verde (Coccus viridis (Green) (Hemiptera: Coccidae)); Pasador del fruto (Stenoma catenifer Walsingham (Lepidoptera: Elaschistidae)) y Barrenadores (Heilipus lauri Bohema, Heilipus sp., Cerca pittieri Barber, Heilipus trifasciatus (Fabricius), Heilipus elegans Guérin-Méneville (Coleoptera: Curculionidae)) en Tolima*. Instituto Colombiano de Investigación Agropecuaria [ICA]. https://www.ica.gov.co/areas/agricola/servicios/epidemiologia-agricola/boletines/departamentales/2012/boletin_aguacate_antioquia.aspx

Link, D., & Link, F. M. (2008). Identificação de plantas hospedeiras da broca do abacate, *Stenoma catenifer* Walsingham (Lepidoptera: Elachistidae) no Rio Grande do Sul. *Neotropical Entomology*, *37*(3), 342-344.

Manrique, M. B., Carabalí, A., Kondo, T., & Bacca, T. (2014). Biología del pasador del fruto del aguacate *Stenoma catenifer* Walsingham (Lepidoptera: Elachistidae) y búsqueda de sus

posibles enemigos naturales. *Boletín Científico de Museos de Historia Natural*, *18*(2), 79-92. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-30682014000200007

Murgas, A. S., Carranza, R. E. B., & López, O. G. (2014). Nuevos aportes al conocimiento para *Heilipus trifasciatus* (Coleoptera: Curculionidae) encontrados en *Persea americana* (Lauraceae), Panamá. *Revista Científica Centros*, *3*(1), 94-105. https://www.researchgate.net/publication/303450647_Nuevos_aportes_al_conocimiento_para_Heilipus_trifasciatus_Coleoptera_Curculionidae_encontrados_en_Persea_americana_Lauraceae_Panama

Nava, D. E., Parra, J. R., Bento, J., Díez-Rodríguez, G. I., & Haddad, M. L. (2006). Distribuição vertical, danos e controle cultural de *Stenoma catenifer* Walsingham (Lepidoptera: Elachistidae) em pomar de abacate. *Neotropical Entomology*, *35*, 516-522. https://www.scielo.br/j/ne/a/k9wGQmxJJzmJgTwV6F37yCK/?lang=pt

Peña, J. E. (1998). Current and potential arthropods pests threatening tropical fruits crops in Florida. *Proceedings of the Florida State of Horticultural Society*, *111*, 327-329.

Ripa, S. R., & Larral, D. P. (Eds.). (2008). *Manejo de plagas en paltos y cítricos*. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Ministerio de Agricultura. https://biblioteca.inia.cl/handle/20.500.14001/3509

SENASICA-DGSV. (2016). *Palomilla barrenadora del aguacate (*Stenoma catenifer *Walsingham)* [Ficha técnica]. Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria, Dirección General de Sanidad Vegetal, Centro Nacional de Referencia Fitosanitaria, Grupo Especialista Fitosanitario, México. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/155686/Ficha_T_cnica_stenoma_catenifer_EPF_2016__1_.pdf

Wolfenberger, D. O., & Colburn, B. E. (1966). Recent observations on some avocado pests in México and El Salvador. *Proceedings of the Florida State of Horticultural Society*, *79*, 335-337. https://www.avocadosource.com/Journals/FSHSP/FSHSP_VOL_79_PG_335-337_1966.pdf

Los autores

Arturo Carabalí Muñoz

Investigador Ph.D. Asociado
Centro de Investigación Palmira, AGROSAVIA
acarabali@agrosavia.co
https://orcid.org/0000-0002-7623-3316

Ingeniero agrónomo. M. Sc. en Ciencias Biología-Entomología y Ph. D. en Ciencias Biología-Entomología; especialista en Entomología Económica de la Universidad del Valle, Colombia. Líder de proyectos de investigación enfocados en el desarrollo de programas de manejo de insectos-plaga de importancia económica en frutales tropicales que incorporan herramientas geoespaciales. En la actualidad se desempeña como investigador Ph. D. asociado en la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA), donde coordina proyectos de investigación en insectos-plaga de importancia económica en frutales tropicales y cacao.

Millerlandy Montes Prado

Profesional de Apoyo
Centro de Investigación Palmira, AGROSAVIA
mmontesp@agrosavia.co
https://orcid.org/0000-0001-7184-6618

Ingeniera agrónoma. Candidata a magíster en Ciencias Agrarias con énfasis en protección de cultivos de la Universidad Nacional de Colombia. Ha participado en la coordinación y asistencia técnica de proyectos productivos en el marco del programa Alianzas Productivas del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR), en cacao y palma de aceite, en la costa Caribe colombiana. En la actualidad, se desempeña como profesional de apoyo a la investigación en proyectos de manejo integrado de plagas de frutales tropicales y cacao en la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA).

Doris Elisa Canacuán Nasamues

Profesional de Apoyo
Centro de Investigación Palmira, AGROSAVIA
dcanacuan@agrosavia.co
https://orcid.org/0000-0002-8649-7286

Bióloga. Candidata a magíster en Ciencias Agrarias con énfasis en protección de cultivos de la Universidad Nacional de Colombia. En la actualidad se desempeña como profesional de apoyo a la investigación en proyectos de manejo integrado de plagas en frutales tropicales en la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA), red de frutales.

Claudia Marcela Cuellar Palacios

Universidad del Valle
cuellar@correounivalle.edu.co
https://orcid.org/0000-0003-4844-7402

Bióloga de la Universidad del Valle con énfasis en el área de entomología. Estudiante de la maestría en Ciencias – Biología de la Universidad del Valle. Su trabajo de maestría se desarrolló en el marco del proyecto "Desarrollo y validación de tecnologías para incrementar la productividad del cultivo de aguacate Hass en el departamento del Cauca", llevado a cabo por la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA).

Juan Camilo Zapata Calero

juczapataca@unal.edu.co
https://orcid.org/0000-0003-4136-3484

Ingeniero agrónomo y magíster en Ciencias Agrarias con énfasis en frutales tropicales de la Universidad Nacional de Colombia. Especialista en análisis de datos espaciales, análisis estadístico, modelado, uso de herramientas informáticas e inteligencia artificial. Tiene experiencia en proyectos de investigación agrícola y asesorías en análisis de datos.

Robert Alejandro Rosero Murillo

Profesional de Apoyo
Centro de Investigación Palmira, AGROSAVIA
raroserom@unal.edu.co
https://orcid.org/0009-0000-1859-0342

Ingeniero agrónomo de la Universidad Nacional de Colombia. En la actualidad se desempeña como profesional de apoyo a la investigación en proyectos de manejo integrado de plagas de importancia cuarentenaria de aguacate en la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria-AGROSAVIA.

En Colombia, *Stenoma catenifer*, *Heilipus lauri* y *Heilipus trifasciatus* son consideradas plagas de importancia cuarentenaria y control oficial en el cultivo de aguacate. Este manual recopila información de resultados de cuatro años de investigación en zonas productoras del departamento del Cauca y ofrece al lector recomendaciones que están sustentadas en el reconocimiento del paisaje, la fenología de la planta, la información climática y la identificación del daño que ocasionan los estados de desarrollo de los insectos en las diferentes estructuras de la planta, a la vez que incorpora el reconocimiento y manejo de la flora local, visitantes florales, polinizadores y enemigos naturales.

Las recomendaciones se enmarcan en conceptos y aplicaciones de la agricultura específica por sitio, como una aproximación a la agricultura de precisión, y se basan en la determinación de la distribución espacial de las poblaciones de insectos en agroecosistemas de aguacate, de manera que constituyen una herramienta clave para estructurar planes de monitoreo y toma de decisiones en el marco del manejo integrado y sostenible de plagas. Esperamos que el manual sea de interés para investigadores en el manejo integrado de plagas de aguacate, asistentes técnicos y productores.

ISBN: 978-958-740-667-2
9789587406672

AGROSAVIA
EDITORIAL