

La mosca del Mediterráneo *Ceratitis capitata*:

estudio de caso en el cultivo de durazno
en la región centro oriente de Colombia

Compiladoras
Liliana Cely-Pardo
Yajaira Romero-Barrera
Nancy Barreto-Triana

La mosca del Mediterráneo *Ceratitis capitata*:

estudio de caso en el cultivo de durazno
en la región centro oriente de Colombia

Compiladoras
Liliana Cely-Pardo
Yajaira Romero-Barrera
Nancy Barreto-Triana

La mosca del Mediterráneo *Ceratitis capitata*: estudio de caso en el cultivo de durazno en la región centro oriente de Colombia. / compilado por: Liliana Cely Pardo; Yajaira Romero Barrera y Nancy Barreto Triana. Mosquera, (Colombia): AGROSAVIA, 2022

136 páginas (Colección Alianzas AGROSAVIA)

Incluye referencias bibliográficas, fotografías y gráficos.

ISBN: 978-958-740-608-5

ISBN e-Book: 978-958-740-607-8

1. Plagas de plantas 2. Enemigos naturales 3. Hospedante 4. Manejo del cultivo
5. Comercialización. I. Cely Pardo, Liliana (Compiladora) II. Romero Barrera, Yajaira (Compiladora)
III. Barreto Triana, Nancy (Compiladora).

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. Kilómetro 14 vía Mosquera-Bogotá, Mosquera, Cundinamarca.
Código postal 250047, Colombia.

Esta publicación es el resultado de los estudios realizados sobre la mosca del Mediterráneo en cultivos de durazno en el convenio derivado N.º 10 de cooperación en epidemiología y diagnóstico vegetal en el marco del convenio interadministrativo N.º 021 de 2018, suscrito entre el Instituto Colombiano Agropecuario-ICA y la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria-AGROSAVIA, cuyo objeto es "aunar esfuerzos entre las dos instituciones para fortalecer los procesos de vigilancia sanitaria y prevención del ICA y mantener el estatus fitosanitario de los sistemas productivos de cítricos y musáceas con énfasis en la zona Caribe y de durazno en la zona centro oriente del país.

Colección: Alianzas Agrosavia

Tipología: Libro de análisis, experiencias y reflexiones

Fecha de recepción: 11 de julio de 2022

Fecha de evaluación: 11 de julio de 2022

Fecha de aceptación: 20 de julio de 2022

Publicado: Septiembre de 2022

Preparación editorial

Editorial AGROSAVIA

editorial@agrosavia.co

Editora: Liliana Gaona García

Corrección de estilo: Nathalie De la Cuadra N.

Ilustraciones: Juan Felipe Martínez Tirado

Diseño y diagramación: Mónica Cabiativa Daza

Citación sugerida: Cely-Pardo, L., Romero-Barrera, Y., & Barreto-Triana, N. (Comps.). (2022). *La mosca del Mediterráneo Ceratitis capitata: estudio de caso en el cultivo de durazno en la región centro oriente de Colombia*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA). <https://doi.org/10.21930/agrosavia.analisis.7406078>

Cláusula de responsabilidad: AGROSAVIA e ICA no son responsables de las opiniones y de la 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, expresan 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 vulneren como resultado de su contribución.

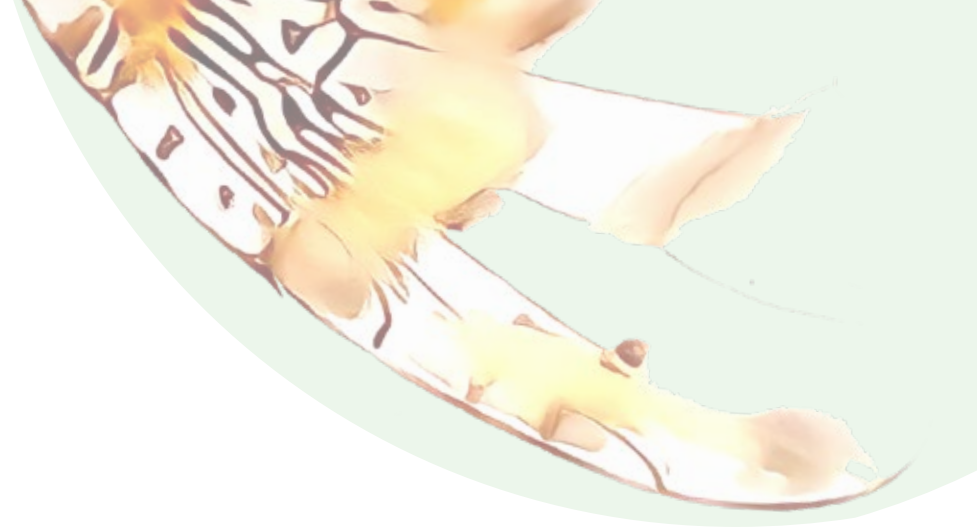
Línea de atención al cliente: 018000121515

atencionalcliente@agrosavia.co

www.agrosavia.co



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



Contenido

Agradecimientos	7
Los autores	9
Introducción	15

Capítulo I

Plan Nacional Moscas de la Fruta y normatividad ICA . . 21

Introducción	21
Plan Nacional de Moscas de la Fruta PNMF.....	21
Normativa ICA para vigilancia y control de mosca del Mediterráneo <i>Ceratitis capitata</i>	26
Reflexiones	28
Referencias	28

Capítulo II

Biología, hábitos y hospederos de la mosca del Mediterráneo *Ceratitis capitata* en Colombia 33

Biología y hábitos	33
Comportamiento	40
Distribución y diseminación	44
Enemigos naturales	45
Reflexiones	46
Referencias	47

Capítulo III

Caracterización del sistema productivo de durazno en los departamentos de Boyacá, Norte de Santander y Santander. 53

Metodología para el estudio de caracterización	54
Caracterización del sistema productivo y su relación con la mosca del Mediterráneo	56
Variables sociodemográficas	60
Características de los sitios de producción	63
Inventario del material vegetal sembrado	64

Prácticas de manejo del cultivo	65
Plagas del cultivo	66
Mosca de la fruta <i>Ceratitis capitata</i>	72
Actividades que los productores hacen para el monitoreo y control de la mosca	73
Manejo de cosecha y poscosecha	76
Comercialización	78
Reflexiones	80
Referencias	81
Anexo 1. Formato de encuesta aplicado a productores de durazno.....	85

Capítulo iv

Evaluación de atrayentes y tipos de trampas para la captura de la mosca del Mediterráneo *Ceratitis capitata* en cultivos de durazno en Boyacá, Norte de Santander y Santander 91

Uso de semioquímicos para el manejo de moscas de la fruta	92
Tipos de trampas para captura de moscas de la fruta	94
Estudio de caso: evaluación de la capacidad de atrayentes y tipos de trampas para la captura de la mosca del Mediterráneo <i>C. capitata</i> en cultivos de durazno en Boyacá, Norte de Santander y Santander	98
Reflexiones	105
Referencias	106

Capítulo v

Medidas de manejo para la mosca del Mediterráneo *Ceratitis capitata* en cultivos de durazno en Boyacá, Norte de Santander y Santander 109

Métodos de control de la mosca del Mediterráneo a nivel mundial.....	110
Estudio de caso sobre la combinación de diferentes estrategias de control para la mosca del Mediterráneo en Colombia	115
Reflexiones	125
Referencias	127

Lista de figuras

Figura 1	Sistema de vigilancia de moscas de la fruta en Colombia	25
Figura 2	Daño causado por <i>C. capitata</i> en frutos de durazno	32
Figura 3	Posturas de <i>C. capitata</i>	35
Figura 5	Pupas de <i>C. capitata</i>	35
Figura 6	Adultos de <i>C. capitata</i>	36
Figura 7	Ciclo de vida de <i>C. capitata</i> sobre durazno común (<i>Prunus persica</i>)	38
Figura 8	Oviposición de <i>C. capitata</i>	42
Figura 9	Representación gráfica del análisis de correspondencia múltiple	60
Figura 10	Porcentaje de productores de durazno con respecto al rango de edad en años, encuestados en las tres zonas de estudio	61
Figura 11.	Porcentaje de participación en asociación de productores	62
Figura 12.	Área sembrada en durazno, según la topografía predominante	63
Figura 13	Principales enfermedades mencionadas que atacan el cultivo de durazno..	67
Figura 14	Principales plagas mencionadas que atacan el cultivo de durazno	70
Figura 15.	Descripción del daño por <i>C. capitata</i> en durazno	72
Figura 16	Tipos de trampas que los productores dicen emplear para la vigilancia de la mosca	74
Figura 17	Aplicación de cebo tóxico	77
Figura 18	Principales destinos de comercialización del durazno	79
Figura 19	Tipos de trampas utilizadas en el ensayo	95
Figura 20	Atrayentes evaluados en el ensayo.....	99
Figura 21	Promedio de capturas de <i>C. capitata</i> con los diferentes tratamientos en cultivos de durazno en los tres departamentos	102
Figura 22	Promedio de capturas de <i>C. capitata</i> durante 16 semanas en los diferentes tratamientos en cultivos de durazno en los tres departamentos	104
Figura 23	Insectos benéficos hallados en trampas McPhail + proteína en Boyacá.....	104
Figura 24	Correcta implementación de la estrategia de manejo de recolección y disposición para solarización del durazno caído y no comercializable	117
Figura 25	Número promedio de MTD registrado en la práctica de recolección y disposición de frutos afectados y cosecha oportuna	118
Figura 26	Instalación de trampeo masivo de mosca del Mediterráneo en durazno empleando trampas con proteína hidrolizada	119

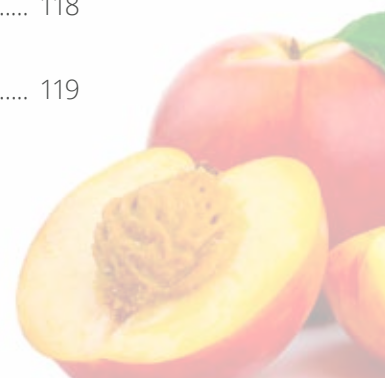


Figura 27	Número promedio de MTD registrado en las parcelas con trampeo masivo.....	120
Figura 28	Aplicación de cebo tóxico en ramas y varetas en árboles de durazno	122
Figura 29	Número promedio de MTD registrado en parcelas con la aplicación de cebo tóxico	122
Figura 30	Número promedio de MTD registrado en las parcelas de manejo integrado (parcela MIP).....	124
Figura 31	Comparación de las prácticas de manejo implementadas en Boyacá, Norte de Santander y Santander	125

Lista de tablas

Tabla 1	Número de encuestas aplicadas por municipio en las tres zonas de estudio	56
Tabla 2	Variables empleadas en el análisis de correspondencia múltiple.....	57
Tabla 3	Especies de frutales mencionadas por los productores de durazno.....	75
Tabla 4	Categorías para la clasificación de durazno según el peso y el diámetro del fruto	78
Tabla 5	Descripción de los tratamientos evaluados para la captura de mosca del Mediterráneo <i>C. capitata</i> , en predios de durazno en Boyacá, Santander y Norte de Santander.....	100
Tabla 6	Descripción de las prácticas establecidas para el manejo de la mosca del Mediterráneo <i>C. capitata</i> en predios de durazno de Boyacá, Norte de Santander y Santander.....	116

Agradecimientos

Los autores agradecen al Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), a la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA) y al Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural por la financiación del estudio.

A los profesionales del ICA que durante el desarrollo del proyecto pertenecían a la Subgerencia de Protección Vegetal (SPV), bajo la dirección del ingeniero Herberth Matheus; a la Dirección Técnica de Sanidad Vegetal (DTSV), liderada por el ingeniero Jorge Palacino, y a la Dirección Técnica de Epidemiología y Vigilancia Fitosanitaria (DTEVF), dirigida por el MSc William King. Al equipo del ICA conformado por MSc Blanca Vargas, PhD Everth Ebratt, MSc Ángela Patricia Castro y MSc Pedro Rodríguez, por la capacitación, el suministro de información y metodologías de evaluación.

Al personal del ICA: Carlos Eduardo Ávila, Sandra Yanet Córdon Medina, Guillermo Alfredo Jaime Báez (Q. E. P. D.) y Edilberto Murillo Jaime, de la seccional Boyacá; asimismo, a Óscar Eduardo Durán Higuera y Marlon Almilkar Villamizar Sandoval, de la seccional Norte de Santander, y Jorge Luis Correa Daza de la seccional Santander, por su colaboración en campo y logística para el establecimiento de ensayos y la vinculación de productores. A Gloria Vargas y Gustavo Ávila, por la toma de información en campo. A los productores que permitieron realizar los estudios en sus cultivos: Saúl Pérez, Gustavo Sanabria, Leovigildo Mejía, Óscar Quintero, Nicéforo Barrera, Abel Fuentes y Luis Fuentes, de los municipios de Tipacoque y Covarachía (Boyacá); a Humberto Meneses, Carmelo Orduz, Ramiro Carvajal, Héctor Reyes y Édgar Cáceres, de los municipios de Cerrito y Concepción (Santander); a Héctor Bautista, Irma Vera, José Elí Montañez, Carlos Augusto Flórez, Esteban Villamizar Pabón, Luis Alberto Flórez, Carlos Villamizar y Nerio Solazo Capacho, de los municipios de Cácuta, Chitagá y Silos (Norte de Santander).

Por último, a los evaluadores y editores por sus comentarios, que ayudaron a mejorar esta publicación.





Los autores

Ángela María Arcila Cardona

Correo electrónico: aarcila@agrosavia.co

Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-7353-5207>

Bióloga de la Universidad del Valle y doctora en Ciencias Biológicas de la misma universidad. Obtuvo tesis doctoral meritoria en las áreas de entomología, ecología del paisaje y especies invasoras. Investigadora PhD asociada de la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA), con catorce años de experiencia en investigación de insectos asociados a frutales, perennes y hortalizas de clima cálido. Las principales líneas de investigación que ha desarrollado son biología, ecología y manejo de insectos sociales (termitas y hormigas), ecología de especies invasoras, relaciones entre las características del paisaje, biodiversidad asociada y servicios ecosistémicos, modelación de distribución de especies aplicada a estudios de efectos del cambio climático y evaluación de riesgo fitosanitario, optimización de técnicas de muestreo de insectos plaga en cultivos y estudios de caracterización de entomofauna asociada a cultivos de cítricos, mango y aguacate.

9

Albert Sneyder Carvajal Rivera

Correo electrónico: acarvajal@agrosavia.co

Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-4662-8728>

Ingeniero agrónomo de la Universidad de Pamplona. Cuenta con ocho años de experiencia en proyectos de investigación agrícola en cacao, en el área de identificación de patógenos, diagnóstico, manejo fitosanitario e implementación y manejo de sistemas agroforestales con cacao. Ha recibido entrenamiento en sistemas agroforestales con cacao en el Centro Agronómico de Investigación y Enseñanza (Catie) en Turrialba, Costa Rica. Ha publicado artículos científicos en revistas indexadas en el área de protección de cultivos. Actualmente se desempeña en proyectos de investigación en mosca de la fruta.



Claudia María Holguín Aranzazu

Correo electrónico: cholguin@agrosavia.co

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-6498-3195>

Ingeniera agrónoma de la Universidad de Caldas, magíster en Entomología y doctora en Ciencias Ambientales y de Plantas con énfasis en Nematología, de Clemson University (Carolina del Sur, Estados Unidos). Investigadora PhD en la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA), con experiencia en el manejo integrado de insectos plaga y nematodos fitoparásitos en cultivos de importancia económica. En AGROSAVIA, actualmente está vinculada a proyectos de investigación en el desarrollo de programas de manejo integrado de insectos y nematodos en la Red de Innovación de Frutales, principalmente.

José Mauricio Montes Rodríguez

Correo electrónico: jmontesr@agrosavia.co

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-9281-2991>

Ingeniero agrónomo de la Universidad de Caldas y magíster en Entomología de la Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín. Su trabajo de investigación se ha enfocado en la taxonomía de insectos, específicamente en insectos escama de la superfamilia Coccoidea y moscas de las frutas del género *Anastrepha*, con lo cual ha generado nuevos registros de insectos de importancia agrícola para el país. Cuenta con experiencia en manejo integrado de plagas evaluando prácticas de manejo sostenibles económica y ambientalmente en cultivos de cítricos, lulo y piña. Además, tiene experticia en biología de la conservación y biodiversidad de insectos, con el uso de hormigas y escarabajos coprófagos como bioindicadores de impacto antrópico. Ha trabajado durante seis años en el Laboratorio Nacional de Diagnóstico Fitosanitario del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), sede Cúcuta, y ha realizado algunos trabajos en organizaciones no gubernamentales dedicadas al desarrollo de planes de ordenamiento territorial.

Leonardo Villalba Campos

Correo electrónico: lvillalbac@agrosavia.co

Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-0299-446X>

Ingeniero agrónomo de la Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá, y estudiante de la Maestría en Biología de la Universidad Industrial de Santander. Trabaja como profesional de apoyo a la investigación en la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA) desde 2015, y ha trabajado en proyectos de investigación enfocados en biología de insectos de importancia económica en varias especies hortofrutícolas.

Nancy del Carmen Barreto-Triana

Correo electrónico: nbarreto@agrosavia.co

Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-7516-4761>

Ingeniera agrónoma de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (UPTC), magíster en Ciencias Agrarias con énfasis en Fitoprotección Integrada de la Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá, y doctora en Ciencias – Programa de Entomología, con énfasis en Ecología Química y Comportamiento de Insectos, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ) de la Universidad de Sao Paulo, Brasil. Se desempeña como investigadora PhD asociada en el Centro de Investigación Tibaitatá, de la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA). Tiene 28 años de experiencia en el ajuste y la validación de estrategias para el manejo integrado de plagas en diferentes agroecosistemas: pastos de clima frío, papa, caña de azúcar para panela y durazno, y en transferencia de tecnología con productores y asistentes técnicos. Actualmente lidera tres proyectos de investigación sobre la mosca del mediterráneo *Ceratitis capitata* en cultivos de durazno. Ha publicado artículos científicos en revistas indexadas y ha participado en otras publicaciones técnicas sobre diferentes temas relacionados con manejo integrado de plagas.



Liliana Cely-Pardo

Correo electrónico: ncely@agrosavia.co

Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-9948-9798>

Bióloga de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (UPTC) y máster en Biología Aplicada con énfasis en Fitoprotección, de la Universidad Militar Nueva Granada. Investigadora máster de la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA), con experiencia en biología, comportamiento y manejo integrado de insectos plaga en cultivos de importancia económica. Actualmente está vinculada a proyectos de investigación en el desarrollo de programas de manejo integrado de insectos en los sistemas productivos de papa, caña de azúcar para panela y durazno, principalmente. Además, está adscrita a la Red de Innovación de Raíces y Tubérculos de AGROSAVIA. Ha publicado artículos científicos en revistas indexadas sobre plagas y búsqueda de fuentes de resistencia en plantas a insectos plaga.

Olga Yaneth Martínez Barrera

Correo electrónico: olga.martinez@ica.gov.co; martinezbarrera.oy@gmail.com

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-2530-6001>

Ingeniera en Agroecología de la Corporación Universitaria Minuto de Dios (Uniminuto), magíster en Ciencias en Manejo Agroecológico de Plagas Enfermedades del Centro de Desarrollo de Productos Bióticos (CEPROBI) del Instituto Politécnico Nacional (IPN), en Yautepec, Morelos, México, y doctora en Ecología y Desarrollo Sustentable con orientación en ciencias en Ecología de Artrópodos y Manejo de Plagas de El Colegio de la Frontera Sur ECOSUR, en Tapachula, Chiapas, México. Trabaja en la coordinación de las acciones de control del Plan Nacional Moscas de la Fruta (PNMF) en la Dirección Técnica de Sanidad Vegetal del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). Cuenta con formación en investigación y experiencia a nivel nacional e internacional en programas de manejo integrado de plagas en el área de entomología, particularmente en moscas de las frutas, de las cuales tiene conocimientos y habilidades en áreas específicas como biología y comportamiento, vigilancia y control, control biológico y tratamientos poscosecha. Ha publicado artículos científicos relacionados con estos temas en revistas indexadas. También tiene experiencia en docencia técnica y universitaria en carreras agropecuarias.

Pablo Andrés Osorio Mejía

Correo electrónico: posorio@agrosavia.co

Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-7672-9285>

Licenciado en Biología de la Universidad Pedagógica Nacional, ingeniero agrónomo de la Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá, y magíster en Ciencias Agrarias con énfasis en Entomología de la Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá. Profesional de investigación en la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA), desde 2013, e investigador máster de la misma corporación, desde 2019. Tiene experiencia en manejo integrado de insectos plaga, taxonomía, biología y comportamiento; además, en reconocimiento, caracterización y cría de organismos benéficos destinados al control biológico. Se desempeña laboralmente en agroecosistemas como papa, pastos de clima frío, hortalizas, caña para panela y durazno. Ha publicado documentos acerca de controladores de la polilla guatemalteca de la papa, chinches de los pastos, barrenadores de la caña para panela y sus parasitoides.

Yajaira Romero Barrera

Correo electrónico: yromero@agrosavia.co

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-6512-7307>

Ingeniera de producción biotecnológica de la Universidad Francisco de Paula Santander y máster en Estadística Aplicada de la Universidad del Norte. Trabajó durante seis años en el Centro de Investigación Caribia de la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA), donde participó en proyectos de investigación de hortalizas, frutales y métodos de muestreo de poblaciones biológicas. Desde 2014 se encuentra vinculada a la Dirección de Investigación y Desarrollo y es miembro del Equipo Extendido de Estadística nodo central; además, participa en proyectos pertenecientes a diferentes redes en los componentes de muestreo de poblaciones biológicas y estudios socioeconómicos, así como en la planificación, la ejecución y el análisis de experimentos. En este momento, es investigadora máster, adscrita a la Red de Innovación de Hortalizas y Plantas Aromáticas de AGROSAVIA.



Zaida Xiomara Sarmiento Naizaque

Correo electrónico: zsarmiento@agrosavia.co

Orcid: orcid.org/0000-0002-0478-0601

Bióloga de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (UPTC) y magíster en Ciencias Agrarias con énfasis en Entomología de la Universidad Nacional de Colombia. Trabajó como profesional de apoyo a la investigación desde 2015 hasta 2021 en la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA) y actualmente está vinculada como investigadora máster en la misma corporación. Ha participado en proyectos de caña de azúcar para panela, frutales y transversales a la investigación. En caña, ha trabajado en la determinación de parasitoides asociados a los barrenadores del tallo y en la implementación de estrategias para el manejo de *Diatraea* spp., mediante métodos biológicos y etológicos. En frutales, ha apoyado el estudio de barrenadores del tallo en cultivos de guayaba, la evaluación de métodos para la prevención y el control de mosca del mediterráneo *Ceratitis capitata* en durazno y el análisis de factibilidad para la implementación de la técnica del insecto estéril de *C. capitata* en Colombia. Ha publicado artículos científicos en revistas indexadas sobre plagas y parasitoides de los cultivos trabajados.

Introducción

La mosca del Mediterráneo *Ceratitis capitata* (Wiedemann, 1824) es uno de los problemas fitosanitarios más serios a nivel mundial, con reportes de presencia en 117 países. Es considerada altamente polífaga, se encuentra asociada a plantas cultivadas y silvestres, con registro de alrededor de 300 especies hospedantes, entre frutales y hortalizas de importancia económica (Center for Agriculture and Biosciences Internacional [CABI], 2021). Esta mosca causa daños directos a la fruta en campo y su presencia restringe el acceso a mercados de exportación en fresco (ICA, 2019).

En Colombia, la mosca del Mediterráneo se registró en 1986 (CABI, 2021; Vélez Ángel, 1997). Entre 2010 y 2015, se reportó en los departamentos de Antioquia, Atlántico, Bolívar, Boyacá, Cesar, Caldas, Cundinamarca, La Guajira, Magdalena, Meta, Nariño, Norte de Santander, Santander, Tolima y Valle del Cauca (Instituto Colombiano Agropecuario [ICA], 2010, 2015). En septiembre de 2014, el Instituto Colombiano Agropecuario, ICA, declaró la emergencia fitosanitaria en Norte de Santander, Atlántico, Bolívar y Cundinamarca (Resolución n.º 003123 de 2014) por el aumento de las poblaciones de *C. capitata*. Esto con la finalidad de implementar acciones para combatirla, evitar su dispersión a otras regiones del país y proteger áreas declaradas de baja prevalencia de esta especie. Tal es el caso del altiplano cundiboyacense, donde la presencia de *C. capitata* pone en peligro los protocolos de trabajo de admisibilidad para la exportación de productos frutícolas. En la resolución se describe como preocupante la situación de la producción de durazno, guayaba, feijoa y manzana de la provincia de Pamplona en Norte de Santander, pues esta fruta se comercializa en otras regiones del país, con alto riesgo de dispersión del insecto. Se describen además las medidas de manejo obligatorias para implementar por parte de los productores, comercializadores y exportadores de fruta (ICA, 2014).

A pesar de las medidas de prevención, monitoreo y control, recomendadas y reguladas por el ICA, el avance de *C. capitata* en Colombia refleja la necesidad de revisar las estrategias, hacer un análisis detallado de la forma como los



productores manejan este problema en sus cultivos e identificar y buscar solución a los “cuellos de botella”. De igual manera, se requiere la implementación de sistemas de vigilancia tecnológica que permitan conocer las medidas que han tomado otros países en programas exitosos de contención, manejo o erradicación de esta plaga, para evaluar y adaptar las estrategias aplicables a nuestro contexto.

El manejo de la mosca del Mediterráneo involucra múltiples herramientas, desde la implementación de acciones de prevención, hasta la aplicación de técnicas de intervención de alta complejidad científica y tecnológica, como la del insecto estéril (Pérez-Staples et al., 2020). El éxito de este tipo de esquemas radica no solo en contar con la tecnología apropiada, sino que también se debe asegurar su implementación, especialmente con un enfoque en áreas amplias y como una herramienta más del manejo integrado de plagas (MIP).

Para proteger la producción de frutas y hortalizas en Colombia, es necesario tener en cuenta, entre otros, los siguientes aspectos: i) retrasar la dispersión de la mosca del Mediterráneo; ii) mitigar el impacto económico de esta plaga donde ya se encuentra establecida, y iii) mejorar las capacidades de los productores para prevenir, monitorear e intervenir las poblaciones de moscas en sus cultivos y en las salas poscosecha.

Para Colombia, es de especial interés la consolidación y el mantenimiento de áreas de baja prevalencia o libres de moscas de la fruta, desde donde se impulsan importantes procesos de exportación que fomentan el desarrollo hortifrutícola, el progreso de las regiones y la seguridad alimentaria nacional.

Entre 2008 y 2013 el ICA, como Organización Nacional de Protección Fitosanitaria (ONPF), declaró para Colombia seis áreas de baja prevalencia para moscas de la fruta (ICA, 2021a), algunas de las cuales se han visto amenazadas por la expansión de *C. capitata*, especialmente el altiplano cundiboyacense.

Con el propósito de incrementar el éxito en el manejo de la mosca del Mediterráneo en el país, este documento desarrolla, en su primera parte, una revisión del estado del arte del conocimiento, especialmente en aspectos

técnicos fundamentales para su manejo como: identificación del riesgo, prevención, monitoreo e intervención, principalmente, con miras a implementación y desarrollo del Plan Nacional Moscas de la Fruta (PNMF).

En la segunda parte, se presentan los resultados de un caso de estudio de la situación actual de Moscamed en cultivos de durazno de los departamentos de Boyacá, Norte de Santander y Santander. A partir de la caracterización del conocimiento con el que cuentan los productores, el tipo de cultivos, su entorno social y ambiental, y las prácticas agronómicas empleadas en el sistema, se establecen relaciones de adopción y éxito en la implementación de técnicas de monitoreo y manejo de *C. capitata*.

Finalmente, en los capítulos IV y V se describen los resultados de la evaluación de diferentes tipos de trampas y atrayentes para monitoreo y control de la mosca y de la evaluación de las prácticas MIP recomendadas por el ICA, respectivamente.

Referencias

- Center for Agriculture and Biosciences Internacional [CABI]. (2021). *Invasive species compendium. Ceratitis capitata (Mediterranean fruit fly)*. <https://www.cabi.org/isc/datasheet/12367>
- Instituto Colombiano Agropecuario [ICA]. (2010). *Resultados de vigilancia fitosanitaria sobre la mosca del Mediterráneo Ceratitis capitata (Wiedemann) en Colombia*. [Boletín epidemiológico]. Plan Nacional de Moscas de la Fruta. https://www.ica.gov.co/areas/agricola/servicios/epidemiologia-agricola/boletines/nacionales/2010/bn_c_capitata_2010.aspx
- Instituto Colombiano Agropecuario [ICA]. (2014). Resolución Número 003123 de 2014. "Por medio de la cual se declara el Estado de Emergencia Fitosanitaria en los departamentos de Norte de Santander, Atlántico, Bolívar y Cundinamarca, por la presencia de la mosca del Mediterráneo *Ceratitis capitata* Wiedemann".
- Instituto Colombiano Agropecuario [ICA]. (2015). *Actualización de la situación de la mosca del Mediterráneo (Ceratitis capitata (Wiedemann)) en Colombia*. <https://www.ica.gov.co/areas/agricola/servicios/epidemiologia-agricola/saf/notificacion-oficial/detalle-notificacion-oficial/actualizacion-de-la-situacion-de-la-mosca-del-medi.aspx>



- Instituto Colombiano Agropecuario [ICA]. (2021). *Resolución 106407. "Por la cual se establecen medidas fitosanitarias para el control de las moscas de la fruta en el territorio nacional y se dictan otras disposiciones"*. <https://www.ica.gov.co/getattachment/d4670253-0970-472d-90d6-d69b539c-8ff3/2021R106407.aspx>
- Pérez-Staples, D., Díaz-Fleischer, F., & Montoya, P. (2020). The sterile insect technique: Success and perspectives in the neotropics. *Neotropical Entomology*, 50(2), 172-185. <https://doi.org/10.1007/s13744-020-00817-3>
- Vélez Ángel, R. (1997). *Plagas agrícolas de impacto económico en Colombia: biología y manejo integrado*. Editorial Universidad de Antioquia.







Capítulo I

Plan Nacional Moscas de la Fruta y normatividad ICA

Olga Yaneth Martínez Barrera

Introducción

El éxito en la aplicación de los programas fitosanitarios en diferentes países y la adecuada implementación del marco normativo asociado con la mitigación de los efectos de las moscas de las frutas han permitido soportar el establecimiento de zonas de baja prevalencia o libres de estas plagas en áreas de producción frutícola, con lo cual se ha logrado el acceso a diversos y mejores mercados nacionales e internacionales. Este resultado se debe al esfuerzo conjunto y comprometido de productores, gremio y autoridades que, mediante un trabajo coordinado, y una constante retroalimentación, han conseguido el continuo mejoramiento de estrategias que optimicen los recursos tecnológicos, humanos y financieros para mejorar la condición sanitaria requerida para proyectar la producción nacional en mercados internacionales.

21

El Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), como Organización Nacional de Protección Fitosanitaria (ONPF), tiene la función de proteger la sanidad vegetal del país mediante la ejecución de acciones de prevención, vigilancia y control, que eviten la introducción y propagación de plagas que puedan afectar las especies agrícolas y forestales del territorio nacional.

Plan Nacional de Moscas de la Fruta (PNMF)

A continuación, se describe el programa fitosanitario que comprende las actividades de prevención, vigilancia y control de moscas de la fruta, además del marco normativo vigente en Colombia. El objetivo de este plan nacional es obtener una fruta sana, con mejores oportunidades de comercialización

nacional y que cuente con los requisitos fitosanitarios para ingresar a mercados internacionales.

Marco conceptual

Dentro del gran grupo de dípteros (Insecta: Diptera) al que pertenecen las moscas de la fruta, se distingue principalmente la familia Tephritidae, la cual alberga los géneros *Anastrepha* (Schiner) y *Ceratitis* (MacLeay) (Guillén Aguilar, 2020). El género *Anastrepha* es el más diverso en América, pues comprende más de 300 especies descritas. Para el género *Ceratitis*, se consideran siete especies de importancia económica y cuarentenaria en América Latina y el Caribe (Guillén Aguilar, 2020).

En Colombia, hasta el momento se reportan 96 especies de moscas del género *Anastrepha* (Norrbon et al., 2021; Rodríguez & Norrbom, 2021), de las cuales diez son consideradas plaga (Resolución 106407, ICA 2021a). El ICA, mediante Resolución 3593 de 2015, estableció que las plagas de control oficial, con categoría de plagas “cuarentenarias presentes en Colombia” de los géneros *Anastrepha* y *Ceratitis* son: *Anastrepha* complejo *fraterculus* (Wiedemann), *Anastrepha grandis* (Macquart) y *Ceratitis capitata* (Wiedemann).

***Anastrepha fraterculus*.** Se considera un complejo de especies, debido a diferencias morfológicas, genéticas, de hospedantes y de distribución (Rodríguez & Arévalo, 2015), sin que hasta la fecha se haya logrado esclarecer la variabilidad del grupo o proponer nuevos taxones a partir de esta información. Hernández-Ortiz et al. (2012) describieron siete morfotipos y posiblemente puedan encontrarse más, ya que esta investigación continúa en desarrollo. Su distribución en Colombia se registra en 24 departamentos, y está asociada principalmente a mora de Castilla (*Rubus glaucus*), café (*Coffea arabica*) y durazno (*Prunus persica*) de la variedad Rey Negro (Rodríguez & Arévalo, 2015).

***Anastrepha grandis*.** Su presencia se ha reportado en 18 de los 32 departamentos de Colombia y está asociada a especies de los géneros *Cucurbita* y *Cucumis* (Rodríguez & Arévalo, 2015).

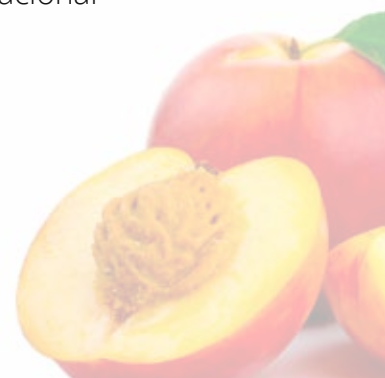
Ceratitis capitata. Se ha registrado en 15 departamentos de Colombia y se asocia principalmente con frutos de almendro tropical (*Terminalia cattapa*), café (*Coffea arabica*) y durazno común (*Prunus persica*) (Rodríguez & Arévalo, 2015). Se considera plaga porque en sus estados inmaduros se alimenta de los frutos de un gran número de plantas cultivadas y silvestres, lo que genera daño directo o indirecto por la entrada de microorganismos patógenos, los cuales ocasionan grandes pérdidas económicas para la fruticultura a nivel mundial (Hernández-Ortiz et al., 2010). Adicionalmente, cuando se trata de especies de moscas catalogadas como cuarentenarias, su presencia obstaculiza la exportación de los productos, sobre todo cuando estos están sujetos a medidas cuarentenarias impuestas en los países importadores (Aluja & Mangan, 2008; Salcedo-Baca et al., 2010).

Las moscas de la fruta (Diptera: Tephritidae) se ubican entre las diez plagas de mayor relevancia para la fruticultura mundial (Aluja, 1994, 1999; Aluja & Mangan, 2008; Hernández-Ortiz, 1992). Se considera que son insectos con gran capacidad de dispersión y muchas de ellas tienen gran capacidad de adaptación a diferentes especies de frutos hospedantes (Guillén Aguilar, 2020).

Por lo expuesto, el manejo de las moscas debe contemplar una perspectiva amplia, que incluya el gran número de factores biológicos y ecológicos que intervienen en su desarrollo epidemiológico (Arredondo et al., 2010), y que evite el uso indiscriminado de insecticidas, lo cual genera daños ambientales, en la salud humana y eleva los costos de producción y de tratamientos poscosecha (Salcedo-Baca et al., 2010).

Antecedentes

Con base en lo anterior, el ICA propuso un programa de vigilancia de moscas de la fruta en todo el país, el cual inició en 1972, a partir de un proyecto conjunto en la región Andina. Posteriormente, en 1996 tomó el nombre de Proyecto Moscas de la Fruta y desde 2007 se tradujo en el Plan Nacional Moscas de la Fruta (PNMF).



En el PNMF se contemplan acciones de vigilancia y de control para dar cumplimiento al objetivo institucional de prevenir, vigilar y controlar las moscas de la fruta, para mejorar las condiciones fitosanitarias de la producción frutícola en Colombia y potenciar la capacidad de esta producción con destino a mercados especializados. Con la información que arroja el desarrollo de este proyecto, se implementan nuevos planes de trabajo y acuerdos de exportación, y se establecen áreas declaradas como libres o de baja prevalencia de la plaga.

Las actividades de vigilancia y control se realizan con la coordinación de las Direcciones Técnicas de Epidemiología y Vigilancia Fitosanitaria (DTEV) y de Sanidad Vegetal (DTSV), las cuales hacen parte de la Subgerencia de Protección Vegetal del ICA.

Actualmente, el ICA cuenta con una red de trapeo para las especies de moscas de la fruta de importancia económica en 25 departamentos (figura 1). Cuenta con 97 rutas oficiales, donde se lleva a cabo la instalación, el recebo y la lectura de trampas tipo Jackson y McPhail, con diferentes atrayentes para el monitoreo de moscas no nativas, *Anastrepha* spp. y *C. capitata*. Esta actividad de trapeo se complementa con la técnica de muestreo de frutos, con la cual se determinan las plantas hospedantes de las diferentes especies de moscas de la fruta presentes en el país (ICA, 2021a).

Una vez detectada la presencia de las diferentes especies de moscas de la fruta en el país y con base en el análisis de sus poblaciones, se implementan acciones de control. Actualmente, la prioridad es el manejo de poblaciones de *C. capitata* y en menor proporción, *Anastrepha obliqua*. La implementación del manejo integrado de *C. capitata* contempla el manejo preventivo, control mecánico, etológico, químico y legal, y se basa en marcos normativos que se describen más adelante.



Figura 1. Sistema de vigilancia de moscas de la fruta en Colombia.

Fuente: Dirección Técnica de Epidemiología y Vigilancia Fitosanitaria ICA



Normativa ICA para vigilancia y control de mosca del Mediterráneo *Ceratitis capitata*

El ICA, por medio de la promulgación de medidas fitosanitarias a través de resoluciones, además de mejorar la condición fitosanitaria del país, también busca comprometer a todos los actores de la cadena, tanto públicos como privados, involucrados en el sector frutícola, para que, mediante un trabajo articulado, coordinado y sistemático, se realicen acciones que eviten la entrada, el establecimiento, la dispersión o el impacto económico de las moscas de la fruta en el territorio nacional. En Colombia existen dos resoluciones vigentes enfocadas en el manejo fitosanitario de moscas de la fruta: la Resolución 106407 y la Resolución 995.

Resolución 106407. “Por la cual se establecen medidas fitosanitarias para el control de las moscas de la fruta en el territorio nacional y se dictan otras disposiciones” (ICA, 2021a). Se enfoca en el manejo de las especies de moscas de la fruta que existen en Colombia, en especial las que pertenecen a los géneros *Anastrepha* y *Ceratitis*. En esta norma, se detallan las medidas fitosanitarias de prevención, control mecánico, etológico, químico y legal, y se resalta la responsabilidad de su implementación que recae en “todas las personas naturales o jurídicas del territorio nacional que posean, administren, empaquen o comercialicen, a cualquier título e independiente de la cantidad, plantas o frutos hospedantes de moscas de la fruta y de otras especies del orden Diptera, que representen un riesgo fitosanitario, según lo establezca el ICA”.

Resolución 995. “Por medio de la cual se establecen medidas fitosanitarias para el control de la mosca del Mediterráneo *Ceratitis capitata* (Wiedemann, 1824) en la especie durazno y la contención de su dispersión en el territorio nacional” (ICA, 2019). Se centra en el manejo de *C. capitata*, considerando que es una de las principales plagas de importancia económica y cuarentenaria que restringe la exportación de la producción frutícola nacional hacia el exterior y la cual se encuentra localizada en algunos departamentos de Colombia (Rodríguez &

Arévalo, 2015). Lo anterior, debido a que el durazno es uno de los frutales comerciales con mayor afectación por mosca del Mediterráneo en Colombia, por lo que se encuentra establecida principalmente en los departamentos de Norte de Santander y Santander, y en algunas regiones de Boyacá, por ser los mayores productores de durazno, con alto riesgo de dispersión de la plaga hacia otras zonas del país.

Mediante la implementación de esta resolución, se busca controlar las poblaciones de la mosca del Mediterráneo de las zonas productoras de durazno y mitigar su dispersión a otras regiones de Colombia. En esta resolución se establece la inscripción de todos los lugares de producción de durazno ante el ICA y su compromiso con la implementación del sistema de monitoreo (mínimo una trampa Jackson por predio) para supervisar que el índice poblacional no sobrepase del 0,2 mosca trampa día (MTD), además del compromiso por parte del productor de realizar todas las actividades de control necesarias para la contención de sus poblaciones.

Adicionalmente, con el fin de garantizar la calidad fitosanitaria del durazno que se comercializa, así como de otros productos agrícolas y pecuarios, es necesario tramitar una Licencia Fitosanitaria de Movilización de Material Vegetal, como lo señala la Resolución 115686 (ICA, 2021b). También se debe permitir la inspección del ICA a la carga de durazno en los puestos de control ubicados en puntos estratégicos de las vías principales que conducen hacia el interior del país.

El trabajo conjunto y comprometido por parte del personal del ICA y de los productores logró, en 2021, la inscripción de 2.128 lugares de producción (LP) de durazno en 58 municipios de Norte de Santander, Santander y Boyacá, que comprenden 2.167,4 hectáreas (ha). Boyacá es el departamento con mayor número de lugares de producción inscritos (1.045), que comprenden un área de 613 ha, seguido de Norte de Santander con 826 LP, en 1.253 ha y Santander con 257 LP y 301 ha (ICA, 2021c).



Reflexiones

El PNMF ha permitido avances en el reconocimiento de la presencia y hospedantes de las diferentes especies de moscas de la fruta en el país, así como establecer las medidas de control para su manejo, reflejadas en la implementación de las Resoluciones 106407 de 2021 (ICA, 2021a) y 995 de 2019 (ICA, 2019). Sin embargo, existen algunos factores limitantes para lograr a cabalidad los objetivos propuestos. La meta a corto plazo es modelar un programa digital que permita hacer proyecciones de riesgo y alertas tempranas, correlacionando la presencia de las diversas especies de moscas de la fruta con las condiciones ambientales, la disponibilidad de hospedantes, estados de desarrollo de cultivo, entre otros, para realizar un control oportuno y evitar el aumento de poblaciones y de áreas de dispersión de la plaga.

Se requiere fortalecer la articulación institucional con diferentes entes educativos e investigativos para tener un mayor conocimiento, el cual pueda ser transmitido a todos los productores y así garantizar que las personas involucradas tengan un mejor dominio y concientización del tema, con el fin de aclarar los conceptos de control preventivo como curativo.

Referencias

- Aluja, M. (1994). Bionomics and management of *Anastrepha*. *Annual Review of Entomology*, 39, 155-178. <https://doi.org/10.1146/annurev.en.39.010194.001103>
- Aluja, M. (1999). Fruit fly (Diptera: Tephritidae) research in Latin America: myths, realities and dreams. *Anais da Sociedade Entomologica do Brasil*, 28(4), 565-594. <https://doi.org/10.1590/S0301-80591999000400001>
- Aluja, M., & Mangan, R. L. (2008). Fruit Fly (Diptera: Tephritidae) Host Status Determination: Critical Conceptual, Methodological, and Regulatory Considerations. *Annual Review of Entomology*, 53(1), 473-502. <https://doi.org/10.1146/annurev.ento.53.103106.093350>
- Arredondo, J., Díaz-Fleischer, F., & Pérez-Staples, D. (2010). Biología y comportamiento. En P. Montoya, J. Toledo, & E. Hernández (Eds.), *Moscas de la fruta: fundamentos y procedimientos para su manejo* (pp. 27-40). S&G.
- Guillén Aguilar, J. C. (2020). *Guía armonizada de taxonomía e identificación de tefritidos que pudieran ser considerados de importancia económica y cuarentenaria en América Latina y el Caribe*. Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA); Organismo Internacional

Regional de Sanidad Agropecuaria (OIRSA). <https://www.iaea.org/sites/default/files/guia210220.pdf>

- Hernández-Ortiz, V. (1992). *El género Anastrepha Schiner en México (Diptera: Tephritidae). Taxonomía, distribución y sus plantas huéspedes*. Instituto de Ecología; Sociedad Mexicana de Entomología.
- Hernández-Ortiz, V., Bartolucci, A. F., Morales-Valles, P., Frías, D., & Selivon, D. (2012). Cryptic species of the *Anastrepha fraterculus* Complex (Diptera Tephritidae): A multivariate Approach for the Recognition of South American Morphotypes. *Annals of the Entomological Society of America*, 105(2), 305-318. <https://doi.org/10.1603/AN11123>
- Hernández-Ortiz, V., Guillén-Aguilar, J., & López, L. (2010). Taxonomía e identificación de moscas de la fruta de importancia económica en América. En P. Montoya, J. Toledo, & E. Hernández (Eds.), *Moscas de la fruta: fundamentos y procedimientos para su manejo* (pp. 49-80). S&G.
- Instituto Colombiano Agropecuario [ICA]. (2015). Resolución 3593. "Por medio de la cual se crea el mecanismo para establecer, mantener, actualizar y divulgar el listado de plagas reglamentadas de Colombia". <https://www.ica.gov.co/getattachment/a6a72675-e009-42f7-8c25-89b406e494d9/2015R3593.aspx>
- Instituto Colombiano Agropecuario [ICA]. (2019). Resolución 995. "Por medio de la cual se establecen medidas fitosanitarias para el control de la mosca del Mediterráneo *Ceratitis capitata* (Wiedemann) en la especie durazno y la contención de su dispersión en el territorio nacional". <https://www.ica.gov.co/getattachment/98267354-8834-4ead-8b45-9af3ee7bf2dd/2019R00995.aspx>
- Instituto Colombiano Agropecuario [ICA]. (2021a). Resolución 106407. "Por la cual se establecen medidas fitosanitarias para el control de las moscas de la fruta en el territorio nacional y se dictan otras disposiciones". <https://www.ica.gov.co/getattachment/d4670253-0970-472d-90d6-d69b539c8ff3/2021R106407.aspx>
- Instituto Colombiano Agropecuario [ICA]. (2021b). Resolución 115686. "Por la cual se reglamenta la expedición de la Licencia Fitosanitaria para la Movilización de Material Vegetal en el territorio nacional". <https://www.ica.gov.co/normatividad/normas-ica/resoluciones-oficinas-nacionales/2021/2021r115686>
- Norrbom, A. L., Muller, A., Gangadin, A., Sutton, B. D., Rodríguez, E. J., Savaris, M., Lampert, S., Rodríguez Clavijo, P. A., Steck, G. J., Moore, M. R., Nolasco, N., Troya, H., Keil, C. B., Padilla, A., Wiedmann, B. M., Cassel, B., Branham, M., & Ruiz-Arce, R. (2021). New species and host plants of *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae) primarily from Suriname and Pará, Brazil. *Zootaxa*, 5044(1), 1-74. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.5044.1.1>
- Rodríguez, P., & Arévalo, E. (2015). *Las moscas de la fruta de importancia económica en Colombia* [Boletín técnico]. Instituto Colombiano Agropecuario.



- Rodríguez, P. A., & Norrbom, A. L. (2021). New species and new records of *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae) from Colombia. *Zootaxa*, 5004(1), 107-130. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.5004.1.4>
- Salcedo-Baca, D., Terrazas-González, G., Lomeli-Flores, F. R., & Rodríguez-Leyva, E. (2010). Análisis costo-beneficio del Programa Moscamed. En P. Montoya, J. Toledo, & E. Hernández (Eds.), *Moscas de la fruta: fundamentos y procedimientos para su manejo* (pp. 27-40). S&G.







Capítulo II

Biología, hábitos y hospederos de la mosca del Mediterráneo *Ceratitis capitata* en Colombia

Liliana Cely-Pardo, Ángela María Arcila Cardona, José Mauricio Montes Rodríguez, Zaida Xiomara Sarmiento Naizaque, Pablo Andrés Osorio Mejía

Una vez expuesta la importancia económica de *C. capitata* en el capítulo anterior, en este capítulo se abordan las características más destacadas de su biología, hábitos y comportamiento.

Biología y hábitos

A pesar de ser originaria de África, se le conoce como “Mosca del Mediterráneo” o Moscamed de la fruta porque en los países mediterráneos su incidencia económica ha sido muy alta, ya que afecta numerosos cultivos, entre los que se destacan los cítricos y los frutales de hueso (albaricoque, cerezo, ciruelo y nectarina, entre otros) o de pepita (manzano, pero y membrillo, entre otros) (García Marí, 2002). Se encuentra en los cinco continentes invadiendo áreas del trópico y del subtrópico, su exitosa expansión puede explicarse por su alto potencial reproductivo, gran capacidad de adaptación a condiciones climáticas, falta de enemigos naturales y que, al no tener un hospedero principal, posee alta adaptabilidad alimenticia (Arredondo et al., 2020; Calcagno, 2001; García Marí, 2002).

En su hábitat natural, *C. capitata* explota un recurso que está disponible en diferentes temporadas del año; de esta manera, la existencia de frutas maduras es muy abundante en momentos concretos y en otros meses del año pueden ser muy escasas, lo cual condiciona la biología y el desarrollo de la mosca; por lo tanto, esta especie ha adquirido la facultad de rápido desarrollo de

los inmaduros, alta longevidad y elevada capacidad de desplazamiento de los adultos (García Marí, 2002). Algunos estudios acerca de los rasgos de la historia natural de *C. capitata*, realizados por Krainacker et al. (1987), encontraron que su éxito como insecto polífago está relacionado no solo con el hecho de que puede desarrollarse en gran número de plantas hospedantes, sino además con su estrategia reproductiva tipo “r”; es decir, con elevada capacidad de multiplicación y dispersión al alimentarse de diversos recursos (García Marí, 2002). Por su parte, Fitt et al. (citados por Ruiz & Vera, 2016) encontraron que las plantas aceptadas por las hembras para su oviposición no siempre son las más adecuadas para las larvas, pues en algunos casos las hembras de *C. capitata* ovipositan en especies vegetales en las cuales el desarrollo larval no es favorecido o no se completa.

Las hembras causan daños cosméticos en la piel de las frutas producto de la oviposición y dejan pequeños orificios que pueden convertirse en manchas que deprecian las cosechas (figuras 2a y 2b). Internamente el daño es ocasionado por la actividad alimenticia de las larvas, que a veces pueden provocar la caída de los frutos debido a la descomposición de la pulpa, acelerada por el desarrollo de patógenos que entran por los orificios de las posturas (figura 2c). La comercialización de frutos que contienen huevos o larvas en desarrollo permite transportar insectos en crecimiento, lo que deteriora el producto en el lugar de destino, pudrición con mayor rapidez y afectación de frutos sanos que no fueron afectados, pero que al entrar en contacto con las infecciones secundarias también se contaminan (García Marí, 2002).

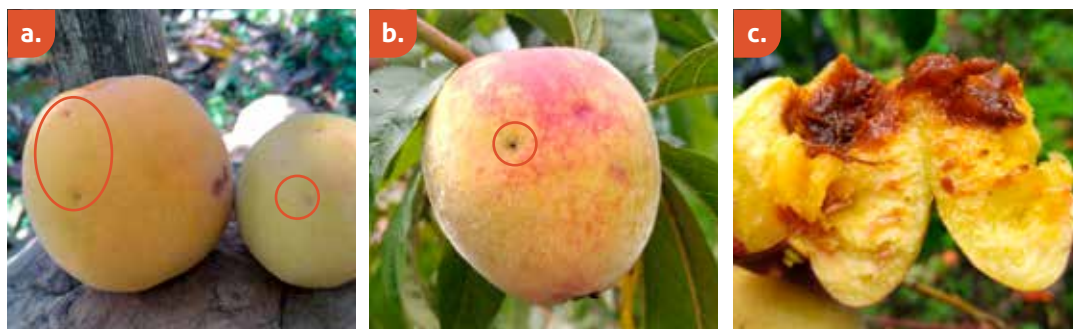


Figura 2. Daño causado por *C. capitata* en frutos de durazno. a. Orificios de oviposición; b. Daño externo; c. Daño interno y larvas en el fruto de durazno.

Fotos: Liliana Cely-Pardo

Ciclo de vida

La mosca del Mediterráneo es un insecto holometábolo, es decir, en su desarrollo atraviesa por las etapas de huevo, larva, pupa y adulto (Arredondo et al., 2020). La temperatura y la humedad relativa (HR) tienen un efecto directo en el desarrollo del ciclo de vida de la mosca del Mediterráneo; en términos generales, condiciones iguales o cercanas a 25 °C y 60 % de HR generan un mejor desarrollo del insecto, con mayor porcentaje de emergencia y mayor tiempo de supervivencia de los adultos (Shoukry & Hafez, 1979). Se estima que para *C. capitata* la temperatura óptima para completar su desarrollo es de 25-26° C. En estas condiciones, la duración total del ciclo de vida es de 21 a 30 días (Thomas et al., 2019).

El tipo de hospedante también influye en la duración del ciclo; por ejemplo, en cítricos el desarrollo larval puede durar de 10 a 26 días, mientras que en durazno es más corto, entre 10 y 15 días (Thomas et al., 2019). Kaspi et al. (2002) afirman que los frutos hospedantes varían mucho en la calidad de alimento que ofrecen a las larvas, en especial en contenidos de azúcar y proteínas. Por lo tanto, la elección de oviposición de las hembras tendrá significativas consecuencias en el desarrollo larval. Los autores citan como ejemplo el estudio realizado en 1987 por Hrainacker y colaboradores, quienes encontraron que las larvas de *C. capitata* criadas en 24 especies diferentes de frutas hospedantes variaron su supervivencia, tamaño, tiempo de desarrollo y fecundidad de las hembras.

Huevo

Los huevos son de forma alargada, curvos, delgados, blancos y brillantes, como pequeños granos de arroz, y miden aproximadamente 1 mm de largo (figura 3) (Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria [Senasica], 2018). La oviposición ocurre generalmente en frutos en los primeros estadios de maduración, es decir, cuando la coloración del fondo de la piel empieza a cambiar de verde a amarillo rojizo (Thomas et al., 2019). Las hembras tienden a evitar frutos muy maduros ya que un alto contenido de



agua está asociado a mayor mortalidad de huevos y larvas (Thomas et al., 2019). Los huevos son depositados en grupos de 1 a 10, por lo general en heridas preexistentes en la epidermis de la fruta (Thomas et al., 2019). Varias hembras pueden ovipositar en el mismo fruto, y llegan a encontrarse varios cientos de huevos en el mismo punto de oviposición. La eclosión de los huevos toma de 2 a 3 días (26° C) (United States Department of Agriculture [USDA], 2003).

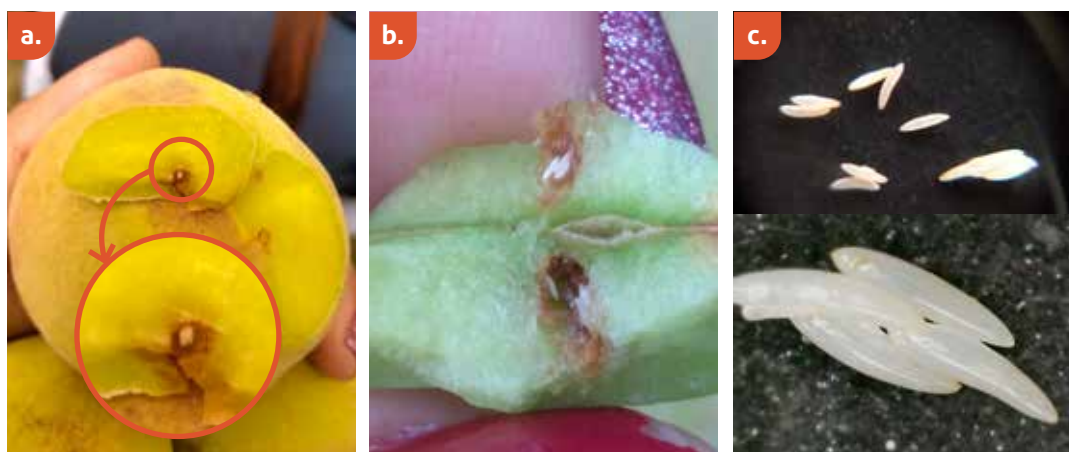


Figura 3. Posturas de *C. capitata*. a y b. Posturas en frutos de durazno; c. Huevos de *C. capitata*.

Fotos: Liliana Cely-Pardo

Larva

La forma de las larvas es típica de la familia Tephritidae: son de color blanco o crema, tienen cuerpo con forma cilíndrica, un poco ahusado hacia la región anterior, donde se encuentran los ganchos bucales y los dientes accesorios, sin cápsula cefálica distinguible y carecen de patas (Senasica, 2018) (figura 4).

La larva atraviesa por tres instares; recién emergida mide cerca de 1 mm, mientras que completamente desarrollada alcanza de 7 a 9 mm (Hernández-Ortiz et al., 2010). Al retirarse de los frutos, las larvas manifiestan el comportamiento de “arquearse y saltar” reiteradamente (Bustillo Pardey, 1989). En condiciones óptimas, el desarrollo larval toma de 6 a 10 días (25-26° C) (Bustillo Pardey, 1989; Thomas et al., 2019).

Pupa

Las larvas normalmente abandonan el fruto al caer al suelo o cuando aún están en el árbol, para empupar en el suelo (Thomas et al., 2019). La pupa es de forma cilíndrica, de textura apergaminada, delgada y rugosa, de color rojizo a marrón oscuro (Thomas et al., 2019). El tamaño promedio es de 3,5 a 5 mm y su desarrollo toma de 6 a 15 días hasta la salida del adulto, bajo una temperatura promedio de 26 °C (figura 5) (Thomas et al., 2019; USDA, 2003). La duración del estado de pupa puede tardar hasta 19 días cuando la temperatura es menor (20-21 °C) (Thomas et al., 2019). Durante esta fase, *C. capitata* puede retrasar el desarrollo y sobrevivir cuando las condiciones no son favorables; como cuando hay escasez de alimento, déficit o exceso de agua o temperaturas extremas (USDA, 2003).

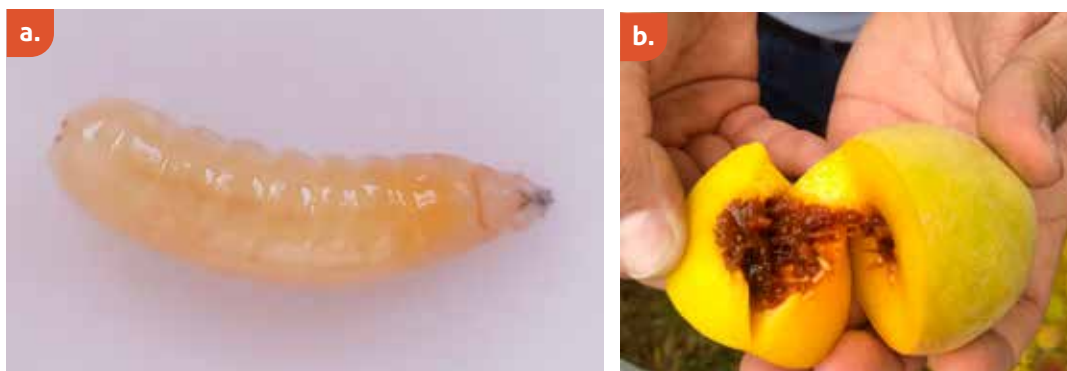


Figura 4. Larvas de *C. capitata*. a. Larva de *C. capitata* individualizada; b. Larvas de *C. capitata* en frutos de durazno.

Fotos: Liliana Cely-Pardo



Figura 5. Pupas de *C. capitata*. a. Pupas en vermiculita; b. Pupas individualizadas; c. Pupa.

Fotos: Liliana Cely-Pardo

Adultos

El adulto es una mosca de menor tamaño que la doméstica, alcanza entre 3,5 y 5 mm de longitud; tiene colores vivos y su cabeza es oscura (Bustillo Pardey, 1989). Los machos se distinguen fácilmente de las hembras por presentar un par de setas ocelares modificadas de color negro que termina en una paleta romboide o de forma capitada (figura 6a) en la parte frontal de la cabeza; característica única de esta especie (Bustillo Pardey, 1989; Senasica, 2018). El tórax presenta manchas negras y largos “pelos” o setas (Thomas et al., 2019). Posee alas anchas, hialinas con marcas de color negro, marrón y amarillo que semejan la punta de una flecha; además, presentan un patrón basado en franjas amarillas, frecuentemente con una franja discal, una costal y otra en la vena DM-Cu. Las celdas basales suelen tener puntos negros en su interior (Hernández-Ortiz et al., 2010; Senasica, 2018). El abdomen es de forma ovalada, con color amarillo rojizo, franjas amarillas y negras; tiene setas negras finas y dos bandas angostas transversales hacia su extremo anterior. En el extremo del abdomen, las hembras tienen un ovipositor alargado (figura 6b) (Bustillo Pardey, 1989; Senasica, 2018).

38

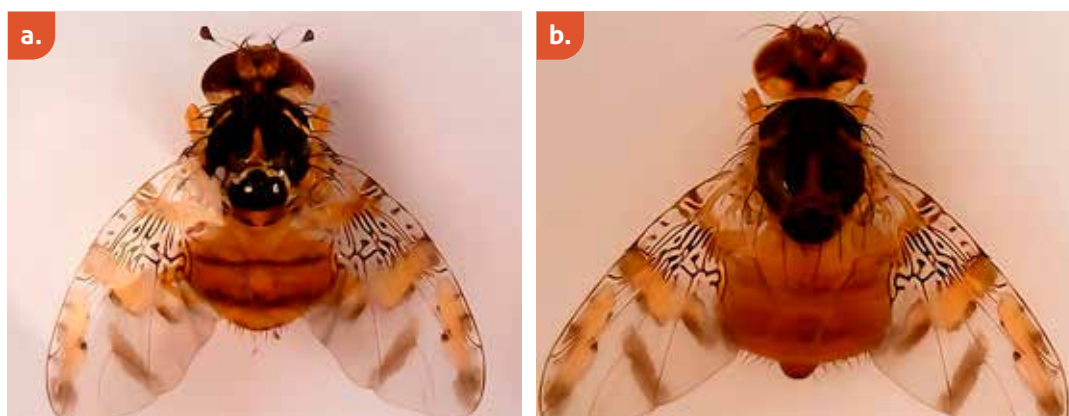


Figura 6. Adultos de *C. capitata*. a. Macho; b. Hembra.

Fotos: Liliana Cely-Pardo

Las hembras adultas recién emergidas no están maduras sexualmente, razón por la cual pasan por un periodo de preoviposición que dura mínimo dos

días, de acuerdo con las condiciones ambientales; durante este tiempo, los adultos, en especial las hembras, deben alimentarse de sustancias proteicas para alcanzar la madurez sexual (USDA, 2003). Estos nutrientes los adquieren de jugos y pulpa de frutos heridos, mielecillas, secreciones florales, polen, excrementos de aves y exudados de hojas y tallos (Aluja, 1994; Prokopy & Papaj, 2000). Las hembras emplean estímulos olfativos y visuales para ubicar el sitio de oviposición; pueden ovipositar hasta 22 huevos por día y hasta 800 huevos durante todo el periodo de oviposición que es de aproximadamente once días, con un promedio de 300 huevos por hembra (Thomas et al., 2019).

Cuando los adultos no encuentran alimento mueren dentro de los primeros cuatro días; sin embargo, cuando las condiciones ambientales y la disponibilidad de alimento como miel de rocío, savia, frutas, excremento de aves son adecuadas, pueden vivir hasta seis meses. Esto se traduce en traslape de generaciones y en la permanencia constante de estas moscas en el cultivo (Thomas et al., 2019).

Estudios realizados por Zanardi et al. (2011) en Brasil, evaluaron el desarrollo de *C. capitata* en caqui, manzana, durazno y uva; encontraron que en el durazno, a 25 °C, se presentó menor duración del ciclo de vida (25 días), mayor peso (9,8 g) y viabilidad de pupas (85,45 %); también observaron la duración del periodo de oviposición (43 días), la fecundidad de las hembras y la longevidad de los adultos (79 días los machos y 63 días las hembras).

En Colombia, algunos estudios realizados por el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) sobre durazno, reportan la duración del ciclo de vida de *C. capitata* en aproximadamente 24 días, desde la oviposición de las hembras hasta la obtención de una nueva generación a 22 ± 2 °C y $45 \% \pm 5$ HR (figura 7), así: incubación del huevo, de 1-2 días; desarrollo de la larva, 6 días; formación y maduración de pupas hasta la emergencia de nuevos adultos, 11 días en promedio, y la ingesta de proteína y maduración de la ovoteca de la hembra recién emergida tomó alrededor de 4 días. Desde el día 24 después de iniciar su ciclo de vida y hasta su muerte, la hembra busca frutos para ovipositar y garantizar su descendencia (Rodríguez & Arévalo, 2015).



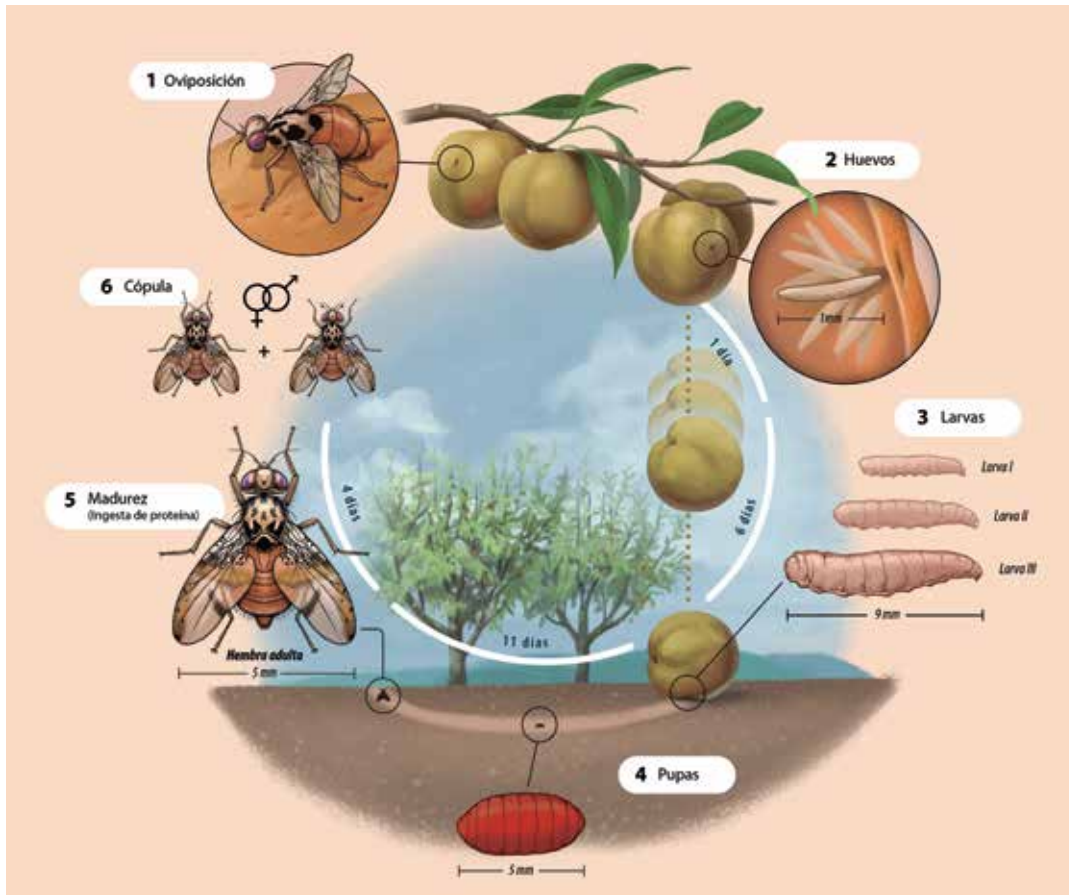


Figura 7. Ciclo de vida de *C. capitata* sobre durazno común (*Prunus persica*).

Fuente: Adaptado de Rodríguez & Arévalo (2015)

Comportamiento

Por tratarse de una especie multivoltina, es decir, que presenta varias generaciones por año, y teniendo en cuenta las condiciones ambientales de Colombia, la presencia de *C. capitata* en los cultivos es permanente, con épocas de mayor o menor densidad de población, de acuerdo con la variación de factores clave, como la disponibilidad de fruta, la temperatura y la humedad relativa (Papadopoulos et al., 2006).

La emergencia de los adultos normalmente ocurre en horas de la mañana y tiende a ser menor cuando la temperatura disminuye (20 °C) (Thomas

et al., 2019). Las hembras no ovipositan cuando la temperatura baja de 16 °C, mientras que el desarrollo de huevos, larvas y pupas se suspende cuando la temperatura desciende de 10 °C (Bustillo Pardey, 1989; Senasi-
ca, 2018; Thomas et al., 2019). La temperatura ambiental también deter-
mina la ocurrencia del apareamiento. Se ha observado que esta actividad
ocurre desde la mitad de la mañana hasta las primeras horas de la tarde,
en localidades con altas temperaturas; la actividad se interrumpe al medio
día. De manera similar ocurre con la oviposición que se presenta en mayor
proporción en horas de la tarde (Demirel, 2007).

Los adultos vuelan con rapidez y agilidad; aunque el viento tiene una fuerte
influencia sobre la dirección del vuelo y la dispersión del insecto, la disponi-
bilidad de frutos aptos y de lugares para oviposición facilita la rápida disper-
sión a largas distancias o la limita a pocos metros (Aluja, 1993; Barbosa et al.,
2000; Dean et al., 2001). Si en un lote productivo existen frutos maduros que
son adecuados para las posturas de los adultos, la población suele perma-
necer en un espacio específico y apenas se desplaza a unos metros. Si el lote
carece de frutos maduros, las moscas son capaces de desplazarse hasta 20
km de distancia, atraídas por el color y el olor de los frutos en maduración
(Díaz et al., 2008; Tigrero & Salas, 2005).

Una vez en los frutos, las hembras fecundadas pican la corteza y depositan
los huevos por debajo de la piel o corteza de la fruta a muy poca profundidad
(figura 8). Después de la eclosión de estos, las larvas neonatas avanzan hacia el
interior del fruto y se alimentan de la pulpa (Bustillo Pardey, 1989; García Marí,
2002). Se reporta que solo un pequeño número de estas larvas logra comple-
tar su desarrollo debido a la alta mortalidad que ocasionan algunos compues-
tos químicos de la corteza de los frutos; por ejemplo, los aceites esenciales de
la corteza de los cítricos, la dureza propia de la piel o corteza de algunos otros
frutos y la exudación de gomas u otras sustancias tóxicas que acaban por ma-
tar a las larvas (García Marí, 2002).





Figura 8. Oviposición de *C. capitata*. **a.** Hembra de *C. capitata* ovipositando en durazno; **b.** Orificios de oviposición.

Fotos: Albert Sneyder Carvajal Rivera y Liliana Cely-Pardo

En cuanto a la alimentación, la mayor actividad sobre frutos ocurre en la mitad de la mañana y al final de la tarde, mientras que en las horas más calurosas del día se observa una mayor actividad de búsqueda sobre las hojas en la parte baja del dosel (Demirel, 2007). En las regiones tropicales, el principal factor ambiental que determina la fluctuación en las poblaciones de *C. capitata* es la disponibilidad y abundancia de frutas. Se ha observado que la ausencia de fruta durante tres o cuatro meses reduce las poblaciones sustancialmente (Thomas et al., 2019). Se considera que *C. capitata*, a diferencia de otras moscas de la fruta, tolera mejor las bajas temperaturas. Esto, sumado a la amplia gama de hospedantes, la hacen una especie invasora muy eficiente (Israely et al., 2005).

Hospedantes

Como ya se mencionó, Moscamed o *C. capitata* es una especie polífaga con más de 260 hospederos, conocidos entre especies cultivadas y silvestres (Thomas et al., 2013), y prefiere frutos maduros y succulentos (Bustillo Pardey, 1989). Aunque no se tiene un listado regional de hospederos cultivados y silvestres en Colombia, se conocen relaciones de plantas hospederas en otros países de Suramérica (Morales et al., 2004; Oroño et al., 2006).

En el grupo de las especies hospedantes cultivadas a nivel mundial, se destacan: marañón (*Anacardium occidentale*), chirimoya (*Annona muricata*), fruta pan (*Artocarpus altilis*), carambola (*Averrhoa carambola*), grosella (*Averrhoa bilimbi*), pimentón (*Capsicum annuum*), ají (*Capsicum frutescens*), papaya (*Carica papaya*), los cítricos (*Citrus* spp.), cafeto (*Coffea arabica*, *C. canephora*), melón (*Cucumis melo*), mango (*Mangifera indica*), maracuyá (*Passiflora edulis*), aguacate (*Persea americana*), albaricoque (*Prunus armeniaca*), guayaba (*Psidium guajava*), tomate (*Solanum lycopersicum*), berenjena (*Solanum melongena*), ciruelo (*Spondias* spp.), piña (*Ananas comosus*), durazno (*Prunus persica*) y cacao (*Theobroma cacao*) (Center for Agriculture and Biosciences Internacional [CABI], 2021; Rodríguez & Arévalo, 2015).

La preferencia por hospedantes varía de acuerdo con las condiciones locales, pero tienden a ser muy frecuentes los cítricos, el café, el mango, la guayaba y el almendro tropical (*Terminalia catappa*) (Thomas et al., 2019). En Brasil, se reportan estudios en caqui (*Diospyros kaki*), manzana (*Malus domestica*), durazno y uva (*Vitis vinifera*) (Zanardi et al., 2011).

En Colombia, se registra frecuentemente en café, almendro, ciruelo, durazno y naranja; también existen reportes en cereza del río grande (*Eugenia aggregata*), guayaba común y mango (Rodríguez & Arévalo, 2015). En ambientes urbanos, el almendro tropical es un importante reservorio para esta especie, mientras que en ambientes rurales es el cafeto y el durazno (CABI, 2021).

En otros departamentos, como Cesar y Valle del Cauca existen registros de mango como hospedero de *C. capitata* (ICA, 2015b, 2015c; Rodríguez & Arévalo, 2015). Sin embargo, en Magdalena (Ciénaga y Santa Marta) y Cundinamarca (Anapoima y La Mesa), importantes áreas productoras de mango, no se ha reportado esta fruta como hospedero de la mosca del Mediterráneo (ICA, 2016, 2017a).



Distribución y diseminación

La mosca del Mediterráneo tiene una amplia distribución ligada a las principales rutas comerciales a nivel mundial y se encuentra en aproximadamente 122 países (CABI, 2021; Thomas et al., 2019).

En Suramérica, se reporta en Argentina, Bolivia, Brasil, Colombia, Paraguay, Perú, Uruguay, Venezuela, Chile, donde se presenta en bajas poblaciones, y en Ecuador con distribución restringida; está ausente en Surinam y en la región amazónica del Brasil (CABI, 2021; Rodríguez & Arévalo, 2015).

En Colombia, desde 1972, se realizan actividades de detección de Mosca del mediterráneo. El primer registro es de 1986 en el sur del departamento de Nariño, en área fronteriza con Ecuador (Vélez, 1986); en Antioquia y en zona urbana de Popayán (Cauca), hay registro de 1987. En los departamentos de Antioquia, Atlántico, Bolívar, Boyacá, Cesar, Caldas, Cundinamarca, La Guajira, Magdalena, Meta, Nariño, Norte de Santander, Santander, Tolima y Valle del Cauca, se han presentado capturas, en algunos casos esporádicas y otros de manera recurrente (ICA, 2010, 2015a). En cuanto a su distribución vertical, existen capturas desde el nivel del mar hasta los 2.585 m s. n. m. (Rodríguez & Arévalo, 2015). Varios de estos registros son de traspatios y plazas de mercado (ICA, 2017b).

Estudios en campo demostraron que la mosca cuenta con una alta capacidad de dispersión, ya que puede volar a más de 11.000 metros del lugar de donde previamente se ha liberado, dependiendo principalmente de la presencia de hospederos y de la dirección del viento (Díaz et al., 2008). Otros estudios han sugerido migraciones de al menos 32 km, quizás en una sola generación (Corvalán, 2004).

En un sitio de producción, la distribución espacial de Moscamed varía de acuerdo con las condiciones ambientales y la fenología del cultivo (Papadopoulos et al., 2006). Se encontró que las hembras, pueden presentar una distribución altamente agregada en estrecha relación con la disponibilidad y el estado de

madurez de la fruta de su hospedante; este efecto es más notable cuando las poblaciones de moscas son bajas. En cuanto a los machos, también es posible que presenten distribución agregada en respuesta a la presencia de hembras. Cuando las poblaciones de moscas son altas o cuando finaliza la temporada de producción de frutas, la distribución tiende a ser aleatoria, lo cual indica un efecto de dispersión de los individuos (Papadopoulos et al., 2006).

Enemigos naturales

A pesar de los esfuerzos realizados en otros países del neotrópico donde está presente la Moscamed, el control biológico por sí solo ha mostrado ser poco efectivo. Sin embargo, se han alcanzado resultados promisorios cuando se combina con otros métodos de manejo, como la técnica del insecto estéril (Rendón et al., 2006; Ovruski et al., 2000).

Además del agente de control biológico, es importante tener en cuenta el fruto en el cual se encuentran las larvas, debido a que hay características del fruto que pueden afectar la oviposición de parasitoides, como el grosor del pericarpio, la dureza del endocarpio, las fragancias y el tamaño del fruto (Ovruski 2000; López et al., 1999). Esto ha hecho que se encuentren porcentajes de parasitismo diferentes cuando se cambia el hospedante (Aguiar-Menezes, & Menezes, 1997).

En Colombia, no se han reportado trabajos para evaluar enemigos naturales de *C. capitata*; de esta manera, de las 18 especies de parasitoides de la mosca del Mediterráneo actualmente registradas en el neotrópico ninguna está reportada en Colombia (Ovruski et al., 2000). Los enemigos naturales de *C. capitata* son, por lo general, endoparasitoides de larvas y pupas, lo que puede reflejar un sesgo en el muestreo, debido a la dificultad que implica la prospección de parasitoides de huevos o depredadores.

Igualmente, en el neotrópico los parasitoides nativos presentan bajo parasitismo sobre *C. capitata* y solo algunos figítidos como *Aganaspis pelleranoi*, que rastrea la mosca en el suelo, pueden estar capacitados para desarrollarse



en *C. capitata* (Ovruski et al., 2004). Por otra parte, al aplicar control biológico clásico se han encontrado resultados promisorios con parasitoides de huevos del género *Fopius*, como *F. arisanus*, y parasitoides de larvas del género *Diachasmimorpha*, como *D. longicauda* (Ashmead), *D. tryoni* (Cameron) y *D. krausii* (Fullaway). Incluso, se recomienda en esquemas de control biológico aumentativo de parasitoides para el control de mosca de la fruta *C. capitata* y *Anastrepha* spp. (Montoya & Cancino 2004; Rendón et al., 2006; Ovruski et al., 2004; Ovruski et al., 2000).

Hay varias observaciones sobre larvas de último estado y adultos recién emergidos afectados por depredadores nativos como hormigas, tijeretas, coleópteros y arañas; sin embargo, pocos estudios han evaluado el consumo de estos depredadores sobre *C. capitata* y si pueden tener un efecto significativo en su control (Monzó et al., 2011).

Otro grupo de enemigos naturales son los entomopatógenos. Varios trabajos han evaluado en condiciones de laboratorio el efecto de hongos, bacterias y nematodos entomopatógenos sobre estados inmaduros y adultos de *C. capitata* (Aboussaid et al., 2010; Almeida et al., 2007; Castillo et al., 2000; Queiroz de Oliveira et al., 2010).

En condiciones de campo, las aplicaciones al suelo del hongo *Beauveria bassiana* causaron mortalidad por encima del 80 % de pupas y adultos de *C. capitata* recién emergidos (Tuão Gava et al., 2020). Asimismo, la liberación de machos estériles infectados por hongos entomopatógenos o el empleo de dispositivos de autoinoculación de adultos de *C. capitata* se han probado con éxito en la reducción de poblaciones; por lo tanto, es una herramienta promisoriosa para incluirla en el manejo integrado del insecto con bajo impacto ambiental (Toledo et al., 2020).

Reflexiones

A pesar de contar con diversas fuentes de información y variados reportes de la biología, hábitos y comportamiento de *C. capitata*, para Colombia no hay

información publicada recientemente, en especial sobre el cultivo de durazno. Esto genera la necesidad de conocer la información local, a través de investigaciones que aborden la biología de la plaga, en ambientes productivos de interés en el país, con el fin de contar con información adecuada para generar oportunas y eficientes estrategias de manejo, en especial para el sistema productivo de durazno.

Asimismo, se carece de información sobre enemigos naturales en las zonas productoras de durazno en Colombia, por lo que se recomienda realizar estudios para determinar la presencia de controladores biológicos como base para el complemento del manejo integrado de la plaga.

Referencias

- Aboussaid, H., El-Aouame, L., El-Messoussi, S., & Oufdou, K. (2010). Biological activity of *Bacillus thuringiensis* (Berliner) strains on larvae and adults of *Ceratitis capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae). *Journal of Environmental Protection*, 1(04), 337-345. <https://doi.org/10.4236/jep.2010.14040>
- Aguiar-Menezes, E. L., & Menezes, E. B. (1997). Natural Occurrence of Parasitoids of *Anastrepha* spp. Schiner, 1868 (Diptera: Tephritidae) in Different Host Plants, in Itaguai (RJ), Brazil. *Biological Control*, 8(1), 1-6. <https://doi.org/10.1006/bcon.1996.0485>
- Almeida, J. E., Batista Filho, A., Oliveira, F. C., & Raga, A. (2007). Pathogenicity of the entomopathogenic fungi and nematode on medfly *Ceratitis capitata* (Wied.) (Diptera: Tephritidae). *BioAssay*, 2, 1-7. <https://doi.org/10.14295/BA.v2.0.12>
- Aluja, M. (1993). *Manejo integrado de la mosca de la fruta*. Trillas.
- Aluja, M. (1994). Bionomics and management of *Anastrepha*. *Annual Review of Entomology*, 39, 155-178. <https://doi.org/10.1146/annurev.en.39.010194.001103>
- Aluja, M. (1999). Fruit fly (Diptera: Tephritidae) research in Latin America: myths, realities and dreams. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, 28(4), 565-594. <https://doi.org/10.1590/S0301-80591999000400001>
- Arredondo, J., Díaz-Fleischer, F., & Pérez-Staples, D. (2020). Biología y comportamiento. En P. Montoya, J. Toledo, & E. Hernández (Eds.), *Moscas de la fruta: fundamentos y procedimientos para su manejo* (pp. 27-40). S&G.
- Barbosa, S., Mexia, A., & Pereyra, R. (2000). Dispersal and Survival of Sterile Male (Tsl Strait). Mediterranean Fruit Flies. En T. Ken-Hong (Ed.), *Area Wide Control of Fruit Flies and Other Insect Pest* (pp. 527). Penerbit Universiti Sains Malaysia.



- Bustillo Pardey, A. E. (1989). Distribución, características y biología de la mosca del Mediterráneo, *Ceratitis capitata*. En Instituto Colombiano Agropecuario [ICA], e Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura [IICA] (Eds.), *Curso sobre moscas de la fruta* (pp. 51-60). Estación Experimental Tulio Ospina.
- Calcagno, G. (2001). *Comportamiento reproductivo en la Mosca del Mediterráneo, Ceratitis capitata (Diptera: Tephritidae) y su aplicación en programas de control genético*. [Tesis de doctorado, Universidad de Buenos Aires]. https://bibliotecadigital.exactas.uba.ar/download/tesis/tesis_n3318_Calcagno.pdf
- Castillo, M.-A., Moya, P., Hernández, E., & Primo-Yúfera, E. (2000). Susceptibility of *Ceratitis capitata* Wiedemann (Diptera: Tephritidae) to entomopathogenic fungi and their extracts. *Biological Control*, 19(3), 274-282. <https://doi.org/10.1006/bcon.2000.0867>
- Center for Agriculture and Biosciences Internacional [CABI]. (2021). *Invasive species compendium. Ceratitis capitata (Mediterranean fruit fly)*. <https://www.cabi.org/isc/datasheet/12367>
- Corvalán, L. (2004). Evaluación del índice 0,01 capturas/trampa/día como indicador de baja prevalencia de *Ceratitis capitata* (Wiedemann) en duraznos importados. *Agricultura Técnica*, 64(1), 82-88. <https://doi.org/10.4067/S0365-2807200400010001>
- Dean, D., Salvato, M., & Holler, T. (2001). *Influencias ambientales en el rescate de moscas del Mediterráneo estériles en dos programas de dispersión preventivos en la Florida* [Poster]. IV Meeting of the Working Group on Fruit Flies of the Western Hemisphere, Guatemala.
- Demirel, N. (2007). Behavior Paradigms in the Mediterranean Fruit Fly, *Ceratitis capitata* (Weidemann). *Journal of Entomology*, 4(2), 129-135. <https://doi.org/10.3923/je.2007.129.135>
- Díaz, L. M., Murúa, F., Acosta, J. C., & Escobar, J. (2008). Capacidad dispersiva de *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae) entre valles agrícolas en San Juan, Argentina. *Revista de la Sociedad Entomológica de Argentina*, 67(1-2), 155-161.
- García Marí, F. (2002). La mosca mediterránea de la fruta (*Ceratitis capitata*). *Vida Rural*, (177), 44-48.
- Hernández-Ortiz, V., Guillén-Aguilar, J., & López, L. (2010). Taxonomía e identificación de moscas de la fruta de importancia económica en América. En P. Montoya, J. Toledo, & E. Hernández (Eds.), *Moscas de la fruta: fundamentos y procedimientos para su manejo* (pp. 49-80). S&G.
- Instituto Colombiano Agropecuario [ICA]. (2010). *Resultados de vigilancia fitosanitaria sobre la mosca del Mediterráneo Ceratitis capitata (Wiedemann) en Colombia* [Boletín epidemiológico]. Plan Nacional de Moscas de la Fruta. https://www.ica.gov.co/areas/agricola/servicios/epidemiologia-agricola/boletines/nacionales/2010/bn_c_capitata_2010.aspx
- Instituto Colombiano Agropecuario [ICA]. (2014). Resolución 3123. "Por medio de la cual se declara el Estado de Emergencia Fitosanitaria en los departamentos de Norte de Santander, Atlántico, Bolívar y Cundinamarca, por la presencia de la mosca del Mediterráneo *Ceratitis*

capitata Wiedemann". <https://www.legiscomex.com/BancoMedios/Documentos PDF/ica-estado-declara-emergencia-sanitaria-resolucion-3123.pdf>

- Instituto Colombiano Agropecuario [ICA]. (2015a). *Actualización de la situación de la mosca del Mediterráneo (Ceratitis capitata (Wiedemann)) en Colombia*. <https://www.ica.gov.co/areas/agricola/servicios/epidemiologia-agricola/saf/notificacion-oficial/detalle-notificacion-oficial/actualizacion-de-la-situacion-de-la-mosca-del-medi.aspx>
- Instituto Colombiano Agropecuario [ICA]. (2015b). *Resultados de vigilancia tercer trimestre* [Boletín epidemiológico N.º 3]. Plan Nacional de Moscas de la Fruta. http://www.ica.gov.co/Areas/Agricola/Servicios/Epidemiologia-Agricola/Boletines_PNMF.aspx
- Instituto Colombiano Agropecuario [ICA]. (2015c). *Resultados de vigilancia cuarto trimestre* [Boletín epidemiológico N.º 4]. Plan Nacional de Moscas de la Fruta. http://www.ica.gov.co/Areas/Agricola/Servicios/Epidemiologia-Agricola/Boletines_PNMF.aspx
- Instituto Colombiano Agropecuario [ICA]. (2016). *Resultados acciones de supresión de Ceratitis capitata primer semestre 2016*. Cundinamarca [Boletín epidemiológico]. Plan Nacional de Moscas de la Fruta. http://www.ica.gov.co/Areas/Agricola/Servicios/Epidemiologia-Agricola/Boletines_PNMF.aspx
- Instituto Colombiano Agropecuario [ICA]. (2017a). *Actualización de la situación de la mosca del Mediterráneo (Ceratitis capitata (Wiedemann)) en los departamentos Boyacá y Cundinamarca*. <https://www.ica.gov.co/areas/agricola/servicios/epidemiologia-agricola/saf/notificacion-oficial/detalle-notificacion-oficial/actualizacion-de-la-situacion-de-la-mosca-del-1.aspx>
- Instituto Colombiano Agropecuario [ICA]. (2017b). *Manual técnico de trampeo de moscas de la fruta*. https://www.ica.gov.co/areas/agricola/servicios/epidemiologia-agricola/documentos/manual_pnmf_2017.aspx
- Israely, N., Ziv, Y., & Galun, R. (2005). Metapopulation spatial-temporal distribution patterns of Mediterranean fruit fly (Diptera: Tephritidae) in a patchy environment. *Annual Review Entomological Society of America*, 98(3), 302-308. [https://doi.org/10.1603/0013-8746\(2005\)098\[0302:MSDPOM\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1603/0013-8746(2005)098[0302:MSDPOM]2.0.CO;2)
- Kaspi, R., Mossinson, S., Drezner, T., Kamensky, B., & Yuval, B. (2002). Effects of larval diet on development rates and reproductive maturation of male and female Mediterranean fruit flies. *Physiological Entomology*, (27), 29-38. <https://doi.org/10.1046/j.1365-3032.2001.00264.x>
- Krainacker, D. A., Carey, J. R., & Vargas, R. I. (1987). Effect of larval host on life history traits of the Mediterranean fruit fly, *Ceratitis capitata*. *Oecologia*, 73(4), 583-590. <https://doi.org/10.1007/BF00379420>
- López, M., Aluja, M., & Sivinski, J. (1999). Hymenopterous larval-pupal and pupal parasitoids of *Anastrepha* flies (Diptera: Tephritidae) in Mexico. *Biological Control*, 15(2), 119-129. <https://doi.org/10.1006/bcon.1999.0711>
- Montoya, P., & Cancino, J. (2004). Control biológico por aumento en moscas de la fruta (Diptera: Tephritidae). *Folia Entomológica Mexicana*, 43(3), 257-270.



- Monzó, C., Sabater-Muñoz, B., Urbaneja, A., & Castañera, P. (2011). The ground beetle *Pseudophonus rufipes* revealed as predator of *Ceratitis capitata* in citrus orchards. *Biological Control*, 56(1), 17-21. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2010.09.004>
- Morales, P., Cermeli, M., Godoy, F., & Salas, B. (2004). Lista de hospederos de la mosca del Mediterráneo *Ceratitis capitata* Wiedemann (Diptera: Tephritidae) basada en los registros del Museo de Insectos de Interés Agrícola del INIA-CENIAP. *Boletín de Entomología Venezolana*, 19(1), 51-54.
- Oroño, L. E., Albornoz-Medina, P., Núñez-Campero, S., Van Nieuwenhove, G. A., Bezdjian, L. P., Martin, C. B., Schileserman, P., & Ovruski, S. M. (2006). Update of host plant list of *Anastrepha fraterculus* and *Ceratitis capitata* in Argentina. En *7th International Symposium on Fruit Flies of Economic Importance* (pp. 207-225).
- Ovruski, S., Aluja, M., Sivinski, J., & Wharton, R. (2000). Hymenopteran parasitoids on fruit-infesting Tephritidae (Diptera) in Latin America and the southern United States: diversity, distribution, taxonomic status and their use in fruit fly biological control. *Integrated Pest Management Reviews*, 5(2), 81-107. <https://doi.org/10.1023/A:1009652431251>
- Ovruski, S. M., Schliserman, P., & Aluja, M. (2004). Indigenous parasitoids (Hymenoptera) attacking *Anastrepha fraterculus* and *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae) in native and exotic host plants in Northwestern Argentina. *Biological Control*, 29(1), 43-57. [https://doi.org/10.1016/S1049-9644\(03\)00127-0](https://doi.org/10.1016/S1049-9644(03)00127-0)
- Papadopoulos, N. T., Kouloussis, N. A., & Katsoyannos, B. I. (2006, septiembre). *Effect of plant chemicals on the behavior of the Mediterranean fruit fly* [Artículo]. 7th International Symposium on Fruit Flies of Economic Importance, Salvador, Brazil.
- Portilla, M., González, G., & Núñez-Bueno, L. (1995). Evaluación y descripción del daño ocasionado por *Ceratitis capitata* al café. *Revista Colombiana de Entomología*, 21(1), 15-24. <https://doi.org/10.25100/socolen.v21i1.9957>
- Prokopy, R. J., & Papaj, D. R. (2000). Behavior of flies of the genera *Rhagoletis*, *Zonosemata*, and *Carpomya* (Trypetinae: Carpomyina). En M. Aluja, & A. L. Norrbom (Eds.), *Fruit flies (Tephritidae): Phylogeny and Evolution of Behavior*. CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9781420074468.ch10>
- Queiroz de Oliveira, F., Batista de Luna, J., Malaquias, J. B., Almeida, D. M., & De Oliveira, R. (2010). Determinación de la concentración letal media ([CL. sub. 50]) de micoinsecticidas para el control de *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae). *Revista Colombiana de Entomología*, 36(2), 213-217. <https://doi.org/10.25100/socolen.v36i2.9147>
- Rendón, P., Sivinski, J., Holler, T., Bloem, K., López, M., Martínez, A., & Aluja, M. (2006). The effects of sterile males and two braconid parasitoids, *Fopius arisanus* (Sonan) and *Diachasmimorpha krausii* (Fullaway) (Hymenoptera), on caged populations of Mediterranean fruit flies, *Ceratitis capitata* (Wied.) (Diptera: Tephritidae) at various sites in Guatemala. *Biological Control*, 36(2), 224-231. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2005.10.006>

- Rodríguez, P., & Arévalo, E. (2015). *Las moscas de la fruta de importancia económica en Colombia* [Boletín técnico]. Instituto Colombiano Agropecuario.
- Ruiz, M. J., & Vera M. T. (2016). Estrategias de oviposición. En Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres [EEAOC] (Ed.), *Manual de sistemas cuarentenarios para plagas agrícolas* (pp. 67-71). Universidad Nacional de Tucumán Argentina.
- Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria [Senasica]. (2018). *Guía de identificación de moscas de la fruta*. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/339484/GU_A_DE_IDENTIFICACION_DE_MOSCAS_DE_LA_FRUTA.pdf
- Shoukry, A., & Hafez, M. (1979). Studies on the biology of the Mediterranean fruit fly *Ceratitis capitata*. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 26(1), 33-39. <https://doi.org/10.1111/j.1570-7458.1979.tb02894.x>
- Thomas, M. C., Heppner, J. B., Woodruff, R. E., Weems, H. V., Steck, G. J., & Fasulo, T. R. (2019). *Mediterranean fruit fly Ceratitis capitata* (Wiedemann) (Insecta: Diptera: Tephritidae) [Boletín científico]. University of Florida. <https://edis.ifas.ufl.edu/pdf/IN/IN37100.pdf>
- Tigrero, J., & Salas, D. F. (2005). Descripción de una especie del género *Anastrepha* Schiner, grupo *daciformis* (Dip: Tephritidae). *Boletín Técnico 5, Serie Zoológica*, (1), 1-6.
- Toledo, J., Campos, S., Flores, S., & Montoya, P. (2020). Uso de hongos entomopatógenos en el manejo de moscas de la fruta: eficacia de adultos estériles vectores y autodisseminadores de conidios. En P. Montoya, J. Toledo, & E. Hernández (Eds.), *Moscas de la fruta: fundamentos y procedimientos para su manejo* (pp. 563-571). S&G.
- Tuão Gava, C. A., Tavares, P., Santana Gonçalves, J., & Paranhos, B. J. (2020). Applying local entomopathogenic fungi strains to the soil can control *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae) Wiedemann adults. *Biocontrol Science and Technology*, 30(2), 103-115. <https://doi.org/10.1080/09583157.2019.1691716>
- United States Department of Agriculture [USDA]. (2003). *Mediterranean Fruit Fly Action Plan*. https://www.aphis.usda.gov/import_export/plants/manuals/emergency/downloads/medfly_action_plan.pdf
- Vélez, R. (1986). *Plagas agrícolas de impacto económico en Colombia: bionomía y manejo integrado*. Editorial Universidad de Antioquia.
- Zanardi, O. Z., Nava, D. E., Botton, M., Grützmacher, A. D., Machota, R. J., & Bisognin, M. (2011). Desenvolvimento e reprodução da mosca-do-mediterrâneo em caqui, macieira, pessegueiro e videira. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 46(7), 682-688. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2011000700002>







Capítulo III

Caracterización del sistema productivo de durazno en los departamentos de Boyacá, Norte de Santander y Santander

Yajaira Romero-Barrera, Albert Sneyder Carvajal Rivera, Liliana Cely-Pardo, Nancy Barreto-Triana, Ángela María Arcila Cardona, Claudia María Holguín

Los cultivos frutícolas se enfrentan a los mismos retos de otros sistemas productivos: necesidad de adoptar nuevas tecnologías para mejorar su competitividad, aumento de importaciones, desarrollar nuevas variedades, dificultades en el diseño y puesta en marcha de estrategias de manejo de plagas, uso irracional de agroquímicos, dificultades en el manejo de poscosecha, apertura de nuevos mercados y transformación agroindustrial (González et al., 2017; Pinzón et al., 2014; Villamizar & Fernández, 2015). Estos sistemas productivos, al ser cultivos permanentes, son considerados como plantaciones establecidas en grandes extensiones de suelo, pero en el mundo la mayor proporción tiene menos de 2 ha de suelo (Nyambo et al., 2019). El Sistema Nacional de Información sobre Precios Agrícolas (Sipsa) estableció un sistema oficial para diferenciar productores de acuerdo con el tamaño del predio y los clasifica en tres grupos, sin tener en cuenta otras características de interés como el nivel y la composición del ingreso, el nivel educativo, la idiosincrasia, entre otros (Saravia et al., 2013). Los sistemas de producción de durazno en el país difieren entre las regiones y los productores, debido a la diversidad de variedades, a la forma de producción y al nivel de desarrollo tecnológico (Cancino et al., 2019; Miranda et al., 2013).

Los ejercicios de caracterización pretenden describir las principales características de un grupo de personas y sus sistemas agrícolas, así como las posibles interrelaciones que puedan existir entre ellas, empleando diversos

métodos (Nyambo et al., 2019). Usualmente, estas agrupaciones permiten generar herramientas y estrategias efectivas para abordar problemas de diferente índole, documentar la diversidad de los sistemas productivos y sus relaciones con el entorno, así como definir enfoques diferenciales para brindar soluciones a grupos específicos (Saravia et al., 2013).

En Colombia, se han adelantado estudios de caracterización y zonificación del sistema productivo de durazno (Miranda et al., 2013), que se han enfocado en variedades del trópico alto de Boyacá (Africano-Pérez et al., 2016; Puentes, 2006), así como en la región duraznera de Norte de Santander (Cancino et al., 2019; Villamizar & Fernández, 2015). Sin embargo, no se ha estudiado el cordón duraznero del nororiente colombiano conformado por los municipios de Tipacoque y Covarachía (Boyacá), Cerrito y Concepción (Santander) y Chitagá, Silos y Pamplona (Norte de Santander), en los cuales predomina la variedad de durazno denominada Gran Jarillo. Es por esta razón que se adelantó el levantamiento de información mediante la aplicación de encuestas en las tres regiones de estudio, con el fin de determinar las principales características de los productores y sus sitios de producción.

Metodología para el estudio de caracterización

Zona de estudio

El levantamiento de información de los productores de durazno de la variedad Gran Jarillo se llevó a cabo en los municipios de Covarachía, Soatá y Tipacoque (Boyacá), Cácuta, Chitagá y Silos (Norte de Santander), Cerrito y Concepción (Santander), durante el segundo semestre de 2021.

Definición del tamaño de muestra

A partir de la información de los sitios de producción de durazno registrados ante el ICA, se estableció el tamaño de muestra para la proporción, mediante el método de muestreo aleatorio estratificado y afijación óptima, con lo cual cada municipio se consideró como un estrato (Romero Barrera et al., 2021).

Los cálculos se realizaron a un nivel de significancia de 0,1, error máximo admisible del 10 %, y al ser desconocido el valor verdadero de la proporción se fijó p en 0,5, debido a que con este valor se maximiza el valor de la varianza y se obtiene el tamaño de muestra más grande del que se requiere en la práctica (Kish, 1965).

Instrumento de recolección de la información y aplicación de la encuesta

Se elaboró un formato de captura de datos, el cual fue dividido en tres secciones: información del productor (siete preguntas), datos del sitio de producción (11 preguntas) y datos del cultivo (74 preguntas), para un total de 92 preguntas (anexo 1). Algunas de estas preguntas fueron de selección múltiple con única respuesta y otras de respuesta abierta en los casos que se quería identificar prácticas de manejo del cultivo y grado de conocimiento del productor referente a conceptos relacionados con la mosca.

Entre julio y diciembre de 2021, y de acuerdo con el tamaño de muestra óptimo, de cada municipio se seleccionaron aleatoriamente un número nh de productores, los cuales fueron contactados vía telefónica por un colaborador de AGROSAVIA y se programó una visita al predio para la aplicación de la encuesta. En casos en los que la persona no atendía la llamada o no estaba presente el día de la visita programada, se contactaba nuevamente (hasta tres oportunidades).

Las preguntas que por su naturaleza se consideraron sensibles, o aquellas de las que no se obtuvieron suficientes respuestas, fueron consultadas nuevamente en plenaria con productores de durazno durante la ejecución de cuatro eventos de socialización de resultados preliminares de la encuesta. Todos los datos recolectados fueron tabulados para su análisis a un primer nivel o descripción unidimensional y mediante análisis de correspondencia múltiple. A continuación, se presentan los principales resultados de este análisis de datos.



Caracterización del sistema productivo y su relación con la mosca del Mediterráneo

El tamaño óptimo de muestra se determinó en 125 predios productores, de los cuales el 96 % aceptó responder la encuesta (tabla 1), cifra que puede considerarse alta si se compara con la reportada para América Latina del 63 % en promedio de tasa de respuesta en estudios agropecuarios ejecutados entre 2015 y 2020 (Rahija, 2021). Además, teniendo en cuenta aspectos sociales y culturales de los productores colombianos, ellos son renuentes a responder encuestas porque aún existe la creencia generalizada de que esta información será usada con fines diferentes a los estudios meramente estadísticos (Soto Agudelo, 2016).

Tabla 1. Número de encuestas aplicadas por municipio en las tres zonas de estudio

Zonas de estudio	Municipio	Número de predios productores
Boyacá	Covarachía	2
	Soatá	7
	Tipacoque	31
Norte de Santander	Cácota	13
	Chitagá	32
	Silos	14
Santander	Cerrito	10
	Concepción	11
Total		120

Fuente: Elaboración propia

Con el objetivo de determinar las posibles relaciones entre la presencia de la mosca del Mediterráneo y las variables relacionadas con el manejo de la mosca en el sistema productivo de durazno (tabla 2), se llevó a cabo un análisis de correspondencia múltiple (ACM), método que permite determinar la asociación entre niveles de las variables categóricas, y la representación gráfica facilita visualizar las relaciones existentes (Johnson & Wichern, 2002).

Tabla 2. Variables empleadas en el análisis de correspondencia múltiple

Pregunta	Categoría de respuesta
Departamento	Boyacá. Norte de Santander. Santander.
Topografía predominante en el predio	Top_Mix: mixta. Top_Ond: ondulada. Top_Pend: pendiente. Top_Plan: plana.
Monitoreo y control de plagas y enfermedades	MCEP: hace monitoreo y control de enfermedades y plagas. NMCEP: no hace monitoreo y control de enfermedades y plagas.
Conoce la mosca del Mediterráneo y reconoce el daño	CMM _ RD: conoce la mosca del Mediterráneo y reconoce el daño que causa. CMM _ NRD: conoce la mosca del Mediterráneo, pero no reconoce el daño que causa. NCMM _ NRD: no conoce la mosca del Mediterráneo ni el daño que causa.
Número de años con mosca del Mediterráneo en el predio	Mos_<=1año: tiene mosca en el predio desde hace un año o menos. Mos_2a5años: tiene mosca en el predio entre 2 y 5 años. Mos_6a10años: tiene mosca en el predio entre 6 y 10 años. Mos_>10años: tiene mosca en el predio desde hace por lo menos 10 años. Mos_NS: no sabe si tiene mosca en el predio.
Atrayente que usa para determinar la presencia de la mosca del Mediterráneo	At_Tri: Trimedlure. At_Pro: proteína hidrolizada. At_Tri-Pro: Trimedlure y proteína hidrolizada At_Otros: otros atrayentes.
Calcular el concepto de <i>mosca trampa día</i>	SyU_MTD: sabe qué es y usa el valor de MTD como referencia. SyNU_MTD: sabe qué es, pero no usa el valor de MTD como referencia. NSyNU_MTD: no sabe qué es y no usa el valor de MTD como referencia.



Prácticas de manejo para el control de la mosca del Mediterráneo	MMM_RF: maneja la mosca del Mediterráneo empleando recogida del fruto. MMM_RF_CT: maneja la mosca del Mediterráneo empleando recogida del fruto y cebo tóxico. MMM_RF_TM: maneja la mosca del Mediterráneo empleando recogida del fruto y trampeo masivo. MMM_RF_TM_CT: maneja la mosca del Mediterráneo empleando recogida del fruto, trampeo masivo y cebo tóxico. Ningún_MMM: no realiza ningún manejo para la mosca del Mediterráneo.
Punto de cosecha de la fruta	Cos_Calend: según calendario. Cos_Cmb_Color: después de que cambia de color el fruto. Cos_Pint: cuando el fruto está pintón. Cos_Pto_Mad: cuando el fruto está maduro. Cos_Pto_Mad_y_Cal: cuando el fruto está maduro y calendario. Cos_Otros: otro criterio de cosecha.
Cultivos alelaños al durazno	Durazno_Alelaño: cultivos de duraznos alelaños al predio. Durazno_OtCul_Alelaños: cultivos de duraznos y de otros frutales alelaños al predio. OtCul_Alelaños: cultivos de otros frutales alelaños al predio. Sin_CulAlelaños: sin cultivos alelaños al predio.

Fuente: Elaboración propia

Agrupación 1. Los predios durazneros ubicados en el departamento de Boyacá se relacionan con lotes donde predomina la topografía plana y ondulada. Los productores manifiestan tener cultivos de duraznos alelaños en otros predios y en algunos casos no tener cultivos alelaños; realizan la cosecha empleando la combinación de diferentes criterios (color, calendario, punto de madurez, precios, entre otros). Respecto a la mosca del Mediterráneo, en el momento de la aplicación de la encuesta, afirmaron tener presencia de la mosca hace un año o menos; asimismo, manifestaron que conocen aspectos generales de la plaga, pero no reconocen el daño que causan en la fruta. Respecto al índice MTD, no saben cómo se calcula y, por ende, no usan ese valor para implementar las prácticas de manejo en el cultivo. Utilizan

Trimedlure o proteína hidrolizada como atrayente para el monitoreo de la mosca, y realizan recogida del fruto y trampeo masivo para el control de las poblaciones (figura 9).

Agrupación 2. Predios durazneros ubicados en Norte de Santander. Están relacionados con predios ubicados en zonas de topografía mixta (cultivos en ladera, pendientes y algunos en zonas planas), rodeados principalmente de cultivos de durazno. La cosecha del fruto se hace según calendario, cambio de color del fruto o cuando estos han alcanzado el punto de madurez. La mayoría de los productores afirmó que no realiza monitoreo y control de plagas. Tienen presencia de mosca hace por lo menos seis años y algunos no saben si tienen esta plaga en sus sitios de producción. Conocen la definición de MTD, pero no usan este índice para la implementación de prácticas en el cultivo; además, utilizan Trimedlure y proteína hidrolizada para el monitoreo y la recogida del fruto como estrategia de manejo y control de la plaga (figura 9).

Agrupación 3. Predios durazneros ubicados en Santander. Se encuentran relacionados con lotes ubicados en terrenos con pendiente, rodeados de durazno y otros cultivos frutales. La cosecha del fruto se da cuando están “pintones” los duraznos. Los productores saben reconocer la mosca y el daño que causa en la fruta, aunque algunos afirmaron que no tienen ningún conocimiento sobre esta plaga. En las encuestas, la mayoría dijo tener presencia de la mosca desde hace por lo menos dos y cinco años, y algunos desde hace más de diez años. Estos productores saben que es MTD y usan este valor para implementar las prácticas de manejo en el cultivo, como recogida del fruto y aplicación de cebo tóxico (figura 9).



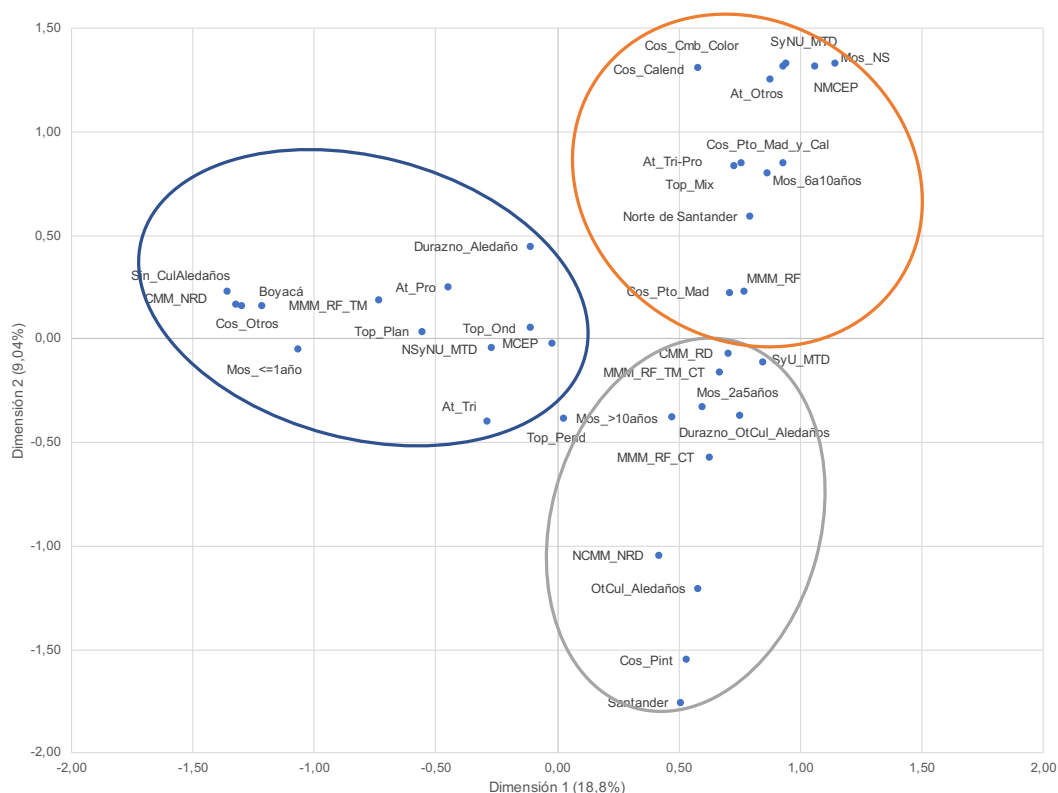


Figura 9. Representación gráfica del análisis de correspondencia múltiple.

Nota: El círculo naranja representa la agrupación 2, el gris la agrupación 3 y el azul la agrupación 1.

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se describen por grupos de variables las respuestas recogidas mediante la aplicación de la encuesta a productores de durazno:

Variables sociodemográficas

Rango de edad

En los departamentos de Boyacá y Santander, el mayor porcentaje de productores, en el momento de la encuesta, estaba entre los 41 y los 50 años (38 % en ambos casos), mientras que en Norte de Santander el 27 % de los encuestados se encontraba entre los 51 y los 60 años. Para las tres zonas de estudio, el rango de edad menor de 30 años correspondió al porcentaje más bajo de productores (figura 10).

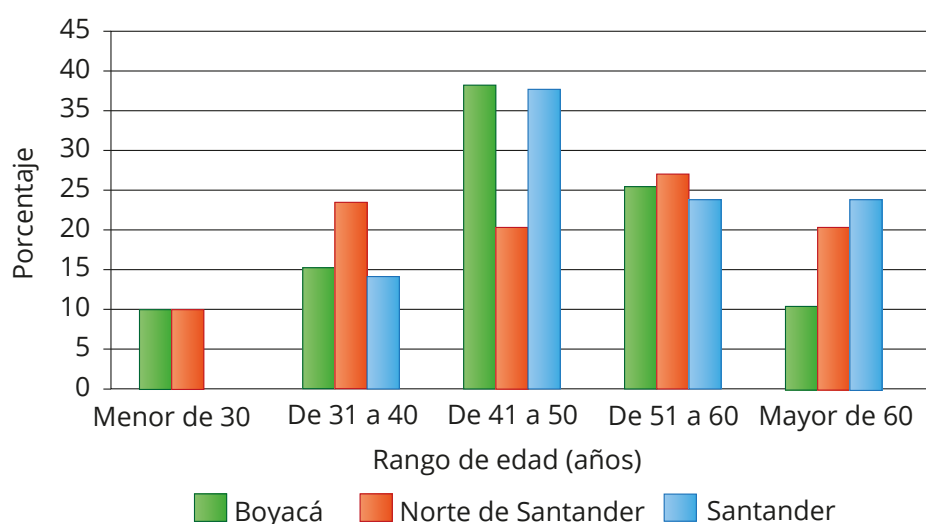


Figura 10. Porcentaje de productores de durazno con respecto al rango de edad en años, encuestados en las tres zonas de estudio.

Fuente: Elaboración propia

Nivel educativo

En el grupo de menos de 30 años predomina el nivel de formación bachiller (completo) (33,33 %), en los grupos de 31 a 40 años y mayores de 60 años predomina la primaria incompleta (22,73 % y 38,1 %), mientras que en el grupo de 41 a 50 años y de 51 a 60 años la mayoría terminó la educación primaria (37,14 % y 45,16 %, respectivamente). Estos resultados son similares a los que describe Weller (2016), quien afirma que es necesario aumentar la cobertura y calidad de la educación en las zonas rurales. De igual forma, Cano et al. (2016) aseguran que existe una relación positiva entre el grado de formación y la productividad, mientras que la productividad y la edad tienden a tener una relación negativa, debido posiblemente a la falta de educación, que facilitaría la toma de decisiones a las personas que se encuentran en los rangos de edad más altos.



Asociatividad

Al aplicar la encuesta a los productores en Boyacá, la mayoría afirmó que no estaba asociado (77 % de los encuestados), aunque en este departamento en los sistemas productivos de frutales caducifolios se han logrado avances relacionados con el manejo empresarial, el uso de nuevos materiales, la implementación de tecnología, los sistemas de riego y trabajo asociativo (Puentes, 2006). Una situación similar se presentó en Norte de Santander, donde solo el 17 % de los productores está asociado (figura 11). Según Villamizar y Fernández (2015), esta situación se debe a que los productores desean vender directamente la fruta y afirman no tener tiempo para reunirse con los asociados. La asociatividad se encuentra relacionada con estrategias que permiten integrar valor agregado, aumentar la comercialización de los productos agrícolas, favorecer la formulación de propuestas productivas con las cuales se asocian los componentes técnicos y económicos, y así facilitar el acceso del sector rural a las entidades financieras (Cano et al., 2016).

62

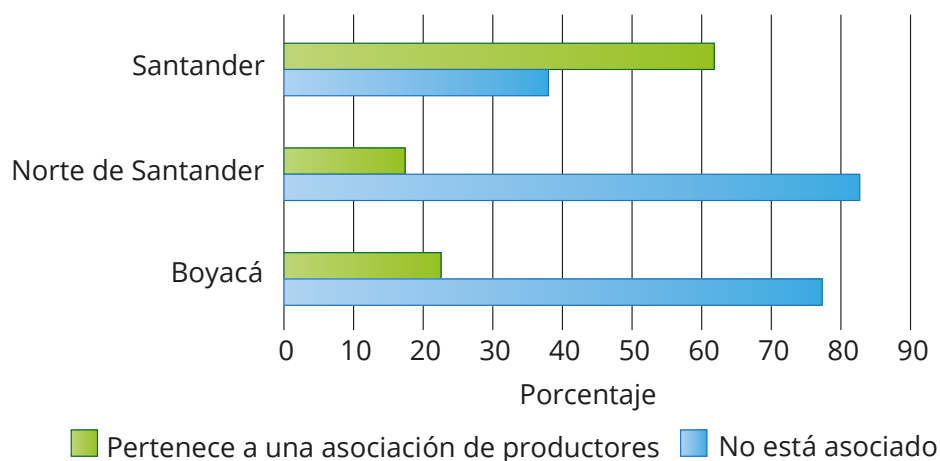


Figura 11. Porcentaje de participación en asociación de productores.

Fuente: Elaboración propia

Características de los sitios de producción

La mayoría de los encuestados afirmaron que tiene predios propios (64,1 %), seguidos de predios familiares (21,4 %). En Norte de Santander, el 71,7 % de los predios se encuentran ubicados en terrenos pendientes y de relieve mixto, que corresponden al 87 % del área sembrada en durazno. Una situación similar ocurre en Santander, donde predominan los lotes en terrenos pendientes (61,9 %), que concentran el 82 % del área sembrada. Esto concuerda con lo reportado por Miranda et al. (2013), quienes encontraron que las pendientes para el municipio de Cerrito son superiores al 50 % y en Concepción, superiores al 7 %. Los mayores porcentajes de predios ubicados en terrenos planos se presentan en Boyacá (35 %), que concentran el 39 % del área total (figura 12).

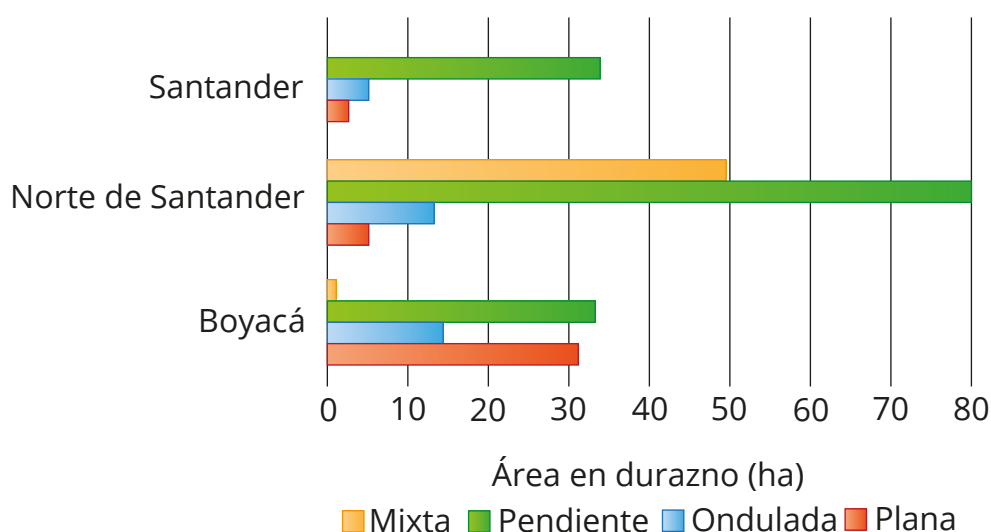


Figura 12. Área sembrada en durazno, según la topografía predominante.

Fuente: Elaboración propia



Los sitios de producción de durazno se dividen en lotes para programar la producción escalonada de la fruta durante el año y aprovechar las épocas de escasez en el mercado (Carvajal Caballero, 2018; González et al., 2017; Pinzón et al., 2014). El área sembrada en Boyacá, Santander y Norte de Santander está en su mayoría dividida entre uno y cinco lotes (90 %, 62 % y 47 %, respectivamente) y se pueden encontrar predios con más de diez lotes en Santander y Norte de Santander (10 % y 22 %, respectivamente). Este gran número de lotes en Norte de Santander se debe básicamente a que existen predios con áreas superiores a 5 ha sembradas en durazno (14 % de los productores encuestados), lo que permite dividir el área cultivable en mayor número de lotes.

Inventario del material vegetal sembrado

Según cifras reportadas por Agronet, entre 2015 y 2020 en Colombia se han incrementado las áreas sembradas con durazno, con una producción promedio de 14,63 t/ha. En este aspecto, Boyacá representa el 43,34 % de la producción total nacional, seguido de Norte de Santander con el 34,2 % y Santander con el 9,21 % (Cancino et al., 2019; Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2021). En la zona, se encuentran establecidas variedades como Diamante, Dorado, Rubidoux, Rey Negro, Camuezo, Pomona, Gran Jarillo, entre otras (Cancino et al., 2019; Miranda et al., 2013; Pinzón et al., 2014), mientras que en los Santanderes predomina la variedad Gran Jarillo Rojo (Cancino et al., 2018, 2019; Carvajal, 2018; Villamizar & Fernández, 2015; Villamizar, 2008).

La variedad Gran Jarillo Rojo predomina en los tres departamentos, aunque el 11,9 % de los productores de Norte de Santander dice que aún tiene el material Jarillo Amarillo mezclado con Gran Jarillo Rojo en su sistema productivo; este resultado es similar al que encontraron Villamizar y Fernández (2015). Miranda et al. (2013) afirman que estas variedades tienen buena adaptación en la región, pero los valores de rendimiento se ven afectados por las inadecuadas distancias de siembra y el manejo agronómico que le da el productor al cultivo. Además, estas variedades, en comparación con

las tradicionalmente sembradas en Boyacá, son más resistentes en la poscosecha, y el paquete tecnológico para el cultivo permite inducir la floración y programar las cosechas (Villamizar, 2008). En Norte de Santander, predominan los cultivos establecidos a bajas densidades de siembra, usualmente de 8 × 8 m entre plantas. Otras densidades son manejadas en Santander y Boyacá, donde más del 50 % de los encuestados afirmó usar distancias de siembra de 7 m x 7 m y 6 m x 6 m, respectivamente.

Las variedades de durazno Jarillo y Gran Jarillo fueron establecidas a principios de los años noventa en la provincia de Ocaña (Norte de Santander) (Villamizar, 2008); en Santander aparecieron los primeros cultivos en 2003 (Carvajal, 2018) y diez años después, en Boyacá. La variedad Gran Jarillo es la de mayor adaptación en la zona (Miranda et al., 2013) y de gran aceptación por parte de los productores. Crece entre los 2.400 y 2.800 m s. n. m. y se caracteriza por tener piel rojiza con tonos amarillo y color rojizo alrededor del hueso; la forma del fruto es ligeramente redondeada y pesa en promedio 150 g (Miranda et al., 2013; Pinzón et al., 2014).

Prácticas de manejo del cultivo

La mayoría de los cultivos de durazno se establecen en monocultivo y solo durante la etapa de establecimiento se siembran otras especies como acompañantes o de pancoger; por ejemplo, tomate, pimentón, plátano, caña, entre otros. Todos los encuestados afirmaron que realizan algún tipo de manejo de malezas en el lote y podas de formación, mantenimiento y fitosanitarias. Villamizar y Fernández (2015) y Miranda et al. (2013) mencionan estas dos prácticas como muy frecuentes en los sistemas de producción, aunque el control de arvenses en algunas ocasiones no se hace tan frecuente por los costos asociados. Respecto a los residuos que se generan en las podas y el control de malezas, más del 50 % de los productores indicó que hace repicado y se orilla o saca del lote; por su parte, el 26,9 % realiza quemas y, en menor proporción, usa la madera cortada como leña.



Los durazneros requieren riego y fertilización frecuente, especialmente después de las fases de dormancia y floración para mejorar la brotación reproductiva, ya que ante la ausencia de agua se puede reducir la producción (Miranda et al., 2013). El 88 % de los encuestados tiene sistema de riego por microaspersión y el 11 % por goteo. Respecto al análisis de suelo, el 43 % hace el análisis y fertiliza de acuerdo con las recomendaciones, mientras que el 48 % no lo hace.

Plagas del cultivo

Enfermedades

Más del 95 % de los encuestados lleva a cabo monitoreo de enfermedades en el cultivo y de estos, más del 50 % realiza actividades de control cada 15 días. Dentro de las enfermedades que dicen o creen tener y que afectan el cultivo de durazno —con porcentajes superiores al 45 % de las mencionadas por los productores, la que mayor presencia tiene es la enfermedad conocida como torque en los Santanderes o cresta de gallo en Boyacá (60 % de las menciones), seguido de roya, la cual fue mencionada en el 49,58 % de las respuestas. El 45,83 % de las respuestas indicó el “tiro de munición” y el 43,33 %, la “monilia” o “monilinia”.

De las anteriores enfermedades, las dos primeras atacan el follaje de las plantas; tiro de munición afecta las hojas y los frutos, mientras que monilia solo ataca los frutos y las flores (Hu et al., 2011; Kreidl et al., 2015). Este grupo de enfermedades presenta síntomas muy particulares y diferenciados entre ellas; por lo tanto, facilita su diagnóstico y el reconocimiento por parte de los agricultores (figura 13). Otras enfermedades fueron mencionadas en menor porcentaje, como botritis (10,17 %) y gomosis (7,56 %).

Hallazgos similares fueron reportados por Miranda et al. (2013), con la excepción de las agallas en la corona causada por *Agrobacterium tumefaciens* (Smith & Townsend) Conn, que no fue reportada por ningún agricultor en esta caracterización. Además, algunos agricultores manifestaron la presencia

de enfermedades poco comunes, las cuales pueden ser equivalentes a las descritas anteriormente o confundirse entre ellas debido a la similitud entre síntomas y signos. En algunos casos, para saber cuál es el agente causal es necesario aplicar algunas técnicas de laboratorio para su identificación, o experticia en campo para hacer un diagnóstico correcto.

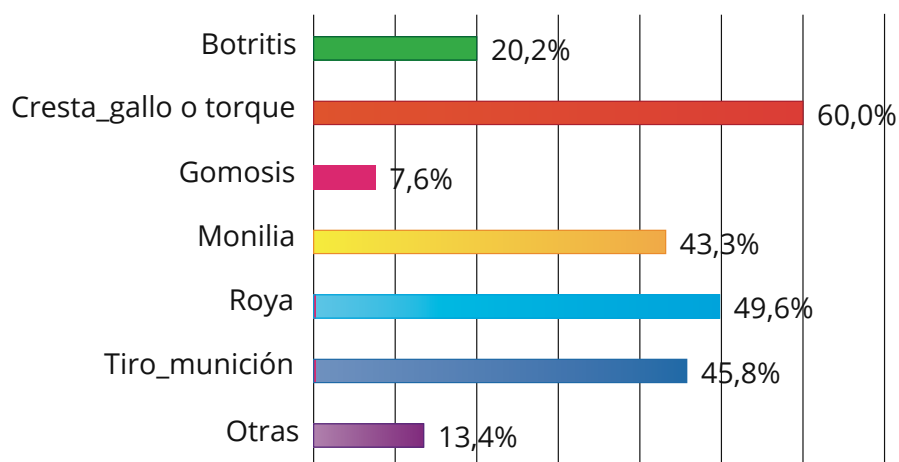


Figura 13. Principales enfermedades mencionadas que atacan el cultivo de durazno.

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se presenta una breve descripción de las enfermedades mencionadas con mayor frecuencia por los productores, que se encuentran reportadas y que afectan el cultivo de durazno en el país.

Torque o cresta de gallo (*Taphrina deformans* [Berk.] Tul.) (Taphrinales: Taphrinaceae): se manifiesta con enrojecimiento localizado en las hojas, que se vuelven gruesas, arrugadas y onduladas; la hoja se va decolorando, se torna amarillenta a medida que el hongo va produciendo esporas, luego se marchita y se cae (Ávila et al., 2013).

Royá (*Tranzschelia discolor* [Fuck.]) (Pucciniales:Tranzscheliaceae): cuando afecta las hojas, se observan pústulas circulares de color amarillo y café tanto en el haz, como en el envés de la hoja. Esta enfermedad puede ocasionar defoliación prematura del árbol y reducción significativa del peso del



fruto o su caída. En los frutos también se pueden observar síntomas durante la maduración, como manchas húmedas de color café rojizo (Ávila et al., 2013).

Tiro de munición (*Wilsonomyces carpophilus* [Lév.]) (Pleosporales: Dothidotthiaceae): esta enfermedad es causada por un hongo que ataca hojas, brotes y frutos. Las hojas enfermas tienen manchas y perforaciones rojizas; en los brotes, aparecen manchas café y gomosis, mientras que en los frutos se observan manchas circulares como ronchas color café (Ávila et al., 2013).

Pudrición café, monilia o monilinia (*Monilinia fruticola* [Pers.]) (Helotiales: Sclerotiniaceae): esta enfermedad es muy relevante en el cultivo de caducifolios, porque produce daño en flores y pudrición en los frutos, lo cual causa momificación (Hu et al., 2011; Kreidl et al., 2015; Miranda et al., 2013; Mondino, 2014). En Colombia, la moniliasis o monilia ha ocasionado grandes pérdidas en toda la etapa de producción del durazno, y esto ha afectado el rendimiento y la calidad de los frutos (Guarín Torres et al., 2019; Miranda et al., 2013).

Botritis (*Botrytis cinerea* Pers.) (Helotiales: Sclerotiniaceae): esta enfermedad ataca a cientos de especies vegetales, entre ellas el durazno y los demás frutales caducifolios. Su ataque puede causar necrosis de las flores, las hojas, las yemas, los brotes y los frutos. Su signo característico es un moho gris, de ahí su nombre común. Este moho, y en general la enfermedad, se beneficia con las altas humedades y la falta de corrientes de aire (Abata et al., 2016; Universidad de Buenos Aires, 2022).

Gomosis (*Pseudomonas* sp.) (Pseudomonadales: Pseudomonadaceae): es una enfermedad bacteriana que provoca estrangulación de ramas o del tronco, lo cual ocasiona la muerte descendente de las ramas. Se manifiesta como un tipo de cáncer, y alrededor de las lesiones aparecen grandes cantidades de goma. Las hojas superiores enfermas se enrollan y se ponen amarillentas, el crecimiento de los árboles se detiene y eventualmente mueren (Ávila et al., 2013).

Artrópodos plaga

La diversidad de especies de insectos y ácaros y las funciones que estos cumplen en los agroecosistemas son, con frecuencia, desconocidas por los agricultores. Generalmente, cuando se observan artrópodos en los cultivos, se reacciona con el propósito de eliminarlos, lo cual ha contribuido a que el uso de plaguicidas sea la única opción para el control de artrópodos, con sus respectivos efectos secundarios (Vásquez Moreno, 2012). En un agroecosistema se pueden presentar muchos insectos y solo una pequeña parte de ellos son plaga, debido a la pérdida del equilibrio entre las poblaciones naturales y sus controladores por el incremento de sus hospederos favoritos (monocultivo).

Los monocultivos ayudan a que algunas especies de insectos o ácaros se establezcan como fitófagos habituales en regiones donde se cultiva intensivamente la misma especie vegetal. Además, el comercio internacional y los factores de dispersión natural contribuyen a que este tipo de artrópodos que no son de la zona o del país ingresen y se asienten con mayor facilidad, pues no cuentan con enemigos naturales establecidos (Vásquez Moreno, 2012).

Para las zonas de estudio, los productores identifican como insectos plaga que afectan sus cultivos de durazno a los siguientes: pulgones, palomilla, mosca, trips, ácaros, cochinilla, hormigas, avispas y picudos. Sin embargo, los más frecuentes son los ácaros (77,5 %), los trips (75 %), seguidos de la mosca (33,3 %) y la cochinilla (29, 2 %) (figura 14). Algunos de estos no representan un daño directo y significativo para la producción del cultivo, dados su comportamiento y hábitos alimenticios.

A continuación, se da una breve descripción de los artrópodos mencionados con mayor frecuencia por los productores, que se encuentran reportados como plagas del durazno, y su importancia en el cultivo, excepto de mosca de las frutas que ya se ha descrito en capítulos anteriores.



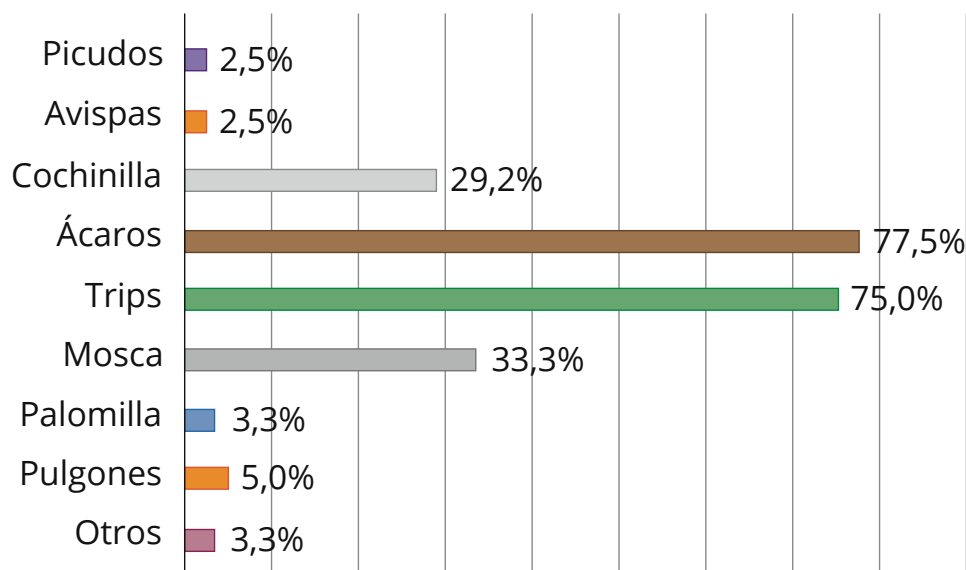


Figura 14. Principales plagas mencionadas que atacan el cultivo de durazno.

Fuente: Elaboración propia.

Ácaros (arañita roja, *Tetranychus* sp.) (Acari: Tetranychidae): son artrópodos muy pequeños que, en su estado adulto, pasan el mayor tiempo en la base de los árboles. Pueden ser un problema para el cultivo en condiciones ambientales de calor y sequía, cuando aumentan sus poblaciones. Se presentan en colonias ubicadas en el envés de las hojas, donde ovipositan. Causan daños al raspar el tejido vegetal y generan clorosis o manchas plateadas en las hojas. En grandes cantidades, pueden afectar el vigor de las plantas (Ávila et al., 2013; Miranda & Carranza, 2013; Murray & Alston, 2020; Zambrano & Perdomo, s. f.).

Trips (*Thrips tabaci* y *Frankliniella* sp.) (Thysanoptera: Tripidae): son insectos muy pequeñitos y delgados, que se alimentan de flores y de frutos tiernos. Cuando los frutos maduran se observan cicatrices o deformaciones, producto de la alimentación de estos insectos (Ávila et al., 2013; Miranda & Carranza, 2013; Murray & Alston, 2020).

Cochinillas (*Protortonia* sp. - Monophlebidae) y escamas de las familias: Diaspididae, Coccidae y Pseudococcidae (Hemiptera: Coccomorpha).

Son insectos pequeños que miden entre 1 y 2 mm de diámetro, la mayoría de las especies de este grupo produce una capa de cera sobre su cuerpo que les da apariencia harinosa o cerosa, lo cual les brinda protección de las condiciones climáticas y de sus enemigos naturales (Kondo et al., 2010). En altas poblaciones pueden causar el secamiento de las ramas del árbol y hasta la muerte de plantas en estados juveniles, el daño lo causan al succionar la savia de diferentes partes de la planta (Ávila et al., 2013; Miranda & Carranza, 2013; Kondo et al., 2010).

Áfidos o pulgones (*Myzus persicae*) (Hemiptera: Aphididae): son pequeños insectos verdes de cuerpo blando, por lo general se encuentran en grupos, en las terminales de las ramas. Son de hábito picador-chupador y se alimentan de la savia de los vasos del floema, por lo que pueden reducir el vigor del árbol; además, ocasionan enrollamiento de las hojas y pueden transmitir virus. Producto de su alimentación, excretan una mielecilla que pone pegajosas las hojas y sobre estas crece la fumagina negra, lo cual mancha las hojas y eventualmente los frutos (Miranda & Carranza, 2013; Murray & Alston, 2020; Zambrano & Perdomo, s. f.).

71

Avispón (*Epipona* sp.) (Hymenoptera: Vespidae): es una avispa grande de color negro, que es atraída por los frutos muy maduros. Hace agujeros muy grandes en los frutos maduros y sobremaduros en el árbol y caídos en el suelo (Murray & Alston, 2020).

Hormigas (Hymenoptera: Formicidae): algunas especies de hormigas actúan como plaga cuando se alimentan de plantas cultivadas. Las más conocidas son las hormigas cortadoras del género *Atta*, que son capaces de defoliar plantas para asegurar su alimento. Las hormigas también son problema cuando establecen una relación mutualista con hemípteros, plaga como los áfidos (Aphididae), moscas blancas (Aleyrodidae), cóccidos y pseudocóccidos como las cochinillas (Hemiptera: Coccomorpha). Estos insectos excretan mielecillas (“miel de rocío”) compuestas de azúcares y otros



compuestos que aprovechan las hormigas para suplir sus requerimientos nutricionales. A cambio, los áfidos y cochinillas son protegidos por las hormigas de parasitoides y depredadores (Alfonso Simonetti & Matienzo Brito, 2012; Ávila et al., 2013).

Mosca de la fruta *Ceratitis capitata*

En cuanto al conocimiento que tienen los productores sobre la mosca del Mediterráneo, el 100 % de los entrevistados afirmó que conoce el insecto; pero al preguntar si reconocen el daño que ocasiona, en el caso particular de Boyacá, más del 90 % de los encuestados no sabe reconocer el daño en la fruta, a pesar de la amplia difusión con respecto a la importancia económica de esta mosca en el cultivo de durazno. Al pedirles que realizaran una breve descripción del daño (figura 15), la frase “daña el fruto” fue mencionada en el 38 % de las respuestas, seguida de “crecen gusanos y se comen la fruta”, con el 30 % de las menciones. El 28,3 % afirmó tener conocimiento de que “hace daño”, pero que “no sabe” describirlo.

72

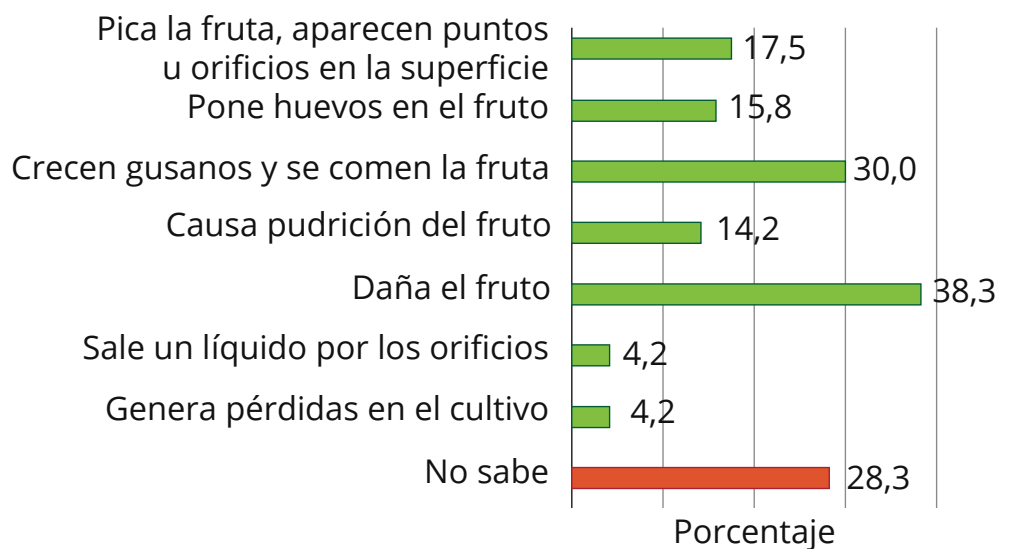


Figura 15. Descripción del daño por *C. capitata* en durazno.

Fuente: Elaboración propia

El 35 % de los productores en Norte de Santander y el 20 % en Santander han tenido mosca en su sitio de producción durante más de cinco años, y un poco más de la mitad de los encuestados en los dos departamentos afirman tener mosca desde hace por lo menos dos y cinco años. Para el caso de Boyacá, donde los cultivos son más jóvenes, el 90 % de los productores afirmó tener mosca desde hace un año o menos.

Actividades que los productores hacen para el monitoreo y control de la mosca

A continuación, se presenta un resumen de las principales respuestas dadas por los productores de durazno cuando se indagó por la actividades de monitoreo y control de *C. capitata*; en este, se evidencia que los productores confunden los conceptos y usos de las trampas para tal fin.

Debido a las medidas establecidas en la Resolución 995 (ICA, 2019) para el monitoreo de *C. capitata* en predios productores de durazno, el 99,16 % de los encuestados emplea la trampa Jackson + Trimedlure y el 89 % usa en simultáneo la trampa McPhail + proteína hidrolizada (figura 16). Algunos productores, además de utilizar estas dos trampas, también realizan actividades de control mediante trampeo masivo, usan atrayentes como la proteína hidrolizada, cebo tóxico y, en algunos casos, atrayentes artesanales (fermentos de frutas o maíz) (36,67 %). En Boyacá y Santander, las trampas son revisadas en su mayoría cada 15 días por parte de los productores encuestados (94,87 % y 71,43 %, respectivamente) y semanalmente por los productores de Norte de Santander (77,19 %).

La Resolución 995 establece que en los sitios de producción, el valor del MTD debe ser menor o igual a 0,2 moscas trampa día (MTD) (ICA, 2019). Al preguntar qué es MTD, el 51,7 % de los productores de Norte de Santander menciona qué es el índice, y la mayoría de los encuestados de Santander y Boyacá no lo conocen (61 % y 97 %, respectivamente). Con el objetivo de



corroborar si conocen y saben calcular el MTD, se les pidió que definieran la fórmula para el cálculo. A esto el 51 % respondió que el índice se calcula dividiendo el número de moscas entre el número de días de exposición; el 17,95 % hizo alusión a la fórmula que está descrita en la Resolución 995 (ecuación 1); el 17,95 % no sabe cómo se calcula, y el 10 % manifiesta que se limita al número de moscas capturadas.

$$MTD = \frac{NMC}{NTR \times N.^{\circ} Exp} \quad (\text{ecuación 1})$$

Donde:

MTD: moscas trampa día

NMC: número de moscas capturadas

NTR: número de trampas revisadas

N.º Exp.: número de días de exposición de las trampas en el sitio



Figura 16. Tipos de trampas que los productores dicen emplear para la vigilancia de la mosca. a. Trampa Jackson + Trimedlure; b. Trampa McPhail + proteína hidrolizada; c. Otras trampas.

Fotos: Albert Sneyder Carvajal Rivera, Andrés Hurtado, Yajaira Romero-Barrera

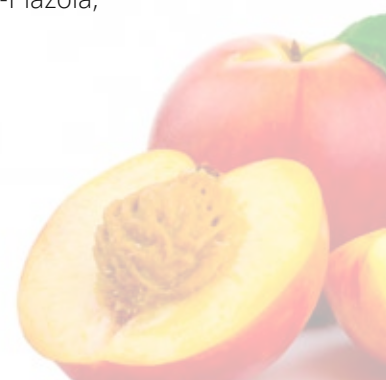
Hospederos alternos: en los tres departamentos, más del 50 % de los cultivos de durazno está rodeado de otros predios durazneros y los productores de Santander y Norte de Santander indicaron que existen plantaciones de otras especies de frutales alrededor del cultivo (tabla 3), de las cuales 12 han sido reportadas como hospederos de *C. capitata* en otros países (Guzmán-Plazola, 2010), donde manzana, ciruela y brevas son las más frecuentemente mencionadas y están asociadas a la presencia de la mosca en las fechas que no hay producción del cultivo principal (Escudero-Colomar et al., 2008).

Tabla 3. Especies de frutales mencionadas por los productores de durazno

Nombre común	Especie	Menciones (frecuencia relativa)
Manzana*	<i>Malus domestica</i>	18 %
Ciruela*	<i>Prunus domestica</i>	18 %
Breva o higos*	<i>Ficus carica</i>	11 %
Naranja*	<i>Citrus x sinensis</i>	7 %
Tomate de árbol*	<i>Solanum betaceum</i>	7 %
Níspero*	<i>Manilkara zapota</i>	5 %
Tuna*	<i>Opuntia</i> spp.	5 %
Aguacate*	<i>Persea americana</i>	5 %
Guayaba*	<i>Psidium guajava</i>	5 %
Feijoa*	<i>Acca sellowiana</i>	3 %
Mandarina*	<i>Citrus reticulata</i>	3 %
Limón*	<i>Citrus x limon</i>	3 %
Café*	<i>Coffea arabica</i>	2 %
Gulupa	<i>Passiflora edulis</i> f. <i>edulis</i>	2 %
Granadilla	<i>Passiflora ligularis</i>	2 %
Chirimoya*	<i>Annona cherimola</i>	1 %
Mango*	<i>Mangifera indica</i>	1 %
Curuba	<i>Passiflora tripartita</i>	1 %
Mora	<i>Rubus eriocarpus</i>	1 %

*Especies reportadas como hospederas de *C. capitata* en otros países (Guzmán-Plazola, 2010).

Fuente: Elaboración propia, a partir de los datos colectados en la encuesta



Manejo de cosecha y poscosecha

Durante la fase de maduración y cosecha del fruto, todos los productores manifestaron que hacen manejo de frutos maduros y sobremaduros; asimismo, recogen los frutos caídos en el suelo y los frutos no comerciales que quedan en el árbol (punteros). En Santander y Boyacá, los productores generalmente embolsan estos frutos. En Norte de Santander, el 65,5 % realiza la práctica de embolsado y el 12,1 % entierra la fruta.

Para evitar la proliferación de la mosca, en los tres departamentos se lleva a cabo la instalación de trapeo masivo con proteína hidrolizada como atrayente; en Santander, el 15 % de los productores usa otros tipos de atrayentes que elaboran ellos mismos. Otra estrategia de control es la aplicación de cebo tóxico; en Norte de Santander, el 44 % de los encuestados lo aplica usando bomba de espalda; el 31 %, brochas, y el 19 %, rodillos. La aplicación del producto se realiza sobre la vara que sostiene las ramas del árbol y no directamente en el tallo (figura 17). En Santander, el 73 % de los productores aplica el cebo tóxico empleando bombas de espalda y el 22 % usa otros métodos de aplicación. En Boyacá, el 75 % de los productores utilizan la brocha para la aplicación del producto y 25 %, la bomba de espalda. Entre los métodos alternativos de aplicación de productos se destacan los puntos cebos, donde se usan botellas o tarros de plástico, a los cuales se les abren unas ventanas laterales para que entre la mosca y se alimente con cebo tóxico.

Dentro de los criterios que tienen en cuenta los productores para iniciar la cosecha se encuentran: punto de madurez de la fruta (62,7 %), cambio de color (18,64 %), pintón o momento cuando comienza la coloración de la fruta (11,86 %) y por calendario (6,78 %). En ningún caso se mencionó la forma y la relación entre los diámetros ecuatorial y longitudinal de los frutos, que en el momento de alcanzar su punto óptimo de maduración pierden su forma oblonga y tienden a ser más redondeados (Quevedo-García et al., 2017). Respecto al número de pases de cosecha, el 49,57 % de los productores hace tres; el 19,66 %, cuatro, y el 10,26 %, dos pases, todos con la misma frecuencia



Figura 17. Aplicación de cebo tóxico. a. Ramas axiales del árbol; b. Vara de soporte de las ramas.

Fotos: Lindolfo Galeano, Liliana Cely-Pardo

semanal. El 11,86 % de los encuestados realiza cosechas con frecuencias superiores a los diez días.

77

Durante la realización de los pases de cosechas, el 100 % de los productores encuestados en Boyacá y Santander afirmó que clasifica la fruta por calidad sanitaria y física o visual, mientras que en Norte de Santander el 87,72 % ordena sus frutos por calidad sanitaria y el 78,95 % por calidad física o visual. Esto se debe, según ellos, a que no es necesario realizar la clasificación de la fruta, ya que el intermediario compra toda la cosecha.

Respecto al almacenamiento de la fruta en el predio, ningún productor de Boyacá guarda la fruta después de cosecha en la finca, mientras que en Norte de Santander y Santander sí se almacena durante algún tiempo (43,86 % y 14,29 %, respectivamente).

La mayoría de los productores (94,17 %) lleva la fruta cosechada a la empaadora y la clasifica en categorías de calidad según su tamaño: 00, 0, 1, 2, 3



y 4 (tabla 4). Según los datos proporcionados en la encuesta, en promedio se alcanza un 7 % de fruta en la categoría 00, 15 % en la categoría 0, 25 % en la categoría 1, 29 % en la categoría 2, 17 % en la categoría 3 y 7 % en la categoría 4. En Norte de Santander, el 57,14 % de los encuestados almacena la cosecha en la empacadora y en Santander lo hace el 9,52 %. Los tiempos de almacenamiento oscilan entre 12 y 36 horas.

Tabla 4. Categorías para la clasificación de durazno según el peso y el diámetro del fruto			
Categoría		Peso (g)	Diámetro (mm)
00		Mayor que 200	Mayor que 70
0	Extra	De 180 a 200	61-70
1	Primera	De 150 a 180	55-60
2	Segunda	De 100 a 150	49-54
3	Tercera	De 70 a 100	42-48
4	Riche	De 40 a 70	Menor que 41

Fuente: Elaboración propia, a partir de los datos obtenidos en la encuesta

Comercialización

El 97 % de los predios está registrado en el ICA bajo la Resolución 995. La licencia fitosanitaria de movilización es solicitada directamente por el productor (95,83 %) y la fruta es vendida directamente al intermediario o comercializador (83,33 %) que ofrezca el mejor precio (11,67 %). Se identificó un total de 25 intermediarios repartidos en las tres zonas, entre los cuales se encuentran personas naturales y comercializadoras.

Los principales destinos de comercialización de la fruta mencionados por los productores son: Central de Abastos de Bogotá (Corabastos), Central de Abastos de Bucaramanga (Centroabastos) y Central de Abastos de Cúcuta (Cenabastos) (figura 18). Estos resultados son similares a los que reportan Villamizar & Fernández (2015). Otros destinos mencionados en menor proporción son: Barranquilla, Medellín, Cali, Ipiales y Venezuela.

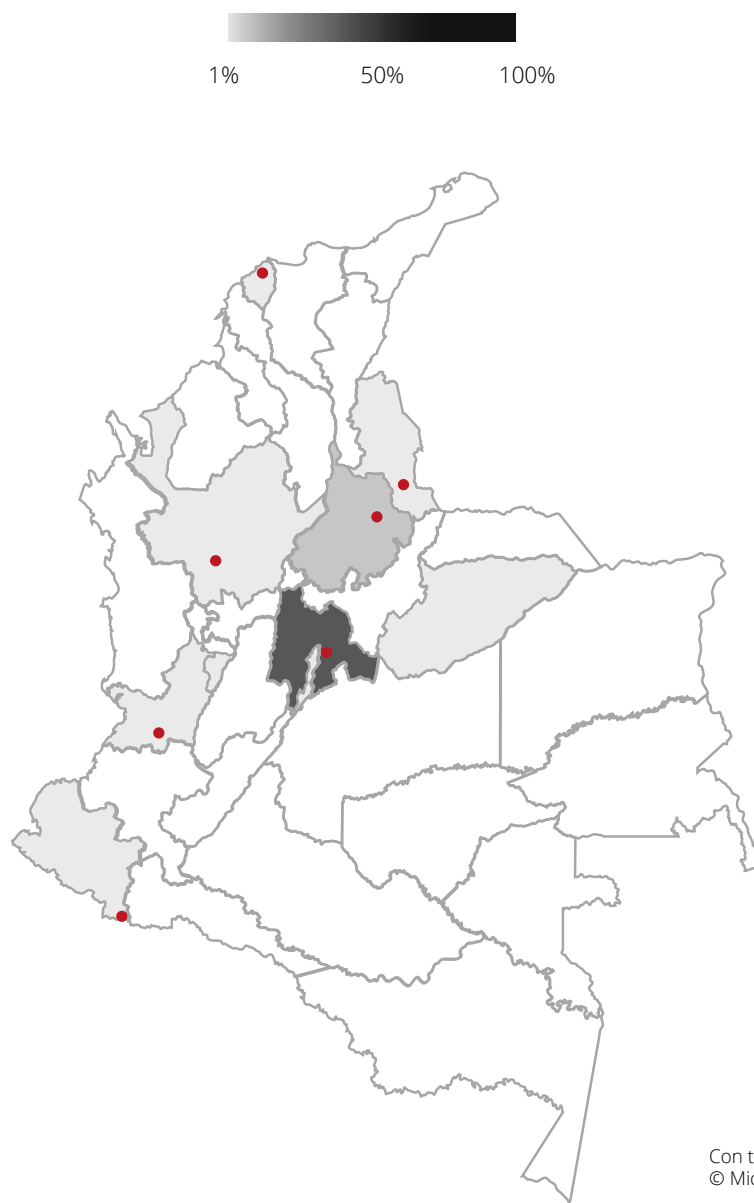


Figura 18. Principales destinos de comercialización del durazno.

Fuente: Elaboración propia



Reflexiones

El ejercicio de caracterización, resultado del análisis de las respuestas dadas por los productores de durazno permitió identificar las principales diferencias entre las zonas productoras que indican que se deben generar estrategias diferenciales para el manejo de la mosca, adaptables para cada zona de producción.

En el departamento de Norte de Santander, la edad de gran parte de los productores oscila entre 51 y 60 años y no se encuentran asociados. Los encuestados aseguran que tienen mosca en sus predios hace por lo menos cinco años; por esta razón, reconocen la mosca del Mediterráneo y el daño que causa en la fruta, así como la fórmula para calcular el índice MTD. Para el control químico del insecto, aplican el cebo tóxico en la vara que sostiene el árbol y en ningún caso lo hacen directamente sobre el tallo.

80

En Santander, la mayoría de los productores tiene entre 41 y 50 años y una alta proporción pertenece a una asociación de productores. Afirman tener mosca desde hace por lo menos cinco años, y saben reconocer el insecto y el daño que causa en la fruta. Emplean atrayentes alternativos para el manejo de la mosca, por ejemplo, fermentos de frutas.

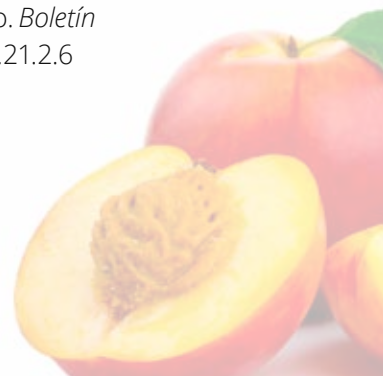
En Boyacá, la mayoría de productores tiene entre 41 y 50 años de edad y afirman que no tienen mosca en el predio, no saben reconocer el daño que causa la mosca en la fruta, ni calcular el valor de MTD.

De acuerdo con las respuestas de los productores, en las tres zonas, las principales enfermedades que afectan el cultivo del durazno son roya, monilia y torque, y los principales artrópodos plaga además de la mosca del mediterráneo son ácaros y trips. La concientización del impacto negativo

de *C. capitata* sobre la productividad del cultivo de durazno es fundamental para desarrollar programas exitosos para el manejo y control de esta plaga; por lo tanto, es necesario que los productores puedan reconocer el daño que esta causa en la fruta y que implementen las estrategias de monitoreo y manejo adecuadas.

Referencias

- Abata, L. K., Izquierdo, A. R., Viera, W., & Flores, F. J. (2016). First report of botrytis rot caused by botrytis cinerea on peach in Ecuador. *Journal of Plant Pathology*, 98(3), 677-697. <https://doi.org/10.4454/jpp.v98i3.3766>
- Africano-Pérez, K. L., Balaguera-López, H. E., Almanza-Merchán, P. J., Cárdenas-Hernández, J. F., & Herrera-Arévalo, A. (2016). Caracterización poscosecha del fruto de durazno [*Prunus persica* (L.) Bastch] cv. Dorado producido bajo condiciones de trópico alto. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 10(2), 232-240. <https://doi.org/10.17584/rcch.2016v10i2.5212>
- Alfonso Simonetti, J., & Matienzo Brito, Y. (2012). Las hormigas: ¿plagas o enemigos naturales de plagas? *LEISA*, 28(1), 20-22.
- Ávila, C., Robles, A., Pinzón, S., Miranda, D., & Fisher, G. (2013). Tecnologías locales para los sistemas de producción de frutales caducifolios en zonas productoras de Colombia y sus limitantes tecnológicas. En D. Miranda, G. Fischer, & C. Carranza (Eds.), *Los frutales caducifolios en Colombia. Situación actual, caracterización de sistemas de producción y plan de desarrollo* (pp. 115-150). Sociedad Colombiana de Ciencias Hortícolas.
- Cancino, S. E., Cancino Escalante, G. O., & Quevedo Garcia, E. (2019). Determining factors of the economic profitability of peach production in the Municipality of Pamplona, Northeast of Santander, Colombia. *Revista Espacios*, 40(13), 18.
- Cancino, S. E., Cancino Escalante, G. O., & Quevedo Garcia, E. (2018). Modelo explicativo de la rentabilidad económica del cultivo de durazno en la provincia de Pamplona, Colombia. *Económicas Cuc*, 39(2), 63-76. <https://doi.org/10.17981/econcuc.39.2.2018.04>
- Cano, C., Iregui, A., Ramírez, M., & Tribín, A. (Eds.). (2016). *El desarrollo equitativo, competitivo y sostenible del sector agropecuario en Colombia*. Banco de la República.
- Carvajal Caballero, R. (2018). Caracterización de las condiciones edafoclimáticas del cultivo de durazno (*Prunus persica*) en los municipios de Concepción y Cerrito, Santander, Colombia. *Revista Integra*, 9, 98-118.
- Cruz, M. I., Bacca, T., & Canal, N. A. (2017). Diversidad de las moscas de las frutas (Diptera: Tephritidae) y sus parasitoides en siete municipios del departamento de Nariño. *Boletín Científico del Centro de Museos*, 21(2), 81-98. <https://doi.org/10.17151/bccm.2017.21.2.6>



- Escudero-Colomar, L. A., Vilajeliu, M., & Batllori, L. (2008). Seasonality in the occurrence of the Mediterranean fruit fly [*Ceratitis capitata* (Wied.)] in the north-east of Spain. *Journal of Applied Entomology*, 132(9-10), 714-721. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0418.2008.01372.x>
- González, A., Puentes, G. A., & Ruiz, E. F. (2017). Comportamiento de precios de mercados y análisis de volatilidad, para durazno (*Prunus persica* [L.] Batsch.) producido en Boyacá, Colombia. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 11(1), 48-62. <https://doi.org/10.17584/rcch.2017v11i1.6161>
- Guarín Torres, Y. C., Patiño Pacheco, M. J., & Martínez, J. W. (2019). Identificación del agente causal de la pudrición parda en frutos de duraznero (*Prunus pérsica*, L. Batsch) en Boyacá. *Entramado*, 15(1), 298-309. <https://doi.org/10.18041/1900-3803/entramado.1.5418>
- Guzmán-Plazola, R. A. (2010). *Mosca del Mediterráneo Ceratitis capitata* (Wiedemann). Sistema Nacional de Vigilancia Epidemiológica Fitosanitaria. http://langif.uaslp.mx/plagas-devastadoras/documentos/fichas/Ceratitis_capitata.pdf
- Hu, M.-J., Cox, K. D., Schnabel, G., & Luo, C.-X. (2011). Monilinia species causing brown rot of peach in China. *PLoS One*, 6(9), e24990. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0024990>
- Instituto Colombiano Agropecuario [ICA]. (2014). Resolución 3123. “Por medio de la cual se declara el Estado de Emergencia Fitosanitaria en los departamentos de Norte de Santander, Atlántico, Bolívar y Cundinamarca, por la presencia de la mosca del Mediterráneo *Ceratitis capitata* Wiedemann”. <https://www.legiscomex.com/BancoMedios/Documentos PDF/ica-estado-declara-emergencia-sanitaria-resolucion-3123.pdf>
- Instituto Colombiano Agropecuario [ICA]. (2019). Resolución 995. “Por medio de la cual se establecen medidas fitosanitarias para el control de la mosca del Mediterráneo *Ceratitis capitata* (Wiedemann) en la especie durazno y la contención de su dispersión en el territorio nacional”. <https://www.ica.gov.co/normatividad/normas-ica/resoluciones-oficinas-nacionales/2019/2019r00995>
- Johnson, R., & Wichern, D. (2002). *Applied Multivariate Statistical Analysis* (6.^a ed). Pearson Modern Classics.
- Kish, L. (1965). *Survey sampling*. John Wiley & Sons.
- Kondo, D. T., López, B., & Quintero, M. (2010). Manejo integrado de insectos escama (Hemiptera: Coccoidea) con énfasis en control biológico. *Revista Regional, Corpoica, Novedades técnicas*, 14(1), 1-8.
- Kreidl, S., Edwards, J., & Villalta, O. (2015). Assessment of pathogenicity and infection requirements of Monilinia species causing brown rot of stone fruit in Australian orchards. *Australasian Plant Pathology*, 44(4), 419-430. <https://doi.org/10.1007/s13313-015-0362-7>
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. (2021). *Reporte: área, producción y rendimiento nacional por cultivo*. <https://www.agronet.gov.co/estadistica/Paginas/home.aspx?cod=1>

- Miranda, D., & Carranza, C. (2013). Caracterización, clasificación y tipificación de los sistemas de producción de caducifolios: ciruelo, duraznero, manzano y peral en zonas productoras de Colombia. En D. Miranda, G. Fisher, & C. Carranza (Eds.), *Los frutales caducifolios en Colombia. Situación actual, sistemas de cultivo y plan de desarrollo* (pp. 87-114). Sociedad Colombiana de Ciencias Hortícolas.
- Miranda, D., Fischer, G., & Carranza, C. (2013). *Los frutales caducifolios en Colombia: situación actual, caracterización de sistemas de producción y plan de desarrollo*. Sociedad Colombiana de Ciencias Hortícolas.
- Mondino, P. (2014). Sintomatología, etiología y características epidemiológicas de la enfermedad. En M. Mitidieri, & J. Castillo (Eds.), *Manejo de la podredumbre morena (Monilinia fructicola y M. laxa) en huertos frutales de Uruguay, Chile, Bolivia, Brasil y Argentina* (pp. 35-86). Programa Interamericana de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo (CYTED).
- Murray, M., & Alston, D. (2020). *Plagas frutales: durazno-nectarina*. https://digitalcommons.usu.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1940&context=extension_curall
- Nyambo, D. G., Luhanga, E. T., & Yonah, Z. Q. (2019). A review of characterization approaches for smallholder farmers: Towards predictive farm typologies. *The Scientific World Journal*, 2019, 1-9. <https://doi.org/10.1155/2019/6121467>
- Pinzón, E. H., Cruz Murillo, A., & Fischer, G. (2014). Aspectos fisiológicos del duraznero (*Prunus persica* [L.] Batsch) en el trópico alto. Una revisión. *Revista U. D. C. A.*, 17(2), 401-411. <https://doi.org/10.31910/rudca.v17.n2.2014.243>
- Portilla, M., González, G., & Nuñez Bueno, L. (1994). Infestación, reconocimiento e identificación de mosca de las frutas y de sus enemigos naturales en café. *Revista Colombiana de Entomología*, 20(4), 261-266. <https://doi.org/10.25100/socolen.v20i4.10043>
- Puentes, G. (2006). Sistema de producción de frutales caducifolios en el departamento de Boyacá. *Equidad y Desarrollo*, 1(5), 39-46. <https://doi.org/10.19052/ed.344>
- Quevedo-García, E., Darghan, A. E., & Fischer, G. (2017). Clasificación de variables morfológicas del duraznero (*Prunus persica* L. Batsch) 'Jarillo' en la montaña santandereana colombiana mediante análisis discriminante lineal. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 11(1), 39-47. <https://doi.org/10.17584/rcch.2017v11i1.6140>
- Rahija, M. (2021). Progreso y actividades desde la 29a Sesión. En *Working group on agricultural and livestock statistics for Latin America and the Caribbean 30th Session*. <https://www.fao.org/3/cb6100es/cb6100es.pdf>
- Romero Barrera, Y., Ávila Cárdenas, J., Suárez Villota, P. D., & Fuentes Benítez, J. C. (2021). *Construir tamaños de muestra a partir de datos del Tercer Censo Nacional Agropecuario (3.er CNA): una alternativa ante la ausencia de marco muestral*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA). <https://doi.org/10.21930/agrosavia.analisis.7404685>
- Saravia Matus, S., Cimpoies, D., & Ronzon, T. (2013). *Panorama of Typologies of Agricultural Holdings*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO).



- Soto Agudelo, A. L. (2016). *La deficiencia de información estadística para el sector agrario en Colombia* [Tesis de maestría, Universidad de los Andes]. Repositorio Uniandes. <https://repositorio.uniandes.edu.co/bitstream/handle/1992/13853/u729557.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Universidad de Buenos Aires [UBA]. (2022). *Podredumbre del durazno (Botrytis cinerea)*. https://herbariofitopatologia.agro.uba.ar/?page_id=3636
- Vásquez Moreno, L. L. (2012). Los insectos, los agricultores y el manejo de la finca. *LEISA*, 28(1), 5-8.
- Villamizar, E. (2008). El durazno: un proceso de cambio en la agricultura de la provincia de Pamplona. *FACE*, IV(7), 64-78. <https://doi.org/10.24054/01204211.v7.n7.2008.1972>
- Villamizar, C., & Fernández, D. (2015). Caracterización de los productores de durazno (*Prunus persica* (L.)). *Revista Ambiental Agua, Aire y Suelo*, 6(1), 8.
- Weller, J. (2016). *Brechas y transformaciones: la evolución del empleo agropecuario en América Latina*. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (Cepal). <https://doi.org/10.18356/daa2f77a-es>
- Zambrano, P., & Perdomo, O. (Comps.). (s. f). *Durazno: tipos, beneficios, propiedades y cómo cultivarlo*. <https://agrotendencia.tv/agropedia/el-cultivo-del-durazno/#Plagas>

Anexo 1. Formato de encuesta aplicado a productores de durazno



Acciones para fortalecer los procesos de vigilancia sanitaria y prevención del ICA y mantener el estatus fitosanitario de los sistemas productivos de durazno en zona centro-oriente del país

Nombre del encuestador: _____

Fecha de la encuesta: _____

Hora de inicio de la encuesta: _____

I. DATOS DEL PRODUCTOR

1. Nombre y apellido del productor: _____

2. Sexo del productor:

1. Hombre ()

2. Mujer ()

3. Edad cumplida del productor

1. Edad en años: _____

2. No sabe, no responde ()

4. Teléfono del productor:

1. Número: _____

2. No informa, no tiene ()

5. Nivel de escolaridad del productor:

1. Primaria incompleta ()

2. Primaria completa ()

3. Bachillerato incompleto ()

4. Bachillerato completo ()

5. Técnico, tecnólogo ()

6. Profesional ()

7. Posgrado ()

6. ¿Pertenece a una asociación de productores?

1. Sí ()

2. No ()

Si la respuesta anterior es sí,

7. ¿Cuál es el nombre de la asociación? _____

II. DATOS DEL PREDIO

8. Departamento _____

9. Municipio _____

10. Vereda _____

11. Nombre del predio _____

12. Área total de la finca: _____

12.1 Unidad de medida: 1. Hectáreas ()

2. Metros cuadrados ()

3. Fanegada ()

4. Otra ()

13. Coordenadas geográficas: 13.1 Latitud: _____

13.2 Longitud: _____

13.3 ASNM: _____

14. Tipo de tenencia del predio

1. Propia ()

2. Arrendada ()

3. Aparcería ()

4. Familiar ()

5. Otras formas ()

15. ¿Cuál es la topografía predominante del predio? 1. Plana ()

2. Ondulada ()

3. Pendiente ()

4. Mixta ()

16. Del área total, ¿Cuánta área está sembrada con durazno? _____

16.1 Unidad de medida: 1. Hectáreas ()

2. Metros cuadrados ()

3. Fanegada ()

4. Otra ()

17. ¿Cuántos lotes en total tiene sembrados con durazno en su predio? _____

18. ¿Cuántas árboles aproximadamente tiene sembrados por lote? _____



III. DATOS DEL CULTIVO

a. Inventario de materiales vegetales

Variedad	19. Número del lote	20. Edad del cultivo (años)	Distancia entre		21. Cantidad de fruta producida por cosecha	22. Unidad de medida. 1. caja por 10 kg; 2. caja por 15 kg; 3. canastilla de 15 kg; 4. canastilla de 30 kg y 4. otro
			23. Plantas	24. Surcos		
Granjarillo rojo						
Granjarillo Amarillo						
Jarillo						
Dorado						
Otras variedades 1. ¿Cuál?						
Otras variedades 2. ¿Cuál?						

b. Prácticas de manejo del cultivo

25. El cultivo es: 1. Monocultivo () 2. Asociado () Si su respuesta fue asociado,

26. ¿Cuáles son los cultivos asociados o acompañantes? _____

27. ¿Tiene sistema de riego en su cultivo? 1. Sí () 2. No () 28. ¿Cuál es el sistema de riego predominante? 1. Goteo () 2. Aspersión () 3. Microaspersión () 4. Otro ()
29. ¿Realiza análisis completo de suelo? 1. Sí () 2. No () 30. ¿Fertiliza el cultivo de acuerdo con el análisis de suelo? 1. Sí () 2. No ()
31. ¿Realiza podas de formación? 1. Sí () 2. No () 32. ¿Realiza podas fitosanitarias? 1. Sí () 2. No () 33. ¿Realiza podas de mantenimiento? 1. Sí () 2. No ()
34. ¿Realiza control de arvenses? 1. Sí () 2. No ()

c. Plagas y enfermedades del cultivo

35. ¿Cuáles son las principales enfermedades en su cultivo? _____

36. ¿Realiza monitoreo de enfermedades en su cultivo? 1. Sí () 2. No () 37. ¿Realiza control de enfermedades en su cultivo? 1. Sí () 2. No ()
38. ¿Con qué frecuencia realiza el control de enfermedades? _____
39. ¿Cuáles son las principales plagas en su cultivo? _____

40. ¿Realiza monitoreo de plagas en su cultivo? 1. Sí () 2. No () 41. ¿Realiza control de plagas en su cultivo? 1. Sí () 2. No ()
42. ¿Con qué frecuencia realiza el control de plagas? _____

d. Mosca de la fruta *Ceratitis capitata*

43. ¿Conoce la mosca de la fruta *Ceratitis capitata*? 1. Sí () 2. No () 44. ¿Reconoce el daño que hace en la fruta *Ceratitis capitata*? 1. Sí () 2. No ()

45. Describa brevemente el daño de *Ceratitis capitata* en la fruta: _____

46. ¿Hace cuántos años tiene mosca de la fruta en el predio? _____ años 47. ¿Cuál es el porcentaje de pérdidas en su cultivo debido a *Ceratitis capitata*? (Si no sabe escriba % 999) _____
48. ¿Realiza trapeo para monitoreo de mosca de la fruta? 1. Sí () 2. No () 49. ¿Cuáles son los tipos de trampa que usa en su cultivo? 1. Jackson () 1. McPhail () 2. Ninguno ()
50. ¿Cuál es el tipo de atrayente que usa para la mosca? 1. Trimedlure () 2. Proteína hidrolizada () 3. Otro () ¿Cuál? _____ 51. ¿Cuál es la frecuencia de lectura de la trampa? Es decir, revisar, contar y registrar las moscas capturadas 1. Semanal 2. Quincenal 3. Otra
52. ¿Sabe qué es MTD? 1. Sí () 2. No () 53. ¿Cómo se calcula el MTD? _____

3



54. ¿Usa el valor de MTD como referencia para el control de la mosca de la fruta? 1. Sí () 2. No ()

e. Actividades de control de la mosca de la fruta *Ceratitis capitata*

55. ¿Realiza manejo de fruta madura y sobremadura? 1. Sí () 2. No ()
(cosecha oportuna)

56. ¿Hace recolección de fruta que se encuentra en el suelo? 1. Sí () 2. No ()

57. ¿Realiza enterrado de la fruta? 1. Sí () 2. No ()

58. ¿Realiza embolsado de la fruta? 1. Sí () 2. No ()

59. ¿Realiza trampeo masivo de la mosca de la fruta? 1. Botella () 2. Otro ()

60. ¿Cuál es el atrayente que usa en el trampeo masivo? 1. Proteína hidrolizada () 2. Otros ()

61. ¿Aplica cebo tóxico? 1. Sí () 2. No ()

62. ¿Cuál es el método para aplicar el cebo tóxico? 1. Bomba de espalda () 2. Rodillo () 3. Brocha () 4. Otra ()

63. ¿Realiza control biológico para el manejo de mosca de la fruta? 1. Sí () 2. No ()

64. ¿Cuál es el método de control biológico que aplica? _____

65. ¿Realiza manejo de residuos de las podas? 1. Sí () 2. No ()

66. ¿Qué tipo de manejo realiza al residuo de las podas? 1. Repicado () 2. Otro () ¿Cuál? _____

67. ¿Existen cultivos de durazno alrededor del predio? 1. Sí () 2. No ()

68. ¿Tiene otros cultivos o árboles frutales dispersos alrededor del cultivo? 1. Sí () 2. No ()

Si respondió sí en la pregunta anterior, 69. ¿Cuáles son las especies que tiene alrededor del cultivo? _____

f. Cosecha

70. ¿Cuál es el criterio de cosecha/punto de madurez? _____

71. ¿Cuántos pases/paños de cosecha realiza? _____

72. ¿Con qué frecuencia realiza los pases / paños de cosecha? _____

73. ¿Cuánta fruta produce/cantidad de fruta por pase/paños de cosecha? _____

74. ¿En el momento de la cosecha clasifica la fruta por calidad sanitaria? 1. Sí () 2. No ()

75. ¿En el momento de la cosecha clasifica la fruta por calidad física/visual? 1. Sí () 2. No ()

76. ¿Almacena la fruta después de la cosecha en el predio? 1. Sí () 2. No ()

Si respondió sí en la pregunta anterior, 77. ¿Por cuánto tiempo almacena la fruta cosechada en el predio? _____

g. Comercialización

78. ¿Está inscrito el predio en el ICA bajo la Resolución 995? 1. Sí () 2. No ()

79. ¿Quién solicita la licencia fitosanitaria de movilización de material vegetal para la fruta de su predio? 1. Productor () 2. Intermediario () 3. Transportador () 4. Otro ()

80. ¿Vende el durazno a un intermediario o comercializador? 1. Sí () 2. No ()

81. Puede Indicar el nombre del intermediario o comercializador (persona natural o jurídica) _____

82. ¿Cuál es el destino de la fruta vendida?
- | | |
|--|----------------------------------|
| 1. Central de Abastos de Bogotá () | 6. Central minorista-fruiter () |
| 2. Central de Abastos de Medellín () | 7. Agroindustria () |
| 3. Central de Abastos de Bucaramanga () | 8. Venezuela () |
| 4. Otra central de Abastos () | 9. Otra () ¿Cuál? _____ |
| 5. Central mayorista () | |

h. Poscosecha

83. ¿Cuál es el nombre de la empacadora donde clasifica la fruta? _____

84. ¿Clasifica los frutos por categorías de calidad? 1. Sí ()
2. No ()

Si contestó sí en la pregunta anterior, indique el porcentaje de fruta por categoría:	85. Categoría 00	86. Categoría 0	87. Categoría primera	88. Categoría segunda	89. Categoría tercera	90. Categoría cuarta
	%	%	%	%	%	%

91. ¿Realiza almacenamiento de la fruta en la empacadora? 1. Sí () 2. No ()

Si contestó sí en la pregunta anterior,
92. ¿Cuánto tiempo almacena la fruta en el predio? _____

Fin de la encuesta.

Autorizo de manera voluntaria, previa, explícita, informada e inequívoca a La Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA) y al Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) para usar, actualizar, conservar, transmitir, actualizar, intercambiar y, en general, impartir el tratamiento legal a los datos personales aquí consignados, de acuerdo con la Política de Tratamiento de Datos Personales de AGROSAVIA y la Ley 1581 de 2012 y el Decreto 1377 de 2013.

Firma del productor: _____

Número de cédula: _____







Capítulo IV

Evaluación de atrayentes y tipos de trampas para la captura de la mosca del Mediterráneo *Ceratitis capitata* en cultivos de durazno en Boyacá, Norte de Santander y Santander

Nancy Barreto-Triana, Claudia María Holguín, Yajaira Romero-Barrera, Albert Sneider Carvajal Rivera, Leonardo Villalba Campos, Pablo Andrés Osorio Mejía

La mayoría de los adultos de las moscas de la familia Tephritidae presentan comportamientos similares para la localización de los recursos, que les permiten asegurar su supervivencia y reproducción mediante el uso de señales químicas conocidas como kairomonas (sustancias químicas que generan una reacción comportamental en el receptor, por ejemplo adultos de la mosca) y señales visuales provenientes de sus plantas hospederas, o de los individuos de su especie, conocidas como feromonas (sustancia emanada por un individuo que atrae a otro de su misma especie) o también por la combinación de señales de las dos fuentes (Díaz-Fleischer y Castrejón-Gómez, 2012; Vilela & Della Lucia, 2001). Así, el comportamiento de las moscas de la fruta puede ser manipulado por estímulos químicos y visuales, como complemento para su manejo integrado (Lima, 2001). A nivel mundial se ha avanzado en la implementación de mecanismos eficientes para el monitoreo y control de adultos de las moscas de la fruta, que involucran el uso de semioquímicos —principalmente feromonas, atrayentes alimenticios y trampas de colores (Díaz-Fleischer & Castrejón-Gómez, 2012; Lima, 2001).

En Colombia, el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), a través del Plan Nacional de Moscas de la Fruta (PNMF), implementa acciones de vigilancia mediante el uso de trampas y atrayentes, que les permite tomar decisiones

para los programas de control y supresión o establecer las áreas libres o de baja prevalencia de poblaciones de moscas de la fruta (ICA, 2017).

En este capítulo, se presenta una revisión sobre los principales atrayentes y tipos de trampas utilizados para el monitoreo y manejo de la mosca del Mediterráneo *C. capitata* y los resultados de la investigación conjunta entre AGROSAVIA y el ICA acerca de la evaluación de algunos atrayentes y trampas en cultivos de durazno en los departamentos de Boyacá, Norte de Santander y Santander.

Uso de semioquímicos para el manejo de moscas de la fruta

Las señales emitidas por los hospederos de las moscas de la fruta son aprovechadas por las hembras para su oviposición y por los machos para la búsqueda de su pareja. Este conocimiento ha permitido generar estrategias para el control de moscas mediante el uso de atrayentes alimenticios y paraferomonas (Díaz-Fleischer & Castrejón-Gómez, 2012; Enkerlin & Reyes-Flores, 2018).

92

Atrayentes alimenticios

Para su reproducción y supervivencia, los adultos de las moscas de las frutas requieren nutrientes como proteínas, agua y carbohidratos en diferentes proporciones. Los machos necesitan ingerir proteínas para sintetizar sus feromonas y, en algunas especies, las hembras tienen necesidades específicas para su madurez sexual y reproductiva. Para el caso de *C. capitata*, la hembra debe tener una dieta exclusiva de carbohidratos para madurar sus huevos (Díaz-Fleischer & Castrejón-Gómez, 2012). Esta información ha permitido desarrollar cebos o atrayentes para el manejo de sus poblaciones.

Hay una amplia gama de atrayentes alimenticios conocidos como cebos proteicos y cebos alimenticios sintéticos, que atraen a hembras y a machos de diferentes especies de moscas de la fruta, con un mayor porcentaje de captura de hembras (Enkerlin & Reyes-Flores, 2018). Los cebos proteicos son mezclas de proteína hidrolizada provenientes de levaduras, maíz o soya

(Steiner, 1952, citado por Díaz-Fleischer & Castrejón-Gómez, 2012). También se utilizan soluciones azucaradas fermentadas, jugos de fruta y vinagre. Estos cebos, al no ser específicos, atraen además, un alto número de otras especies de insectos no blanco, como abejas y avispas, entre otros (Enkerlin & Reyes-Flores, 2018; ICA, 2017).

De acuerdo con el ICA (2017), para la detección de moscas de la fruta en Colombia, se utiliza como atrayente alimenticio la proteína líquida, hidrolizada y borizada de maíz, soya o extractos de levadura, en dilución del 12 %, que equivale a 220 cm³ de agua y 30 cm³ de proteína. Este atrayente captura machos y hembras, con mayor porcentaje de hembras de diferentes especies de mosca de la fruta.

Los atrayentes o cebos alimenticios sintéticos con mayor especificidad para hembras de algunas especies de moscas, como el acetato de amonio, bicarbonato de amonio, sales de amonio, putrescina, trimetilamina TMA o butil hexanoato, ofrecen mayor sensibilidad a las trampas utilizadas para el control en áreas amplias (Enkerlin & Reyes-Flores, 2018). No obstante, la eficacia de un atrayente depende del estado fisiológico del insecto.

Por ejemplo, las hembras de *C. capitata* maduras, tienen menor respuesta a la proteína hidrolizada que a frutos de café maduros, y las hembras apareadas reducen su respuesta a la feromona emitida por los machos y responden más a los volátiles de frutos de guayaba (Díaz-Fleischer & Castrejón-Gómez, 2012). Asimismo, la combinación de TMA, putrescina y acetato de amonio es un excelente atrayente que permite detectar hembras en bajas poblaciones y es más específico que la proteína (Abd-Elgawad, 2021).

Paraferomonas

Las paraferomonas son “compuestos químicos que, de forma natural, no son usados en la comunicación intraespecífica, pero que provocan una reacción similar a las verdaderas feromonas” (Payne et al., 1973, citados por Díaz-Fleischer & Castrejón-Gómez, 2012). Las trampas con paraferomonas



están dirigidas a la captura de machos y son utilizadas de dos formas: para detección y monitoreo de la población de moscas de la fruta, y para atraer y remover la mayor cantidad posible de machos del campo (Lima, 2001). Los atrayentes sintéticos más utilizados son Trimedlure (TML), Cuelure (CUE) y Metileugenol (ME), que atraen varias especies de moscas de la fruta; su formulación es de liberación controlada, lo que les da mayor duración en campo. Las paraferomonas por lo general son muy volátiles y se pueden usar con paneles, trampas delta y trampas tipo cubeta (Lima, 2001; Enkerlin & Reyes-Flores, 2018). En Colombia, se utilizan los atrayentes TML específicos para machos de *C. capitata*, CUE y ME para *Bactrocera* spp. (ICA, 2017).

Para la detección y el monitoreo de machos de *C. capitata*, se utiliza la paraferomona Trimedlure, que consiste en una mezcla de isómeros de tert-butil-4-cloro-2metilciclohexano-1-carboxilato y tert-butil-5-cloro-2metilciclohexano-1-carboxilato (Safer®), plug de 2 g de lenta liberación. El Trimedlure es un atrayente específico para la detección de machos y es el más usado a nivel mundial en los programas de manejo de Moscamed, como el Programa Regional Moscamed-Guatemala-México-Estados Unidos (Sinavef, 2010), en varios países de África (Ekesi et al., 2016; Abd-Elgawad, 2021) y en España (Sabater Muñoz et al., 2012). En Colombia, se usa este atrayente en las redes de trampeo que conforman el sistema oficial de vigilancia de moscas de la fruta. Adicionalmente, se emplea para el monitoreo en sitios de producción de durazno, según lo establecido en la Resolución ICA 995 de 2019.

Tipos de trampas para captura de moscas de la fruta

Según Enkerlin y Reyes-Flores (2018), las trampas que se utilizan para la captura o retención de moscas de la fruta son variadas y, dependiendo de su forma, pueden ser combinadas con atrayentes líquidos o secos. Las más comunes son: trampa Jackson, trampa convencional McPhail, trampa Multilure, trampa seca de fondo abierto (OBDT), panel amarillo, C&C (Cook & Cunningham), trampa ChamP, trampa Tephri y trampa Steiner. Las trampas Jackson, McPhail y Steiner se usan en varios países para monitoreo, control y erradicación de mosca de la fruta.

A continuación, se describen las trampas referidas por Enkerlin y Reyes-Flores (2018) que se utilizan en Colombia:

Trampa McPhail: hay diferentes modelos de trampas tipo McPhail. La original consiste en un recipiente de vidrio con forma de botella y con un orificio invaginado, que se combina con un atrayente líquido para retener los insectos en su interior (Enkerlin & Reyes-Flores, 2018). Los diseños posteriores incluyen modelos artesanales elaborados con recipientes de diferentes formas y colores, como botellas de plástico de bebidas, para ser combinados con cebos secos (Hernández-Ortiz et al., 2021).

El diseño más utilizado es un recipiente plástico, conformado por dos partes: una base invaginada de color amarillo que se inserta en la parte superior transparente, con capacidad para contener 500 cm³ (figura 19a) y un gancho que consiste en un alambre galvanizado calibre 14, doblado en forma de colgador, que soporta la trampa. Por lo general, se combina con un atrayente alimenticio líquido que funciona como sistema de retención (Hernández-Ortiz et al., 2021; ICA, 2017).



Figura 19. Tipos de trampas utilizadas en el ensayo. a. Trampa McPhail; b. Trampa Jackson; c. Panel amarillo.

Fotos: Liliana Cely-Pardo, Yajaira Romero-Barrera



En Colombia, esta trampa se combina con un atrayente alimenticio de proteína líquida, hidrolizada y borizada de maíz, soya o extractos de levadura, en dilución del 12 %, lo que equivale a 220 cm³ de agua y 30 cm³ de proteína y se emplea para captura de hembras y machos de moscas de la fruta (ICA, 2017). Otra variante de la trampa McPhail es la trampa Multilure, en la cual se utilizan cebos secos, que generalmente son los atrayentes sintéticos alimenticios putrescina, acetato de amonio y trimetilamina. Estos vienen en dispensadores de lenta liberación, los cuales se colocan en las paredes internas de la parte superior de la trampa para captura de hembras de *C. capitata*. También se usa con Trimedlure sólido para la captura de machos (Enkerlin & Reyes-Flores, 2018; Sinavef, 2010).

Las trampas McPhail y todas sus variantes se utilizan en los programas de control de áreas amplias, en combinación con otras trampas (Enkerlin & Reyes-Flores, 2018).

Trampa Jackson: la trampa estándar Jackson es en forma de delta o prisma de cartón blanco encerado, con dimensiones en cada cara de 12,7 cm de largo por 9,5 cm de ancho. Está compuesta por una laminilla rectangular de cartón encerado que se coloca en la base de la trampa, la cual debe cubrirse con una capa delgada de pegante incoloro e inoloro, en la que quedan atrapadas las moscas. En su interior, en la parte superior, va una canastilla de plástico transparente donde se coloca el atrayente y un gancho de alambre que sujeta el cuerpo de la trampa y la canastilla (ICA, 2017; Enkerlin & Reyes-Flores, 2018; Safer, 2019; Sinavef, 2010) (figura 19b).

De acuerdo con Enkerlin y Reyes-Flores (2018), la trampa Jackson se usa desde hace muchos años en programas de detección, exclusión y control de moscas de la fruta a nivel mundial. También se emplea en estudios de ecología de poblaciones, para los trampeos de detección y delimitación y para monitoreo de poblaciones en áreas donde se han implementado liberaciones de macho estéril. En Colombia, está recomendada para monitoreo de machos de *C. capitata* en sitios de producción de durazno (ICA, 2019) y para otras moscas de la fruta (ICA, 2017).

Trampa de panel amarillo: el color de la trampa juega un papel importante en la atracción de las moscas; por ejemplo, para el caso de la mosca del Mediterráneo se conoce que es atraída por paneles amarillos de reflectancia de 500-520 nm (Aggee et al., 1982, citados por Díaz-Fleischer & Castrejón Gómez, 2012).

El panel amarillo es una trampa rectangular de cartón; en las dos caras lleva una capa fina de pegante para insectos y un gancho de alambre para suspenderla en los árboles. Esta trampa se combina principalmente con las paraferomonas específicas para atraer machos y también se usa con atrayentes de liberación controlada (Enkerlin & Reyes-Flores, 2018; Sinavef, 2010). Es una trampa que por su gran eficiencia se usa en programas de control/supresión, particularmente en fases de postsupresión y áreas libres de moscas (Enkerlin & Reyes-Flores, 2018). En Colombia, se está iniciando su uso como medida de control en áreas con capturas de *C. capitata*, pero no está incluida en el sistema oficial de vigilancia del país.

Uso de trampas y atrayentes para moscas de la fruta

97

Enkerlin y Reyes-Flores (2018) mencionan que el uso de las trampas cebadas con atrayentes tiene como objetivo detectar, delimitar y monitorear la presencia de especies de moscas de la fruta y que, a través del tiempo, las combinaciones que continúan en uso son: McPhail y cebo proteico, trampa Jackson con TML y trampa Steiner con ME o CUE. Sin embargo, una desventaja que se observa en las trampas con proteína hidrolizada o levaduras es la descomposición de los especímenes capturados si no se recogen cada siete días, mientras que en los atrayentes sintéticos secos pueden durar entre seis y diez semanas (Hernández-Ortiz et al., 2021).

Los diferentes métodos utilizados para el monitoreo de poblaciones de la mosca del Mediterráneo *C. capitata* incluyen principalmente el uso de trampas con atrayentes como el Trimedlure para detectar la presencia de machos adultos, acompañado del muestreo de frutos para determinar la presencia de larvas y corroborar los hospederos verdaderos (ICA, 2021a; 2017; Programa



Regional Moscamed, 2009). En Colombia, además de las medidas de manejo integrado de la mosca del Mediterráneo, el ICA, mediante la Resolución 995 de 2019, contempla que todos los sitios de producción de durazno en estado de fructificación deben instalar y mantener un sistema de monitoreo con la trampa Jackson cebada con Trimedlure, para determinar el nivel de población y aplicar medidas de control, con el fin de mantener un MTD menor o igual a 0,2 (ICA, 2019).

Estudio de caso: evaluación de la capacidad de atrayentes y tipos de trampas para la captura de la mosca del Mediterráneo *C. capitata* en cultivos de durazno en Boyacá, Norte de Santander y Santander

Con el fin de evaluar alternativas de diferentes combinaciones de trampas y atrayentes y su capacidad para la captura de mosca del Mediterráneo en cultivos de durazno en Colombia en convenio ICA-AGROSAVIA, se establecieron ensayos individuales en Boyacá, Norte de Santander y Santander en el segundo semestre de 2021, en sitios de producción ubicados entre 1.823 y 2.127 m s. n. m, en estado fenológico de fructificación. Las trampas evaluadas fueron McPhail, Jackson y panel amarillo (figuras 19a, 19b y 19c, respectivamente).

Los atrayentes evaluados fueron:

Trimedlure (TML): paraferomona específica para machos de *C. capitata*. Composición: mezcla de isómeros de Trimedlure 2g/unidad de señuelo. Presentación: taco solido de color rojo (figura 20a). Nombre comercial: Safer Trimedlure® (Safer, 2019).

Biolure (Tripack): atrayente alimenticio específico para control de hembras de *C. capitata*. Composición: acetato de amonio (2,67 g), trimetilamina clorhidrato (0,7 g), putrescina (0,06 g). Presentación: sólido en difusor de membrana (figura 20b). Nombre comercial: Econextrypack compact 120 días (Tripack, 2021).

Proteína hidrolizada: proteína hidrolizada y borizada de maíz empleada como cebo para el monitoreo, la captura y el control de las distintas especies de la mosca de las frutas (figura 20c). Composición: nitrógeno orgánico (N-org) 24,7 g/l, boro total (B) 11g/l, carbono orgánico oxidable 33g/l (Safer, 2020).

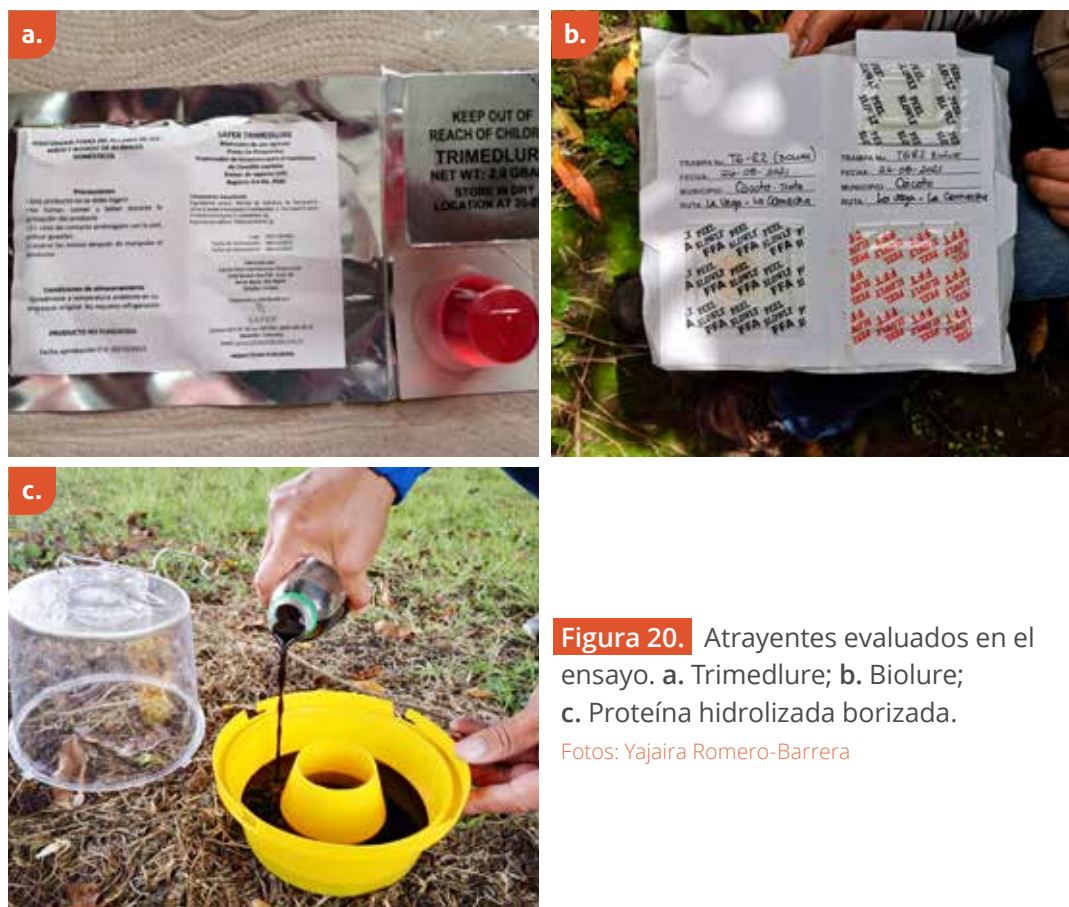


Figura 20. Atrayentes evaluados en el ensayo. **a.** Trimedlure; **b.** Biolure; **c.** Proteína hidrolizada borizada.

Fotos: Yajaira Romero-Barrera

A la trampa McPhail + Biolure se le adicionó agua y propilenglicol; este último tiene propiedades de conservante y aditivo para la retención de los insectos, además de evitar la evaporación del agua (Hernández-Ortiz et al., 2021).

Para el ensayo, se empleó un diseño en bloques completos al azar, con seis tratamientos y tres repeticiones (tres predios diferentes) (T1: Jackson +Trimedlure; T2: Jackson + Biolure; T3: McPhail + proteína; T4: McPhail + Biolure; T5: panel amarillo + Trimedlure, y T6: panel amarillo + Biolure) (tabla 5).



Tabla 5. Descripción de los tratamientos evaluados para la captura de mosca del Mediterráneo *C. capitata*, en predios de durazno en Boyacá, Santander y Norte de Santander

Tratamiento		Blanco	Longevidad del atrayente
T1	Jackson + Trimedlure	Machos	6 semanas
T2	Jackson + Biolure (Tripak)	Hembras	16 semanas
T3	McPhail + proteína borizada	Machos y hembras	1 semana
T4	McPhail + Biolure	Hembras	16 semanas
T5	Panel + Trimedlure	Machos	6 semanas
T6	Panel + Biolure	Hembras	16 semanas

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con las recomendaciones del ICA (2019), las trampas se ubicaron en el tercio medio del árbol y se separaron 50 metros entre sí para evitar interferencia entre tratamientos, debido a que el Trimedlure ejerce un efecto repelente sobre hembras de *C. capitata*, así como sobre machos y hembras de otros géneros de la familia Tephritidae (Sinavef, 2010).

El número de moscas capturadas por tratamiento se cuantificó semanalmente, durante 16 semanas. También se contó el número de insectos benéficos que caían en las trampas. Se hizo el mantenimiento de las trampas con base en la metodología indicada por el ICA (2019).

Para determinar el efecto de la interacción entre las diferentes trampas y atrayentes, las localidades y las capturas de mosca del Mediterráneo en la lectura de las trampas, se realizó un análisis combinado de varianza a un nivel de significancia de 0,05 y una prueba de comparación múltiple de Tukey.

La variable fue transformada empleando logaritmo natural. Todos los análisis se hicieron con el programa estadístico SAS 9.4.

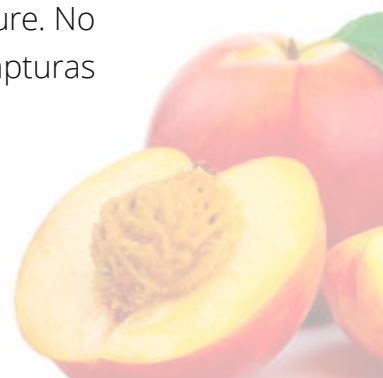
En términos generales, los resultados demostraron que todas las trampas y los atrayentes presentaron captura de la mosca del Mediterráneo en los tres departamentos, con mayor promedio de capturas por lectura de trampa en Norte de Santander (5,43 moscas $\pm$ 2,72). Las mayores capturas correspondieron a las trampas de panel amarillo, con los atrayentes Trimedlure (4,58 $\pm$ 3,95) y Biolure (3,43 $\pm$ 1,9).

Estos resultados concuerdan con lo que describen Enkerlin & Reyes-Flores (2018) y Sinavef (2010), pues su diseño bidimensional y mayor área de superficie hacen que sea una trampa más eficiente para la captura de moscas frente a las Jackson y McPhail.

De acuerdo con los mismos autores, para determinar la eficiencia de una trampa es importante tener en cuenta diferentes factores, como: especie de mosca, color y forma de la trampa, atrayente, influencia del clima, fenología del cultivo y presencia de hospederos alternos. Todas estas variables afectan diferencialmente la eficiencia de una trampa/atrayente y deben ser analizadas para cada área de estudio.

El análisis estadístico mostró que no existen diferencias para la interacción localidad por tratamiento por lectura de trampa (valor $p = 0,9951$), ni para la interacción tratamiento por lectura de trampa (valor $p = 0,4985$). Sin embargo, las interacciones localidad por tratamiento (valor $p = 0,0175$) y localidad por lectura de trampa (valor $p = 0,0492$) sí fueron significativas.

Para la interacción localidad por tratamiento, los valores más altos de captura se presentaron en Norte de Santander (figura 21) cuando se empleó la trampa de panel amarillo junto con el atrayente Trimedlure (9,05 moscas en promedio). Asimismo, se presentaron capturas similares en las trampas McPhail, Jackson y panel con el atrayente Biolure y Jackson + Tridmelure. No obstante, la trampa McPhail + proteína tuvo el menor número de capturas durante el ensayo.



En Boyacá, la trampa McPhail con Biolure y panel amarillo en combinación con los atrayentes Biolure y Trimedlure presentaron en promedio los valores más altos de captura (3,21, 3,11 y 2,98 moscas en promedio, respectivamente) (figura 21). Jackson + Biolure y McPhail + proteína se comportaron similar a las trampas con mayor captura y Jackson + Trimedlure presentó el menor número de moscas capturadas.

En Santander, la mayor captura de moscas se dió en la trampa McPhail + Biolure, con 2,67 moscas en promedio (figura 21), seguidos de panel + Trimedlure, panel + Biolure y Jackson + Biolure, los cuales no difieren estadísticamente. Finalmente, las menores capturas se presentaron en McPhail+ Proteína.

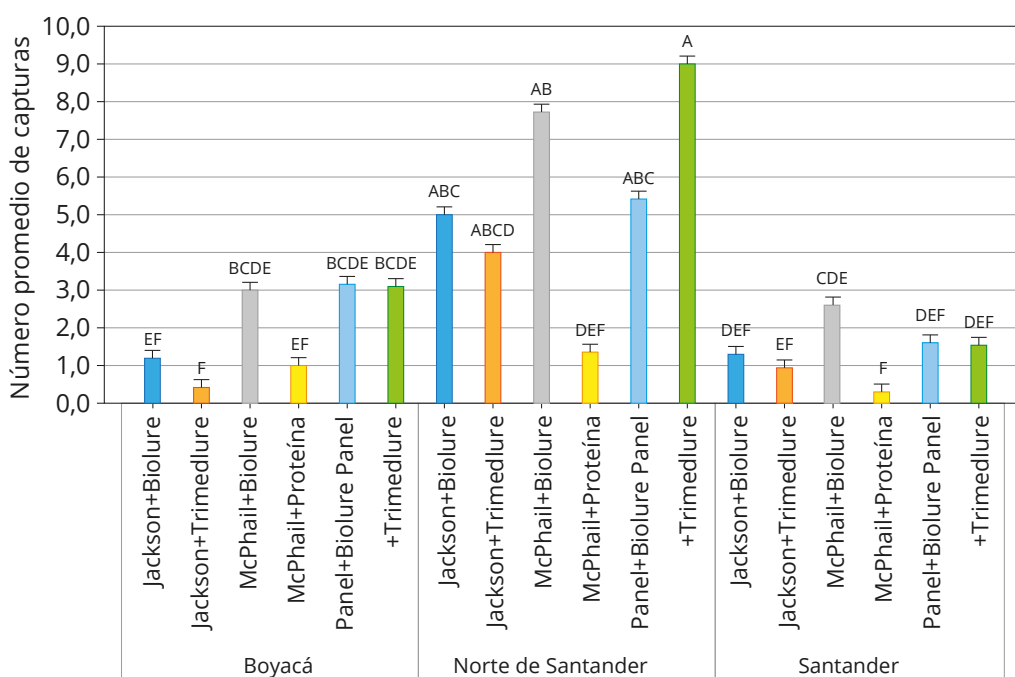


Figura 21. Promedio de capturas de *C. capitata* con los diferentes tratamientos en cultivos de durazno en los tres departamentos.

Nota: Barras con la misma letra no presentan diferencias estadísticamente significativas (valor $p < 0,05$).

Fuente: Elaboración propia

El comportamiento de las capturas de mosca en las diferentes combinaciones de trampas y atrayentes en las tres zonas, puede estar influenciado por la mayor densidad de la plaga en Norte de Santander en contraste con Boyacá y Santander. Además, es importante tener en cuenta que los atrayentes son específicos para moscas de *C. capitata* (hembras – Biolure, machos - Trimedlure), mientras que la Proteína hidrolizada atrae diferentes especies de insectos.

Al analizar la interacción localidad por lectura de trampa, es decir, las capturas semanales por tratamiento, en Norte de Santander, el mayor número de capturas de moscas se obtuvo al inicio del ensayo (semanas 1 y 2), con valores entre 11 y 18 moscas en promedio. Estas altas capturas al comienzo de las evaluaciones se podrían esperar teniendo en cuenta que los lotes seleccionados estaban próximos a la cosecha. Lo anterior coincide con lo que reportan Thomas *et al.* (2019), quienes afirman que la fruta aún dura o semimadura (“pintona”) es preferida para la oviposición, ya que la fruta completamente madura y sobremadura es más jugosa, lo cual se asocia con alta mortalidad de huevos y larvas de primer ínstar.

En el ensayo que se hizo en Boyacá, los picos de captura se presentaron durante la sexta y la séptima semana, con valores superiores a 3,5 moscas en promedio.

Para Santander, los valores más altos se dieron en el inicio de la evaluación (semana 1) y entre la quinta y séptima semana (valores entre 2,3 y 3,2 moscas en promedio) (figura 22). Estos comportamientos de fluctuación de capturas no solo se atribuyen al estado de maduración de los frutos en el cultivo, sino también a las diferentes fuentes de infestación que pueden estar en el entorno; por ejemplo, cultivos vecinos en cosecha y fruta en el suelo o mal dispuesta, lo que favorece el desarrollo de nuevas generaciones del insecto plaga.

Adicionalmente, en la trampa McPhail + proteína, se encontraron varios insectos benéficos que pertenecen a las familias Vespidae (Hymenoptera), Taquinidae y Syrphidae (Diptera) (figura 23). Esto se considera una desventaja de los cebos alimenticios, ya que por ser genéricos atraen diferentes especies



de moscas de las frutas y a otros insectos o especies no blanco (Hernández-Ortiz, 2021; Enkerlin y Reyes-Flores, 2018).

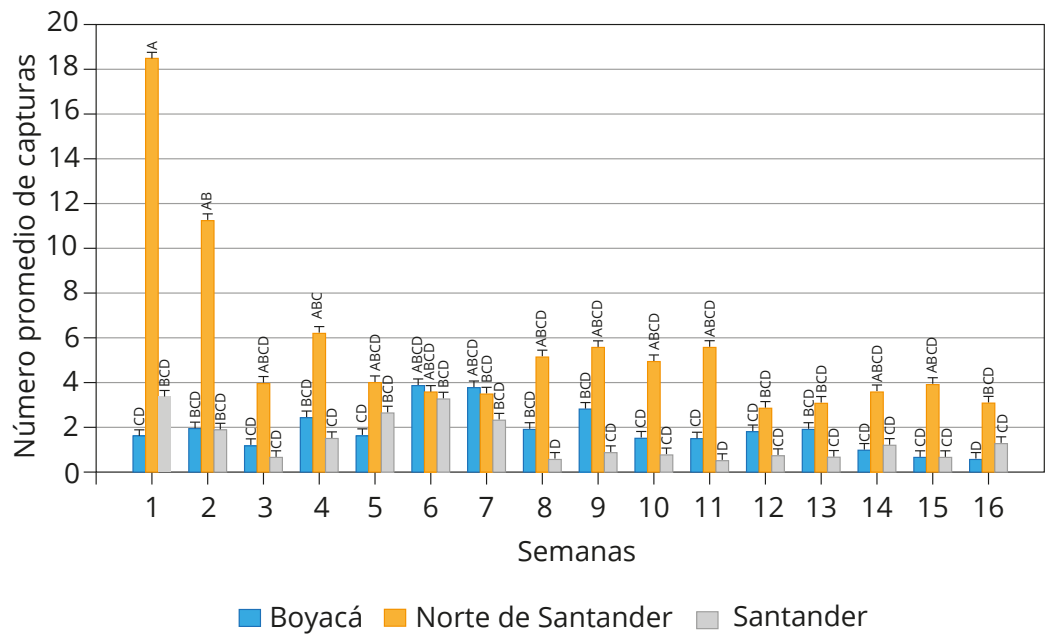


Figura 22. Promedio de capturas de *C. capitata* durante 16 semanas en los diferentes tratamientos en cultivos de durazno en los tres departamentos.

Nota: Barras con la misma letra no presentan diferencias estadísticamente significativas (valor $p < 0,05$).

Fuente: Elaboración propia

Hymenoptera: Vespidae



Díptera: Tachinidae (a) Syrphidae (b)

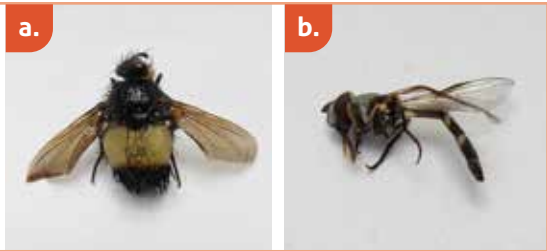


Figura 23. Insectos benéficos hallados en trampas McPhail + proteína en Boyacá.

Fotos: Pablo Andrés Osorio-Mejía

Reflexiones

La trampa Jackson + Trimedlure, por ser el estándar internacional para vigilancia de poblaciones de *C. capitata*, se debe usar en el territorio nacional según la normatividad vigente del ICA; mientras que las trampas de panel amarillo y la trampa McPhail, en combinación con los atrayentes Biolure o Trimedlure, son una alternativa viable para el control y la disminución de las poblaciones de adultos de *C. capitata*.

De acuerdo con varios autores, el Biolure es un atrayente específico que permite detectar hembras de *C. capitata* en bajas poblaciones. Los resultados de los experimentos demuestran su alta eficiencia para las condiciones de Colombia; por consiguiente, se constituye en una alternativa limpia y eficaz para el control de hembras de la mosca del Mediterráneo.

Teniendo en cuenta que con el conocimiento de la biología y del comportamiento de los insectos se pueden determinar estrategias eficientes y oportunas para interrumpir su ciclo de vida, el uso de trampas y atrayentes es de gran importancia para su control.

Para el caso de la mosca del Mediterráneo, atraer y atrapar las hembras antes de que sean fecundadas, favorece la reducción de las poblaciones del insecto. En ese sentido, los cebos o atrayentes alimenticios como el Biolure y la proteína, junto con las trampas de color amarillo como el panel y la McPhail —que ejercen un refuerzo en la atracción de las hembras—, fueron los tratamientos que mostraron los mejores resultados en el estudio. De esta manera, las combinaciones entre estos cebos y trampas son una excelente alternativa de control como complemento al uso de la trampa Jackson + Trimedlure para la vigilancia y monitoreo de la plaga en el país.



Referencias

- Abd-Elgawad, M. M. (2021). The Mediterranean Fruit Fly (Diptera: Tephritidae), a Key Pest of Citrus in Egypt. *Journal of Integrated Pest Management*, 12(1), 1-10. <https://doi.org/10.1093/jipm/pmab025>
- Díaz-Fleischer, F., & Castrejón-Gómez, V. (2012). El papel de los semioquímicos en el manejo de las moscas de la fruta (Diptera: Tephritidae). En J. Rojas, & E. Malo (Eds.), *Temas Selectos de Ecología química de insectos* (pp. 401-426). El Colegio de la Frontera Sur.
- Ekesi, S., De Meyer, M., Mohamed, S. A., Virgilio, M., & Borgemeister, C. (2016). Taxonomy, ecology, and management of native and exotic fruit fly species in Africa. *Annual Review of Entomology*, 61, 219-238. <https://doi.org/10.1146/annurev-ento-010715-023603>
- Enkerlin, W. R., & Reyes-Flores, J. (Eds.). (2018). *Trapping guidelines for area-wide fruit fly programmes* (2.^a Ed.). Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación [FAO]; International Atomic Energy Agency [IAEA].
- Hernández-Ortiz, V., Hernández-López, M., & Dzul-Cauich, J. (2021). Sampling Methods of True Fruit Flies (Tephritidae) Springer Nature Switzerland. En J. C. Santos, & G. W. Fernandes (Eds.), *Measuring Arthropod Biodiversity* (pp. 205-222). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-53226-0_8
- Instituto Colombiano Agropecuario [ICA]. (2017). *Manual técnico de trampeo de moscas de la fruta*. https://www.ica.gov.co/areas/agricola/servicios/epidemiologia-agricola/documentos/manual_pnmf_2017.aspx
- Instituto Colombiano Agropecuario [ICA]. (2019). Resolución 995. "Por medio de la cual se establecen medidas fitosanitarias para el control de la mosca del Mediterráneo *Ceratitis capitata* (Wiedemann) en la especie durazno y la contención de su dispersión en el territorio nacional". <https://www.ica.gov.co/getattachment/98267354-8834-4ead-8b45-9af3ee7bf2dd/2019R00995.aspx>
- Lima, I. (2001). Semioquímicos das moscas-das-frutas. En E. Vilela, & T. Della Lucía (Eds.), *Feromônios de insetos biologia, química e emprego no manejo de pragas* (2.^a Ed.) (pp. 121-126). Editorial Holos.
- Montoya Gerardo, P. J., Celedonio Hurtado, Miranda, H., Paxtian, J., & Orozco Dávila, D. (2002). Evaluación de sistemas de trampeo y atrayentes para la captura de hembras de *Ceratitis capitata* (Wied.) y otras moscas de la fruta (Diptera: Tephritidae) en la región del Soconusco, Chiapas. *Folia Entomológica Mexicana*, 41(3), 359-374.
- Programa Regional Moscamed. (2009). *Manual de control autocida de la mosca del Mediterráneo (Ceratitis capitata Wied) por el sistema de adulto frío*. http://langif.uaslp.mx/plagasdevastadoras/documentos/fichas/Ceratitis_capitata.pdf
- Sabater Muñoz, B., Tormos, J., De Pedro, L. Harbi, A., Tur Lahiguera, Ch., Briasco García, M., Verdú Galalrdo, M. J., & Beitia Crespo, F. J. (2012). Estrategias de control integrado de "*Ceratitis capitata*" en cítricos. *Vida rural*, (353), 42-45.

- Safer. (2019). *Trampa Jackson. Trampa para el monitorio de moscas de las frutas*. <https://safer.com.co/wp-content/uploads/2019/10/F.T-Trampa-Jackson.pdf>
- Safer. (2020). *Cebofrut. Proteína hidrolizada y borizada de maíz*. <https://safer.com.co/wp-content/uploads/2020/04/F.T-Cebofrut.pdf>
- Sistema Nacional de Vigilancia Epidemiológica Fitosanitaria [SINAVEF]. (2010). *Ficha técnica de Ceratitis capitata (Wiedemann) mosca del Mediterráneo*. http://www.cesavep.org/descargas/MNF/08_FichaT_Ceratitiss%20capitata.pdf
- Thomas, M. C., Heppner, J. B., Woodruff, R. E., Weems, H. V., Steck, G. J., & Fasulo, T. R. (2019). *Mediterranean fruit fly Ceratitis capitata (Wiedemann) (Insecta: Diptera: Tephritidae)*. University of Florida.
- Vilela, E. F., & Della Lucia, T. M. C. (2001). Introdução aos Semioquímicos e terminologia. En E. F. Vilela, & T. M. C. Della Lucia (Eds.), *Feromônios de insetos biologia, química e emprego no manejo de pragas* (2.ª Ed.) (pp. 9-25). Editorial Holos.







Capítulo v

Medidas de manejo para la mosca del Mediterráneo *Ceratitis capitata* en cultivos de durazno en Boyacá, Norte de Santander y Santander

Claudia María Holguín, Liliana Cely-Pardo, Albert Sneyder Carvajal Rivera, Nancy Barreto-Triana, Yajaira Romero-Barrera, Leonardo Villalba Campos

La mosca del Mediterráneo *Ceratitis capitata* es una plaga con alto potencial reproductivo, capacidad de dispersión, alta polifagia y habilidad para adaptarse a diferentes climas y altitudes (Pinto Dias et al., 2018), lo cual la convierte en una amenaza para el mercado de diferentes frutas a nivel local y para exportación.

109

Debido a las dificultades para el manejo de esta plaga, la aplicación de insecticidas sintéticos de amplio espectro, como carbamatos y organofosforados, fue el principal método de control por muchas décadas (Arouri et al., 2015; Boulahia Kheder et al., 2012; Jerraya, 2003; Magaña et al., 2007). Recientemente, debido a la resistencia que ha generado este insecto a los insecticidas, las exigencias de bajas trazas de residuos químicos en los productos en diferentes mercados y la creciente demanda por alimentos más saludables, se está implementando el manejo integrado de plagas, como una estrategia adecuada para abordar esta problemática (Pinto Dias et al., 2018; Navarro-Llopis et al., 2011).

En Colombia, el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA, 2019) estableció medidas sanitarias para el control de moscas de la fruta mediante la Resolución 995 de 2019, que incluye la identificación y el manejo de hospedantes alternos, la recolección y disposición de todos los frutos afectados, la cosecha

oportuna, la renovación de árboles, el trampeo masivo, el control químico, cultural y biológico.

En este capítulo, se presenta inicialmente una revisión de investigaciones realizadas a nivel mundial sobre diferentes métodos de manejo para *C. capitata*, posteriormente se presentan los avances de la investigación llevada a cabo entre la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA) y el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) sobre la evaluación de las estrategias de manejo establecidas en la Resolución 995 de 2019 para mosca del Mediterráneo, en los principales municipios productores de durazno de Boyacá, Norte de Santander y Santander.

Métodos de control de la mosca del Mediterráneo a nivel mundial

110

Para la supresión o control de poblaciones de la mosca del Mediterráneo *C. capitata*, se requiere una estrategia que integre diferentes alternativas, como la química, biológica, genética, mecánica y regulatoria (legal) (Navarro-Llopis et al., 2011). A continuación, se presentan algunas estrategias establecidas a nivel mundial para el control de la plaga en diferentes sistemas productivos.

Control químico: durante muchos años la principal estrategia de manejo para la mosca del Mediterráneo estuvo basada en el control químico aplicado foliarmente. A nivel mundial, insecticidas como malathion y otros organofosforados como dimethoato, fenthion y trichlorfon han sido los más utilizados, ya que pueden causar mortalidades superiores al 80 % (Botton et al., 2016; Harter et al., 2015). Sin embargo, debido a su alta toxicidad y a la resistencia que generó *C. capitata*, su uso fue restringido o removido de varios mercados, como los de Estados Unidos y la Unión Europea (Arouri et al., 2015; Botton et al., 2016; Couso-Ferrer et al., 2011; Vontas et al., 2011).

Cebos tóxicos: como alternativa, ha surgido el uso de cebos que pueden aplicarse en recipientes que contienen atrayentes y toxinas que atraen a la

plaga (Heath et al., 2009). La toxina puede matar, esterilizar o infectar al insecto objetivo (Baronio et al., 2018; Navarro-Llopis et al., 2012). Estos cebos también pueden contener un atrayente mezclado con insecticida y aplicarse foliarmente, pero este método de aplicación se considera una estrategia para atraer y matar insectos que usa mayores cantidades de insecticida y es más contaminante (Navarro-Llopis et al., 2012).

Por lo expuesto, la aplicación de cebos en contenedores o de forma localizada sobre los troncos o ramas de los árboles se considera menos nociva con los insectos polinizadores y enemigos naturales, además, reduce los residuos químicos sobre la fruta (Cabrera-Marín et al., 2016; Gazit et al., 2013; Yee & Alston, 2016).

Los cebos alimenticios mezclados con proteína hidrolizada como base en las formulaciones de cebos tóxicos son los más usados (Mangan & Moreno, 2007; Urbaneja et al., 2009).

Para el control de mosca del Mediterráneo, se utilizan como cebo alimenticio los spinosines, insecticidas de origen natural que provienen de la fermentación de bacterias del suelo y activan el receptor de la acetilcolina nicotínica, pueden usarse en aspersión o como cebos tóxicos (Badii et al., 2015; Botton et al., 2016). Otros insecticidas como los organofosforados también han sido usados en mezcla para formulaciones con cebos alimenticios o tóxicos (Chueca et al., 2007; Epsky et al., 2012; Mangan y Moreno 2007; Manrakhan et al., 2013; Navarro-Llopis et al., 2012; Rahman y Broughton, 2016; Urbaneja et al., 2009), y en los últimos años se han evaluado diluciones de distintos fermentados como vinagre de vino y jugos de frutas como el de naranja (Guillemain et al., 2021), el fermento de la “chicha de maíz” y la levadura de pan (Figueroa Candia et al., 2019). Asimismo, se emplean atrayentes alimenticios sintéticos y naturales (Kouloussis et al., 2022) para implementar en trampeo masivo, a un bajo costo para los productores (Guillemain et al., 2021).



Control mecánico: dentro del control mecánico se encuentra la recolección y el embolsado de frutos (Pinto Dias et al., 2018). Este método consiste en la recolección y destrucción de las frutas afectadas por mosca del Mediterráneo. La recolección de los frutos caídos y la disposición adecuada de la fruta no comercializada (frutos sobremaduros en el árbol) permiten coleccionar los estados inmaduros del insecto, principalmente las larvas que son las que causan el daño en la fruta. De esta manera, se corta el ciclo de la plaga, se evitan nuevas generaciones (nuevos adultos) y se reduce el ataque de la mosca en un futuro inmediato (Agencia Ecuatoriana de Aseguramiento de la Calidad de Agro [Agrocalidad], 2016; Garcés Jácome y Olvera Contreras, 2021; ICA, 2019). Se recomienda que la fruta recolectada sea extraída del lote y se empaque en bolsas de calibre n.º 4, ya que las larvas pueden romper las bolsas de calibre más delgado, o que sea enterrada en fosas cubiertas con una capa de cal y una capa de suelo de al menos 30 cm de profundidad, para favorecer la degradación de la fruta y evitar la emergencia y el escape de las moscas adultas (ICA, 2021).

Control etológico: dentro de este tipo de control se encuentra el trapeo masivo, que consiste en el uso de trampas que contienen cebos alimenticios que liberan sustancias específicas que atraen a las moscas de la fruta, las captura y mueren atrapadas. En algunas ocasiones se mezcla este atrayente con sustancias tóxicas que, además de atraer a las moscas, las mata (El Sayed et al., 2009). Para el trapeo masivo, se utilizan varias trampas dentro de una misma área, con el fin de capturar machos y hembras de la mosca del Mediterráneo y así disminuir el nivel de infestación de la plaga (Sciarretta et al., 2019).

La estrategia se define por la respuesta a estímulos físicos, químicos y mecánicos (Castro-Piguave et al., 2018). El trapeo masivo se basa en el empleo de atrayentes químicos, ya sean sintéticos o naturales, como cebos alimenticios, feromonas, repelentes, inhibidores o trampas, que se usan para mantener bajas las poblaciones de los insectos plaga en cultivos de importancia económica (Sabater Muñoz et al., 2012).

Las trampas con proteína hidrolizada (cebo alimenticio) que recomienda el ICA (2019) en la Resolución 995 corresponden a un atrayente químico relacionado con una fuente alimenticia cuyo objetivo es atraer adultos de *C. capitata*, ya que recién emergen no están maduros sexualmente y requieren ingerir sustancias ricas en proteína para alcanzar su madurez sexual. En especial, para la hembra, el consumo de proteína inmediatamente emerge es fundamental para “asegurar” la viabilidad de sus huevos y sobrevivir (ICA, 2005).

Control biológico: la creciente demanda en los últimos años por alternativas de manejo ambientalmente sostenibles ha generado interés en el uso de control biológico para *C. capitata*, siendo los parasitoides los más estudiados (Pinto Dias et al., 2022). El parasitoide más reportado y huésped del mayor número de especies de mosca de la fruta es *Diachasmimorpha longicaudata*, originario del sureste asiático. Esta avispa ha sido introducida para el control de mosca del Mediterráneo en países como Estados Unidos, México, Argentina, Túnez, entre otros (Pinto Dias et al., 2022; Harbi et al., 2018; Suárez, Buonocore Biancheri, Sánchez et al., 2019).

Algunas investigaciones en Argentina han permitido establecer la cría de *D. longicaudata* en aumentorios (dispositivos usualmente tipo tienda en los cuales se disponen frutos parasitados y permiten la liberación de los parasitoides en el lote). Estos normalmente se ubican en el borde de los lotes y se pueden usar solos o como complemento de otros métodos de control; por ejemplo, la técnica del insecto estéril (Paranhos et al., 2007; Suárez, Buonocore Biancheri, Murúa et al., 2019). El parasitoide *Fopius ceratitivorus* también fue evaluado en *C. capitata* y alcanzó tasas de parasitismo de 38,54 % (Haran et al., 2019).

Otros agentes biológicos que se emplean para el control de mosca del Mediterráneo son los hongos entomopatógenos *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae*. En general, se ha reportado que ocasionan alta mortalidad de pupas y adultos, y baja mortalidad de larvas (Pinto Dias et al., 2022). Se ha encontrado resultados prometedores con machos estériles infectados con *M. anisopliae* para controlar áreas infestadas con *C. capitata*



(Quesada-Moraga et al., 2008). También se han descrito nuevos virus como los picornavirus, que infectan poblaciones silvestres de *C. capitata* y cepas utilizadas en técnicas de macho estéril en todo el mundo (*C. capitata* V8, V8G, V8A y wt) (Llopis-Giménez et al., 2017).

Control genético: el control genético para mosca del Mediterráneo consiste en el uso de ARN de interferencia (RNAi, por sus siglas en inglés). Este es un mecanismo de regulación de genes y una defensa antiviral en el sistema celular, que resulta en la degradación específica de la cadena del ARN mensajero (Huvenne & Smagghe, 2010; Palli, 2012). Este método ha sido usado para diferentes moscas de la fruta, incluyendo *C. capitata* (Chen et al., 2008; Gabrieli et al., 2016). El efecto del control genético sobre los parámetros biológicos, la determinación del sexo y el comportamiento ha sido evaluado; sin embargo, aún se sigue estudiando en países como Italia la implementación de la técnica para mosca del Mediterráneo.

Control autocida: la técnica del insecto estéril es otro tipo de control que se utiliza, la cual hace parte de programas de manejo integrado de plagas. Esta técnica ha sido empleada con éxito en varios países para erradicar o disminuir plagas de importancia económica, dentro de las que se encuentra la mosca del Mediterráneo *C. capitata* (Plá et al., 2021). La especie o plaga objetivo es criada en masa, esterilizada y liberada. La eficiencia de esta técnica depende del desempeño, la sobrevivencia y la capacidad de competencia reproductiva de los machos esterilizados contra los machos silvestres (Hendrichs et al., 2002; McInnis et al., 2002). No obstante, varios estudios demuestran que los machos estériles son inferiores a los silvestres en supervivencia y competitividad sexual, debido principalmente a modificaciones genéticas, colonización, condiciones de la cría en masa y al proceso de irradiación (Hendrichs et al., 2002; Lance et al., 2000; Lux et al., 2002; McInnis et al., 1996; Ramírez-Santos et al., 2017; Seo et al., 1990).

Control legal: esta actividad es exclusiva de las entidades encargadas en cada país de la vigilancia sanitaria. En Colombia, el ICA es el ente encargado de diseñar y ejecutar estrategias de prevención, vigilancia y control, para

reducir riesgos sanitarios, biológicos y químicos para las especies animales y vegetales, que puedan afectar la producción agropecuaria, forestal, pesquera y acuícola. El detalle de las estrategias implementadas por el ICA para la prevención y el control de la mosca del Mediterráneo se encuentra en el capítulo I.

Estudio de caso sobre la combinación de diferentes estrategias de control para la mosca del Mediterráneo en Colombia

Con el fin de determinar la eficiencia de diferentes estrategias de manejo, en el convenio ICA-AGROSAVIA, se evaluaron las diferentes prácticas de manejo de la mosca del Mediterráneo *C. capitata* recomendadas en la Resolución 995 (ICA, 2019), en Boyacá, Norte de Santander y Santander.

- Se establecieron ensayos individuales en Boyacá, Norte de Santander y Santander.
- Se consideraron tres sitios de producción de durazno por departamento, diferentes a los que se tuvieron en cuenta en el capítulo IV para la evaluación de trampas y atrayentes.
 - Los lotes seleccionados para la evaluación de prácticas de manejo estaban en producción próximos a cosecha, con historial de presencia de *C. capitata*, con un área mínima de 2.500 m² de cultivo y ubicados en el mismo cordón geográfico; es decir, con similares condiciones en cuanto a topografía, temperatura y humedad y en el mismo rango altitudinal.
 - Para cuantificar el número de moscas, en el centro de cada parcela de manejo se instaló una trampa Jackson cebada con Trimedlure de 2 g (atrayente de adultos macho), el cual fue reemplazado cada seis semanas.



- Cada una de las trampas se revisó semanalmente, durante un periodo de 23 semanas para registrar el número de individuos capturados por trampa.
- Para implementar las estrategias de manejo en todas las parcelas, se utilizó el índice mosca trampa día (MTD) de 0,2 (ver más detalles en el capítulo III), de acuerdo con la Resolución 995 (ICA, 2019), correspondiente a mínimo dos moscas de la fruta por trampa evaluada semanalmente.

Las prácticas de manejo evaluadas se muestran en en la tabla 6.

Tabla 6. Descripción de las prácticas establecidas para el manejo de la mosca del Mediterráneo *C. capitata* en predios de durazno de Boyacá, Norte de Santander y Santander

Práctica de manejo	Descripción
1. Recolección y disposición de frutos afectados y cosecha oportuna.	Recolección de frutos precoces en el árbol (maduros y sobremaduros), frutos no comercializables que quedan en el árbol por su tamaño o calidad y frutos caídos en el suelo. Los frutos colectados se depositaban en bolsas plásticas negras calibre 4 para solarización por 20-30 días.
2. Trampeo masivo.	Se utilizó una densidad de 20 botellas plásticas tipo PET (tereftalato de polietileno)/ha. Las trampas contenían 40 ml de proteína hidrolizada, 10 ml de propilenglicol y 200 ml de agua. Mensualmente se realizó el cambio de la proteína.
3. Control químico.	Se empleó cebo tóxico (spinosad), aplicado con rodillo en dosis comercial en el tronco de los árboles o varetas (utilizadas para sostener las ramas laterales de los árboles). La aplicación se hizo en un árbol de por medio.
Manejo integrado de la plaga (MIP).	Combinación de todas las prácticas de manejo 1, 2, y 3.

Fuente: Elaboración propia

Recolección y disposición de frutos: esta práctica de manejo para mosca de la fruta correspondió a la estrategia de control mecánico y tiene la finalidad de disminuir las poblaciones del insecto plaga, ya que interfiere en su desarrollo normal. En cada parcela del estudio, a partir del primer pase de

cosecha (colecta de frutos) y una semana después del último pase, se hizo la recolección permanente del durazno maduro, sobremaduro y afectado por moscas de la fruta de los árboles y del suelo (tabla 6). La fruta recolectada se introdujo en bolsas plásticas negras calibre 4 sin perforaciones, según la normativa vigente. Al llenar la bolsa con la fruta recogida, se cerró de tal forma que no se saliera el contenido y, posteriormente, se dejaron expuestas al sol por mínimo 20 días (figura 24).



Figura 24. Correcta implementación de la estrategia de manejo de recolección y disposición para solarización del durazno caído y no comercializable. **a.** Frutos caídos del árbol; **b.** Disposición de los frutos recolectados en bolsas negras calibre 4; **c.** Cierre de la bolsa con frutos para evitar escape de adultos de la mosca del Mediterráneo.

Fotos: Liliana Cely-Pardo

En Boyacá y Norte de Santander, el MTD se superó después de haber comenzado las cosechas. Sin embargo, solo en Boyacá, con la colecta adecuada de la fruta del suelo y de los duraznos “punteros” o “tuches” (frutos que quedan en el árbol sin cosechar por su tamaño o calidad), se logró disminuir el valor de MTD por debajo del umbral 0,2, hasta no obtener capturas en la trampa, aproximadamente dos meses después de que se iniciaran las cosechas (figura 25).



En Santander, el MTD se superó desde el inicio de las evaluaciones (MTD= 1,94), pero se observó una disminución de capturas importante (MTD= 0,08) desde que se realizó la práctica de recolección y embolsado, aunque se obtuvieron capturas bajas (MTD= 0,01) incluso después de dos meses de la cosecha, cuando ya los árboles fueron defoliados (figura 25).

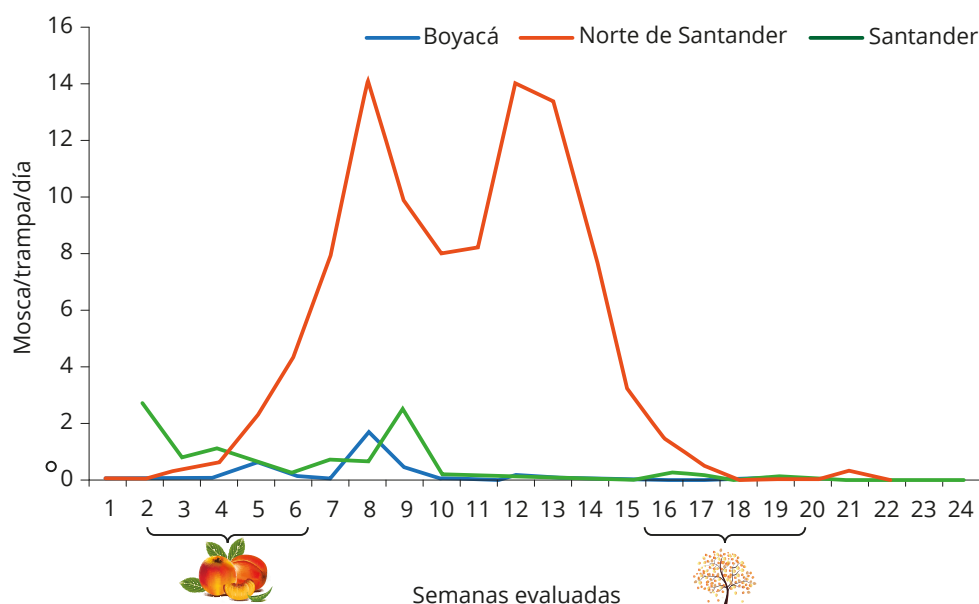


Figura 25. Número promedio de MTD registrado en la práctica de recolección y disposición de frutos afectados y cosecha oportuna.

Nota: La evaluación se realizó durante 24 semanas consecutivas. Las imágenes de los frutos de durazno y árbol con defoliación en el eje Y indican épocas de cosecha (semanas de 3 a 6) y reposo (semanas de 16 a 19), respectivamente, a través de las semanas de evaluación del ensayo.

Fuente: Elaboración propia

En Norte de Santander, aparentemente la estrategia de recolección de frutos no fue tan eficiente, ya que solo en el primer pase de cosecha se mantuvo un número de capturas bajo (MTD= 0,1). En este departamento, se presentaron las mayores capturas de adultos del insecto plaga, con valores máximos de MTD de hasta 14,2 durante el tiempo de evaluación de la estrategia.

Práctica de manejo con trampeo masivo: esta práctica de manejo integrado para moscamed involucra el uso de trampas con proteína hidrolizada (tabla 6) y contribuye a capturar principalmente hembras de la especie, así

como a reducir la posibilidad de obtener nuevas generaciones de la plaga (Alemany et al., 2004).

En cada parcela de evaluación, se instalaron botellas plásticas cebadas con proteína hidrolizada, con la densidad recomendada por el ICA (2021) y ubicadas en el tercio medio del árbol (20 botellas por hectárea) (tabla 6, figura 26).

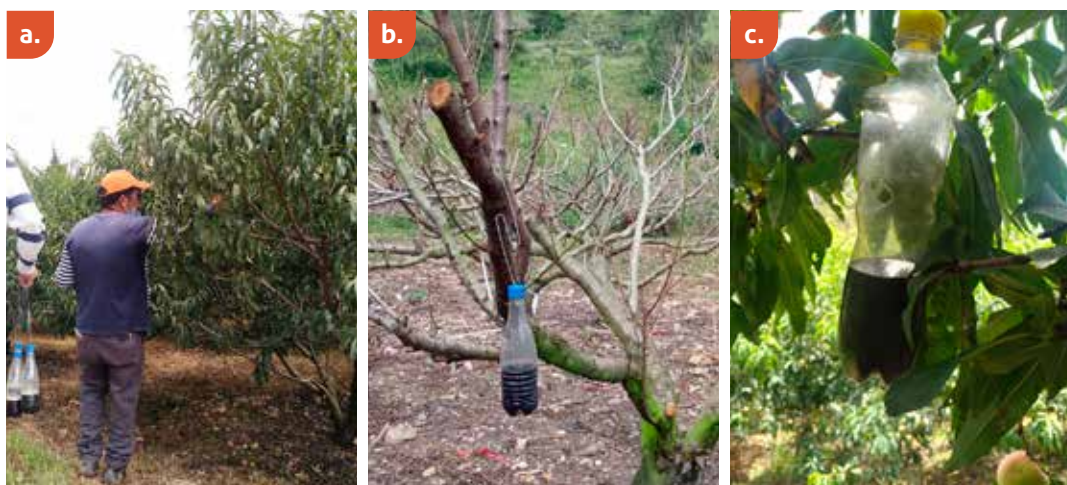


Figura 26. Instalación de trampeo masivo de mosca del Mediterráneo en durazno empleando trampas con proteína hidrolizada. a. Instalación de la trampa; b. Trampa instalada; c. Acercamiento de la trampa indicando altura y tamaño de los orificios para captura de las moscas.

Fotos: Liliana Cely-Pardo

En los tres departamentos, el MTD se excedió (promedio MTD= 2,4) desde la instalación de las trampas al comienzo de las evaluaciones. En el departamento de Boyacá, se presentaron valores de MTD=0,4 y semanalmente aumentaron con el inicio de las cosechas. El número de captura siempre estuvo por encima de valores de MTD= 2,0 en promedio y se mantuvo alto hasta la etapa de defoliación de los árboles (figura 27).

De igual forma, en Santander y Norte de Santander coincide el inicio de las cosechas con el incremento gradual de las capturas de adultos en las trampas. En Santander, se inició con capturas de cinco machos promedio en la trampa, y el pico de capturas se dio después de tres semanas de haber empezado las cosechas, con un promedio de 15 moscas. Mientras que,



para Norte de Santander, el MTD se excedió al comienzo de las cosechas, con capturas promedio de tres machos y luego fue aumentando, con promedios de captura hasta de 67 moscas (figura 27).

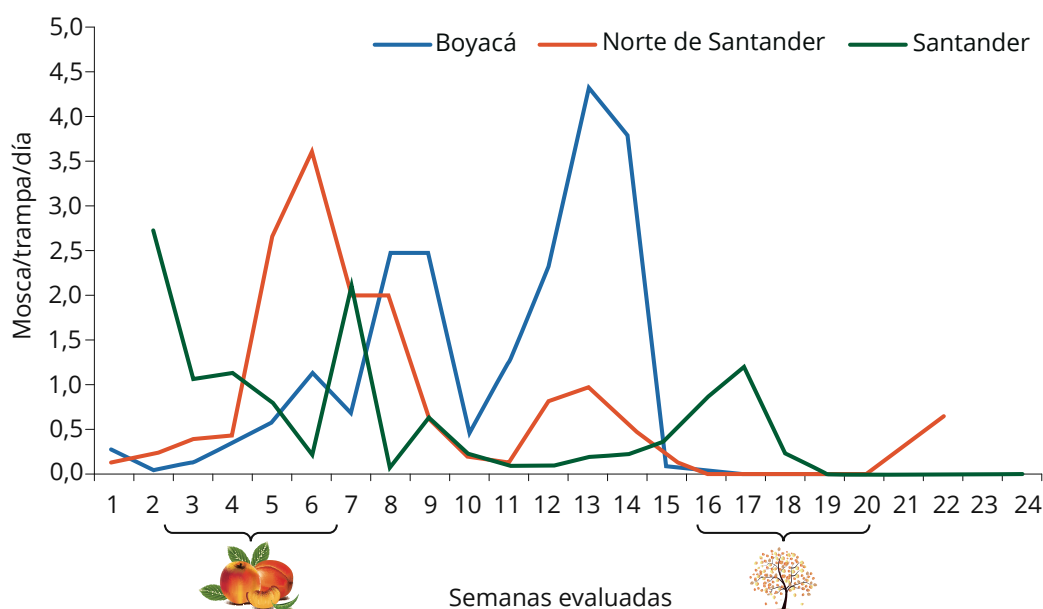


Figura 27. Número promedio de MTD registrado en las parcelas con trampeo masivo.

Nota: La evaluación se realizó durante 24 semanas consecutivas. Las imágenes de los frutos de durazno y árbol con defoliación en el eje Y indican épocas de cosecha (semanas de 3 a 6) y reposo (semanas de 16 a 19), respectivamente, a través de las semanas de evaluación del ensayo.

Fuente: Elaboración propia

En resumen, el comportamiento general de las capturas en la trampa Jackson en la parcela con el trampeo masivo, para los tres departamentos, fue similar: aumentaron cuando comenzaron las cosechas, y se presentaron picos de capturas entre la tercera y cuarta semana después de haberlas realizado.

En las trampas con la proteína, se capturaron en su mayoría hembras de *C. capitata*, que fueron atraídas para su alimentación, la cual es necesaria para completar su madurez sexual. Se debe tener en cuenta que en las parcelas de trampeo masivo no se recogieron los frutos caídos en el suelo, ni los “punteros” en los árboles, por lo que las capturas disminuyeron en la

medida en que ya no hubo disponibilidad de frutos maduros y sobremaduros, en los cuales las nuevas hembras pueden ovipositar y reproducirse; por esta razón, migran a hospederos alternos o cultivos cercanos donde puedan garantizar su descendencia.

Práctica de manejo con control químico: esta estrategia de control va dirigida a las poblaciones adultas (hembras y machos) de diferentes especies de moscas de la fruta, las cuales pueden ser provenientes del mismo lote o de lotes colindantes. El efecto de este método sobre insectos benéficos como abejas es reducido (Mangan et al., 2006). En cada parcela de evaluación, la práctica se implementó cuando el MTD fue superior a 0,2 (dos moscas capturadas en siete días de exposición) (tabla 6).

La aplicación del cebo tóxico (spinosad) se hizo en la parte axial de las ramas secundarias de los árboles de durazno, o en las varetas (varas de madera utilizadas para apoyar las ramas de los árboles con alta producción de frutos), en árbol de por medio dentro de la parcela de evaluación con la dosis de 1,6 L/ha (recomendada por el fabricante del producto), usando un rodillo para esparcir uniformemente el producto (figura 28).

121

En Boyacá, desde que se iniciaron las evaluaciones, el MTD se mantuvo por encima del límite establecido (0,2). Luego de las aplicaciones de cebo tóxico, las capturas fluctuaron, pero no bajaron del límite de MTD de referencia, con valores de hasta 7,5 durante dos evaluaciones (figura 29). Dichas capturas disminuyeron (MTD= 0,4) en el periodo que coincidió con la defoliación de los árboles y posteriormente no se obtuvieron más capturas.

En Santander, el comportamiento fue similar, ya que el MTD se mantuvo por encima del umbral establecido (0,2) durante las primeras semanas de cosecha (MTD promedio= 1,5), y solo después de la defoliación las poblaciones bajaron a cero.





Figura 28. Aplicación de cebo tóxico en ramas y varetas en árboles de durazno.
a. Aplicación del cebo tóxico en las varetas; **b.** Aplicación del cebo tóxico en las ramas secundarias de los árboles de durazno.

Fotos: Albert Sneyder Carvajal Rivera

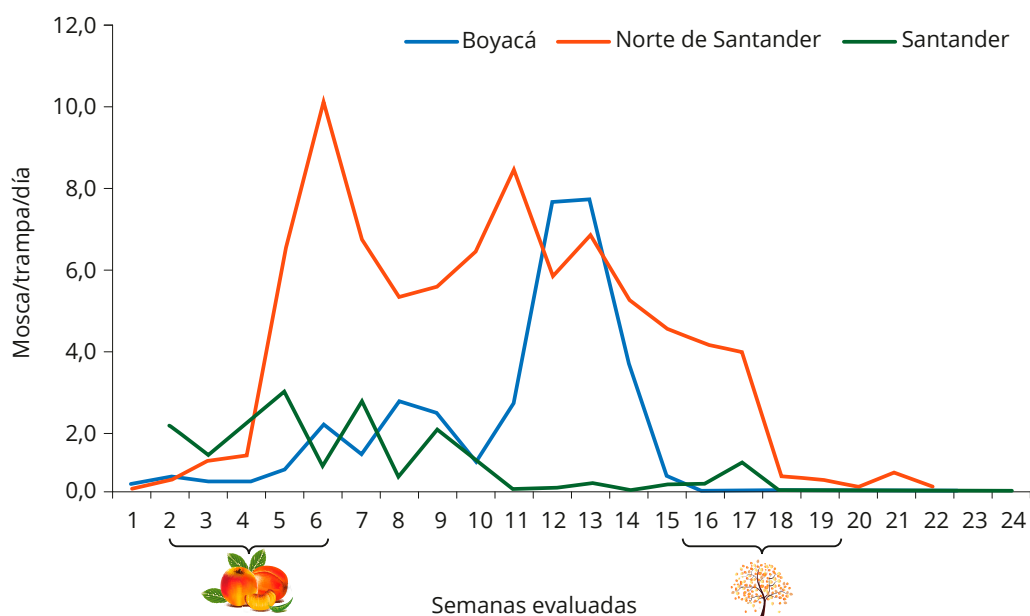


Figura 29. Número promedio de MTD registrado en parcelas con la aplicación de cebo tóxico.

Nota: La evaluación se realizó durante 24 semanas consecutivas. Las imágenes de los frutos de durazno y árbol con defoliación en el eje Y indican épocas de cosecha (semanas de 3 a 6) y reposo (semanas de 16 a 19), respectivamente, a través de las semanas de evaluación del ensayo.

Fuente: Elaboración propia

En Norte de Santander, desde el inicio de las evaluaciones se superó el MTD (hubo dos picos de captura con valores de MTD de 10,1 y 8,3), los cuales fueron disminuyendo luego de las aplicaciones de cebo tóxico; no obstante, el MTD siempre estuvo por encima del valor de referencia. Después de la defoliación de los árboles no se registraron capturas.

Práctica de manejo integrado: en las parcelas de manejo integrado, se combinaron las tres estrategias de manejo: recolección y disposición de frutos, trampeo masivo y cebo tóxico, como se describió anteriormente (tabla 6). El uso de estas tres estrategias de forma simultánea permite controlar los diferentes estados de la plaga.

En Norte de Santander, solo en las primeras evaluaciones se obtuvieron valores por debajo (MTD= 0,1) o iguales al umbral establecido 0,2. A partir de la tercera semana de evaluación, tiempo que coincide con el inicio de cosechas, se registró MTD superiores al valor de referencia y se alcanzaron picos con valores de MTD iguales a 17,8. Solo hasta el periodo de reposo de los árboles en la semana 18 bajó el MTD a valores de cero (figura 30).

123

En Santander se inició con valores altos (MTD= 6,1), pero después de una semana se observó disminución en las capturas, posteriormente se observaron dos cortos periodos con MTD superiores a lo establecido: en la semana 9 (MTD= 1,4) y en la semana 14 (MTD en promedio= 0,5), que se mantuvo por varias semanas de evaluación hasta el periodo de reposo de los árboles.

En Boyacá, para esta práctica solo a partir de la semana 8 hubo registros de MTD que superaron el límite establecido; no obstante, estuvo por debajo de los que se dieron en Norte de Santander y Santander, donde se presentaron valores máximos de MTD= 0,8.

Para todas las localidades, a partir de la semana 16 de evaluación y en adelante no se obtuvieron capturas de mosca. Este periodo coincidió con el tiempo de defoliación de los árboles y la preparación de los lotes para un nuevo ciclo productivo.



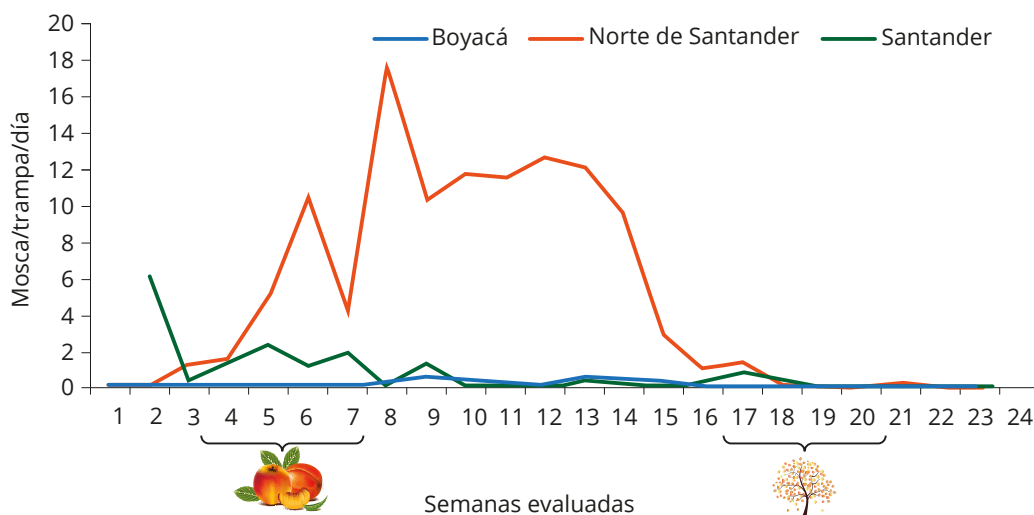


Figura 30. Número promedio de MTD registrado en las parcelas de manejo integrado (parcela MIP).

Nota: La evaluación se realizó durante 24 semanas consecutivas. Las imágenes de los frutos de durazno y árbol con defoliación en el eje Y indican épocas de cosecha (semanas de 3 a 6) y reposo (semanas de 16 a 19), respectivamente, a través de las semanas de evaluación del ensayo.

Fuente: Elaboración propia

Al comparar todas las estrategias de manejo (figura 31) implementadas en los tres departamentos, se observan altos valores de MTD en Norte de Santander para la mayoría de las prácticas, en comparación con Santander y Boyacá. Este último fue en general el departamento que presentó las menores capturas de mosca del Mediterráneo y aunque no hubo diferencias significativas entre tratamientos (Tukey 0,05 de significancia), en promedio los valores de MTD para todas las prácticas realizadas en Boyacá fueron menores que 0,5, con los valores más bajos (inferiores al umbral 0,2) en las parcelas donde se implementaron las prácticas de MIP, recolección y embolsado de la fruta.

Santander tuvo un comportamiento similar; las prácticas de manejo en esta región no evidenciaron diferencias significativas entre sí, pues se obtuvieron valores de MTD alrededor de 0,4, y la práctica de recolección y embolsado de la fruta presentó el menor valor (MTD= 0,28).

Sin embargo, en Norte de Santander, solo en las parcelas con la práctica de cebo tóxico se observó un valor de MTD en promedio de 0,46, mientras que en las parcelas con las demás prácticas se evidenciaron valores de MTD superiores a 1,5.

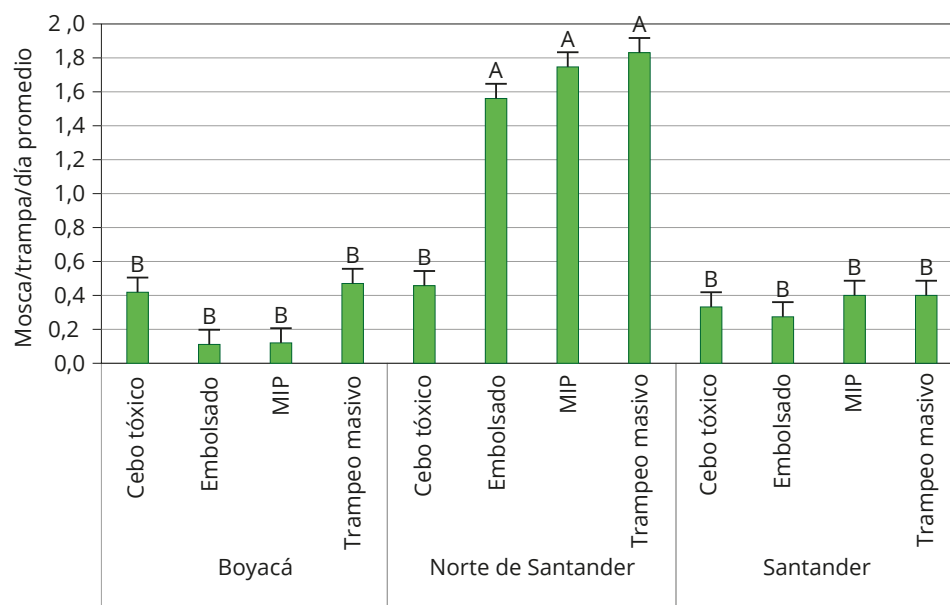


Figura 31. Comparación de las prácticas de manejo implementadas en Boyacá, Norte de Santander y Santander.

Nota: Las barras con la misma letra indican que no hay diferencias significativas entre las prácticas de manejo (nivel de significancia 0,05 Tukey).

Fuente: Elaboración propia

Reflexiones

En todas las prácticas evaluadas, se observó que después de 4-5 semanas posterior a los pases de cosecha se generaron picos de captura de *C. capitata*. Esto puede ser explicado por el ciclo biológico de la plaga, el cual tiene una duración entre 35 y 45 días a temperaturas de 20 a 24° C (Bustillo Pardey, 1989) y coincide con los periodos de emergencia de adultos de la plaga en campo.



También se observó disminución en la captura después de defoliación de los árboles. Una vez el árbol entra en reposo, las capturas de la mosca del Mediterráneo bajan a niveles de cero, posiblemente por su interés en lotes con fruta disponible, ya que las moscas adultas requieren proteína y frutos en proceso de maduración para su desarrollo y oviposición (Figueroa Candia et al., 2019; Hafsi et al., 2020; Kouloussis et al., 2022).

En cuanto a los niveles de infestación de la mosca del Mediterráneo, se observó que Norte de Santander fue el departamento que presentó los valores de MTD más altos a través del tiempo y superó el valor de referencia para la mayoría de las fechas de muestreo en las diferentes prácticas de manejo (figuras 25, 27, 29 y 30). La alta infestación de mosca del Mediterráneo en este departamento podría estar relacionada con la producción continua de la fruta en lotes colindantes al experimento y la disposición inadecuada de la fruta de desecho en las parcelas vecinas, lo que favoreció la presencia de la plaga.

En los tres departamentos, se observaron árboles de otros frutales reportados como hospederos de *C. capitata* alrededor de las parcelas de evaluación de los experimentos con durazno (Guzmán-Plazola, 2010). Los árboles más comunes eran limón, limón mandarina y guayaba (Boyacá), y manzana, pera, ciruela, breva, mora (Norte de Santander); sin embargo, es importante resaltar que no se corroboró la presencia de la plaga en estos hospedantes. Por lo anterior, se sugiere en futuros estudios evaluar si estos frutales son hospederos verdaderos de moscamed en Colombia.

Por consiguiente, y de acuerdo con los programas exitosos para el manejo de moscamed en el mundo, se debe reconocer el entorno del cultivo y todas las prácticas de manejo para el efectivo control de moscamed de manera oportuna, teniendo en cuenta la biología del insecto y en áreas amplias; es decir, manejando parcelas en producción, cultivos de durazno abandonados, parcelas de otros hospederos comerciales, hospederos silvestres y en traspatios con árboles que sean posibles hospederos de moscamed abandonados.

Referencias

- Agencia Ecuatoriana de Aseguramiento de la Calidad de Agro [Agrocalidad]. (2016). *Manual de manejo integrado de moscas de la fruta*. <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/ecu166297anx.pdf>
- Alemaný, A., Miranda, M.A., Alonso, R., & Martín-Escorza, C. (2004). Efectividad del trameo masivo de hembras de *Ceratitís capitata* (Diptera: Tephritidae) a base de atrayentes alimentarios. "Efecto-borde" y papel de los frutales abandonados como potenciadores de la plaga. *Boletín Sanidad Vegetal, Plagas*, (30), 255-264.
- Arouri, R., Le Goff, G., Hemden, H., Navarro-Llopis, V., M'saad, M., Castañera, P., Feyereisen, R., Hernández-Crespo, P., & Ortego, F. (2015). Resistance to lambda-cyhalothrin in Spanish field populations of *Ceratitís capitata* and metabolic resistance mediated by P450 in a resistant strain. *Pest Management Science*, 71(9), 1281-1291. <https://doi.org/10.1002/ps.3924>
- Badii, K. B., Billah, M. K., Afreh-Nuamah, K., Obeng-Ofori, D., & Niarko, C. (2015). Review of the pest status, economic impact and management of fruit-infesting flies (Diptera: Tephritidae) in Africa. *African Journal of Agricultural Research*, 10(12), 1488-1498. <https://doi.org/10.5897/AJAR2014.9278>
- Baronio, C. A., Bernardi, D., Paranhos, B. A. J., Garcia, F. R. M., & Botton, M. (2018). Population suppression of Mediterranean fruit fly *Ceratitís capitata* (Wiedemann) on table grapes using toxic baits. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 90(4), 1-11. <https://doi.org/10.1590/0001-3765201820180707>
- Botton, M., Arioli, C. J., Machota Junior, R., Nunes, M. Z., & Rosa, J. M. (2016). Moscas-das-frutas na fruticultura de clima temperado: situação atual e perspectivas de controle através do emprego de novas formulações de iscas tóxicas e da captura massal. *Agropecuária Catarinense*, 29(2), 103-107.
- Boulahia Kheder, S., Trabelsi, I., & Aouadi, N. (2012). From chemicals to IPM against the Mediterranean fruit fly *Ceratitís capitata* (Diptera, Tephritidae). En S. Soloneski (Ed.), *Integrated Pest Management and Pest Control-Current and Future Tactics* (pp. 301-320). IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/32686>
- Bustillo Pardey, A. E. (1989). Distribución, características y biología de la mosca del Mediterráneo, *Ceratitís capitata*. En Instituto Colombiano Agropecuario [ICA], e Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura [IICA]. *Curso sobre moscas de la fruta* (pp. 51-60). Estación Experimental Tulio Ospina.
- Cabrera-Marín, N. V., Liedo, P., & Sánchez, D. (2016). The Effect of Application Rate of GF-120 (Spinosa) and Malathion on the Mortality of *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae) Foragers. *Journal of Economic Entomology*, 109(2), 515-519. <https://doi.org/10.1093/jee/tov385>
- Castro-Piguave, C., Vera-Tumbaco, M., Indacochea-Ganchozo, B., Valverde-Lucio, Y., & Gabriel-Ortega, J. (2018). Control etológico de *Thrips* sp. (Insecta: Thysanoptera) y *Spo-doptera* spp. (Lepidoptera: Noctuidae) con fermentos naturales en sandía (*Citrullus*



- vulgaris* L.). *Journal of the Selva Andina Research Society*, 9(2), 104-112. <https://doi.org/10.36610/j.jsars.2018.090200104>
- Chen, S.-L., Dai, S.-M., Lu, K.-H., & Chang, C. (2008). Female-specific doublesex dsRNA interrupts yolk protein gene expression and reproductive ability in oriental fruit fly, *Bactrocera dorsalis* (Hendel). *Insect Biochemistry and Molecular Biology*, 38(2), 155-165. <https://doi.org/10.1016/j.ibmb.2007.10.003>
- Chueca, P., Montón, H., Ripollés, J. L., Castañera, P., Moltó, E., & Urbaneja, A. (2007). Spinosad bait treatments as alternative to malathion to control the Mediterranean fruit fly *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae) in the Mediterranean Basin. *Journal of Pesticide Science*, 32(4), 407-411. <https://doi.org/10.1584/jpestics.G07-26>
- Couso-Ferrer, F., Arouri, R., Beroiz, B., Perera, N., Cervera, A., Navarro-Llopis, V., Castañera, P., Hernández-Crespo, P., & Ortego, F. (2011). Cross-resistance to insecticides in a malathion-resistant strain of *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae). *Journal of Economic Entomology*, 104(4), 1349-1356. <https://doi.org/10.1603/EC11082>
- El-Sayed, A. M., Suckling, D. M., Byers, J. A., Jang, E. B., & Wearing, C. H. (2009). Potential of 'lure and kill' in long-term pest management and eradication of invasive species. *Journal of Economic Entomology*, 102(3), 815-835. <https://doi.org/10.1603/029.102.0301>
- Epsky, N. D., Midgarden, D., Rendón, P., Villatoro, D., & Heath, R. R. (2012). Efficacy of wax matrix bait stations for Mediterranean fruit flies (Diptera: Tephritidae). *Journal of Economic Entomology*, 105(2), 471-479.
- Figueroa Candia, I., Bautista, V., Larsson Herrera, S., Walter, A., Ortuño Castro, N., Tasin, M., & Dekker, T. (2019). The potential of locally sustainable food baits and traps against the Mediterranean fruit fly *Ceratitis capitata* in Bolivia. *Pest Management Science*, 75(6), 1671-1680. <https://doi.org/10.1002/ps.5286>
- Gabrieli, P., Scolari, F., Di Cosimo, A., Savini, G., Fumagalli, M., Gomulski, L. M., Malacrida, A. R., & Gasperi, G. (2016). Sperm-less males modulate female behaviour in *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae). *Insect Biochemistry and Molecular Biology*, 79, 13-26. <https://doi.org/10.1016/j.ibmb.2016.10.002>
- Garcés Jácome, J. A., & Olvera Contreras, O. (2021). Manejo integrado del insecto *Ceratitis capitata* (mosca de la fruta) en el Cultivo de *Citrus reticulata* (mandarina) en Ecuador [Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Babahoyo]. Repositorio UTB. <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/9207>
- Gazit, Y., Gavriel, S., Akiva, R., & Timar, D. (2013). Toxicity of baited Spinosad formulations to *Ceratitis capitata*: from the laboratory to the application. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 147(2), 120-125. <https://doi.org/10.1111/eea.12051>
- Guillemain, M. J., Díaz Nieto, L. M., Suárez, L., Rull, J., Ovruski, S., Acosta, J. C., Molina, D., & Murua, F. (2021). Offseason Medfly Trapping Using Makeshift Fruit-Based and Wine Vinegar Baits. *Neotropical Entomology*, 50, 289-297. <https://doi.org/10.1007/s13744-020-00844-0>

- Guzmán-Plazola, R. A. (2010). *Mosca del Mediterráneo Ceratitis capitata (Wiedemann)*. Sistema Nacional de Vigilancia Epidemiológica Fitosanitaria. <http://langif.uaslp.mx/plagas-devastadoras/documentos/fichas/Ceratitiscapitata.pdf>
- Hafsi, A., Abbes, K., Harbi, A., & Chermiti, B. (2020). Field efficacy of commercial food attractants for *Ceratitiscapitata* (Diptera: Tephritidae) mass trapping and their impacts on non-target organisms in peach orchards. *Crop Protection*, 128, 104989. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2019.104989>
- Haran, J., Grove, T., van Noort, S., Benoit, L., & Addison, P. (2019). Natural biocontrol of fruit flies in indigenous hosts: A perspective for population control in the agroecosystem. *Biological Control*, 137, 104022.
- Harbi, A., Beitia, F., Chermiti, B., de Pedro, L., Ferrara, F., Asís, J. D., Polidori, C., Tormos, J., & Sabater-Muñoz, B. (2018). Abiotic factors affecting *Diachasmimorphalongicaudata* (Hymenoptera: Braconidae) activity as a natural enemy of *Ceratitiscapitata* (Diptera: Tephritidae) under seminatural conditions in the Mediterranean region. *Journal of Applied Entomology*, 142(8), 755-764. <https://doi.org/10.1111/jen.12521>
- Harter, W. R., Botton, M., Nava, D. E., Grutzmacher, A. D., Da Silva Gonçalves, R., Junior, R. M., Bernardi, D., & Zanardi, O. Z. (2015). Toxicities and Residual Effects of Toxic Baits Containing Spinosad or Malathion to Control the Adult *Anastrepha fraterculus* (Diptera: Tephritidae). *Florida Entomologist*, 98(1), 202-208. <https://doi.org/10.1653/024.098.0135>
- Heath, R. R., Lavalley, S. G., Schnell, E., Midgarden, D. G., & Epsky, N. D. (2009). Laboratory and field cage studies on female-targeted attract-and-kill bait stations for *Anastrepha suspensa* (Diptera: Tephritidae). *Pest Management Science*, 65(6), 672-677. <https://doi.org/10.1002/ps.1743>
- Hendrichs, J., Robinson, A. S., Cayol, J. P., & Enkerlin, W. (2002). Medfly areawide sterile insect technique programmes for prevention, suppression or eradication: The importance of mating behavior studies. *Florida Entomologist*, 85(1), 1-13. [https://doi.org/10.1653/0015-4040\(2002\)085\[0001:MASITP\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1653/0015-4040(2002)085[0001:MASITP]2.0.CO;2)
- Huvenne, H., & Smagghe, G. (2010). Mechanisms of dsRNA uptake in insects and potential of RNAi for pest control: a review. *Journal of Insect Physiology*, 56(3), 227-235. <https://doi.org/10.1016/j.jinsphys.2009.10.004>
- Instituto Colombiano Agropecuario [ICA]. (2005). *Las moscas de la fruta* [Boletín de sanidad vegetal N.º 44]. <https://www.ica.gov.co/getattachment/f2cd7a85-e934-418a-b294-ef04f1bbacb0/Publicacion-4.aspx>
- Instituto Colombiano Agropecuario [ICA]. (2019). Resolución 995. “Por la cual se establecen medidas fitosanitarias para el control de la mosca del Mediterráneo *Ceratitiscapitata* (Wiedemann) en la especie durazno y la contención de su dispersión en el territorio nacional”. <https://www.ica.gov.co/getattachment/98267354-8834-4ead-8b45-9af3ee7bf2d-d/2019R00995.aspx>



- Instituto Colombiano Agropecuario [ICA]. (2021). Resolución 106407. "Por la cual se establecen medidas fitosanitarias para el control de las moscas de la fruta en el territorio nacional y se dictan otras disposiciones". <https://www.ica.gov.co/getattachment/d4670253-0970-472d-90d6-d69b539c8ff3/2021R106407.aspx>
- Jerraya, A. (2003). *Principaux nuisibles des plantes cultivées et des denrées stockées en Afrique du Nord: leur biologie, leurs ennemis naturels, leurs dégâts et leur controle*. Climat Pub.
- Kouloussis, N. A., Mavraganis, V. G., Damos, P., Ioannou, C. S., Bempelou, E., Koveos, D. S., & Papadopoulos, N. T. (2022). Trapping of *Ceratitis capitata* using the low-cost and non-toxic attractant Biodelear. *Agronomy*, 12(2), 525. <https://doi.org/10.3390/agronomy12020525>
- Lance, D. R., McInnis, D. O., Rendón, P., & Jackson, G. C. (2000). Courtship among sterile and wild *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae) in field cages in Hawaii and Guatemala. *Annals of the Entomological Society of America*, 93(5), 1179-1185. [https://doi.org/10.1603/0013-8746\(2000\)093\[1179:CASAWC\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1603/0013-8746(2000)093[1179:CASAWC]2.0.CO;2)
- Llopis-Giménez, A., González, R. M., Millán-Leiva, A., Catalá, M., Llacer, E., Urbaneja, A., & Herrero, S. (2017). Novel RNA viruses producing simultaneous covert infections in *Ceratitis capitata*. Correlations between viral titers and host fitness, and implications for SIT programs. *Journal of Invertebrate Pathology*, 143, 50-60.
- Lux, S. A., Vilardi, J. C., Liedo, P., Gaggli, K., Calcagno, G. O., Munyiri, F. N, Vera, M. T., & Manso, F. (2002). Effects of irradiation on the courtship behavior of medfly (Diptera, Tephritidae) mass reared for the Sterile Insect Technique. *Florida Entomologist*, 85(1), 102-112. [https://doi.org/10.1653/0015-4040\(2002\)085\[0102:EOIOTC\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1653/0015-4040(2002)085[0102:EOIOTC]2.0.CO;2)
- Pinto Dias, N. P., Montoya, P., & Nava, D. E. (2022). A 30-year systematic review reveals success in tephritid fruit fly biological control research. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 170(5), 370-384. <https://doi.org/10.1111/eea.13157>
- Pinto Dias, N., Zottia, M. J., Montoya, P., Carvalho, I. R., & Nava, D. E. (2018). Fruit fly management research: A systematic review of monitoring and control tactics in the world. *Crop Protection*, (112), 187-200. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2018.05.019>
- Magaña, C., Hernández-Crespo, P., Ortego, F., & Castañera, P., (2007). Resistance to malathion field populations of *Ceratitis capitata*. *Journal of Economic Entomology*, 100(6), 1836-1843. <https://doi.org/10.1093/jee/100.6.1836>
- Mangan, R. L., & Moreno, D. S. (2007). Development of bait stations for fruit fly population suppression. *Journal of Economic Entomology*, 100(2), 440-450. <https://doi.org/10.1093/jee/100.2.440>
- Mangan, R. L., Moreno, D. S., & Thompson, G. D. (2006). Bait dilution, spinosad concentration, and efficacy of GF-120 based fruit fly sprays. *Crop Protection*, 25(2), 125-133. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2005.03.012>
- Manrakhan, A., Kotze, C., Daneel, J.-H., Stephen, P. R., & Beck, R. R. (2013). Investigating a replacement for malathion in bait sprays for fruit fly control in South Africa citrus orchards. *Crop Protection*, 43, 45-53. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2012.09.010>

- McInnis, D. O., Lance, D. R., & Jackson, C. G. (1996). Behavioral resistance to the sterile insect technique by the Mediterranean fruit fly (Diptera: Tephritidae) in Hawaii. *Annals of the Entomological Society of America*, 89(5), 5739-5744. <https://doi.org/10.1093/aesa/89.5.739>
- McInnis, D. O., Shelly, T., & Komatsu, J. (2002). Improving male mating competitiveness and survival in the field for medfly, *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae) SIT programs. *Genetica*, 116, 117-124. <https://doi.org/10.1023/A:1020919927542>
- Navarro-Llopis, V., Vacas, S., Sanchis, J., Primo, J., & Alfaro, C. (2011). Chemosterilant bait stations coupled with sterile insect technique: an integrated strategy to control the Mediterranean fruit fly (Diptera: Tephritidae). *Journal of Economic Entomology*, 104(5), 1647-1655. <https://doi.org/10.1603/EC10448>
- Navarro-Llopis, V., Primo, J., & Vacas, S. (2012). Efficacy of attract-and-kill devices for the control of *Ceratitis capitata*. *Pest Management Science*, 69(4), 478-482. <https://doi.org/10.1002/ps.3393>
- Palli, S. (2012). RNAi methods for management of insects and their pathogens. *CAB Reviews Perspectives in Agriculture Veterinary Science Nutrition and Natural Resources*, 7(004). <https://doi.org/10.1079/PAVSNNR20127004>
- Plá, I., García de Oteyza, J., Tur, C., Martínez, M. Á., Laurín, M. C., Alonso, E., Martínez, M., Martín, Á., Sanchis, R., Navarro, M. C., Argilés, R., Briasco, M., Dembilio, Ó., & Dalmau, V. (2021). Sterile Insect Technique Programme against Mediterranean Fruit Fly in the Valencian Community (Spain). *Insects*, 12(5), 415. <https://doi.org/10.3390/insects12050415>
- Paranhos, B. J., Mendes, P. C. D., Papadopoulos, N. T., & Walder, J. M. M. (2007). Dispersion patterns of *Diachasmimorpha longicaudata* (Hymenoptera: Braconidae) in citrus orchards in southeast Brazil. *Biocontrol Science and Technology*, 17(3-4), 375-385. <https://doi.org/10.1080/09583150701309105>
- Quesada-Moraga, E., Martín-Carballo, I., Garrido-Jurado, I., & Santiago-Álvarez, C. (2008). Horizontal transmission of *Metarhizium anisopliae* among laboratory populations of *Ceratitis capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae). *Biological Control*, 47(1), 115-124. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2008.07.002>
- Rahman, T., & Broughton, S. (2016). Evaluation of thiacloprid and clothianidin (neonotinoids) as alternative to fenthion (organophosphate) for control of Mediterranean fruit fly (Diptera: Tephritidae) in deciduous fruit orchards. *Crop Protection*, 90, 170-176. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2016.09.001>
- Ramírez-Santos, E. M., Randón, P., Ruiz-Montoya, L., Toledo, J., & Liedo, P. (2017). Effect of irradiation doses on sterility and biological security in a genetically modified strain of the Mediterranean fruit fly (Diptera: Tephritidae). *Journal of Economic Entomology*, 110(4), 1483-1494. <https://doi.org/10.1093/jee/tox119>
- Sabater Muñoz, B., Tormos, J., De Pedro, L., Harbi, A., Tur Lahiguera, Ch., Briasco García, M., Verdú Galalrdo, M. J., & Beitia Crespo, F. J. (2012). Estrategias de control integrado de "*Ceratitis capitata*" en cítricos. *Vida Rural*, (353), 42-45.



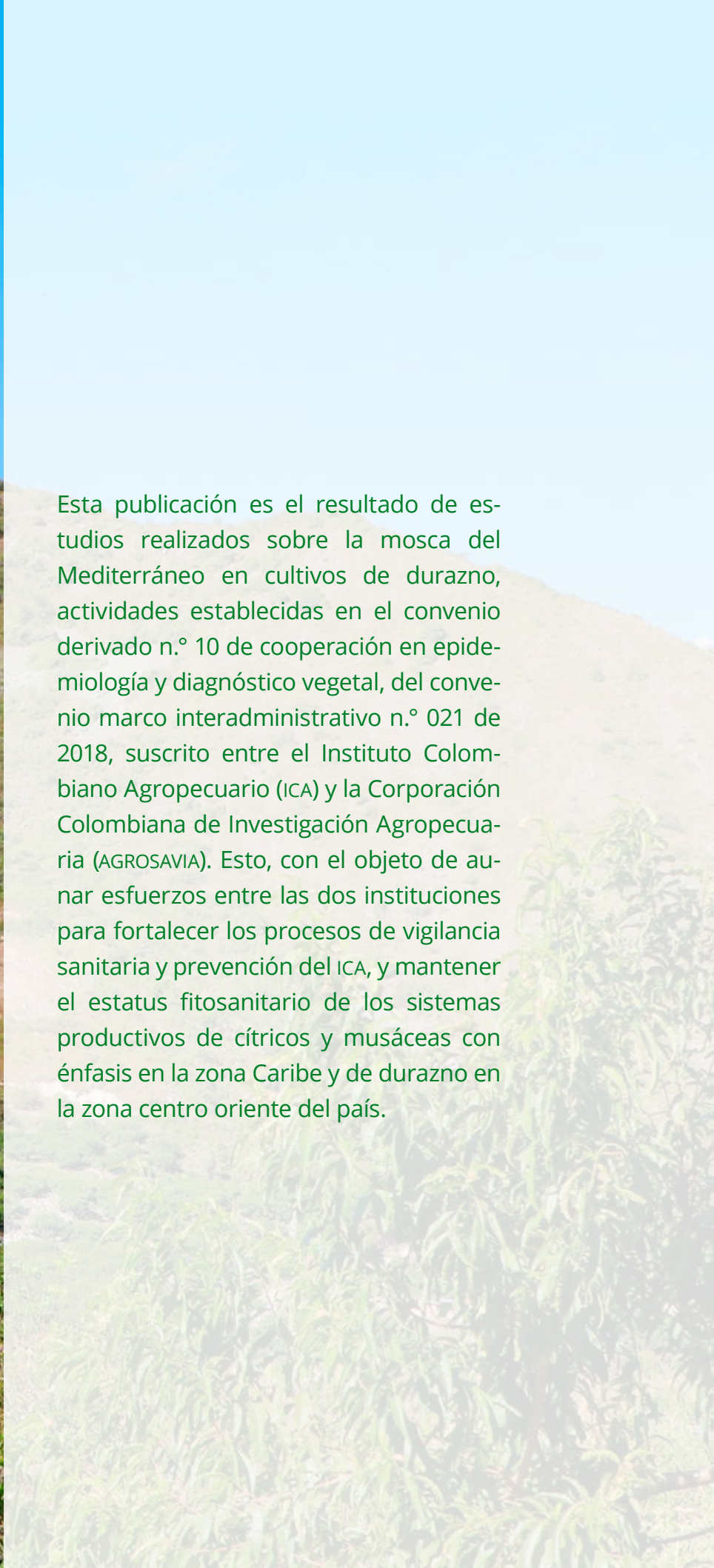
- Sciarretta, A., Tabilio, M. R., Amore, A., Colacci, M., Miranda, M. A., Nestel, D., Papadopoulos, N. T., & Trematerra, P. (2019). Defining and evaluating a decision support system (DSS) for the precise pest management of the mediterranean fruit fly, *Ceratitis capitata*, at the farm level. *Agronomy*, 9(10) 608. <https://doi.org/10.3390/agronomy9100608>
- Seo, S. T., Vargas, R. I., Gilmore, J. E., Kurashima, R. S., & Fujimoto, R. S. (1990). Sperm transfer in normal and gamma-irradiated, laboratory reared Mediterranean fruit flies (Diptera: Tephritidae). *Journal of Economic Entomology*, 83(5), 1949-1953. <https://doi.org/10.1093/jee/83.5.1949>
- Suárez, L., Buonocore Biancheri, M. J., Murúa, F., Bilbao, M., García, M., Cancino, J., Martín, O., Molina, D., Laría, O., & Ovruski, S. M. (2019). Effects of host age and radiation dose in *Diachasmimorpha longicaudata* (Hymenoptera: Braconidae) mass-reared on Med-fly larvae of the *tsl* Vienna 8 genetic sexing strain. *Biological Control*, 130, 51-59.
- Suárez, L., Buonocore Biancheri, M. J., Sánchez, G., Murúa, F., Funes, C. F., Kirschbaum, D. S., Molina, D., Laría, O., & Ovruski, S. M. (2019). Effects of releasing two *Diachasmimorpha longicaudata* population lines for the control of *Ceratitis capitata* infesting three key host fruit species. *Biological Control*, 133, 58-65. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2019.03.011>
- Urbaneja, A., Chueca, P., Montón, H., Pascual-Ruiz, S., Dembilio, O., Vanaclocha, P., Abad-Moyano, R., Pina, T., & Castañera, P. (2009). Chemical alternatives to malathion for controlling *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae), and their side effects on natural enemies in Spanish citrus orchards. *Journal of Economic Entomology*, 102(1), 144-151.
- Vontas, J., Hernández-Crespo, P., Margaritopoulos, J. T., Ortego, F., Feng, H.-T., Mathiopoulou, K. D., & Hsu, J. C. (2011). Insecticide resistance in Tephritid flies. *Pesticide Biochemistry Physiology*, 100(3), 199-205. <https://doi.org/10.1016/j.pestbp.2011.04.004>
- Yee, W. L., & Alston, D. G. (2016). Sucrose mixed with spinosad enhances kill and reduces oviposition of *Rhagoletis indifferens* (Diptera: Tephritidae) under low food availability. *Journal of Entomological Science*, 51(2), 101-112. <https://doi.org/10.18474/JES15-33.1>







Esta publicación es el resultado de estudios realizados sobre la mosca del Mediterráneo en cultivos de durazno, actividades establecidas en el convenio derivado n.º 10 de cooperación en epidemiología y diagnóstico vegetal, del convenio marco interadministrativo n.º 021 de 2018, suscrito entre el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) y la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA). Esto, con el objeto de aunar esfuerzos entre las dos instituciones para fortalecer los procesos de vigilancia sanitaria y prevención del ICA, y mantener el estatus fitosanitario de los sistemas productivos de cítricos y musáceas con énfasis en la zona Caribe y de durazno en la zona centro oriente del país.



Impresión y encuadernación.
DGP Impresores S.A.S.
Terminó de imprimirse en septiembre de 2022,
en Bogotá D.C., Colombia

La mosca del Mediterráneo *Ceratitis capitata* es una plaga cuarentenaria que limita la importación de frutas desde Colombia; en el país, es de importancia económica debido a su amplio rango de hospederos. A pesar de los esfuerzos realizados para la vigilancia y el control de esta plaga, aún está presente en las zonas frutícolas de Colombia. Debido a esto, surge la necesidad de evaluar las estrategias empleadas para la vigilancia, el manejo y el control de la mosca en el país.

En este documento, se presenta una revisión de la reglamentación fitosanitaria colombiana, la biología y el comportamiento de la mosca del Mediterráneo, una primera aproximación de la caracterización de productores del cultivo de durazno en Boyacá, Norte de Santander y Santander; adicionalmente, los resultados de evaluaciones de trampas y atrayentes comerciales para el monitoreo y control, así como de las prácticas para su manejo integrado.

Esta obra está dirigida a personas y entidades relacionadas con el cultivo del durazno o frutales hospederos de la plaga, y puede ser consultada para conocer diferentes aspectos del insecto, planificar y ejecutar acciones reglamentadas por las autoridades nacionales e implementar prácticas de manejo para reducir las poblaciones y el impacto de la mosca *C. capitata*.