



PICUDO DE LA RAIZ

Diaprepes abbreviatus
Linneus, 1758

Ficha Técnica No. 71



H. Glenn, s/a; E. Grafton-Cardwell, 2009; N. Leppla, s/a; J. Touroult, s/a; University of Florida, 2014; K. Weller, 2012.





CONTENIDO

IDENTIDAD.....	1
Nombre científico	1
Sinonimia	1
Clasificación taxonómica.....	1
Nombre común.....	1
Guía para su identificación.....	1
Estatus fitosanitario.....	1
Situación de la plaga en México.....	1
IMPORTANCIA ECONÓMICA DE LA PLAGA.....	1
Impacto económico a nivel mundial	1
Potencial de impacto económico en México	2
DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA DE LA PLAGA	3
HOSPEDANTES.....	4
Distribución nacional de hospedantes.....	5
ASPECTOS BIOLÓGICOS Y ECOLÓGICOS.....	8
Ciclo biológico	8
Descripción morfológica.....	10
Huevo.....	10
Larvas	10
Pupa.....	11
Adulto.....	11
DAÑOS Y SÍNTOMAS	12
Similaridad con otras especies.....	15
Patógenos u organismos asociados	16
ASPECTOS EPIDEMIOLÓGICOS.....	16
Epidemiología de la plaga	16
Dispersión	16
MEDIDAS FITOSANITARIAS	16
Muestreo o monitoreo de la plaga.....	16
Control cultural	17
Control biológico	17
Control químico	18
Resistencia vegetal	19
Otras alternativas de control	19
VIGILANCIA EPIDEMIOLÓGICA FITOSANITARIA.....	20
Toma y envío de muestras.....	20
Alerta fitosanitaria	20
BIBLIOGRAFÍA.....	20

IDENTIDAD

Nombre científico

Diaprepes abbreviatus Linneus, 1758.

Sinonimia

Curculio abbreviatus
Diaprepes festivus
Diaprepes irregularis
Diaprepes quadrilineatus
Exophthalmus abbreviatus

(CAB International, 2017).

Clasificación taxonómica

Phylum: Arthropoda
Clase: Insecta
Orden: Coleoptera
Familia: Curculionidae
Género: *Diaprepes*
Especie: *Diaprepes abbreviatus*

(EPPO, 2002).

Nombre común

Nombre común	
Español	Picudo de la raíz, picudo barrenador del tallo de la caña de azúcar, vaquita barrenadora de la raíz de la caña de azúcar, chichí.
Francés	Charançon des feuilles de la canne à sucre.
Inglés	Diaprepes root weevil.

(EPPO, 2002; Pestalert, 2005).

Guía para su identificación

Para su identificación se sugiere consultar el libro "American Beetles, Volume II: Polyphaga: Scarabaeoidea through Curculionoidea" escrito por Arnett *et al.*, publicado por CRC Press en 2002.

Estatus fitosanitario

De acuerdo con la Norma Internacional para Medidas Fitosanitarias (NIM) No. 5, "Glosario de términos fitosanitarios" (IPPC, 2018), cumple con la definición de plaga cuarentenaria, ya que se encuentra **Ausente** en el país y puede potencialmente causar pérdidas económicas en cultivos hospedantes.

Situación de la plaga en México

Según la (NIMF) No. 8, "Determinación de la situación de una plaga en un área" (IPPC, 2017), *Diaprepes abbreviatus* es una plaga **Ausente** en México: no hay registros de la plaga.

IMPORTANCIA ECONÓMICA DE LA PLAGA

Impacto económico a nivel mundial

El picudo de la raíz (*Diaprepes abbreviatus*) es considerado una amenaza para el cultivo de cítricos, caña de azúcar, café, aguacate, guayaba, papaya, algodón, camote, cebolla, crucíferas, fresa, maíz, papa y yuca principalmente; ornamentales como la bugambilia, *Crotalaria*, dracaena y otras. Sin embargo, se han registrado más de 270 especies de plantas hospedantes (Simpson *et al.*, 1996). El ataque por *D. abbreviatus* en cítricos, favorece la infección por *Phytophthora* spp., causando la muerte de los árboles (Rogers *et al.*, 1996).

Este insecto se alimenta de las raíces de las plantas durante todas las etapas de crecimiento de las larvas; los adultos se alimentan del follaje y en caña de azúcar se comportan como barrenadores (Lapointe, 2004). Grafton-Caldwell *et al.* (2004) mencionan que en ocasiones, el adulto se puede alimentar del fruto joven (únicamente para cítricos y papaya).

Tucker (1929, citado por Lapointe, 2004) estimó que las pérdidas en rendimiento en caña de azúcar en Barbados debido al ataque de *D. abbreviatus* variaban de 11 y 14 t/ha de caña. Por su parte, Myers (1931) reportó que las

poblaciones de *D. abbreviatus* habían crecido tanto que había rebasado la importancia de *Diatraea sacharalis* como la plaga más grave de caña de azúcar en Barbados.

En Florida, *D. abbreviatus* se ha dispersado a 23 condados productores de cítricos (McCoy y Duncan, 2011), infestando más de 40,470 ha de cítricos (Weissling *et al.*, 2016). El costo del control y pérdidas incurridas por esta plaga en huertas de cítricos rebasa los \$1,200 dólares por acre (Stanley 1996). Por su parte, McCoy y Duncan (2011) mencionan que las pérdidas causadas por los hábitos alimenticios de las larvas en la producción de cítricos varían de 75 a 100 millones de dólares, esto como resultado del costo de control, la mortalidad de plantas y la reducción de la producción, en la región del Caribe, incluyendo Florida. Por su parte, Jetter y Godfrey (2009) mencionan que los costos de producción se incrementan, debido a los gastos de tratamiento de plagas y de las regulaciones cuarentenarias a las que está sujeta la plaga (especialmente para plantas de ornato provenientes de las regiones infestadas).

Para California los costos estimados de producción se han incrementado \$609 dólares americanos por acre en los cultivos de cítricos y aguacate, a causa del control de *D. abbreviatus*. El aumento promedio en costo total fue de 21.61% para naranja, 11.35% para aguacate, 9.80% para pomelo y 5.62% para limón; para viveros de cítricos el incremento en costo fue menor del 1% (Jetter y Godfrey, 2009).

Potencial de impacto económico en México

Aunque *D. abbreviatus* no está presente en México, su introducción, establecimiento y

diseminación representa una amenaza para el cultivo de cítricos, cultivo en el cual México se ubica como el quinto productor a nivel mundial.

Asimismo, dada su polifagia, esta plaga es un grave peligro para otros cultivos como caña de azúcar, aguacate, ornamentales, etc. Además, ocasionaría severas restricciones en la comercialización nacional e internacional de cítricos, principalmente. De acuerdo al SIAP (2018), durante el ciclo agrícola 2017, los cítricos están establecidos en 28 estados, con una superficie sembrada a nivel nacional de 589,682.57 ha, con una producción de 8,209,617.15 t y un valor de producción superior a los de 20 mil millones de pesos (SIAP, 2018, ciclo agrícola 2017) (Cuadro 1), por lo que afectaría a 108,465 productores de cítricos, de tal manera que pondría en riesgo más de 154 mil empleos directos, 250 mil empleos indirectos y 28 millones de jornales anuales en beneficio de aproximadamente 69 mil familias (Zilch, 2016; SAGARPA, 2012a; Salcedo *et al.*, 2016).

En cuanto a caña de azúcar, que es uno de los principales cultivos atacados en la región del Caribe por esta plaga, el SIAP (2018) reporta que está establecido en 16 estados, con una superficie sembrada a nivel nacional de 850,961.76 ha, una producción de 57,412,722.34 t y un valor de producción por encima de los 38 mil millones de pesos (SIAP, 2018, ciclo agrícola 2017). Este cultivo se desarrolla en 227 municipios, por 164,000 productores; genera 450,000 empleos directos y se estima que hay 2,200,000 personas vinculadas al proceso: producción-mercado de azúcar (SAGARPA, 2012b).

Cuadro 1. Producción de cítricos en México. Ciclo agrícola 2017.

Cultivo	Superficie sembrada (ha)	Producción (toneladas)	Valor de producción (millones de pesos)
Naranja	335,425.69	4,629,758.18	8,621.73
Limón	193,787.41	2,513,390.68	12,625.48
Mandarina	21,514.27	285,866.96	681.36
Toronja	19,187.01	441,873.40	1,151.38
Tangerina	12,860.50	206,628.15	532.15
Tangelo	5,216.50	117,316.64	248.77
Lima	1,691.19	14,783.14	63.64
Total	589,682.57	8,209,617.15	23,924.53

Fuente: SIAP, 2018. Ciclo agrícola 2017.

DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA DE LA PLAGA

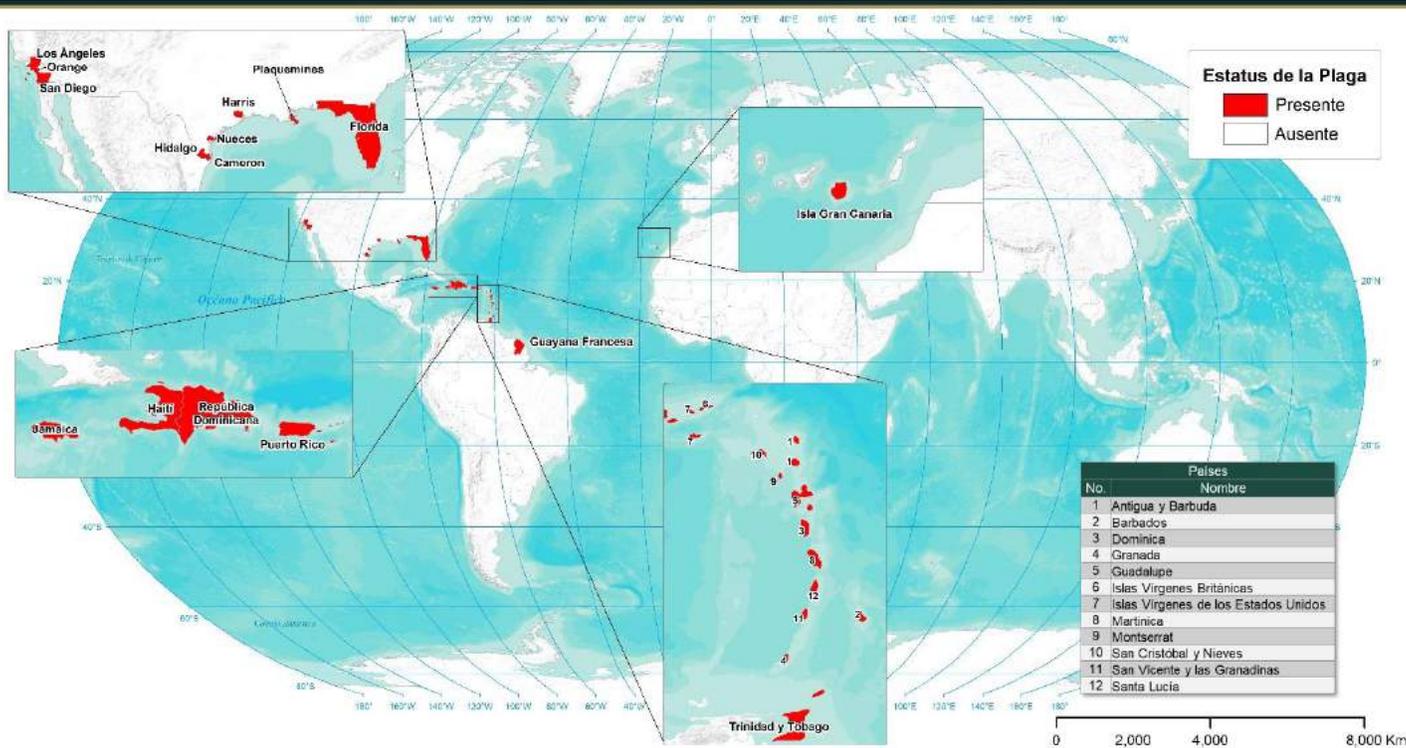
D. abbreviatus es nativo de las Antillas Menores. En 1912, es reconocida como una plaga de la caña de azúcar en Barbados (Ballou 1912, citado por Lapointe, 2004). Diversos autores la han considerado una plaga en caña de azúcar, cítricos y otros cultivos de importancia económica (Lapointe, 2004; Simpson *et al.*, 1996; Woodruff 1968, citado por Jetter y Godfrey, 2014).

Está distribuido en República Dominicana, Jamaica, Antillas Menores (Barbados, Guadalupe, Martinica) y en Estados Unidos de Norteamérica: California, Florida, Louisiana, Puerto Rico y Texas (Figura 1) (Lapointe, 2004; Martin *et al.*, 2012).

En 1964, fue detectado por primera vez un adulto en un vivero de Apopka, cerca de Orlando, Florida (EUA), introducido al parecer, en plantas ornamentales procedentes de Puerto Rico. En 1968 se detectaron “cientos de adultos y larvas en y alrededor de Apopka” (Woodruff 1968, citado

por Adair *et al.*, 1998). En 1975, se había establecido en los condados de Orange, Seminole y Broward (Griffith 1975, citado por Adair *et al.*, 1998). En la actualidad está presente en 23 condados de ese estado (Texas Department of Agriculture, 2018). De Florida se ha dispersado a los estados de California, Louisiana y Texas. En este último, fue hallado en el 2000, en un huerto de cítricos en el Valle de Río Grande (condados de Hidalgo y Cameron), de donde se dispersó a Corpus Christi, condado de Nueces (Texas Department of Agriculture, 2018). En el 2005, se encontraron dos poblaciones aisladas en Newport Beach, condado de Orange y en Long Beach, condado de Los Angeles. En el 2006, fue detectado en el condado de San Diego (Jetter y Godfrey, 2009). En el 2008, se descubrió en la localidad de Plaquemines, Louisiana (sureste de nueva Orleans) (Texas Department of Agriculture, 2018).

En el verano del 2014 se descubrió en la isla Gran Canaria, España (Figura 1) (Gobierno de Canarias, 2016).



DGSEV - CNRF - PVEF. DERECHOS RESERVADOS © 2018
Fecha de elaboración: diciembre, 2018.

No está permitida la reproducción total o parcial de esta publicación, ni la transmisión de ninguna forma o por cualquier medio, ya sea electrónico, mecánico, fotocopia, por registro u otros métodos, sin el permiso previo y por escrito a la institución.

Figura 1. Distribución geográfica de *Diaprepes abbreviatus*. Elaboración propia con datos de: CABI, 2018; EPPO, 2018; Gobierno de Canarias, 2016; Jetter y Godfrey, 2009; Lapointe, 2004; Martin *et al.*, 2012; Pase, 2010; Texas Department of Agriculture, 2018.

HOSPEDANTES

D. abbreviatus es una especie polífaga que ataca a más de 270 especies de plantas, ubicadas en 59 familias (Simpson *et al.*, 1996). Los cultivos que son favorables para los diferentes estados biológicos son: cítricos (*Citrus* spp.), caña de azúcar (*Saccharum officinarum*), cacahuete (*Arachis hipogea*), camote (*Ipomoea batata*), maíz (*Zea mays*) y sorgo (*Sorghum bicolor*) y dentro de las plantas ornamentales, el árbol de dragón (*Dracaena draco*) y cereza de Surinam o pitanga (*Eugenia uniflora*) son adecuadas para todas las etapas de vida de este insecto. Simpson *et al.* (1996) mencionan a diversos autores que citan como hospedantes a diversos cultivos, forestales y ornamentales (Cuadro 2).

En Canarias, España, se ha observado en

todas las variedades de cítricos, aguacates, caña de azúcar, así como plantas ornamentales tales como terminalia, durantas, rosales, sophora, ficus, acalypha, callistemon, tipuana, turbitto, hydrangeas y otras (Gobierno de Canarias, 2016). En Puerto Rico, los adultos se alimentan de por lo menos 41 especies de plantas (Martorell 1945, citado por Hall, 1995).

En California los adultos se han encontrado en aguacate, limón, naranja, durazno, pimienta de California (*Schinus molle*), pimienta de Brasil (*Schinus terebinthifolius*), bugambilia (*Bougainvillea* spp.), árbol de coral (*Erythrina* spp.), hibisco, peral ornamental (*Pyrus calleryana*), mirto (*Lagerstroemia* spp.), ficus (*Ficus* spp.), rosal, abedul, encino (*Quercus virginiana*), pino (*Pinus* spp), alcanforero (*Cinnamomum camphora*), palmera enana

(*Phoenix roebelenii*), escobillón (*Callistemon* spp.), dama de noche (*Cestrum nocturnum*) y otras (Bates y Bender, 2008).

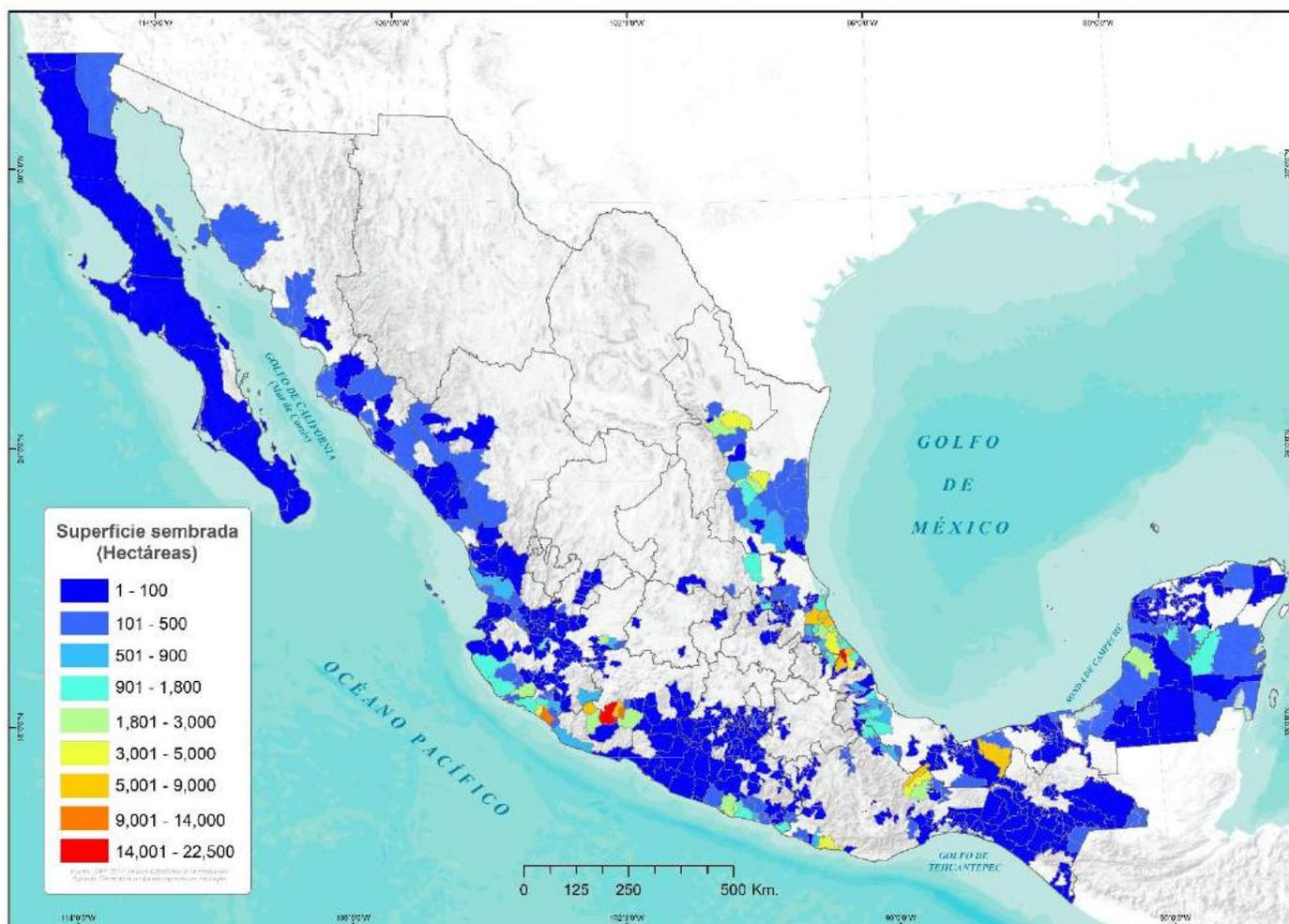
Cuadro 2 .Hospedantes principales de *Diaprepes abbreviatus* citados por Simpson *et al.*, 1996.

Nombre Común	Nombre Científico
Aguacate	<i>Persea americana</i>
Cacao	<i>Theobroma cacao</i>
Café	<i>Coffea arabica</i>
Chile	<i>Capsicum annum</i>
Durazno	<i>Prunus persica</i>
Frijol	<i>Phaseolus vulgaris</i>
Frijol lima	<i>Phaseolus lunatus</i>
Guayaba	<i>Psidium guajava</i>
Jobo	<i>Spondias mombin</i>
Limón	<i>Citrus limon</i>
Limón Persa	<i>Citrus aurantiifolia</i>
Lima dulce	<i>Citrus x limetta</i>
Naranja agrio	<i>Citrus aurantium</i>
Mandarina "Satsuma"	<i>Citrus reticulata</i>
Pomelo	<i>Citrus x paradisi</i>
Pomelo chino	<i>Citrus maxima</i>
Kumquat o Naranja chino	<i>Fortunella</i> spp.
Mango	<i>Mangifera indica</i>
Crucíferas	<i>Brassica</i> spp.
Nuez pecanera	<i>Carya illinoensis</i>
Palma datilera	<i>Phoenix dactylifera</i>
Pasto Guinea	<i>Panicum máximum</i>
Plátano	<i>Musa</i> sp.
Tabaco	<i>Nicotiana tabacum</i>
Tamarindo	<i>Tamarindus indica</i>
Yuca	<i>Manihot esculenta</i>
Icaco	<i>Chrysobalanus icaco</i>
Níspero	<i>Eriobotrya japónica</i>
Abedul	<i>Betula</i> spp.
Hibisco	<i>Hibiscus rosa-sinensis</i>
Acebo	<i>Ilex aquifolium</i>
Ceiba	<i>Ceiba pentandra</i>
Rosales	<i>Rosa</i> spp.

En Florida se determinó que las plantas ornamentales encino (*Quercus virginiana* Mill), el árbol plateado de botón (*Conocarpus erectus* L.) variedad Sericeus y la bucida (*Bucida buseras* L.) fueron favorables para la oviposición (Mannion *et al.*, 2003).

Distribución nacional de hospedantes

En México, los hospedantes potenciales principales, de importancia agrícola de este insecto son los cítricos y caña de azúcar. Actualmente, los cítricos se cultivan en 24 estados de la República Mexicana; de estos el estado de Veracruz es el que presenta la mayor superficie sembrada con más de 247,862.15 ha, de un total a nivel nacional de 589,682.57 ha, lo que representa el 42.0 % de la superficie de cítricos (Figura 2) (SIAP, 2018, ciclo agrícola 2017). En cuanto a caña de azúcar, este estado es el que presenta la mayor superficie sembrada con 302,412.43 ha, de un total nacional de 850,961.76 ha, esto es, el 35.53% de la superficie de caña de azúcar (Figura 3) (SIAP, 2018, ciclo agrícola 2017).

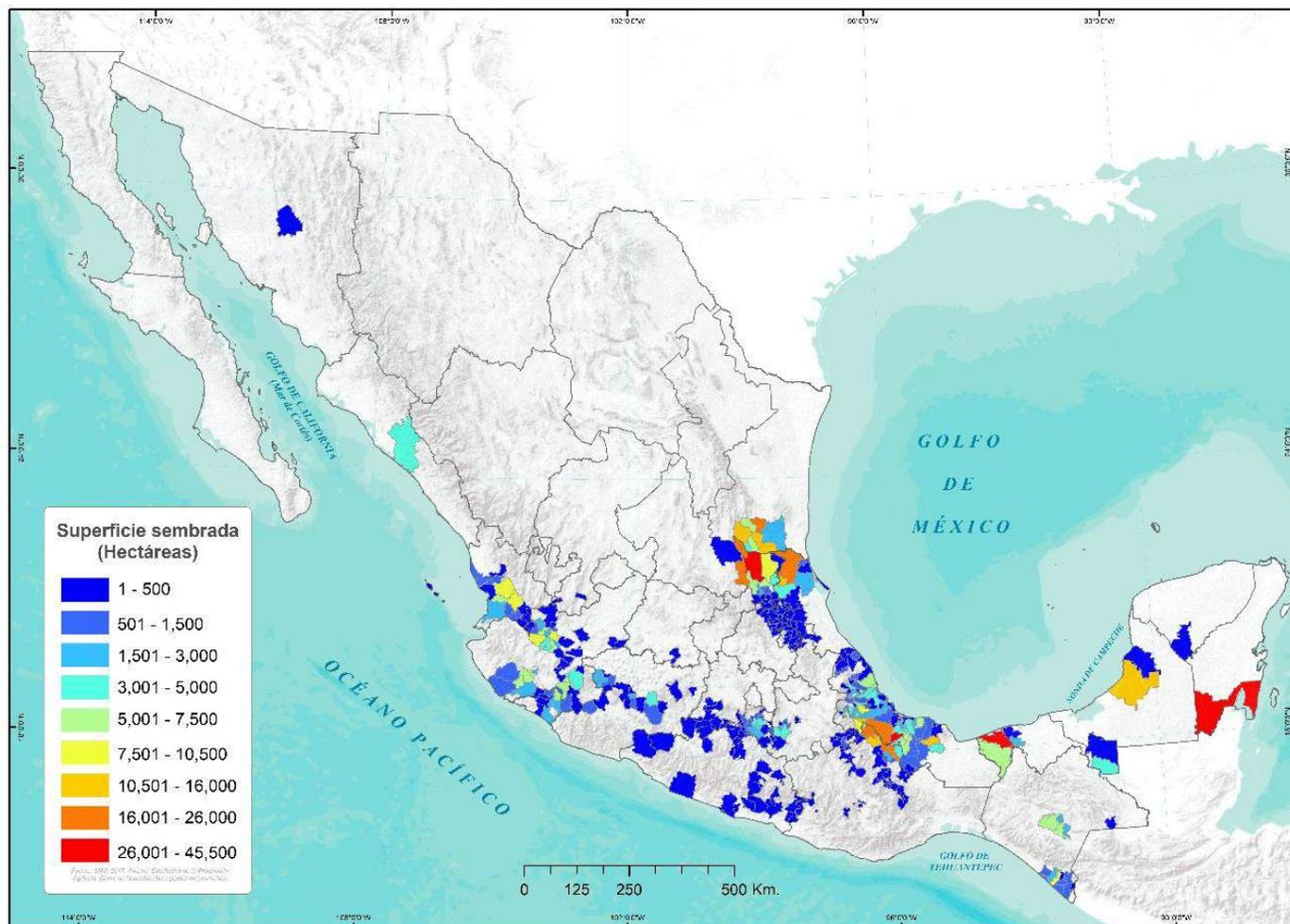


DGSV - CNRF - PVEF. Derechos reservados © 2018.
Fecha de actualización: diciembre, 2018.

No está permitida la reproducción total o parcial de esta publicación, ni la transmisión de ninguna forma o por cualquier medio, ya sea electrónico, mecánico, fotocopia, por registro u otros métodos, sin el permiso previo y por escrito del SENASICA.

DGSV-SENASICA © 2018.

Figura 2. Distribución del cultivo de cítricos en México. Créditos: DGSV-SENASICA, 2018; con datos SIAP, ciclo agrícola 2017.



DGSV - CNRF - PVEF. Derechos reservados © 2018.
Fecha de actualización: febrero 2018.

No está permitida la reproducción total o parcial de esta publicación, ni la transmisión de ninguna forma o por cualquier medio, ya sea electrónico, mecánico, fotocopia, por registro u otros métodos, sin el permiso previo y por escrito del SENASICA.

DGSV-SENASICA © 2018.

Figura 3. Distribución del cultivo de caña de azúcar en México. Créditos: DGSV-SENASICA, 2018; con datos SIAP, ciclo agrícola 2017.

ASPECTOS BIOLÓGICOS Y ECOLÓGICOS

Ciclo biológico

La biología de *D. abbreviatus* es la típica de muchos curculiónidos, comprende las etapas de huevo, larva, pupa y adulto (Figura 4). El adulto emerge del suelo, se alimenta de las hojas y oviposita en una planta hospedante (Hall, 1995). Sin embargo, la defoliación causada por los adultos es de importancia menor en comparación con el daño causado por la alimentación de las larvas en el sistema radicular (Beavers y Selhime, 1976).

En Florida, en el mes de agosto, la mayor parte de los huevos son depositados entre las 6 p.m. y las 6 a.m. (Schroeder, 1981, citado por Stansly, 2011). Las hembras ovipositan grupos de huevos entre dos hojas, a manera de un emparedado y los protegen secretando una sustancia pegajosa que une firmemente las dos superficies foliares (Figura 6) (Grafton-Cardwell, 2017; Woodruff 1968, citado por Adair *et al.*, 1998). Para ovipositar prefieren las hojas maduras, lo cual le da ventajas, pues evita a los demás insectos defoliadores, al mismo tiempo evita que el crecimiento de los tejidos foliares afecte a las masas de huevos (Adair *et al.*, 1998). El número de huevos por masa puede variar de 30 a 260, pero en promedio es de 60. Una hembra llega a ovipositar alrededor de 5,000 (Wolcott 1936, citado por Adair *et al.*, 1998). Sin embargo, puede ovipositar hasta 29,000 huevos, durante los tres o cuatro meses de su ciclo de vida.

Los huevos eclosionan en un período de 7 a 10 días, pero a 26 °C, el desarrollo del huevo es de siete días (Lapointe, 2001). Las larvas neonatas escapan del emparedado formado por las dos hojas, moviéndose alrededor o a través de la secreción adhesiva y durante 24 a 48 h caminan alrededor de donde emergieron, caen a la superficie del suelo y entran a este para dirigirse al sistema radicular, donde se alimentarán de las raíces fibrosas más pequeñas, a medida que se desarrollan se alimentan de las raíces más grandes, de manera que los estadios avanzados

se alimentan de las raíces estructurales (Hall, 1995; McCoy *et al.*, 2003; Wolcott 1936, citado por Grafton-Cardwell *et al.*, 2004; Wolcott y French 1936, citados por Medal y Santa Cruz, 2014). La larva vive y permanece en el suelo, por un período variable de 8 a 18 meses, mudando de 10 a 11 veces. A 26 °C, el desarrollo de la etapa larval fue de 125 ± 3 días (Lapointe, 2000). Normalmente las larvas del tercero al noveno estadio son las más activas para alimentarse (Wolcott y French 1936, citados por Medal y Santa Cruz, 2014). Durante las últimas etapas como larva, dejará de alimentarse y empezará a formar una celda protectora, formada por tierra, alrededor de sí misma. La celda protegerá a la pupa de enemigos naturales y factores físicos. Dentro de esta cámara, la larva se empezará a desarrollar en pupa, adquiriendo en un inicio un color rosáceo, continuará su desarrollo hasta completar la fase de pupa y producir un adulto nuevo (Figura 5). El período de pupación, una vez formada la cámara tardará aproximadamente de 15 a 30 días. A 26°C, el período de pupa es de 20 días (Lapointe, 2000; McCoy y Simpson, 1994). Los adultos pueden permanecer en el suelo (en la cámara pupal), hasta 120 días, antes de salir a la superficie (McCoy y Simpson, 1994). El tiempo total requerido para completar un ciclo de vida, desde la oviposición hasta la emergencia del adulto se estimó en 154 días a 26 ° C (Lapointe, 2000).

Después de algún evento de lluvia o riego, el adulto emerge, abandona el suelo, sube al dosel de alguna planta, donde se alimentará, se apareará y empezará un nuevo ciclo que va a comprender de 8 a 24 meses (Beavers y Selhime, 1976; Grafton-Cardwell *et al.*, 2017; Hall, 1995). Al respecto, Beavers (1982) cita que la duración de las hembras es de 147 días aproximadamente y la de los machos de 135 días, en condiciones de dieta artificial, sin especificar temperaturas a las que sometió el experimento. La proporción sexual entre machos y hembras es de 1 a 1.5 (Lapointe, 2004). El adulto es más activo al amanecer y al caer la tarde; durante las horas más cálidas se encuentra en el follaje, entre las ramas, al abrigo de la sombra (Bates y Bender, 2008).

En Florida, se presenta traslape de generaciones, con dos picos de emergencia de adultos: a) en la primavera, en los meses de mayo y junio y b) en el otoño, en los meses de agosto y septiembre (Beavers & Selhime 1976). Pero, el

ciclo de vida varía en duración, con generaciones que se traslapan y varias etapas de crecimiento pueden estar presentes al mismo tiempo (McCoy *et al.*, 2003).

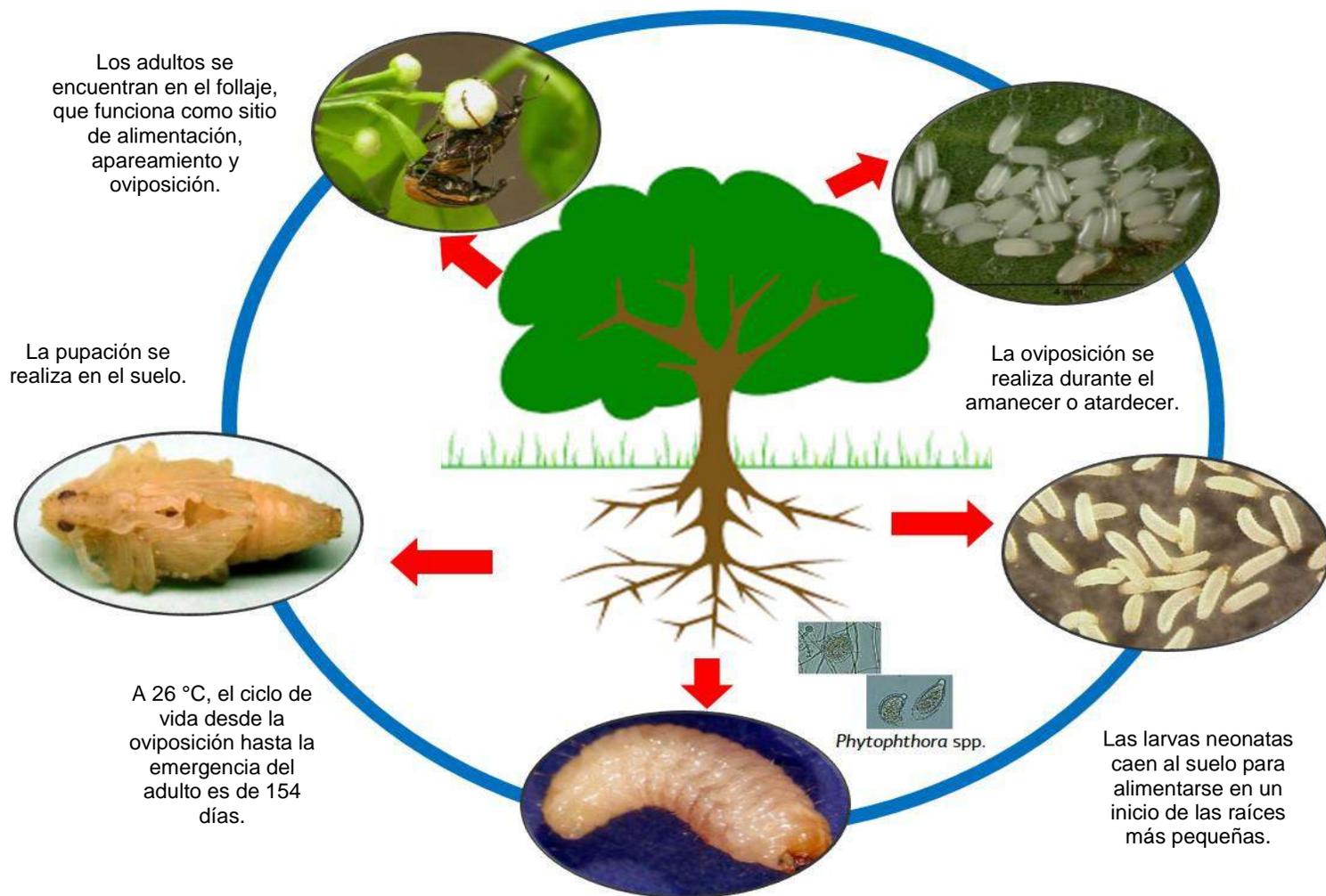


Figura 4. Ciclo biológico de *Diaprepes abbreviatus*. Fotos de: Glenn, s/a; Leppla, s/a; Gob. De Canarias, 2016; University of Florida.



Figura 5. Celdas pupales formadas por tierra, para proteger a *Diaprepes abbreviatus*. Observe al adulto en las celdas pupales. Bates y Bender, 2008.

El ciclo largo de la etapa larvaria que se alimenta del sistema radicular de la planta, ocasiona múltiples heridas durante un tiempo amplio, lo que facilita la infección por *Phytophthora* spp., especialmente *P. palmivora* y *P. nicotianae* causantes de la pudrición de raíz en cítricos (Fig. 13). A esta relación se le ha denominado complejo *Phytophthora-Diaprepes* (Graham *et al.*, 2003).

Descripción morfológica

Huevo

Son depositados en masas, entre dos hojas, en el envés (Figura 6); al tiempo de la oviposición la hembra secreta una sustancia gelatinosa que pega las dos hojas, para proteger a los huevos. En caña de azúcar y otras gramíneas son puestos entre las puntas abiertas de una hoja (Stanly, 2011). Recién puestos son de color blanco-amarillento, brillantes, lisos y de forma ovalada, miden aproximadamente 1.2 mm de longitud y 0.4 mm de ancho (Figura 6) (Martin *et al.*, 2012). Antes de la eclosión se obscurecen ligeramente.



Figura 6. A) Huevos de *Diaprepes abbreviatus* colocados entre dos hojas de cítricos. B) Acercamiento a los huevos. Duncan, s/a.

Larvas

Son en forma de “C”, de color blanco, ápodas (sin patas). La cápsula cefálica posee áreas claras y oscuras de tamaño variable. Las larvas neonatas miden aproximadamente 1.5 mm de tamaño, en contraste las larvas del último estadio son de aproximadamente 2.5 cm (Figura 7) (Martin *et al.*, 2012).



Figura 7. Larvas de *Diaprepes abbreviatus*. A) Larva madura, B) Larva joven. Grub, USDA, 2007.

Pupa

La pupa de *D. abbreviatus* es del tipo exarata, esto es, las diferentes partes del cuerpo se pueden reconocer a simple vista. En un inicio la pupa es de color café claro y a medida que madura el color se acentúa y algunas partes del insecto como las alas y las patas son visibles (Figura 8).



Figura 8. Pupas de *Diaprepes abbreviatus*. A) Pupa joven; B) Pupa intermedia; C) Pupa madura. Bates y Bender, 2015.

Adulto

El adulto de *D. abbreviatus* tiene una longitud de 10 a 19 mm, es normalmente de color negro, incluida la cabeza y las patas, en estas posee unos cojinetes que le dan habilidad para adherirse a superficies lisas (Martin *et al.*, 2012). Los élitros y algunas partes del cuerpo, están cubiertos por escamas que tienen una variación de color, que van del gris verdoso al blanco cenizo, al café, amarillo intenso, naranja brillante (Lapointe, 2004) (Figura 9). Los patrones de rayas en los élitros que están desprovistos de escamas, varían entre poblaciones.

En Puerto Rico, se ha encontrado la mayor diversidad de color y patrones elitrales, por lo que cree que esta isla es el centro de origen de la especie (Lapointe, 2004).



Figura 9. Variación fenológica del adulto de *Diaprepes abbreviatus*. A) Delannoye, s/a; B) Univ.of Florida, 2014; C) Touroult, s/a y D) Weller, 2012.

DAÑOS Y SÍNTOMAS

Los síntomas que pueden indicar la presencia del adulto son muescas o mordeduras de forma semicircular con márgenes aserrados en el perímetro de las hojas nuevas (Figura 10 A), preferentemente y en menor medida en hojas maduras, desechos fecales esparcidos sobre las hojas (Figura 10 B); hojas enrolladas o pegadas durante el proceso de oviposición y orificios en el suelo próximos a las plantas afectadas por donde emergen los adultos (Figura 10 C) (Gobierno de Canarias, 2016; UF/IFAS, 2014).

Algunas veces en frutos en formación de cítricos y papaya se pueden observar raspaduras causadas por este insecto (Figura 11)

La larva muestra preferencia para barrenar las raíces de algunas plantas como: caña de azúcar, camote, piña y maíz (Hall, 1995). En cítricos, que son los hospedantes preferidos, el daño causado por las larvas se caracteriza por la destrucción en un inicio de las raíces fibrosas finas, las larvas de estadios avanzados consumen las raíces estructurales y la corona radicular, al alimentarse de las raíces estructurales, provocan surcos profundos en estas, ya que consumen la corteza y la capa de cambium (McCoy *et al.*, 2003) (Figura 12). La destrucción de las raíces estructurales o la corona radicular puede causar la muerte de los árboles ya maduros (Graham, 2003; Hall, 1995).

El daño al sistema radicular interfiere con el transporte de agua y nutrientes y se manifiesta a simple vista, mediante amarillamiento de las hojas, marchitamiento y finalmente defoliación. Sin embargo, las plantas afectadas pueden no mostrar síntomas hasta que las larvas están bien establecidas y todo el sistema radicular se ha dañado (Adair *et al.*, 1998; Gobierno de Canarias, 2016; Stanley, 1996).

El ataque de las larvas al sistema radicular de la planta, ocasiona sitios de entrada y vulnerabilidad al ataque por otras plagas, como nematodos y patógenos oportunistas, particularmente *Phytophthora nicotianae* y *P. palmivora* (Graham, 2003; Rogers *et al.*, 1996; /IFAS, 2014), ocasionando pudrición de raíces, por lo que las plantas atacadas presenta síntomas externos como muerte de corteza, gomosis, formación de callo de los tejidos y clorosis de las venas foliares (Figura 13), asimismo, las hace menos tolerantes al estrés hídrico. Sin medidas de control, unas cuantas larvas pueden convertir un árbol maduro y saludable en uno improductivo (Lucid central, 2010; UF/IFAS, 2014).

Para determinar la presencia de adultos de esta plaga es necesario sacudir las plantas o ramas que presentan síntomas y observar si los adultos caen al suelo (Gobierno de Canarias, 2016).



Figura 10. A) Mordeduras en forma semicircular en hojas y adulto de *Diaprepes abbreviatus*; B) Heces cerca del sitio de alimentación; C) Orificio en suelo originado al emerger el adulto. Univ. of California, 2004; Duncan, s/a; Gob. de Canarias, 2016.

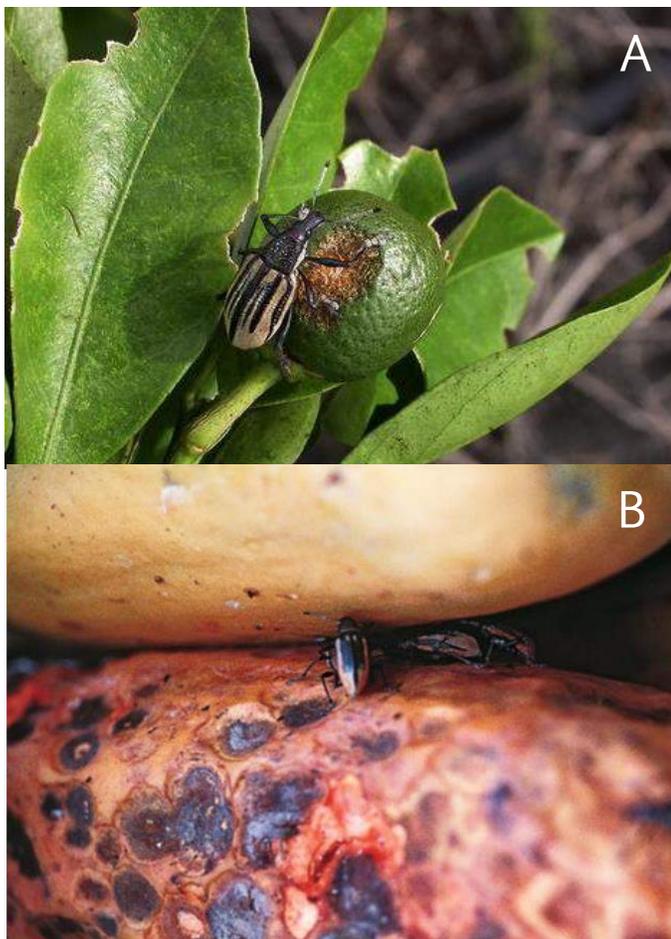


Figura 11. A) Adulto de *Diaprepes abbreviatus* alimentándose de un fruto cítrico; B) Alimentándose de papaya. Univ. of California, 2004; Duncan, s/a.

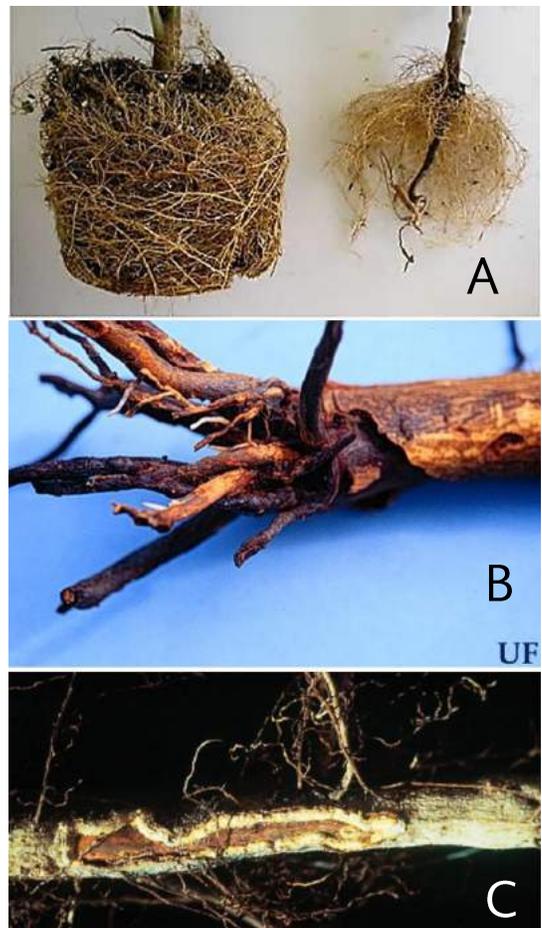


Figura 12. A) Comparación de un sistema radical sano vs sistema radical dañado, daño causado por dos larvas de *Diaprepes abbreviatus*; B) Daño a raíces de un árbol de cítricos; C) Destrucción de la médula radical. Simpson, s/a.; Univ. of Florida, 2014; Peña, Univ. of Florida, 1998.



Figura 13. Síntomas de pudrición causada por *Phytophthora* spp. A) pudrición del pie mostrando muerte de la corteza y encallosamiento de los tejidos en toronjo; B) en naranjo dulce originando necrosis de la corteza, gomosis y encallosamiento; C) Raíces dañadas por *Phytophthora* spp.; D) Venación clorótica en hojas, debido al ataque de *Phytophthora* spp. en raíces (Graham, s/a; Florida Research Center, 2007).

Similaridad con otras especies

El síntoma de las hojas mordidas y las etapas inmaduras de *D. abbreviatus* se pueden confundir con *Naupactus (Pantomorus) cervinus* (Boheman).

A diferencia de *D. abbreviatus*, el adulto de *N. cervinus* es de color café a gris, con un patrón de rayas oblicuas blancas a los lados de los élitros. Mide de 6 a 10 mm de largo (Figura 14) (Lanteri *et al.*, 2002; Univ. of California, 2017), (*D. abbreviatus* mide de 10 a 19 mm), no puede volar y alcanza el dosel trepando por el tronco o las ramas bajas, las poblaciones están compuestas de hembras partenogenéticas (Univ. of California, 2017), esto es, no necesitan del macho para reproducirse.



Figura 14. Adulto de *Naupactus cervinus*. R. Berg, 2009.

Los huevos son de color amarillo, oblongos, con un tamaño aproximado de 0.9 mm de longitud y un ancho de 0.4 mm (Olivares *et al.*, 2013), pero a diferencia de *D. abbreviatus* son ovipositados bajo el cáliz del fruto (Figura 15) y algunas veces en hojas y grietas del árbol.



Figura 15. Huevos de *Naupactus cervinus*, colocados bajo el cáliz. Olivares *et al.*, 2013.

Las etapas inmaduras del escarabajo *Naupactus (Pantomorus) cervinus* son muy parecidas a las de *D. abbreviatus* (Figura 16).

La duración del ciclo de vida de huevo a adulto, de *N. cervinus* es aproximadamente de 152 días (Olivares *et al.*, 2013).



Figura 16. Larvas y pupa de *Naupactus cervinus*. Univ. of California, 2017.

Patógenos u organismos asociados

Como se abordó con anterioridad, existe una relación entre *Diaprepes abbreviatus* y patógenos oportunistas, como lo son *Phytophthora nicotianae* y *P. palmivora*, debido a que las larvas de *D. abbreviatus*, a causa de su alimentación en el sistema radicular de las plantas, dan pauta a infecciones ocasionadas por estos hongos.

ASPECTOS EPIDEMIOLÓGICOS

Epidemiología de la plaga

Las condiciones climáticas y de suelo juegan un papel importante en la población de *D. abbreviatus*, así como en la posible incidencia de *Phytophthora* spp. Se ha determinado que el umbral de temperatura inferior para el desarrollo del huevo es de 12 °C y el umbral superior es de 30 a 32 °C; la duración del desarrollo del huevo es de siete días a 26 °C (Lapointe, 2001). Lapointe (2000) determinó que el umbral o límite térmico inferior para larvas neonatas es de 15°C. A los 34 °C, la mortalidad de neonatas fue del 85%. Para larvas de los últimos estadios (con más de 56 días de edad) el umbral térmico superior se produjo a los 30 °C. El umbral térmico inferior para pupa fue de 15.2°C. El umbral superior fue de 30 °C (Lapointe, 2000). Los suelos con mal drenaje son óptimos para el desarrollo de larvas (McCoy, 1999) y favorecen la infección por *Phytophthora* spp, causando un daño grave a los cítricos.

En cuanto a requerimiento de humedad, Nowell (1912, citado por Lapointe, 2004) observó en caña de azúcar, que las larvas de los últimos estadios se dispersan en busca de suelo húmedo para formar las celdas pupales. Las larvas pueden sobrevivir periodos largos en el suelo sin alimento, pero con humedad adecuada (Lapointe y Shapiro 1999, citado por Lapointe, 2003). Los adultos de *D. abbreviatus* tienen una baja emergencia en suelos secos, la mayor cantidad de adultos emergen con las primeras lluvias (Bates y Bender, 2008; Nowell, 1912, citado por Lapointe, 2004). La

emergencia en suelos con mantillo o composta es alta y en suelos con alguna cubierta casi no se observa (Bates y Bender, 2008).

Dispersión

La dispersión de esta plaga a grandes distancias, ha sido principalmente por el transporte de material vegetal contaminado, puesto que el adulto tiene poca capacidad de vuelo, al respecto, Beavers y Selhime (1978), así como Nigg *et al.* (2001) observaron que no hay diferencia sexual en la capacidad del vuelo de adultos, a través del tiempo. A los 4 días, la mayoría voló de 3 a 26 m y a los 50 días algunos adultos pudieron dispersarse de 18 a 228 m. Una vez que la plaga se ha establecido en un área, la dispersión a distancias cortas, inter y entre huertas puede darse por vuelos cortos del adulto o por corrientes de aire locales que pueden dispersar las larvas neonatas del dosel de un árbol a otro o al suelo.

MEDIDAS FITOSANITARIAS

El control de *D. abbreviatus* requiere la adopción de un conjunto de medidas integradas en un programa de manejo de esta plaga. El empleo de determinadas prácticas culturales, agentes de control biológico, así como el control químico, cuando sea estrictamente necesario, para minimizar el impacto ambiental y valorizar el bienestar social pueden proporcionar un control adecuado de este insecto. Cabe destacar, que *D. abbreviatus* es una plaga no presente en nuestro país, por lo que los diferentes tipos de control que se exponen a continuación, son los que se emplean en los lugares donde sí está presente.

Muestreo o monitoreo de la plaga

Para la búsqueda de picudo de la raíz (*Diaprepes abbreviatus*), se realizará a la par que las otras plagas cuarentenarias de los cítricos. El esquema de muestreo será en método "T" de 20 plantas, el cual considera el efecto epidémico en

el bordo y al interior de una plantación, seleccionando 10 plantas de la primera fila y en la planta 5 y 6 se seleccionan 5 plantas hacia el interior de la plantación. Las 20 plantas seleccionadas se evaluarán en forma sistemática 2x2 (una planta sí y una planta no) ó 3x3 (una planta sí y dos plantas no), según el tamaño del predio.

Se tomará un árbol al azar y se colocará una lona de plástico color blanco en el suelo que cubra todo el dosel, posteriormente se debe de sacudir el árbol y coleccionar los especímenes adultos que sean sospechosos al picudo (CNRV-VEF, 2018).

Control cultural

Un buen drenaje de suelo es de las estrategias fundamentales para minimizar el daño que pueden ocasionar las larvas a las raíces (McCoy y Duncan, 2011), debido a que la rizósfera está bien drenada, lo que favorece el crecimiento rápido y sano de las raíces, libres de estrés hídrico y enfermedades. Aunque las larvas de *D. abbreviatus* se alimenten de las raíces que crecen bajo estas condiciones mejoradas, el árbol es capaz de generar raíces a un ritmo más rápido, disminuyendo el decaimiento de los árboles a lo largo del tiempo. También se reduce, aparentemente, la incidencia de enfermedades fungosas asociadas con daño a raíces (McCoy y Duncan, 2011).

Rogers y Timmer (2007) proponen el mantenimiento óptimo del drenaje del suelo para reducir las infecciones de patógenos oportunistas en el sistema radicular. Otra práctica recomendada es aplicar fertilizantes para promover el desarrollo y crecimiento de raíces nuevas en plantas que han sufrido daño debido a los hábitos alimenticios de las larvas de *D. abbreviatus* (UF/IFAS, 2014). Esta táctica debe ser usada en combinación con algún método de control de adultos y larvas de la plaga (McCoy y Duncan, 2011).

Bender *et al.* (2014) probaron diversas barreras

físicas como capas gruesas de materia orgánica, tela de malla de tamaño pequeño y creación de barreras de suelo seco mediante el uso de goteadores.

El uso de cultivos de cobertera empleando la leguminosa *Tephrosia candida*, como repelente de adultos, ha sido practicada en algunos países del Caribe, sin embargo, en la literatura no hay referencias que indiquen su efectividad como cultivo de cobertera (McCoy y Duncan, 2011). Otra leguminosa, la llamada Gandul (*Cajanus cajan*) parece ser efectiva como cultivo trampa para adultos de *D. abbreviatus*. En Jamaica, se ha observado que los adultos son atraídos por especies de la leguminosa *Glyceridía*, no obstante, otros reportes sugieren que esta leguminosa atrae adultos de *D. abbreviatus* a cítricos (McCoy y Duncan, 2011).

En algunas partes del Caribe y en Florida, algunos agricultores colocan en el suelo, bandas de plástico negro, de aproximadamente 91 cm de ancho, en lados opuestos del tronco, debajo del dosel para atrapar las larvas (recién eclosionadas) cuando caen de las hojas. El calor del día puede matar a las larvas en cuestión de minutos, cuando aterrizan sobre el plástico caliente, o se forzan a alejarse del árbol, hacia la hilera central, donde mueren por el suelo caliente y seco o son consumidas por los depredadores. Cuando se usa en un área grande, esta barrera mecánica también puede ayudar a controlar las malas hierbas, pero causa problemas en las prácticas de cultivo, particularmente en el riego y la fertilización. El viento también puede ser un factor limitante para mantener una barrera efectiva (McCoy y Duncan, 2011).

Control biológico

Una variedad de depredadores, nematodos y microorganismos entomopatógenos, así como parasitoides de huevos, afectan a diferentes estadios de *D. abbreviatus* (McCoy y Duncan, 2011; UF/IFAS, 2014).

- **Depredadores.** Se ha observado a mamíferos, aves, arañas y hormigas que se alimentan de los adultos de esta plaga. Las hormigas que habitan en los árboles, en particular las especies depredadoras de los géneros *Monomorium* y *Crematogaster*, así como varias especies de arañas consumen los huevos. Se desconoce la importancia de la depredación de huevos y adultos y no se han realizado intentos para criar y liberar a estos depredadores como agentes de control biológico o para aumentar su población en el campo mediante la manipulación ambiental (McCoy y Duncan, 2011).

Depredadores generalistas como hormigas, hormigas león, tijeretillas y ácaros, se alimentan de larvas neonatas en la superficie del suelo debajo del dosel del árbol. En algunos lugares del Caribe, se mantienen los pollos y gallinas en los huertos de cítricos para que consuman las larvas (McCoy y Duncan, 2011). Medal y Santa Cruz (2014) en experimentos de depredación con la chinche *Euthyrhynchus floridanus* opinan que es un depredador eficiente de adultos de *D. abbreviatus* y que podría ser utilizado en programas de control biológico de esta plaga, en los Estados Unidos de Norte América.

- **Parasitoides.** En el sur de Florida, los parasitoides de huevos *Quadrastichus haitiensis* (Gahan) y *Aprostocetus vaquitarum* (Wolcott) (Hymenoptera: Eulophidae) se han establecido como agentes de control biológico clásico después de varias liberaciones, desde el año 2000 (Peña *et al.*, 2005); sin embargo, no se ha logrado que expandan su rango a la parte central de Florida (Ulmer *et al.*, 2006).

- **Nematodos.** Los nematodos entomopatógenos *Heterorhabditis indica*, *Heterorhabditis bacteriophora* y *Steinernema riobravis*, se emplean para el control de larvas de *D. abbreviatus* y están disponibles en preparaciones comerciales (Grafton-Cardwell *et al.*, 2017; McCoy y Duncan, 2011). En

Florida, el uso de las dos últimas especies de nematodos en forma aumentativa para el control de *D. abbreviatus* está dentro de los casos de éxito del control biológico (Stuart *et al.*, 2008). En California, *Steinernema riobravis* se ha aplicado con los insecticidas bifentrina e imidacloprid. Sin embargo, al ser organismos vivos, requieren de determinadas condiciones, como: a). Humedad del suelo, sin llegar a estar sobresaturado; b). Temperatura del suelo entre 15 °C a 29 °C.; c). Suelo de textura ligera, como arenoso, areno-arcilloso o franco arenoso. Esto, debido a que los nematodos necesitan moverse a través del agua que se encuentra en los espacios entre las partículas del suelo. Los suelos arcillosos tienden a tener espacios muy pequeños entre las partículas del suelo, mientras que los de textura ligera tienen los espacios más grandes (Grafton-Cardwell *et al.*, 2017). Por lo que en términos generales, la eficiencia de este nematodo se correlaciona de manera positiva con el porcentaje de arena y materia orgánica del suelo y se correlaciona en forma negativa con el porcentaje de arcilla y la conductividad eléctrica del suelo (Bender *et al.*, 2014).

- **Hongos.** Como consecuencia de investigaciones en laboratorio y en invernadero con el hongo *Isaria fumosorosea* en adultos de *D. abbreviatus*, Avery *et al.* (2016) sugieren que las aplicaciones foliares de *I. fumosorosea* puede ser una estrategia eficiente para manejar poblaciones de adultos de esta plaga.

Control químico

El control químico es quizás la estrategia de mayor uso a nivel mundial, debido a su rápida acción y alta eficacia, si se usa en combinación con un conjunto de medidas sobre bases biológicas integrales. Para el caso de *D. abbreviatus* se han aplicado productos químicos diferentes como: 1) Aplicaciones foliares para control de adultos; 2) Inundamiento de suelo para

controlar larvas neonatas invasoras y 3) Aplicación de gránulos o fumigantes al suelo, para el control de larvas y adultos emergentes (McCoy y Duncan, 2011).

En California, Grafton–Cardwell *et al.* (2017) recomiendan aplicaciones químicas cuando los huevos están siendo depositados por los adultos; los productos sugeridos son: a). Diflubenzuron, aplicado con aceite, para disolver la sustancia que este insecto usa para pegar las hojas, cuando deposita los huevos. Este regulador de crecimiento ayudará a prevenir la eclosión de los huevos y b). Cryolite. Otros insecticidas que sugieren, aunque son altamente tóxicos son: Fenpropatrina, Beta-ciflutrina y Zeta-cipermetrina.

Para larvas sugieren aplicar Imidacloprid o Tiametoxam mezclados con el agua de riego, cuando se está desarrollando el sistema radicular.

Para prevenir la población de adultos, aplicar al suelo el piretroide Bifentrina, de manera que coincida con la emergencia de esta etapa de crecimiento de la plaga o aplicaciones foliares de Fenpropatrina, Zeta-cipermetrina, Beta-ciflutrina o Cryolite (Grafton–Cardwell *et al.*, 2017).

En Florida, el regulador de crecimiento Diflubenzurón se aplica en la primavera y verano, de forma que cuando las hembras se alimentan de la superficie foliar ingieren el regulador, como resultado las hembras producen óvulos no viables. Este efecto va a tardar el tiempo en que el residuo es biológicamente activo en la hoja (aproximadamente tres semanas). Además, las masas de huevos existentes colocadas antes o después de la aplicación, que estén expuestas al regulador de crecimiento directamente o a través de residuos foliares, tendrán una viabilidad reducida (McCoy y Duncan, 2011).

Otros productos químicos sugeridos en Florida, hasta el año 2011, como aplicaciones foliares para reducir las poblaciones de adultos en la planta, durante el pico de emergencia de esta etapa de crecimiento del insecto, fueron: Carbaril, Azinfos-

metil y Acefato (McCoy y Duncan, 2011).

En este estado, también se recomienda aplicar Bifentrina al suelo, para el control de larvas neonatas de primavera. Aproximadamente el 80% o más de las larvas recién eclosionadas invasoras mueren o no ingresan a la zona de la raíz (McCoy y Duncan, 2011). Aunque Bifentrina suprime la población de la hormiga de fuego (*Solenopsis invicta*), otras especies de hormigas depredadoras parecen resultar menos afectadas e invaden nichos previamente dominados por *S. invicta* (McCoy y Duncan, 2011).

Resistencia vegetal

A la fecha, no se han encontrado fuentes de resistencia contra *D. abbreviatus* en especies de cítricos empleadas como patrones. Lapointe y Bowman (2002) citan que *Poncirus trifoliata* muestra un nivel bajo de resistencia, insuficiente como para un proyecto de mejoramiento genético y opinan que aún si hubiese una fuente de resistencia disponible, compatible sexualmente con cítricos, tomaría décadas desarrollarlo. Sin embargo, se ha encontrado resistencia para el complejo *Phytophthora–Diaprepes*, dependiendo de la especie de *Phytophthora* que participe en este complejo. Los portainjertos trifoliados de naranja (*Poncirus trifoliata*) y los híbridos citrumelo 'Swingle' (*Citrus paradisi* × *P. trifoliata*) son resistentes al complejo, cuando la especie de *Phytophthora* es *nicotianae*. En contraste, la mandarina "Cleopatra" (*C. reticulata*) es susceptible al complejo si la especie que ataca es *P. nicotianae* (Graham *et al.*, 2003).

Otras alternativas de control

Lapointe *et al.* (2003) en estudios de laboratorio confirmaron el efecto repelente de extractos de la leguminosa *Tephrosia candida* (Tephrosia blanca) en adultos de *D. abbreviatus*, al parecer, *T. candida* posee propiedades antialimenticias para este insecto. También descubrieron que las raíces son tóxicas para las



larvas, esto, debido a un complejo de flavonoides, incluyendo la rotenona, que contiene *T. candida*.

Weathersbee III y Tang (2002) probaron el efecto de extracto de semilla de neem en la sobrevivencia y reproducción de *D. abbreviatus*, concluyendo que aplicado al suelo, en el riego, reduce la sobrevivencia de larvas neonatas, asimismo, tiene efecto en la viabilidad de huevos, cuando el adulto se alimenta en follaje tratado con neem.

En ensayos con aplicaciones foliares de caolín en forma de polvo humectable en cítricos, se obtuvo que el caolín es un buen disuasivo de la alimentación y oviposición de *D. abbreviatus*, lo que indica que este producto puede ser un elemento importante en el control integrado de *D. abbreviatus*, al ser económicamente viable y ambientalmente sano (Lapointe, 2005). El mecanismo de actividad del caolín, puede estar relacionado con interferencia de la percepción táctil de la plaga por el hospedante (Puterka *et al.*, 2000).

Otro método complementario es el uso de trampas Tedders, u otro tipo de trampa para detectar adultos de *D. abbreviatus*, este método aparentemente detecta una infestación de un año o más (Tedders y Wood 1994, citado por Adair *et al.*, 1998).

VIGILANCIA EPIDEMIOLÓGICA FITOSANITARIA

Debido al riesgo de introducción de *Diaprepes abbreviatus* en México, el Programa de Vigilancia Epidemiológica Fitosanitaria (PVEF) ha implementado desde el año 2017 la estrategia operativa de “parcelas centinela”, en la cual se efectúan inspecciones visuales sacudiendo fuertemente las ramas, colocando antes una lona de color claro debajo del árbol, para atrapar los posibles insectos que caigan al suelo. Estas acciones se realizan en entidades con elevado nivel de riesgo epidemiológico, con base en la

distribución y superficie sembrada de hospedantes, etapas fenológicas y condiciones climáticas inductivas, biología de la plaga, rutas de comercialización y vías de comunicación, en los estados de Campeche, Colima, Jalisco, Michoacán, Morelos, Nuevo León, Puebla, Quintana Roo, San Luis Potosí, Tamaulipas, Veracruz y Yucatán. Mediante esta estrategia se ha permitido constatar el estatus actual de *D. abbreviatus* como plaga Ausente (SENASICA-DGSV-CNRF, 2017).

La descripción de las estrategias operativas para la Vigilancia Epidemiológica Fitosanitaria se pueden consultar en el link <http://sinavef.senasica.gob.mx/SIRVEF/AccionOperativa.aspx> (SINAVEF, 2018).

Toma y envío de muestras

En caso de detectar insectos sospechosos a *Diaprepes abbreviatus*, se procederá a la toma de muestras, de acuerdo a las instrucciones descritas en el siguiente link: <http://sinavef.senasica.gob.mx/SIRVEF/ReporteCiudadano.aspx>, las cuales deberán ser enviadas al Centro Nacional de Referencia Fitosanitaria (CNRF) dependiente de la Dirección General de Sanidad Vegetal (DGSV).

Alerta fitosanitaria

En adición a las estrategias operativas del Programa de Vigilancia Epidemiológica Fitosanitaria para la detección oportuna de focos, la DGSV ha puesto a disposición la comunicación pública mediante el teléfono (01)-800-98-79-879 y el correo electrónico alerta.fitosanitaria@senasica.gob.mx.

BIBLIOGRAFÍA

Adair, R. C.; Nigg, H. N.; S. E. Simpson y Lefevre, L. 1998. Ovipositional preferences of *Diaprepes abbreviatus* (Coleoptera: Curculionidae). Florida Entomologist



- 81(2):225-234. En línea: <http://journals.fcla.edu/flaent/article/viewFile/74821/72479> Fecha de consulta: enero de 2019.
- Avery, P. B.; Hunter, W. B.; Hall, D. G.; Jackson, M. A. y Powell, Ch. A.** 2016. Efficacy of topical application, leaf residue or soil drench of blastospores of *Isaria fumosorosea* for citrus root weevil management: Laboratory and Greenhouse Investigations. *Insects*, 7(4), 66; doi: 10.3390/insects7040066.
- Ballou, HA.** 1912. Insect pests of the Lesser Antilles. Barbados, West Indies, Imperial Department of Agriculture. p. 66-69. (Pamphlet Series no. 71).
- Bates, L. M. y Bender, G. S.** 2008. *Diaprepes abbreviatus* (Coleoptera: Curculionidae).
- Beavers, J. B. y Selhime, A. G.** 1978. Flight behavior and dispersal of *Diaprepes abbreviatus*. *The Florida Entomologist*. Vol. 61(2):89-91. En línea: journals.fcla.edu/flaent/article/download/57283/54962 Fecha de consulta: enero de 2019.
- Beavers, J.B. Selhime, A.G.** 1976. Population dynamics of *Diaprepes abbreviatus* in an isolated citrus grove in central Florida. *J. Econ. Entomol.* 69:9-10.
- Bender, G. S.; Bates, L. M.; Bethke, J. A.; Lewis, E; Tanizaki, G.; Morse, J. G. y Godfrey, K. E.** 2014. Evaluation of insecticides, entomopathogenic nematodes, and physical soil barriers for control of *Diaprepes abbreviatus* (Coleoptera: Curculionidae) in citrus. En línea: <http://www.bioone.org/doi/full/10.1603/EC14150> Fecha de consulta: enero de 2019.
- CABI, 2017.** *Diaprepes abbreviatus* (citrus weevil) Datasheet. *Invasive Species Compendium*. Wallingford, UK: CAB International. En línea: <https://www.cabi.org/isc/datasheet/19691> Fecha de consulta: enero de 2019.
- Diaprepes Task Force.** 1995. Florida Department of Agriculture and Consumer Services, Division of Plant Industry, Bureau of Pest Eradication and Control, Gainesville, FL.
- EPPO, 2002.** *Diaprepes abbreviatus* (DPREAB). Overview. EPPO Global Database. En línea: <https://gd.eppo.int/taxon/DPREAB> Fecha de consulta: enero de 2019.
- Faber, B.** 2016. Diaprepes - What You Don't Want in Your Orchard. Topics in subtropics. Blog de la Univ. de Cal., E.U.A.
- Futch, S. H.; McCoy, C. W. y Nigg, H. N.** 2015. A Guide to Soil Insect Pests Identification. En línea: <http://edis.ifas.ufl.edu/pdf/HS/HS13000.pdf> Fecha de consulta: enero de 2019.
- Gobierno de Canarias, 2016.** Folleto divulgativo sobre *Diaprepes abbreviatus* o gorgojo de la raíz de los cítricos. Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Aguas del Gobierno de Canarias. Dirección General de Agricultura. Servicio de Sanidad Vegetal.
- Graham, J. H., Bright, D. B., and McCoy, C. W.** 2003. *Phytophthora-Diaprepes* weevil complex: *Phytophthora* spp. relationship with citrus rootstocks. *Plant Dis.* 87:85-90. En línea: http://www.crec.ifas.ufl.edu/extension/citrus_rootstock/Rootstock_Literature/2003.%20Graham,%20%20PLt%20Dis,%20Rtstk%20Diaprepes%20Complex%20with%20Phytophthora.pdf Fecha de consulta: enero de 2019.
- Grafton-Cardwell, E. E.; Morse, J. G.; Haviland, D.**



- R.; Faber, B. A. 2017. Diaprepes Root Weevil (Citrus Root Weevil). University of California, Agriculture and Natural Resources. UC ANR Publication 3441. En línea:
<http://ipm.ucanr.edu/PMG/r107305001.html>
Fecha de consulta: enero de 2019.
- Grafton-Cardwell, E. E.; Godfrey, K.E.; Peña, J.E.; McCoy, C. W.; Luck, R. f:** 2004. Diaprepes Root Weevil. University of California, Agriculture and Natural Resources. UC ANR Publication 8131.
- Griffith, R. J.** 1975. The West Indian sugarcane rootstock borer weevil in Florida. Proc. Florida State Hort. Soc. 88: 87-90.
- Hall, D: G.** 1995. A revision to the bibliography of the sugarcane rootstock borer weevil, *Diaprepes abbreviatus* (Coleoptera: Curculionidae). Florida Entomologist 78(2): 364-377.
- IPPC.** 2017. International Standards for Phytosanitary Measures (ISPM) 8. Determination of pest status in an area. International Plant Convention (IPPC). En línea:
https://www.ippc.int/static/media/files/publication/es/2017/06/ISPM_08_1998_Es_2017-04-22_PostCPM12_InkAm.pdf Fecha de consulta: enero de 2019.
- IPPC.** 2018. International Standards for Phytosanitary Measures (ISPM) 5. Glossary of Phytosanitary Terms. International Plant Convention (IPPC). En línea:
https://www.ippc.int/static/media/files/publication/es/2018/07/ISPM_05_2018_Es_2018-07-10_PostCPM13.pdf Fecha de consulta: enero de 2019.
- Jetter, K. M. y Godfrey, K.** 2009. Diaprepes root weevil, a new California pest, will raise costs for pest control and trigger quarantines. California Agriculture. 63 (3):121-126.
- Lanteri, A. A.; Guedes, J. C. y Parra, J. R. P.** 2002. Systematics, Morphology and Physiology. Weevils Injurious for Roots of Citrus in São Paulo State, Brazil. Neotropical Entomology 31(4):561-569. En línea:
<http://www.scielo.br/pdf/ne/v31n4/a08.pdf>
Fecha de consulta: enero de 2019.
- Lapointe, S. L.** 2005. A particle film deters oviposition by the Diaprepes root weevil, *Diaprepes abbreviatus* (Coleoptera: Curculionidae). USDA. Agricultural Research Service. En línea:
<https://www.researchgate.net/publication/12268621> Fecha de consulta: enero de 2019.
- Lapointe, S. L.** 2004. Antecedentes y estrategias para el combate de *Diaprepes abbreviatus*, plaga invasora del Caribe. Nota Técnica. Manejo Integrado de Plagas y Agroecología (Costa Rica) No. 71 p.106-111.
- Lapointe, S. L.** 2000. Thermal Requirements for Development of *Diaprepes abbreviatus* (Coleoptera: Curculionidae). Environmental Entomology 29(2):150-156. En línea:
www.bioone.org/doi/10.1603/0046-225X%282000%29029%5B0150%3ATRFDOD%5D2.0.CO%3B2 Fecha de consulta: enero de 2019.
- Lapointe, S. L. y Bowman, K.D.** 2002. Is there meaningful plant resistance to *Diaprepes abbreviatus* (Coleoptera: Curculionidae) in citrus rootstock germplasm? Journal of Economic Entomology 95:1059-1065. En línea:
https://www.researchgate.net/publication/11061349_Is_There_Meaningful_Plant_Resistance_to_Diaprepes_abbreviatus_Coleoptera_Curculionidae_in_Citrus_Rootstock_Germplasm Fecha de consulta: enero de 2019.



- Lapointe, S. L.; Borchert, D. M. y Hall, D. G.** 2007. Effect of low temperatures on mortality and oviposition in conjunction with climate mapping to predict spread of the root weevil *Diaprepes abbreviatus* and introduced natural enemies. *Environ. Entomol.* 36(1): 73-82 En línea: <https://pubag.nal.usda.gov/download/6679/PDF> Fecha de consulta: enero de 2019.
- Lapointe, S. L.; McKenzie, C.L.; Hunter, H.B.** 2003. Toxicity and repellency of *Tephrosia candida* to larval and adult *Diaprepes* root weevil (Coleoptera: Curculionidae). *Journal of Economic Entomology* 96(3):811-816.
- Lucid central.** 2010. Phytophthora. Diseases and commonly confused disorders of cultivated citrus. En línea: http://itp.lucidcentral.org/id/citrus/diseases/key/Diseases_of_Citrus/Media/Html/Phytophthora.htm Fecha de consulta: enero de 2019.
- Mannion, C.; Hunsberger, A.; Peña, J. E. y Osborne, L.** 2003. Oviposition and larval survival of *Diaprepes abbreviatus* (Coleoptera: Curculionidae) on select host plants. *Florida Entomologist*, 86(2):165-173.
- Martin, K.W.; J.A. Weeks; A.C. Hodges y N.C. Leppa.** 2012. *Diaprepes* root weevil. Fact sheet. Citrus pests. En línea: <http://www.idtools.org/id/citrus/pests/factsheet.php?name=Diaprepes+root+weevil> Fecha de consulta: enero de 2019.
- McCoy, C. W. y Duncan, L. W.** 2011. IPM: An Emerging Strategy for *Diaprepes* in Florida Citrus. En línea: http://irrec.ifas.ufl.edu/flcitrus/short_course_and_workshop/diaprepes/IPM.shtml Fecha de consulta: enero de 2019.
- McCoy, C. W.; Stuart, R. J. y Nigg, H. N.** 2003. Seasonal life stage abundance of *Diaprepes abbreviatus* in irrigated and non-irrigated citrus plantings in central Florida. En línea: <http://journals.fcla.edu/flaent/article/view/75167/72825> Fecha de consulta: enero de 2019.
- McCoy C. W y Simpson, S E.** 1994. Past and current IPM strategies to combat the spread of *Diaprepes abbreviatus* (L.) in Florida citrus. Caribbean Food Crops Society. 30 thirtieth annual meeting 1994. St. Thomas, U.S.V.I. En línea: http://ageconsearch.umn.edu/record/258766/files/30_32.pdf Fecha de consulta: enero de 2019.
- Medal, J. y Santa Cruz, A.** 2041. New record of predation on adult *Diaprepes abbreviatus* (Coleoptera: Curculionidae) by *Euthyrhynchus floridanus* and *Podisus maculiventris* (Heteroptera: Pentatomidae). *Florida Entomologist* 97(2):830-834. En línea: <http://www.bioone.org/doi/pdf/10.1653/024.097.0272> Fecha de consulta: enero de 2019.
- Myers, J. G.** 1931. A preliminary report on an investigation in the biological control of West Indian insect pests. *Empire Marketing Board* 42:1-173.
- Nigg, H. N.; Simpson, S. E.; Stuart, R. J.; Duncan, L. W. ; McCoy, C. W. y Gmitter, JR. F. G.** 2003. Abundance of *Diaprepes abbreviatus* (L.) (Coleoptera: Curculionidae) neonates falling to the soil under tree canopies in Florida citrus groves. *J. Econ. Entomol.* 96(3):835-843. En línea: <http://www.bioone.org/doi/pdf/10.1603/0022-0493-96.3.835> Fecha de consulta: enero de 2019.
- Nigg, H.; Simpson, S.; Ramos, I.; Tomerlin, T.;**



- Harrison, J. y Cuyler, N. 2001. Distribution and movement of adult *Diaprepes abbreviatus* (Coleoptera: Curculionidae) in a Florida citrus grove. Florida Entomol. 84: 641-651.
- Nowell, W.** 1912. Field investigations of beetle grubs attacking roots of sugarcane. Barbados, Report of the Local Department of Agriculture, 1911-12. p. 50-51.
- Olivares, N.;** Luppichini, P. y Montenegro, J. 2013. Identificación, reconocimiento y manejo de las plagas *Brevipalpus chilensis* Baker y *Naupactus cervinus* Boheman. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA). Chile. En línea: http://ucv.altavoz.net/prontus_unidacad/site/artic/20130621/asocfile/20130621125543/seminario_pdt_pucv_citricos_19_junio__1_.pdf Fecha de consulta: enero de 2019.
- Pase III. H. A.** 2010. A new exotic pest found in Texas. Diaprepes Root Weevil. Texas Forest Service. En línea: http://old.isatexas.com/images/bugs_disease/Diaprepes%20IN%20TEXAS.pdf Fecha de consulta: enero de 2019.
- Puterka, G. J., D. M. Glenn, D. G. Sekutowski, T. R. Unruh, and S. K. Jones.** 2000. Progress toward liquid formulations of particle films for insect and disease control in pear. Environ. Entomol. 29: 329-339.
- Rogers, S.;** Graham, J.; y McCoy, C. 1996. Insect-plant pathogen interactions: preliminary studies of Diaprepes root weevil injuries and Phytophthora infections. Science 5, 472-473.
- Salcedo, B.D.;** Mora, A.G.; Acevedo, S.G. 2016. Metodología para evaluar los impactos económicos del HLB (Huanglongbing) en la cadena cítrica mexicana. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA) En línea: http://www.iica.int/sites/default/files/events/presentations/2016-08/impactos_hlb_en_mex_26ago2016.pdf Fecha de consulta: enero de 2019.
- SAGARPA,** 2012a. México, entre los líderes en producción de cítricos a nivel mundial. Boletín. Secretaría de Agricultura, Ganadería. Desarrollo Rural Pesca y Alimentación (SAGARPA).
- SAGARPA,** 2012b. Importancia de la agroindustria de la caña de azúcar.
- Simpson, S.E.;** Nigg, H.; Coile, N. y R. Adair. 1996. *Diaprepes abbreviatus* (Coleoptera: Curculionidae): Host plant associations. Environ. Entomol 25:333-349. En línea: <http://www.crec.ifas.ufl.edu/extension/diaprepes/bibliography/PDF/EnvEnt253.pdf> Fecha de consulta: enero de 2019.
- SINAVEF,** 2018. Sistema Integral de Referencia para la Vigilancia Epidemiológica Fitosanitaria. En línea: <https://prod.senasica.gob.mx/SIRVEF/> Fecha de consulta: enero de 2019.
- SIAP.** 2018. Anuario Estadístico de la Producción Agrícola en México. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. En línea: <https://www.gob.mx/siap/> Fecha de consulta: enero de 2019.
- Skaria, M y French, J.V.** 2001. Phytophthora disease of citrus associated with root weevils in Texas. Phytopathology 91.
- Stansly, P. A.** 2011. Biology of *Diaprepes abbreviatus* in the Laboratory and Field. Diaprepes - Short Course and Workshop Proceedings - Florida Citrus Resources - Institute of Food and Agricultural Sciences - University of Florida. En línea:



http://irrec.ifas.ufl.edu/flcitrus/short_course_and_workshop/diaprepes/biology_of_diaprepes_abbreviatus.shtml Fecha de consulta: enero de 2019.

Fecha de consulta: enero de 2019.

Stanley, D. 1996. Suppressing a serious citrus pest. *Agric. Res.* 44 (11): 22.

UF/IFAS, 2014. Diaprepes, gorgojo de la raíz. University of Florida. Institute of Food and Agricultural Sciences. Tropical Fruit Entomology. En línea: <https://trec.ifas.ufl.edu/tropical-entomology-spanish/avocado-pest-list-es/diaprepes-root-weevil-es/> Fecha de consulta: enero de 2019.

Stuart, R. J.; El-Borai, F. E. y Duncan, L. W. 2008. From Augmentation to Conservation of Entomopathogenic Nematodes: Trophic Cascades, Habitat Manipulation and Enhanced Biological Control of *Diaprepes abbreviatus* Root Weevils in Florida Citrus Groves. *J Nematol.* 40(2): 73–84. En línea: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2586536/> Fecha de consulta: enero de 2019.

Ulmer, B. J., J. A. Jacas, J. E. Peña, R. E. Duncan, and J. Castillo. 2006. Effect of temperature on life history of *Aprostocetus vaquitarum* (Hymenoptera: Eulophidae), an ectoparasitoid of *Diaprepes abbreviatus* (Coleoptera: Curculionidae). *Biol. Control* 39:19–25.

Tedders, W. L., and B. W. Wood. 1994. A new technique for monitoring pecan weevil emergence (Coleoptera: Curculionidae). *J. Entomol. Sci.* 29: 18-30.

Weathersbee III, A.A. y Tang, Y.Q. 2002. Effect of Neem Seed Extract on Feeding, Growth, Survival, and Reproduction of *Diaprepes abbreviatus* (Coleoptera: Curculionidae). *Journal of Economic Entomology* 95(4):661-667. En línea: <http://www.bioone.org/doi/full/10.1603/0022-0493-95.4.661> Fecha de consulta: enero de 2019.

Texas Department of Agriculture. 2001. Sugarcane rootstock borer weevil: emergency quarantine.

Texas Department of Agriculture 2018. Diaprepes Root Weevil. Diaprepes Root Weevil Quarantine. En línea: <http://www.texasagriculture.gov/RegulatoryPrograms/PlantQuality/PestandDiseaseAlerts/DiaprepesRootWeevil.aspx> Fecha de consulta: enero de 2019.

Weissling, T. J., J. E. Peña, R. M. Giblin-Davis, and J. L. Knapp. Jr. 2016. Diaprepes Root Weevil, *Diaprepes abbreviatus* (Linnaeus) (Insecta: Coleoptera: Curculionidae). Featured Creatures collection. Publicación #EENY-024. En línea: <http://edis.ifas.ufl.edu/pdffiles/IN/IN15100.pdf> Fecha de consulta: enero de 2019.

Tucker, RWE. 1929. Sugar-cane borers. *Tropical Agriculture.* 6:224-226.

Woodruff, R. E. 1968. The present status of a West Indian weevil *Diaprepes abbreviatus* (L.) in Florida (Coleoptera: Curculionidae). Florida Dept. Agr., Div. Plant Ind., Entomol. Circ. 77: 1-4.

University of California. 2017. Fuller Rose Beetle. Scientific Name: *Naupactus (Asynonychus) godmani* (syn. *Naupactus cervinus*). University of California. Agriculture and Natural Resources. UC Pest Management Guidelines. En línea: <http://ipm.ucanr.edu/PMG/r107300311.html>

Wolcott, G. N. 1936. The life history of *Diaprepes abbreviatus* at Rio Piedras, Puerto Rico. *J.*



Agr. Univ. Puerto Rico 20: 883-914.

Zilch, R.J.F. 2016. Huanglongbing y su situación mundial. IX Seminario Internacional de Cítricos Lima, Perú. 19 de abril de 2016.

Forma recomendada de citar:

SENASICA. 2019. Picudo de la raíz, *Diaprepes abbreviatus* (Linnaeus). Dirección General de Sanidad Vegetal – Sistema de Vigilancia Epidemiológica Fitosanitaria. Ciudad de México. Fecha de creación, febrero de 2018. Ficha Técnica No. 71. 26 p.