

Reconocimiento, daño y opciones de manejo de *Carmenta foraseminis* Eichlin (Lepidóptera: Sesiidae), perforador del fruto y semilla de cacao *Theobroma cacao* L. (Malvaceae)

Arturo Carabalí Muñoz
Camilo E. Senejoa Lizcano
Millerlandy Montes Prado



AGROSAVIA
EDITORIAL

Colección Transformación del Agro

**Reconocimiento, daño
y opciones de manejo de
Carmenta foraseminis Eichlin
(Lepidóptera: Sesiidae), perforador
del fruto y semilla de cacao
Theobroma cacao L. (Malvaceae)**

Arturo Carabalí Muñoz
Camilo E. Senejoa Lizcano
Millerlandy Montes Prado

Mosquera, Colombia, 2018

AGROSAVIA
EDITORIAL

Colección Transformación del Agro

Carabalí Muñoz, Arturo

Reconocimiento, daño y opciones de manejo de *Carmenta foraseminis* Eichlin (Lepidoptera: Sesiidae), perforador del fruto y semilla de cacao *Theobroma cacao* L. (Malvaceae)/ Arturo Carabalí Muñoz; Camilo E. Senejoa Lizcano y Millerlandy Montes Prado. – Mosquera, (Colombia): AGROSAVIA, 2018.

56 páginas -- (Colección Transformación del Agro)

Incluye referencias bibliográficas y fotos

ISBN e- Book : 978-958-740-259-9

1. *Theobroma cacao* 2. Insectos dañinos 3. Trampas de luz 4. Control de plagas 5. Enemigos naturales I. Senejoa Lizcano, Camilo E. II. Montes Prado, Millerlandy.

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 Palmira
Diagonal a la intersección de la carrera 36A con calle 23,
Palmira, Valle del Cauca. Código postal: 763533,
Colombia

Esta publicación es resultado del macroproyecto de Corpoica (actualmente AGROSAVIA) N.º 137 Estrategias tecnológicas para fortalecer la cacao cultura colombiana, que hace parte de la Red de Innovación de Cacao de AGROSAVIA.

Fecha de recepción: 26 de enero de 2018

Fecha de evaluación: 24 de mayo de 2018

Fecha de aceptación: 30 de junio de 2018

Publicado noviembre de 2018

Preparación editorial

Editorial AGROSAVIA

editorial@agrosavia.co

Editora: Liliana Gaona García

Corrección de estilo: Nathalie De la Cuadra N.

Fotografías: Arturo Carabalí Muñoz,

Camilo E. Senejoa Lizcano, Millerlandy Montes Prado

Diagramación: María Paula Berón

Impresión: Fundación Cultural Javeriana de Artes Gráficas (JAVEGRAF)

Nota: A partir de mayo de 2018, la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria cambió su acrónimo Corpoica por AGROSAVIA

Citación sugerida: Carabalí Muñoz, A., Senejoa Lizcano, C. E., & Montes Prado, M. (2018). *Reconocimiento, daño y opciones de manejo de Carmenta foraseminis* Eichlin (Lepidoptera: Sesiidae), perforador del fruto y semilla de cacao *Theobroma cacao* L. (Malvaceae). Mosquera, Colombia: Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA).

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

Línea de atención al cliente: 018000121515

atencionalcliente@agrosavia.co

www.agrosavia.co



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

Contenido

Agradecimientos	15
Introducción	17
Carmenta negra, perforador de la semilla de cacao	19
Distribución e importancia	20
Hospederos	25
Biología	26
Hábitos	26
Ciclo de vida	26
Descripción de estados inmaduros e imago	27
Huevos	28
Larvas	29
Larva de primer instar	29
Larva de quinto instar	29
Pupa	30
Adulto	32
Daño	33
Fluctuación poblacional	37
Manejo	37
Monitoreo	38
Detección temprana	38
Monitoreo de frutos afectados	38

Trampas y atrayentes	39
Control cultural	40
Remoción y solarización de frutos afectados	41
Enemigos naturales	43
Los autores	47
Referencias	49





Lista de figuras

Figura 1	Daño en frutos causado por <i>C. foraseminis</i>	21
Figura 2	Daño en tallos de <i>Psidium guajava</i> y frutos de <i>T. cacao</i> causado por <i>C. theobromae</i>	22
Figura 3	Distribución geográfica de perforadores de fruto de cacao. <i>C. foraseminis</i> , <i>C. theobromae</i> , <i>C. guayaba</i> y <i>Gymnandrosoma aurantianum</i> en zonas productoras de Colombia	24
Figura 4	Ciclo biológico de <i>C. foraseminis</i> en condiciones de laboratorio ($24,5 \pm 2$ °C; 70 ± 5 % HR; 12:12 LD)	27
Figura 5	Huevo de <i>C. foraseminis</i>	28
Figura 6	Larvas de <i>C. foraseminis</i>	30
Figura 7	Pupa de <i>C. foraseminis</i>	31
Figura 8	Adulto de <i>Carmenta foraseminis</i>	32
Figura 9	Sitios de oviposición de <i>C. foraseminis</i>	33
Figura 10	Daño ocasionado por larvas de <i>C. foraseminis</i>	34
Figura 11	Diferencias de daño ocasionado por larvas de <i>C. foraseminis</i> con relación a la edad del fruto	35
Figura 12	Fisonomía de la peca producida por <i>C. foraseminis</i> sobre frutos de cacao de diverso genotipo y en varios estados de desarrollo	36
Figura 13	Comparación entre frutos sin daño y afectados por <i>C. foraseminis</i>	39
Figura 14	Métodos de monitoreo.	40

Figura 15	Presencia de estado biológico de pupa de <i>C. foraseminis</i> , en residuos de cosecha	42
Figura 16	Manejo de frutos afectados provenientes de la recolección, cosecha y beneficio	43
Figura 17	Enemigos naturales asociados a estados de desarrollo de <i>C. foraseminis</i>	44





Lista de tablas

Tabla 1	Número de frutos afectados por especie en diferentes zonas productoras de Colombia	25
----------------	--	----



Agradecimientos

Los autores agradecen al Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR) y a la Federación Nacional de Cacaoteros (Fedecacao). Igualmente, a los productores de cacao de los municipios de Melgar (Tolima) y San Jerónimo (Antioquia), y al Instituto Colombiano Agropecuario (ICA).



Introducción

Los insectos plaga asociados al cultivo de cacao *Theobroma cacao* L. (Malvaceae) ocasionan pérdidas al incrementar sus poblaciones y alimentarse de partes esenciales de la planta (por ejemplo, hojas, flores y frutos). De esas plagas se conocen aproximadamente 53 especies distribuidas en toda América, entre las cuales destacan el chinche *Monalonion dissimulatum* (Hemiptera: Miridae), defoliadores y consumidores de flores como *Atta* spp. (Hymenoptera: Formicidae) y perforadores del fruto de los géneros *Carmenta* (Lepidoptera: Sesiidae) y *Gymnandrosoma* (Lep.: Tortricidae) (Delgado, 2005). Las larvas de polillas de *Carmenta* y *Gymnandrosoma* ocasionan daño a todos los estados de desarrollo del fruto de cacao, pero son menos severos los efectos de las especies *Carmenta theobromae* y *Gymnandrosoma* sp. al alimentarse del mesocarpio del fruto. Sin embargo, el daño importante lo causa la especie *Carmenta foraseminis*, cuyas larvas se alimentan del mucílago, material placentario y semillas de frutos inmaduros y maduros (Eichlin, 1995; Delgado, 2005; Carabalí-Muñoz, 2014).

En Colombia, *C. foraseminis* fue reportada y descrita por Eichlin en 1995 como insecto plaga del cacao, y le asignó el epíteto específico *foraseminis*, en referencia al hábito de la larva de perforar semillas (*foro*= perforar; *seminis*= semilla). A la presencia de la especie no se le dio importancia hasta que los incrementos de sus poblaciones afectaron negativamente la producción de las principales zonas productoras del país entre 2012 y 2013 (Carabalí-Muñoz, 2015). Con la emergencia fitosanitaria, se evidenció el poco conocimiento sobre el insecto y la necesidad de iniciar estudios que permitieran ampliar la información sobre este perforador de semillas de cacao.

El lector encontrará en este manual, además de un amplio registro fotográfico, información útil sobre distribución geográfica, biología, características del daño y estrategias de manejo de poblaciones de *C. foraseminis*.



Carmenta negra, perforador de la semilla de cacao

Carmenta foraseminis y *Carmenta theobromae* han sido reportadas como especies de importancia económica en diferentes regiones productoras de cacao de Colombia. Las especies son muy similares en su morfología y daños que ocasionan a los frutos, aunque, *C. theobromae*, rara vez llega a las semillas (Carabalí-Muñoz, 2014; Senejoa Lizcano, 2016).

Distribución e importancia

Entre los perforadores del fruto de cacao se encuentran las polillas de los géneros de Lepidóptera *Carmenta* (Sesiidae), *Stenoma* (Depressariidae) y *Ecdytolopha* (Tortricidae), caracterizados porque sus estados larvales se desarrollan en el interior del fruto y las semillas (Sánchez, Navarro, Marín, Casares, & Fuentes, 2011). Entre estos, el género *Carmenta* se encuentra ampliamente distribuido en todo el continente americano, y Estados Unidos es el país con mayor diversidad, con un total de 32 especies (Museum, 2005), seguido de Brasil con 24, México con 11 y Colombia con 5 (Delgado, 2005).

C. foraseminis y *C. theobromae* (figuras 1 y 2) son las únicas especies del género que han sido reportadas como insectos plaga en frutos de cacao en Panamá, Venezuela, Brasil y Colombia, siendo la primera la de mayor importancia económica, al barrenar el material placentario y semillas del fruto; mientras que la segunda ha sido reportada como causante de daño secundario al barrenar solo el mesocarpio (Eichlin, 1995; Delgado, 2005; Sánchez et al., 2011; Carabalí-Muñoz, 2015).

Los adultos de *C. foraseminis*, conocidos comúnmente como Carmenta negra, presentan cuerpo cubierto de escamas de marrón oscuro a negro (figura 1). Su larva produce daño a los frutos de cacao al barrenar el mesocarpio, para llegar al material placentario y a las semillas donde pasará el mayor tiempo de su ciclo de vida; sus excretas contribuyen a la fermentación del mucílago y pudrición del grano. El insecto puede ocasionar pérdidas del 10 % al 100 % de la producción final, dependiendo del tamaño de las poblaciones, el grado de infestación y el estado fenológico del fruto (Carabalí-Muñoz, 2015).

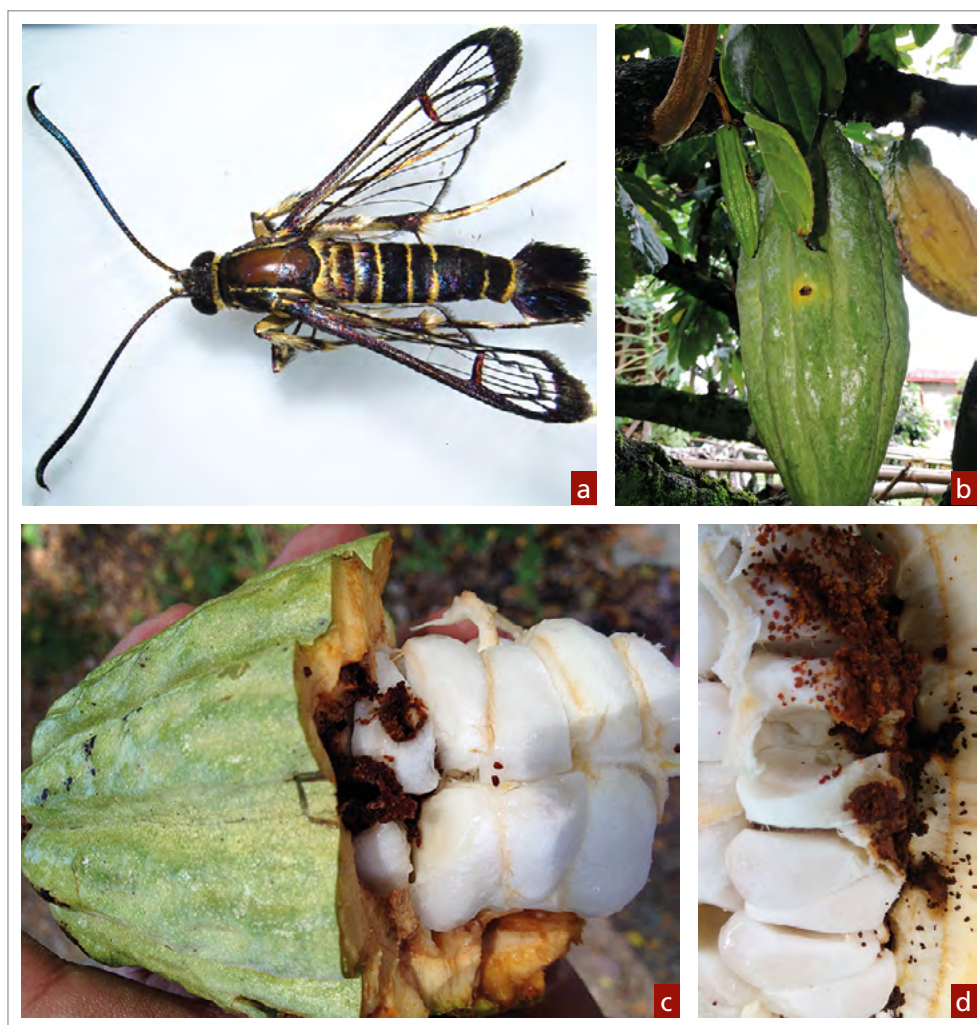


Figura 1. Daño en frutos causado por *C. foraseminis*. a. Macho adulto de *C. foraseminis*. En campo se logra diferenciar por los patrones de coloración entre marrón oscuro o negro, característica que le ha dado el nombre de Carmenta negra; algunas de sus escamas forman franjas de color amarillo alineadas de manera vertical u horizontal en tórax y abdomen; b. Daño externo en fruto característico de *C. foraseminis*. Peca sobre fruto inmaduro, de fácil observación en genotipos con frutos aún verdes; c. Daño interno en semillas de fruto de cacao, ocasionado por larvas de *C. foraseminis*. Afectación concentrada en algunas semillas sin presencia de patógenos; en este estado aún se podría lograr el beneficio de las semillas no afectadas; d. Daño interno en fruto y semilla de cacao ocasionado por *C. foraseminis*, asociado con presencia de patógenos.

En las regiones productoras de cacao de Colombia, la especie encontrada con mayor frecuencia es *C. theobromae*; su daño se caracteriza porque las larvas perforan el fruto, permanecen en el mesocarpio y rara vez traspasan esta área para alimentarse del mucilago, de la placenta y de la semilla. Su presencia es detectada en el fruto por orificios con los residuos de excrementos oscuros dejados por la larva en el proceso de alimentación (figura 2).



Figura 2. Daño en tallos de *Psidium guajava* y frutos de *T. cacao* causado por *C. theobromae*. a. Adulto de *C. theobromae* posado sobre guayaba *Psidium guajava*. El adulto se diferencia por los patrones de coloración entre amarillo o negro, característica que le ha dado el nombre de Carmenta amarilla. Las condiciones de precipitaciones frecuentes, asociadas a alta humedad, incrementan las poblaciones y el daño de *C. theobromae*; b. Daño de *C. theobromae* sobre tallo de *P. guajava*. Las hembras colocan sus huevos sobre heridas o grietas presentes en los tallos y ramas. La hembra de *C. theobromae* prefiere ovipositar sobre sitios de mayor humedad, condición que favorece su alimentación y desarrollo. Poblaciones de larvas consumen el tallo en forma circular, y esto ocasiona un síntoma de daño denominado “anillado”; c. Daño de *C. theobromae* sobre frutos de Cacao. Los estados de larva cumplen su ciclo de vida en mesocarpio del fruto, sin afectar las semillas; d. Daño ocasionado por larvas de Carmenta amarilla en tallos de cacao. Se observan puntos de afectación, pero es poco frecuente encontrar en cacao el síntoma de daño observado en guayaba.

No obstante, recientes observaciones advierten la presencia de síntomas de daño en el fruto, ocasionado por un perforador diferente al producido por *C. theobromae*. Las poblaciones y el daño de este perforador, detectado recientemente, son reconocidos por la presencia de una mancha de color oscuro con forma redondeada, distinguible en la corteza del fruto y producida por la larva previa a entrar al estado de prepupa. Contrario al comportamiento alimenticio de las larvas de *C. theobromae*, las larvas de este perforador traspasan el área del mesocarpio hasta alcanzar las semillas, de las cuales se alimentan (figura 2). El daño directo sobre la semilla favorece el ingreso de enfermedades que ocasionan pudriciones, lo que reduce el porcentaje de semillas aprovechables. Este perforador ha sido identificado como *C. foraseminis* y ya es considerado un limitante fitosanitario en la producción de cacao, debido a su efecto directo en las semillas (Carabalí-Muñoz, 2015).

En Colombia, muestreos realizados en 65 huertos de cacao, pertenecientes a 20 municipios de los departamentos de Antioquia, Boyacá, Cundinamarca, Tolima, Norte de Santander, Caquetá, Caldas, Risaralda y Valle del Cauca, confirman que *C. foraseminis* presenta una distribución generalizada en las zonas productoras (figura 3), y se registra su presencia y daño en el 77 % de los sitios muestreados (tabla 1). Sin embargo, el 60 % de los frutos con mayor nivel de daño se encontró en el departamento de Antioquia. Adicionalmente, se hallaron otras especies de perforadores consideradas de menor importancia económica, entre las que se destacan, además de *C. theobromae* (tabla 1), especies de los géneros *Carmenta*, *Gymnandrosoma* y *Ephestia* (Lep.: Pyralidae) (tabla 1). Las poblaciones de *C. theobromae* coexisten con *C. foraseminis* en los departamentos de Boyacá y Tolima, y en el Valle del Cauca los frutos fueron afectados solo por *C. theobromae*. Se resalta la presencia del perforador del fruto *Gymnandrosoma* sp., en el 55 % de los sitios muestreados. Asimismo, en frutos recibidos del departamento de Santander se identificaron ejemplares de *Gymnandrosoma* sp. (figura 3), y en los departamentos de Valle del Cauca y Caquetá no se encontraron frutos afectados por *C. foraseminis*. Estos resultados del muestreo de poblaciones de perforadores en las principales zonas productoras de cacao sugieren que nos encontramos ante la presencia de un complejo de especies asociado al desarrollo del fruto, con diferentes sintomatologías de daño y niveles de infestación. Los ejemplares adultos que se recolectaron fueron identificados por personal del laboratorio de diagnóstico fitosanitario del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA).

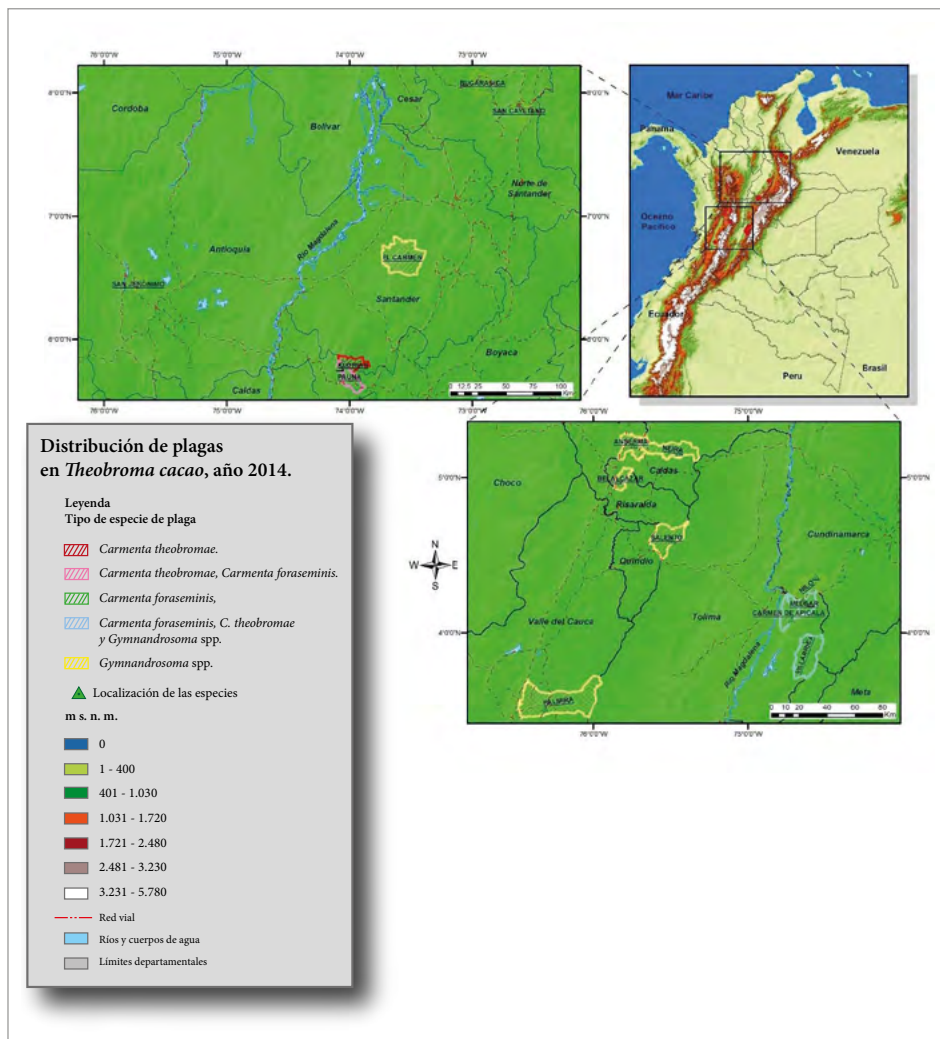


Figura 3. Distribución geográfica de perforadores de fruto de cacao. *C. foraseminis*, *C. theobromae*, *C. guayaba* y *Gymnandrosoma aurantianum* en zonas productoras de Colombia.
Fuente: Carabali-Muñoz (2014)

Tabla 1. Número de frutos afectados por especie en diferentes zonas productoras de Colombia

Sitio muestreo departamento	N.º de frutos muestreados	Número de frutos asociados al daño por especie				
		<i>C. foraseminis</i>	<i>C. theobromae</i>	<i>Carmenta</i> spp.	<i>Gymnandrosoma</i> spp.	<i>Ephestia</i> spp.
Antioquia	200	130			2	
Boyacá	1.753	5	2			
Cundinamarca	393	20				
Tolima	1.117	45	3		25	
Norte de Santander	851	6				
Caquetá	130			50		4
Caldas	40	2			6	
Risaralda	40	8			2	
Valle del Cauca	120		25		18	15
Total	4.444	216	30	50	53	19

Fuente: Carabalí-Muñoz (2014) y Senejoa Lizcano (2016)

Hospederos

Especies del género *Carmenta* han sido registradas sobre una amplia variedad de hospederos, en su mayoría plantas herbáceas o arbustivas, pertenecientes a las familias Leguminosae, Asteraceae y Apiaceae. En *T. cacao* (Malvaceae) y *Psidium guajava* (Myrtaceae) se han encontrado daños ocasionados por *C. theobromae*. Mientras que *C. foraseminis* presenta como único hospedante conocido en Colombia a *T. cacao*. En el país, los genotipos de cacao sembrados son hospederos convenientes del perforador de la semilla *C. foraseminis* (Carabalí-Muñoz, 2014; Senejoa Lizcano, 2016).

Biología

La biología de *C. foraseminis* está estrechamente relacionada con la disponibilidad de frutos de cacao. Las hembras que emergen de los residuos de cosecha, después de haber copulado, realizan vuelos cortos en busca de frutos inmaduros de plantas cercanas a los sitios de beneficio.

Hábitos

Una vez en el fruto, los huevos son colocados en las invaginaciones o surcos primarios de los frutos, y se adhieren a la corteza gracias a una sustancia pegajosa que los cubre. Después de que eclosiona la larva, esta penetra en el fruto en el punto de eclosión a una distancia no mayor de dos centímetros de dicho punto. Las larvas barrenarán a través del mesocarpio hasta encontrar la semilla, en la cual se introducen para consumir parte de ella. En el último instar, y una vez ha dejado de alimentarse, de consumir semilla, mucilago y mesocarpio, la larva construye una cámara pupal con excretas e hilos de seda, prepara el orificio de salida y sella con un tejido fino delgado de textura semejante a papel seda, por donde posteriormente emergerá del fruto. Esta zona se convierte en la denominada “peca” con la cual identificamos que el fruto ha sido afectado. El adulto antes de emerger rompe esta peca y sale del fruto (Carabalí-Muñoz, 2014; Senejoa Lizcano, 2016).

Ciclo de vida

En Colombia, en condiciones de laboratorio ($24,5 \pm 2$ °C; 70 ± 5 % HR; 12:12 LD), el ciclo completo entre huevo y adulto de *C. foraseminis* es de 56,65 días. La fase de huevo puede durar $6,62 \pm 0,17$ días; la larva, $28,4 \pm 0,04$ días; prepupa, $4,22 \pm 0,17$ días; la pupa, $12,32 \pm 0,09$ días, y el adulto, $5,04 \pm 0,14$ días (figura 4) (Senejoa Lizcano, 2016). Los resultados del ciclo de vida que se encontraron en este estudio fueron similares a los registrados por Cubillos (2013) para el estado de desarrollo de huevo (7 días); no obstante, los estados posteriores de desarrollo, larva, pupa y adulto presentaron mayores tiempos de duración: 36, 21 y 7 días, respectivamente.

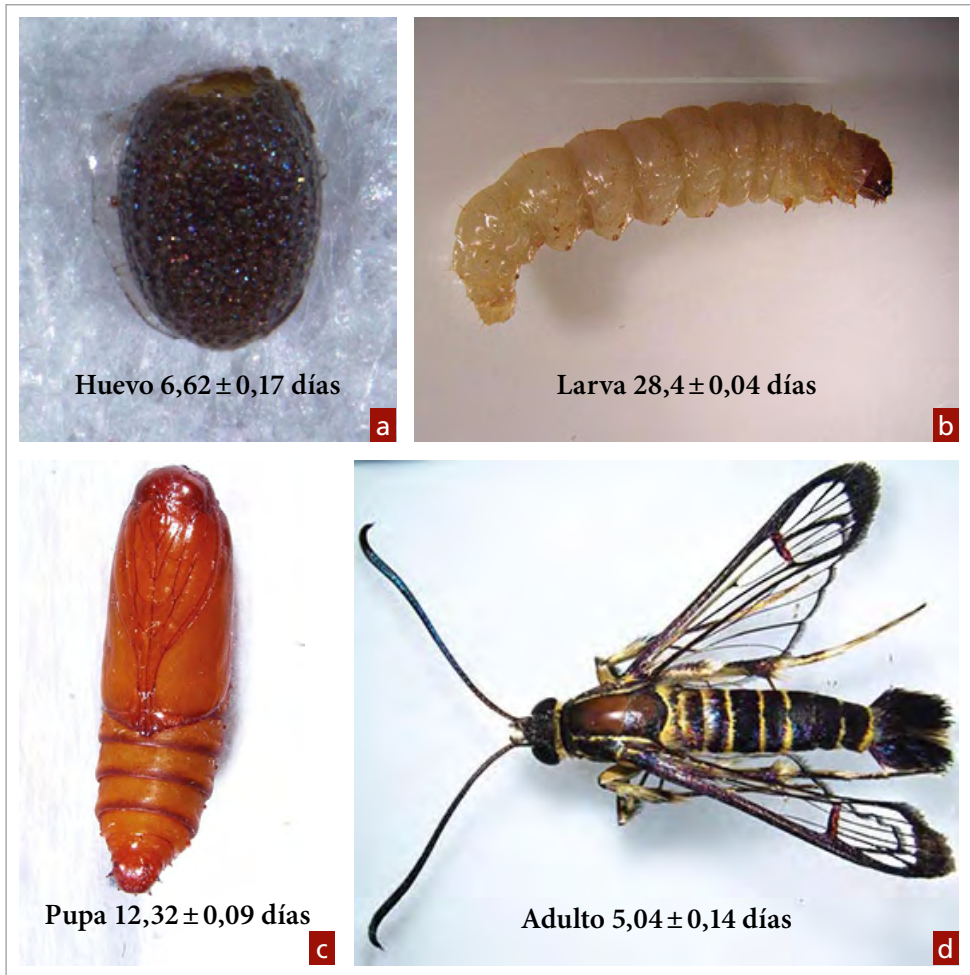


Figura 4. Ciclo biológico de *C. foraseminis* en condiciones de laboratorio ($24,5 \pm 2$ °C; 70 ± 5 % HR; 12:12 LD). a. Estado de huevo; b. Estado de larva; c. Estado de pupa; d. Estado de adulto.

Descripción de estados inmaduros e imago

Carmenta foraseminis presenta una metamorfosis completa y ciclo de vida con cuatro estados de desarrollo: huevo, larva, pupa y adulto. El ciclo de vida de huevo adulto le permite obtener entre seis a siete generaciones por año.

Huevos

En *C. foraseminis*, los huevos miden aproximadamente 0,5 mm de diámetro (figura 5a), son ovalados, con el corion reticulado, aunque liso en su base, sección que entra en contacto con el fruto. Son más largos que anchos (figura 5d); además, son colocados de manera individual, sin patrón definido, sobre la epidermis de los frutos. Son adheridos con la ayuda de una sustancia pegajosa producida por la hembra. Tardan entre 5 y 8 días para eclosionar y exhiben variaciones en los patrones de coloración, de café en huevos jóvenes a marrón a medida que avanza el desarrollo embrionario (figura 5b). En los días próximos a la eclosión de la larva, se observa su cápsula cefálica a través del corión; una vez la larva eclosiona, puede verse el corión con el opérculo de salida en uno de los polos del huevo (figura 5c).

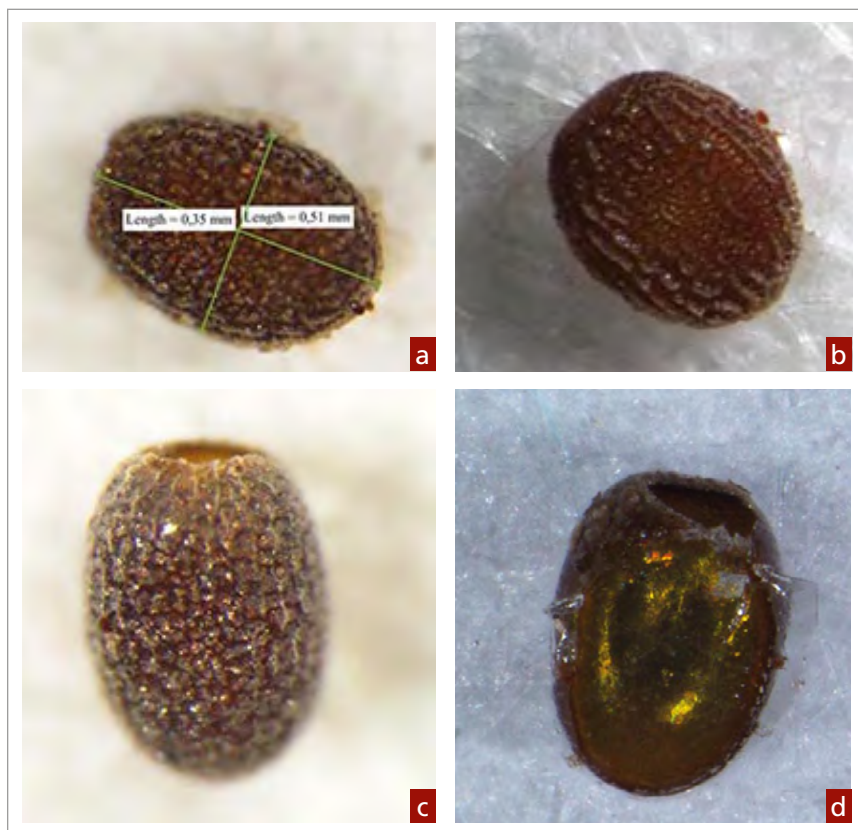


Figura 5. Huevo de *C. foraseminis*. a. Longitud de huevo (ecuatorial 0.35 mm) y polar (0.51mm); b. Vista dorsal de huevo viable, con las características estrías y sinuosidades en su superficie; c. Corión vista dorsal con opérculo de salida de la larva por uno de los polos del huevo; d. Vista ventral con la superficie lisa del corion de huevo y área del huevo que entra en contacto con el fruto de cacao.

Larvas

El estado de desarrollo de larva ocasiona el mayor daño al fruto de cacao, el cual se inicia con la larva de primer instar que barrena el fruto a través del mesocarpio además, consume, durante su desarrollo, el mucilago, la placenta y la semilla, y retorna al mesocarpio en el último instar.

Larva de primer instar

Recién eclosionadas, son de color blanco hialino hasta amarillo claro, y tienen una longitud promedio de 0,92 mm (figura 6a). El periodo larval de *C. foraseminis* es de aproximadamente 28 días, tiempo durante el cual aumentan progresivamente de tamaño, además de presentar varias mudas, conservando los caracteres morfológicos y patrones de coloración, característicos de este estado. Las larvas varían de color blanco a amarillo hialino en estados jóvenes, hasta amarillo claro en estados larvales de mayor desarrollo o próximos a pupar.

Larva de quinto instar

La larva de último instar es de color amarillo claro, mide aproximadamente 19 mm de largo y ha incrementado su tamaño unas 20 veces y 9 veces su cápsula cefálica, comparada con las de primer instar (Senejoa Lizcano, 2016) (figura 6c). Adicionalmente, es fotofóbica, su voracidad aumenta con su tamaño y le afectan los cambios prolongados de temperatura (figura 6d).



Figura 6. Larvas de *C. foraseminis*. a. Larva de primer instar. Blanquecina o amarillo claro con cabeza color marrón claro; b. Exuvia de larva de primer instar; c. Larva de último instar; d. Larva madura de *C. foraseminis* alimentándose de semillas de fruto de cacao.

Pupa

Es la larva de mayor desarrollo. En su última fase barrena la epidermis del fruto hasta formar una galería, donde construye un capullo pupario con residuos del fruto y excretas (figuras 7a, 7b y 7c). Estos cambios se realizan en un tiempo promedio de cuatro días y son los que caracterizan el inicio del estado de pupa. El desarrollo promedio toma unos 12 días, y se evidencian cambios en el patrón de coloración, ya que pasa de marrón claro a marrón oscuro al avanzar el desarrollo del imago en el interior de la crisálida. No se presentan cambios de tamaño durante dicho estado (figura 7d).



Figura 7. Pupa de *C. foraseminis*. a. Vista dorsal de pupa de macho; b. Vista ventral de hembra, la cabeza ligeramente más pequeña que el pronoto; c. Capullo pupario construido con residuos de fruto y excretas; d. Pupa en última etapa, emergiendo de capullo pupario y fruto de cacao.

En general, se observó que el tamaño promedio del estado de pupa en las hembras fue mayor (11 mm), comparado con los machos (10 mm) (Senejoa Lizcano, 2016).

Adulto

El adulto de *C. foraseminis*, en general, es marrón oscuro o negro, con algunas franjas de escamas amarillas dispuestas de forma vertical u horizontal en diversas partes del cuerpo (figura 8a). En la cabeza presenta un vértice de color marrón a negro, con flequillos occipitales amarillos en la región dorsal y blancos en los laterales, característica de gran utilidad para diferenciarlo de otras especies del mismo género (figura 8c). Los palpos labiales son bisegmentados y curvos hacia arriba, y están cubiertos de escamas ventrales de color crema y dorsales negras (Senejoa Lizcano, 2016).

Las antenas presentan coloración variable, y se observa que en la base son oscuras, comparadas con la parte apical de color castaño rojizo. Las antenas terminan en un penacho de escamas y pelos en punta (figura 8b). Las alas son hialinas, con venas marrón oscuro, café claro o negro, están cubiertas de escamas de color marrón o negro en el margen y son más largas y abundantes en los ápices de las alas (figura 8d).



Figura 8. Adulto de *Carmenta foraseminis*. a. Cuerpo de color marrón oscuro o negro; b. Antena, de coloración variable. En la parte dorsal de coloración castaño rojizo en el lado apical, ventralmente, las antenas son de color castaño-rojizo; c. Cabeza, vértice marrón, flequillos occipitales amarillos en la región dorsal y blancos en los laterales; d. Las escamas de las alas y las venas son de color marrón oscuro o negro.

Daño

La mayor actividad de los adultos ocurre en las horas de la mañana, lo que sugiere que el apareamiento se presenta durante ese periodo. Este comportamiento tiene lugar en los sitios de cosecha, donde los adultos emergen de los residuos del mesocarpio y epicarpio del fruto (comúnmente conocido como “cacota”). Se ha observado que las hembras prefieren ovipositar en frutos con mayor rugosidad y hendiduras predominantes, en el tercio medio del fruto. En promedio, se ha encontrado un rango entre 6 y 14 huevos por fruto.

La larva recién eclosionada del huevo selecciona el sitio para ingresar al fruto por dos vías: 1. la larva ingresa al fruto por la parte dorsal del huevo (área que está en contacto con el fruto), no se desplaza y penetra el fruto sin salir completamente del huevo; de esta manera, queda el corion vacío y se observa, debajo de este, la entrada al fruto de forma circular de color negro y sellada con residuos de excrementos, y 2. la larva eclosiona del huevo por el opérculo y se desplaza en búsqueda de un sitio apropiado de penetración, a una distancia no mayor a 3 cm del huevo. Una vez está en el sitio escogido, barrena el fruto y deja un pequeño orificio con excretas de color café claro (Carabalí Muñoz, 2014; Senejoa Lizcano, 2016) (figuras 9a y 9b).



Figura 9. Sitios de oviposición de *C. foraseminis*. a. Ubicación de posturas en la superficie del fruto y orificios de ingreso de larvas recién emergidas; b. Ingreso de larva al fruto por la parte dorsal del fruto de cacao.

En algunos frutos, la presencia de la larva y el daño se identifican gracias a la perforación rodeada de excretas de consistencia seca (figura 10a). La pequeña larva inicia el recorrido hacia el interior del fruto, pasando por el mesocarpio, y gasta aproximadamente entre 5 y 7 días para alcanzar el material placentario del fruto de cacao (figuras 10a y 10b). Sobre el material placentario (mucilago), la larva complementa su dieta alimentándose de la semilla, lo que aumenta su consumo y desarrollo, durante aproximadamente 28 días (figura 10d). Una larva puede afectar tres o cuatro semillas/fruto, dependiendo

del estado fenológico del fruto y la variedad o clon. Como producto de la alimentación de la larva, en el fruto se observan excretas marrones; igualmente, en la placenta y semillas perforadas (Carabalí-Muñoz, 2015).



Figura 10. Daño ocasionado por larvas de *C. foraseminis*. a. Sintomatología externa, donde se ve la formación del orificio donde aparecerá la peca; b. Fruto menor a cuatro meses. Excretas y consumo de semillas; c. Corte transversal de fruto de cacao afectado por larvas y presencia de patógenos; d. Larva madura consumiendo endocarpio del fruto, etapa previa a la aparición de la peca.

En frutos en madurez fisiológica y completamente maduros, se observan síntomas de fermentación y descomposición del material placentario y de semillas, resultado de la actividad alimenticia y del contacto de las excretas de las larvas y los azúcares presentes en el mucílago (figuras 11a y 11c). Igualmente, la fermentación y la descomposición del material placentario es favorecida gracias a la acción de otros agentes contaminantes, como otros artrópodos, hongos y bacterias, que pueden haber ingresado luego de la emergencia del adulto de *C. foraseminis* (Senejoa Lizcano, 2016). En contraste, en frutos de menor desarrollo (menores a tres meses), las larvas consumen el embrión y los cotiledones en formación, y no se produce mayor fermentación en el interior del fruto al contacto con excreta, debido al menor contenido de azúcares (figuras 11b y 11d).



Figura 11. Diferencias de daño ocasionado por larvas de *C. foraseminis* con relación a la edad del fruto. a. Daño de larva en fruto maduro y formación de cámara pupal; b. Daño de larva en semilla de fruto joven; c. Presencia de saco pupario en fruto maduro; d. Daño en placenta y mucilago de frutos jóvenes.

La larva, en sus últimos estados de desarrollo, inicia su retorno al mesocarpio. Durante su desplazamiento hacia el exterior del fruto, continúa alimentándose del mesocarpio, barrenando el tejido a su paso hasta acercarse a la piel del fruto para formar la cámara pupal, antesala al orificio de salida. Al finalizar el periodo de alimentación, la larva elimina los residuos de excrementos y sella desde el interior la salida, lo que produce una fina membrana de textura similar al papel seda. Desde el exterior, la pared se visualiza sobre la epidermis del fruto como una mancha de forma circular de 7 mm de diámetro, con coloración que va de marrón claro a oscuro, dependiendo del genotipo de la planta (figuras 12a-12i). Este signo, resultado de la relación entre la biología del insecto y la fenología del fruto, se conoce como peca y constituye una manera práctica de muestreo de gran utilidad para el monitoreo (detectar la presencia de *C. foraseminis*), para eventualmente establecer estrategias de manejo de poblaciones del insecto en los diversos genotipos de cacao (Carabalí-Muñoz, 2015; Senejoa Lizcano, 2016).

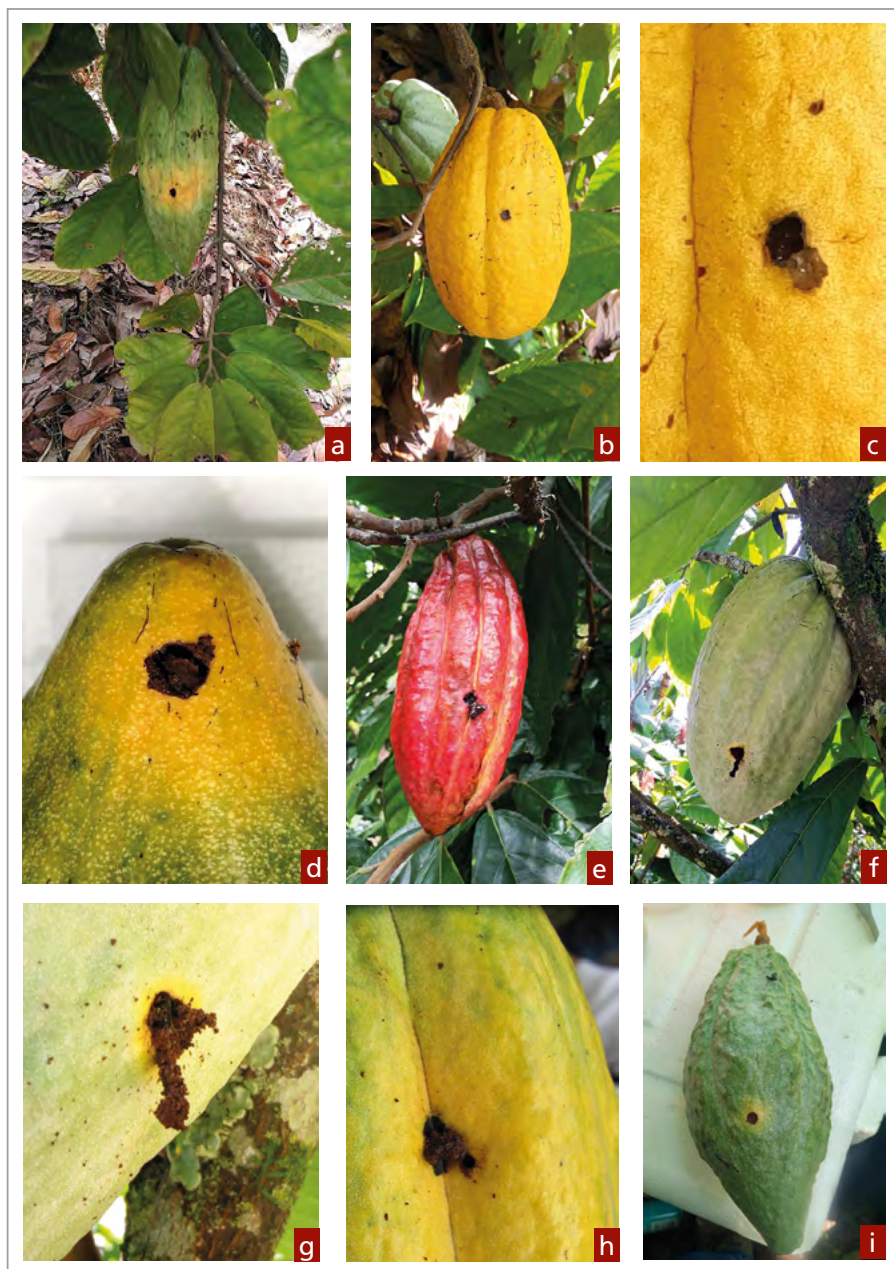


Figura 12. Fisonomía de la peca producida por *C. foraseminis* sobre frutos de cacao de diverso genotipo y en varios estados de desarrollo. a. Maduración irregular del fruto en área afectada; b. Peca sobre fruto maduro; c. Vista interna de la peca; d. Peca con forma irregular; e. Peca con excretas sobre fruto de color rojo, sin presencia de halo; f. Peca con excretas y halo amarillo; g. Excretas de últimos estados de desarrollo sobre frutos; h. Etapa final del proceso de construcción de la peca, caracterizada por la eliminación de las ultimas excretas; i. Peca formada, con presencia de halo amarillo.

Cuando el insecto cumple su tiempo en estado de pupa y están dadas las condiciones bióticas y abióticas requeridas para su transformación en adulto, inicia la apertura de la cámara pupal; posteriormente, rompe la peca y emerge al exterior. En esta fase de emergencia, el adulto arrastra parte de la exuvia fuera del fruto; en algunas ocasiones, permanece adherida al saco pupario y, en otras, se desprende completamente, y cae al suelo. Se observa entonces solo el saco pupario en el orificio de salida (figuras 12a-12i) (Carabalí-Muñoz, 2015).

Fluctuación poblacional

Los registros de captura de adultos de *C. foraseminis* realizados en el municipio de San Jerónimo (Antioquia, Colombia) revelaron que, independiente del genotipo, la mayor presencia de adultos se encontró en las etapas fenológicas de fructificación de las plantas de cacao. La presencia de frutos en diferentes estados de desarrollo, incluyendo los próximos a cosechar, favorece la aparición de poblaciones de *C. foraseminis* en diferentes estados de desarrollo. En los frutos con madurez fisiológica y que están próximos a cosechar, se observó abundancia de adultos durante la época de máxima precipitación. En contraste, durante la época de menor precipitación hubo menor presencia de adultos del insecto. Estos resultados sugieren que la fluctuación de las poblaciones de adultos del perforador está influenciada por la precipitación y su relación con los estados fenológicos de fructificación (Carabalí-Muñoz, 2016).

Los estudios de seguimiento a la distribución del daño en fruto y poblaciones de adultos de *C. foraseminis* han mostrado que estas dos variables también están asociadas a sitios que presentan un mayor sombrero (Carabalí-Muñoz, 2016).

Manejo

El desarrollo de un programa de manejo de poblaciones de *C. foraseminis* debe estar sustentado en el conocimiento del agroecosistema de cacao, que incluye las interrelaciones que se presentan entre los materiales de *T. cacao*, el insecto plaga, enemigos naturales y el ambiente. Su implementación requiere reconocer la plaga; entender su biología y comportamiento con relación al daño; desarrollar métodos y técnicas de monitoreo e incorporar el concepto de la distribución espacial del daño y población.

Monitoreo

El monitoreo periódico al daño realizado por estos insectos en frutos de cacao en sus plantaciones nos permite estimar la abundancia de poblaciones de *C. foraseminis* y su distribución, ya que mediante este obtenemos información relevante que nos ayuda a determinar el momento adecuado para ejecutar medidas de manejo.

Existen otros síntomas en los frutos de cacao originados por factores diferentes a los ocasionados por *C. foraseminis*, que podrían confundir al evaluador; por esta razón, es importante que la persona encargada del monitoreo se familiarice con los daños característicos causados por la *Carmenta* negra.

Detección temprana

Independiente del método de muestreo, el conocimiento previo de la distribución espacial del daño ocasionado en frutos y poblaciones de adultos *C. foraseminis* ayuda a obtener una mayor precisión en el muestreo y método de monitoreo por implementar. Estos elementos, unidos al reconocimiento del daño, facilitan la definición del método y representan una contribución temprana en la reducción del incremento y la dispersión de las poblaciones.

Monitoreo de frutos afectados

Es reconocido como un método adaptado de monitoreo absoluto, el cual considera el muestreo de individuos (frecuencia del insecto-plaga) por fruto. Se basa en la observación de la presencia/ausencia del número de frutos de cacao con tres síntomas, posibles de definir como unidades de muestreo: a. excreta; b. peca, y c. perforación. Se recomienda seleccionar de forma aleatoria 20 árboles por hectárea, y a cada uno contarle todos los frutos, estableciendo la relación:

$$\text{Índice de infestación (\%)} = \frac{\text{Número de frutos afectados}}{\text{Número de frutos totales muestreados}} \times 100$$

En las zonas donde previamente se ha identificado el mayor número de frutos afectados, en comparación con otras áreas, se sugiere realizar un muestreo localizado. Los muestreos deben hacerse con una frecuencia inferior o igual a 10 días, y los registros se inician cuando los frutos tienen una edad menor a 90 días (figura 13).



Figura 13. Comparación entre frutos sin daño y afectados por *C. foraseminis*. a. Características de fruto sin síntomas de daño; b. Fruto con síntomas de daño realizado por *C. foraseminis*.

Trampas y atrayentes

Los estudios llevados a cabo por la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA, anteriormente Corpoica), en los cuales se evaluó la eficiencia de trampas (luz blanca/luz negra y trampas McPhail con proteína hidrolizada con y sin mucilago (figuras 14a y 14b), en las localidades de San Jerónimo (Antioquia) y Melgar (Tolima), revelaron que una mayor captura de adultos de *C. foraseminis* puede ser obtenida cuando se utiliza la combinación trampa McPhail + proteína hidrolizada, y McPhail + mucilago de cacao + proteína hidrolizada (figura 14a) (Carabalí-Muñoz, 2016). En contraste, no se obtuvieron capturas de adultos con las trampas de luz (figura 14b).



Figura 14. Métodos de monitoreo. a. Prototipo de trampa McPhail con atrayente; b. Prototipo de luz blanca.

Control cultural

Este método tiene como finalidad la implementación de acciones que generen escenarios desfavorables para el desarrollo de los estados biológicos del perforador de la semilla de cacao, y así obtener una reducción del daño en el cultivo. En el caso de las poblaciones de *C. foraseminis*, se sugiere aplicar las siguientes medidas culturales, que fácilmente se incorporan a un programa de manejo de poblaciones de insectos-plaga (MIP) e integrado del cultivo.

- Regulación de sombrío en cultivos integrados con árboles forestales.
- Realizar podas de mantenimiento para favorecer la entrada de luz y la circulación de aire en el interior del árbol. Estas medidas, indirectamente, pueden ocasionar

deshidratación de huevos y mortalidad de larvas de primer instar de *C. foraseminis*. Además, ayudan a la observación y al monitoreo de frutos afectados.

- Conservar la vegetación herbácea y flora nativa en el huerto como fuente de alimento y refugio de insectos, tanto controladores biológicos (enemigos naturales) como polinizadores.

Remoción y solarización de frutos afectados

Entre las ventajas de las prácticas de control cultural, se reconoce la posibilidad de que estas sean incorporadas como una actividad más en el sistema productivo. En el caso de los agroecosistemas de cacao, la inclusión de prácticas de remoción de frutos con síntomas de daño, complementada con la destrucción o enterramiento de frutos infestados, puede ser la opción más eficiente y eficaz para reducir la población de *C. foraseminis*.

Remover, coleccionar, solarizar o enterrar frutos afectados reduce las poblaciones de *C. foraseminis*; la implementación de estas estrategias representa un ejemplo clásico del uso del conocimiento de la biología del insecto plaga. En la práctica, los productores de cacao realizan la recolección y posterior extracción del grano en diferentes sitios de la plantación; de esta manera, acumulan los residuos generados del beneficio del fruto (corteza) a libre exposición (figuras 15a y 15b). Este ejercicio, ampliamente utilizado, contribuye a la permanencia de poblaciones de adultos, ya que *C. foraseminis* se encuentra en sus últimos estados larvales o como pupa en la corteza del fruto (ver sección de “Biología”) (figuras 15c y 15d). Una vez termina la etapa del beneficio de los frutos, de las cortezas resultantes en la extracción del grano inicia la emergencia de los adultos, el apareamiento y la selección de los sitios de oviposición por las hembras, que en su mayoría constituyen los frutos de los árboles que se encuentran alrededor de los sitios de cosecha.



Figura 15. Presencia de estado biológico de pupa de *C. foraseminis*, en residuos de cosecha. a. Práctica de beneficio de fruto de cacao, ampliamente utilizada por productores. Se observan cortezas de frutos en diferentes niveles de descomposición que sugieren diferentes épocas de beneficio. Ese escenario favorece el desarrollo de poblaciones de *C. foraseminis*; b. Residuos de beneficio, cortezas de frutos con perforaciones, resultado de la emergencia de adultos de *C. foraseminis*; c. Saco puparlo en cortezas de frutos secos en sitios de beneficio; d. Saco pupario sobresaliendo de fruto recientemente beneficiado.

Así, se recomienda, como medida complementaria y estrictamente indispensable, eliminar los residuos de cosecha, especialmente aquellas cortezas que presentan síntomas de daño ocasionado por *C. foraseminis* (figuras 16a y 16c). En una primera fase, se deberían seleccionar o separar las cortezas con presencia de daño del perforador de la semilla; posteriormente, se sugiere implementar la práctica de solarización, que consiste en cubrir con un plástico (preferible de color negro) las cortezas de los frutos con síntomas de daño. El objetivo de esto es generar un incremento de la temperatura en el interior del plástico, que afecte la continuidad del desarrollo de las larvas, pupas o la muerte de los adultos que alcancen a emerger (figura 16b). Una práctica homóloga es el almacenaje de frutos con síntomas de daño en sacos de polietileno (figura 16d).



Figura 16. Manejo de frutos afectados provenientes de la recolección, cosecha y beneficio. a. Práctica de beneficio no recomendada; b. Práctica de cubrir los residuos de cosecha para promover muerte de estados de desarrollo de *C. foraseminis*; c. Frutos secos en árbol producto de enfermedades y daño por *C. foraseminis*; d. Recolectión y almacenamiento de residuos de cosecha en sitio de beneficio.

Enemigos naturales

Los seguimientos a frutos afectados y estados biológicos de *C. foraseminis* con síntomas de parasitismo revelaron la presencia de potenciales parasitoides asociados a los estados de huevo y pupa de la plaga. Los adultos que se obtuvieron parasitando huevos pertenecen a las familias Scelionidae (Telenominae) (figura 17a) y Trichogrammatidae (*Trichogramma* sp.). Como parasitoide de pupas se encontraron especies pertenecientes a las familias Chalcididae (figura 17b) y Braconidae (figura 17c).

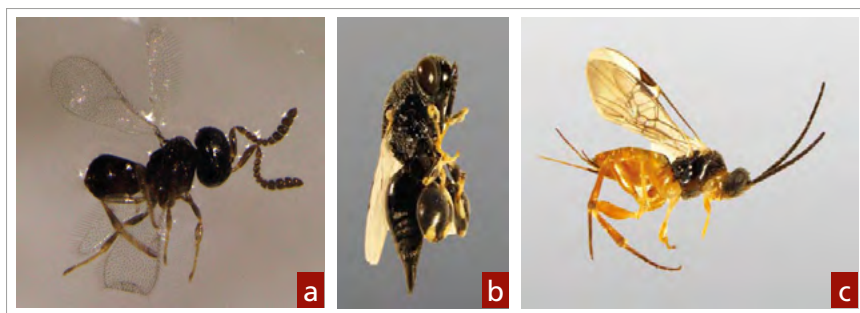


Figura 17. Enemigos naturales asociados a estados de desarrollo de *C. foraseminis*. a. Adulto de Scelionidae; b. Adulto de Chalcididae; c. Adulto de Braconidae.

Otros autores han registrado la presencia de enemigos naturales de las especies *Trichogramma* sp. (Trichogrammatidae); *Telenomus* sp. (Platygastridae); *Brachymeria* sp. (Chalcididae); *Polistes* sp. (Vespidae), y el hongo entomopatógeno *Paecilomyces* sp. (Trichocomaceae) (Muñoz, Castañeda, & Muriel, 2017).





Los autores

Arturo Carabalí Muñoz

acarabali@agrosavia.co

Ingeniero agrónomo, MSc en Ciencias Biología-Entomología y PhD en Ciencias Biología; especialista en Entomología Económica de la Universidad del Valle, Colombia. En la actualidad se desempeña como investigador PhD asociado en la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA), donde coordina proyectos de investigación en insectos-plaga de importancia económica en frutales tropicales y cacao.

Millerlandy Montes Prado

mmontesp@agrosavia.co

Ingeniera agrónoma, candidata a magíster en Ciencias Agrarias con énfasis en Protección de Cultivos de la Universidad Nacional de Colombia. Ha participado en la coordinación y asistencia técnica de proyectos productivos en el marco del programa Alianzas Productivas-MADR en cacao y palma de aceite en la costa Caribe colombiana. En la actualidad, se desempeña como profesional de apoyo a la investigación en la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA).

Camilo Ernesto Senejoa Lizcano

cesenejoal@unal.edu.co

Ingeniero Agrónomo, candidato a magíster en Ciencias Agrarias con énfasis en protección de cultivos de la Universidad Nacional de Colombia. Su tesis de maestría fue desarrollada en el marco del proyecto *Bioecología y epidemiología de Carmenta foraseminis* llevado a cabo por la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA), con la financiación del MADR.



Referencias

- Carabalí-Muñoz, A. (2014). *Estrategias de manejo integrado de las principales plagas y enfermedades del cultivo del Cacao* [Informe final]. Palmira, Colombia: Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica), Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR).
- Carabalí-Muñoz, A. (2015). *Bioecología y epidemiología de Carmenta foraseminis* [Informe final]. Palmira, Colombia: Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica), Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR).
- Carabalí-Muñoz, A. (2016). *Bioecología y epidemiología de Carmenta foraseminis* [Informe final]. Palmira, Colombia: Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica), Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR).
- Cubillos, G. (2013). *Manual del perforador de la mazorca del cacao Carmenta Foraseminis (Busck) Eichlin*. Medellín, Colombia: Compañía Nacional de Chocolates.
- Delgado, S. (2005). Caracterización morfológica de los Sesiidae (Insecta: Lepidoptera) Perforadores del fruto del cacao (*Theobroma cacao* L.), presentes en la región costera del estado Aragua, Venezuela. *Entomotrópica*, 20(2), 97-111.
- Eichlin, T. (1995). A new panamanian clearwing moth (Lepidoptera: Sesiidae). *Journal of the Lepidopterists' Society*, 49(1), 39-42.
- Eichlin, T. (2003). A new clearwing moth from Perú (Lepidoptera: Sesiidae). *Tropical Lepidoptera*, 11(1-2), 44-45.
- Muñoz, J., Castañeda Y., A., & Muriel, S. (2017). Estimación de pérdidas generados por *Carmenta foraseminis* (Busck) Eichlin (Lepidoptera: Sesiidae) en el grano comercial de cacao (*Theobroma cacao* L.) y registro de controladores biológicos en la granja “Rafael Rivera”, San Jerónimo (Antioquia – Colombia). *Boletín del Museo de Entomología de la Universidad del Valle*, 17(2), 29-36.
- Museum, M. E. (2005). *Moth Photographers Group*. Recuperado de <http://mothphotographersgroup.msstate.edu/AboutMPG.shtml>.

- Sánchez, M. C., Navarro, R., Marín, C., Casares, R., & Fuentes, V. (2011). Duración de la fase adulta y emergencia de machos y hembras del perforador del fruto de cacao en Choroní y Maracay, estado Aragua. *Agronomía Tropical*, 61(3-4), 241-251.
- Senejoa Lizcano, C.E. (2015). *Ciclo biológico del perforador de la mazorca del cacao (Carmenta foraseminis Eichlin) (Lepidoptera: Sesiidae) en los principales departamentos productores de Colombia* (tesis de maestría). Universidad Nacional de Colombia, Palmira, Colombia.







Impresión y encuadernación:
Fundación Cultural Javeriana de Artes Gráficas (JAVEGRAF)

Terminó de imprimirse
en noviembre de 2018, Bogotá, D. C., Colombia

En Colombia, el perforador del fruto y semilla de cacao *Carmenta foraseminis*, considerado un limitante fitosanitario de la producción de cacao, no ha sido ampliamente estudiado y se conoce poco sobre su biología, caracterización del daño y alternativas de manejo para la regulación de sus poblaciones. Este manual contribuirá a llenar este vacío de información, al recopilar los resultados de tres años de investigación en cinco regiones de Colombia, que demuestran que el conocimiento de las relaciones entre la biología del insecto, la fenología de la planta y el reconocimiento del daño, contribuyen al desarrollo y la implementación de estrategias de manejo sostenibles.

El contenido incluye aspectos generales relacionados con la distribución geográfica y la fluctuación poblacional; la descripción y el registro fotográfico de los diferentes estados biológicos del insecto; y las recomendaciones de manejo, basadas en la implementación de métodos de monitoreo del daño y las poblaciones. Esperamos que el manual sea de interés para investigadores en el manejo integrado de plagas de cacao, asistentes técnicos y productores.



CORREO: bac@agrosavia.co

TELÉFONO: (57 1) 422 73 00 EXT. 1257 o 1274

SKYPE: [biblioteca.agropecuaria](https://www.skype.com/join/biblioteca.agropecuaria)

www.agrosavia.co

ISBN: 978-958-740-260-5



Distribución gratuita
Prohibida su venta



**El campo
es de todos**

Minagricultura