Comportamiento Alimentario y de Oviposición de *Diaprepes abbreviatus* (L.) (Coleoptera: Curculionidae) para el Cultivo del Melocotón *Prunus persica* (L.) Batsch. en Puerto Rico

Por

Alexandra Delgado Sánchez

Tesis sometida en cumplimiento parcial
de los requisitos para el grado de

MAESTRO EN CIENCIAS

En

Protección de Cultivos
UNIVERSIDAD DE PUERTO RICO
RECINTO UNIVERSITARIO DE MAYAGÜEZ

2004

Aprobado por:

María del Carmen Librán, Ph.D. Miembro, Comité Graduado	Fecha
Edwin Abreu, M.S. Miembro, Comité Graduado	Fecha
Alejandro Segarra, Ph.D. Miembro, Comité Graduado	Fecha
Ángel L. González, Ph.D. Presidente, Comité Graduado	Fecha
Ángel Berrios, Ph.D. Representante Escuela Graduada	Fecha
Nelson Semidey, Ph.D. Director de Departamento	Fecha

ABSTRACT

Diaprepes abbreviatus (L.) is an insect pest of numerous crops, including citrus, ornamentals, vegetables and others. In the present study, feeding and oviposition no-choice and choice tests were performed to evaluate the behavior of *D. abbreviatus* on two peach and one citrus cultivars. In the foliage feeding no-choice test, the adult fed on leaf discs of the two peach cultivars, but its rate of damage was smaller than on Valencia orange. In the foliage feeding choice test, the insect preferred to feed on the citrus. *Diaprepes abbreviatus* laid egg masses on peach and citrus leaf discs and strips in the oviposition no-choice test, preferring the latter crop as an oviposition substrate; however, in the choice test, the insect preferred to lay eggs on peach while it fed on the citrus. In root-feeding tests, the larvae fed on Cleopatra mandarin and Florida Guard peach rootstocks, but the damage was more severe on the citrus than on peach, the latter only with minor damage to the roots. The larvae were larger and a higher number of them were recovered on Cleopatra mandarin rootstock, thus suggesting that the peach rootstock Florida Guard has tolerance and/or antibiosis to the insect attack.

RESUMEN

Diaprepes abbreviatus (L.) es una plaga en los cultivos de las cítricas, ornamentales, hortalizas y otros. En el presente estudio se hicieron pruebas forzadas y de selección de alimento y oviposición para evaluar el comportamiento de *D. abbreviatus* en dos cultivares de melocotón y uno de cítrica. En la prueba forzada de consumo foliar el adulto se alimentó de discos de hojas de los dos cultivares de melocotón, pero su rango de daño fue menor que en la china Valencia. En las pruebas de selección, el insecto prefirió la cítrica. En la prueba forzada de oviposición, *D. abbreviatus* colocó masas de huevos en discos foliares y tiras de hojas del melocotón y de la china Valencia, prefiriendo esta última; sin embargo, en la prueba de selección el insecto prefirió el melocotón mientras utilizó la cítrica para alimentarse. En pruebas de alimentación en raíz, las larvas se alimentaron del patrón de mandarina Cleopatra y del melocotón Florida Guard, pero en la cítrica el daño fue mucho más severo que en el melocotón. Las larvas fueron de mayor tamaño y un número mayor de éstas se recuperaron en el patrón de mandarina Cleopatra, lo que sugiere que el patrón de melocotón Florida Guard posee tolerancia y/o antibiosis contra el ataque del insecto.

DEDICATORIA

A mis padres Ana y Roberto, por darme todo su amor, dedicación, comprensión, por apoyarme en todas mis decisiones y sobre todo por sus enseñanzas.

A mis hermanas Maritza y Yenny por su lealtad y comprensión.

A mis sobrinos Diana Isabel, Andrea del Mar, Stephanie y Miguel Ángel, por la alegría que me brindan siempre.

A Carlos Javier Andino Reyes por su colaboración y apoyo incondicional.

A la memoria de mi hermano, abuelos y tías que están en la vida espiritual, por que desde allá velan por mí.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por darme todo lo que tengo.

Al Proyecto Z-164C que financió mi trabajo.

Al Dr. Alberto Pantoja por darme la oportunidad de estudiar en la Universidad de Puerto Rico Recinto Universitario de Mayagüez, universidad que me apoyó y me formó en esta magnifica área del conocimiento.

Al Dr. Ángel Luis González por brindarme todo su apoyo y ser el tutor en mi maestría.

Al Dr. Phill Stansley por todo su apoyo en la investigación.

A la Dra. María del Carmen Librán por su apoyo, preocupación y comprensión.

A las secretarias del Departamento de Protección de Cultivos, Jeanette Morales y María Pagán, por toda su ayuda y cariño.

A los miembros de mi Comité de Tesis, el doctor Alejandro Segarra y al biólogo Edwin Abreu, por sus recomendaciones y comentarios durante la investigación.

Al personal de la Estación Experimental de Adjuntas y la Finca Alzamora por su colaboración en la investigación.

A los Agrónomos Jaime Reyes, Wigmar González, Luis Collazo, Luis Almodóvar, Lorimar Figueroa, Juan Chapel, y Victor González, por toda su colaboración.

A la Familia Andino Reyes por su cariño y colaboración.

A Dania Rivera, Lymari Calero y Heidi Garmos por su gran amistad.

A todos mis compañeros y amigos

TABLA DE CONTENIDO

LISTA DE FIGURAS viii

LISTA DE CUADROS xi

I. INTRODUCCIÓN 1

II. OBJETIVOS 3

III. REVISIÓN DE LITERATURA 4

1. Distribución geográfica de *Diaprepes abbreviatus* 4
2. Ciclo de vida, estados de desarrollo y hábitos de *D. abbreviatus* 5
   - 2.1. Huevo 6
   - 2.2. Larva 7
   - 2.3 Pupa 8
   - 2.4 Adulto 8
3. Importancia económica de *D. abbreviatus* 10
   - 3.1. Hospederos 10
   - 3.2. Pérdida económica 12
   - 3.3. Daño 12
   - 3.4. Manejo del insecto 15
4. Características generales del cultivo del melocotón 18
   - 4.1. Importancia económica y distribución geográfica del melocotón 18
   - 4.2. Principales artrópodos plagas del cultivo del melocotón 21

IV. MATERIALES Y MÉTODOS 26

1. Prueba forzada de consumo 26
2. Prueba de selección de alimento 28
3. Prueba forzada de oviposición 30

4. Prueba de selección de oviposición 35
5. Prueba de daño en raíz 35
V. RESULTADOS 43
1. Prueba forzada de consumo 43
2. Prueba de selección de alimento 43
3. Prueba forzada de oviposición 49
3.1. Jaulas 49
3.2. Placas Petri 49
3.3. Campo 49
4. Prueba de selección de oviposición 54
4.1. Jaulas 54
4.2. Placas Petri 54
5. Prueba de daño en raíz 57
5.1. Prueba 1 57
5.2. Prueba 2 64
VI. DISCUSIÓN 77
VII. CONCLUSIONES 87
VIII. RECOMENDACIONES 90
IX. LITERATURA CITADA 91

LISTA DE FIGURAS

Figura **Página**

1. *D. abbreviatus* en prueba forzada de alimento en placas Petri.....27
2. *D. abbreviatus* en prueba de selección de alimento en placa Petri. 29
3. Apareamiento de *D. abbreviatus* en una rama de melocotón. 31
4. Pareja de *D. abbreviatus* en jaula en prueba forzada de oviposición de melocotón.....32
5. Hembra de *D. abbreviatus* en prueba forzada de oviposición en placa Petri. 33
6. Prueba forzada de oviposición en el árbol de cítrica. 34
7. Prueba de selección de oviposición en jaulas. 36
8. Hembra de *D. abbreviatus* en prueba de selección de oviposición en placa Petri. 37
9. Apareamiento de *D. abbreviatus* en cítrica. 40
10. Larvas neonatas de *D. abbreviatus* saliendo de los huevos. 41
11. Banco con los patrones Florida Guard y mandarina Cleopatra en invernadero de la finca Alzamora. 42
12. Adulto de *D. abbreviatus* alimentándose de disco de hoja de melocotón. 44
13. Prueba forzada de consumo de disco de hoja por *D. abbreviatus*.....45
14. Consumo foliar en prueba forzada con *D. abbreviatus*.....46
15. Prueba de selección de consumo foliar entre Florida Prince y china Valencia por *D. abbreviatus*. 47

16 a-c. (a) Consumo foliar en prueba de preferencia de *D. abbreviatus* colectados en cítricas en Adjuntas (F. Prince versus. china); (b) Consumo foliar en prueba de preferencia de *D. abbreviatus* colectados en cítricas en Adjuntas (T. Beauty versus china); (c) Consumo foliar en prueba de preferencia de *D. abbreviatus* colectados de árboles de mango en Aguada. 48

17. Masa de huevos de *D. abbreviatus* en la hoja de melocotón en jaulas plásticas. 50

18 a-c. (a) Oviposición en prueba forzada de *D. abbreviatus* en jaulas; (b) Oviposición en prueba forzada de *D. abbreviatus* en placas Petri; (c) Oviposición en prueba forzada de *D. abbreviatus* en el campo. 51

19. Masa de huevos de *D. abbreviatus* en tiras de hojas del cultivar de melocotón Florida Prince en prueba forzada en placa Petri. 52

20. Masa de huevos de *D. abbreviatus* en rama de china Valencia en jaulas de malla en prueba forzada de oviposición en el campo. 53

21 a-b. (a) Oviposición en prueba de preferencia de *D. abbreviatus* en jaulas (F. Prince versus china); (b) Oviposición en prueba de preferencia de *D. abbreviatus* en jaulas (T. Beauty versus china). .55

22 a-b. (a) Oviposición en prueba de preferencia de *D. abbreviatus* en placas Petri (F. Prince versus china); (b) Oviposición en prueba de preferencia de *D. abbreviatus* en placas Petri (T. Beauty versus china).. 56

23 Interacción entre el tiempo y el cultivo en el daño de *D. abbreviatus* en las raíces. 58

24. Daño irreversible de raíz del patrón de mandarina Cleopatra por larvas de *D. abbreviatus* a través del tiempo. 59

25. Daño en el patrón de melocotón Florida Guard por larvas de *D. abbreviatus* a través del tiempo. 60

26 a-b. (a) Efecto principal del cultivo en daño por *D. abbreviatus* en raíces; (b) Efecto principal del tiempo en daño por *D. abbreviatus* en raíces....62

27 a-b. (a) Comparación del patrón de mandarina Cleopatra, sin y con daño por larvas de *D. abbreviatus*; (b) Comparación de raíces de melocotón sin y con daño por larvas de *D. abbreviatus*.....63

28 a-b. (a) Efecto principal del tiempo en el porcentaje de larvas recuperadas de *D. abbreviatus*; (b) Efecto principal del cultivo en el porcentaje de larvas recuperadas de *D. abbreviatus*. 65

29 Larva de *D. abbreviatus* en raíz del patrón de mandarina Cleopatra. 66

30. Interacción entre el número de larvas y el cultivo en daño por D. *abbreviatus*.....67

31 a-b. (a) Daño de diferentes niveles de infestación de larvas de *D. abbreviatus* a patrones de mandarina Cleopatra; (b) Daño de diferentes niveles de infestación de larvas de *D. abbreviatus* a patrones de melocotón Florida Guard.....69

32 a-b. (a) Efecto principal del cultivo en daño por *D. abbreviatus* en raíces; (b) Efecto principal del número de larvas de *D. abbreviatus* en el daño al cultivo.....70

33 a-b. (a) Efecto principal del cultivo en el porcentaje de larvas recuperadas de *D. abbreviatus*; (b) Efecto principal del número de larvas en el porcentaje de larvas recuperadas de *D. abbreviatus*. 72

34. Interacción entre el número de larvas y el cultivo en el tamaño de larvas de *D. abbreviatus.* 73

35 a-b. (a) Efecto principal del cultivo en el tamaño de las larvas de *D. abbreviatus*; (b) Efecto principal de los diferentes niveles de larvas en el tamaño de las larvas de *D. abbreviatus.* 75

36. Comparación de larvas de *D. abbreviatus* alimentadas con raíces de patrones de mandarina Cleopatra y patrones de melocotón Florida Guard. 76

LISTA DE CUADROS

Cuadro **Página**

1. Resultados comparativos de los estados de desarrollo de *D. abbreviatus.* 5

2. Cuadro de la producción de melocotones y nectarinas por toneladas métricas a nivel mundial. 20

3 Rango de daño por *D. abbreviatus* con relación al tiempo y al cultivo 61

4. Rango de daño a la raíz por *D. abbreviatus* con relación a los niveles de infestación larval y el cultivo. 68

5. Tamaño de las larvas de *D. abbreviatus* con relación a los niveles de infestación larval y el cultivo. 74

I. INTRODUCCIÓN

El desarrollo de una industria del melocotón en Puerto Rico es un proyecto a largo plazo. Las observaciones en lugares tropicales, diferentes al Caribe, indican que los cultivares de melocotón de menor requerimiento de frío se desempeñarían bien en climas subtropicales. La adaptación del melocotón se está comprobando mediante la siembra de los cultivares Uf Gold Peach, Tropical Beauty, Florida Glo y Florida Prince en las localidades de Adjuntas y Corozal.

Los cultivares de melocotón de menor requerimiento de frío representan un cultivo nuevo de alto potencial para la región del Caribe. Estos cultivares producen frutas de mejor consistencia que las variedades convencionales, lo que permite cosecharlas en un estado de madurez fisiológica más avanzado, también permite más fácil manejo post cosecha, ya que las frutas desarrollan mejor sabor, más dulce. Los melocotones crecidos en el estado de Florida son los primeros en madurar en los Estados Unidos y alcanzan los mejores precios. Melocotones de cosechas tempranas con amplia aceptación de los consumidores representan un cultivo alterno con un potencial de nicho en el mercado de Puerto Rico y en otras islas del Caribe, debido a que la cosecha se daría en una etapa intermedia (abril) entre la cosecha principal de Chile (diciembre) y la de Florida (julio). Los agricultores con fincas de corta extensión, se beneficiarían de este cultivo de alto valor y que necesita poco espacio para ser lucrativo.

Las pérdidas económicas asociadas a las plagas pueden ser un factor limitante en la producción comercial del melocotón en Puerto Rico. Estas pérdidas deben verificarse en todas las variedades, ya que típicamente esta fruta se cultiva en climas templados.

La vaquita de la caña de azúcar, *Diaprepes abbreviatus* (L.) (Coleoptera: Curculionidade), es una plaga de amplia distribución en Puerto Rico y ataca un amplio rango de cultivos leñosos. Las cítricas constituyen el hospedero principal de *D. abbreviatus* en el área montañosa central, lugar más adecuado para la producción del melocotón. La susceptibilidad de los cultivares de melocotón a *D. abbreviatus* puede presentar una limitación adicional a la adaptación de este cultivo a las condiciones tropicales; particularmente, si la larva puede colonizar y dañar el sistema radicular. Es necesario conocer el impacto de esta plaga y particularmente el potencial de causar daño económico al cultivo, para diseñar prácticas de manejo que conduzcan a una producción exitosa de esta nueva industria.

II. OBJETIVOS

El objetivo principal es determinar el comportamiento alimentario y de oviposición de *D. abbreviatus* como plaga potencial del melocotón mediante pruebas forzadas y de selección.

Los objetivos específicos son determinar si *D. abbreviatus*:

- Consume o no hojas de melocotón.
- Prefiere alimentarse de hojas de melocotón o de china Valencia.
- Oviposita en hojas de melocotón.
- Prefiere ovipositar en hojas de melocotón o de china Valencia.
- Si la larva se alimenta de raíces del patrón de melocotón Florida Guard en igual cuantía que en raíces de mandarina Cleopatra.

III. REVISIÓN DE LITERATURA

1. Distribución geográfica de *Diaprepes abbreviatus*

La vaquita de la caña de azúcar y el picudo de la raíz de la cítrica (Medina et al., 2003), son los nombres por los cuales se le conoce principalmente a *D. abbreviatus* (L.). Este insecto es endémico de las islas del Caribe donde se considera la principal plaga de la caña de azúcar, cítricos, yuca, ñame y ornamentales (Woodruff, 1964).

Actualmente, *D. abbreviatus* se encuentra reportada en la Florida, Texas, Puerto Rico, Jamaica, República Dominicana y las Antillas Menores. En la Florida, fue introducido en 1964 y era considerado un problema solamente en la Florida central. Actualmente, es problema en las dos terceras partes del sur del estado de la Florida, en los condados de: Dade, Broward, Palm Beach, Collier, Lee, High Lanas, Indian River, St. Lucie, Polk, Manatee, Hillsborough, Orange, Seminole, Lake, Volusia, Glades, Hendry, Marion, Suéter, De Soto, Pasco, Osceola y Martin. Las poblaciones más altas se encuentran en los condados de Dade y Broward (Weissling et al., 1998).

De acuerdo a Lapointe (2000), Puerto Rico es claramente el centro de la diversidad de *D. abbreviatus*, y parece ser el centro más probable del origen de esta especie debido al alto grado de diversidad fenotípica que hay en la isla.

2. Ciclo de vida, estados de desarrollo y hábitos de *D. abbreviatus*

La biología de esta especie se ha reportado en revisiones de literatura de Hall (1995) y Diaprepes Task Force (2004). Según Stansley (2000), el tiempo promedio de desarrollo de las etapas de vida de *D. abbreviatus*, registrados por varios investigadores, es conforme al cuadro 1.

Cuadro 1. Resultados comparativos de los estados de desarrollo de *D. abbreviatus.*

Publicación	Huevo	Larva	Pupa	Adulto Quiescencia	Pre-oviposición	Total
Wolcott 1933, 1936	7 días	236 días	Alrededor de 2 semanas	Alrededor de 40 días	3 o 7 días	Alrededor de 303 días
Beavers 1982	7 a 8 días	377 días	15 días		22 días	421 días
Quintela et al. 1988	7 días	153 días	17 días		14 días	192 días
Lapointe 2000	7 días	126 días	15 días		14 días	162 días

Knapp et al. (2002) reportaron que los adultos de *D. abbreviatus* tienen dos períodos de salida del suelo a través del año, una de mayo a junio y la otra de agosto a septiembre, ocurriendo en este último periodo el apareo y la puesta de huevos. Los huevos eclosionan en 7 a 10 días. Las larvas caen al suelo, lo penetran y comienzan a alimentarse de las raíces fibrosas del hospedero, moviéndose a raíces más grandes según va cambiando de estadío larval. Después de un período de alimentación, las larvas se transforman en pupa en la

tierra, emergiendo más adelante como adultos. El tiempo total entre larva y pupa varía desde seis meses hasta más de un año. De manera que, el ciclo de vida total de la vaquita de la caña de azúcar puede durar de seis a quince meses.

Godfrey et al. (2001) reportan que el huevo tardo de siete a diez días en eclosionar, las larvas completan de 10 a 15 instares en un período de diez a quince meses, y la pupa tiene una duración de 15 a 30 días. El ciclo de vida completo del *D. abbreviatus* es dependiente de la temperatura y la humedad del suelo, y puede ser tan corto como cinco meses o tan largo como un año y medio.

2.1. Huevo

Las hembras, después del apareamiento, ponen sus huevos en una camada de hileras irregulares entre dos hojas que pega una con la otra por medio de una sustancia viscosa que riega alrededor de la masa de huevos (Wolcott, 1922). Normalmente las masas de huevos se componen de una capa sencilla de huevos, pero se pueden encontrar masas de huevos grandes con dos capas de huevos. La forma de las masas es usualmente ovalada, raramente se encuentran todos los huevos acomodados de una manera regular.

Los huevos son de forma oval oblongados, lisos, brillantes y los recién puestos son de color blanco lechoso uniforme, pero después de un día o dos de la postura se comienzan a ver espacios transparentes en los extremos, siendo

uno de los espacios más pronunciado que el otro. Antes de eclosionar la larva, los espacios transparentes desaparecen y el huevo toma un matiz de color marrón y se comienzan a hacer visibles las partes del aparato bucal a través del corion del huevo. Éstos miden aproximadamente 1.2 mm. de largo y 0.4 mm. de diámetro y tienen una cubierta de membrana fuerte. Eclosionan después de siete días de la oviposición (Wolcott, 1936).

2.2. Larva

Las larvas salen de las masas después de la eclosión, aunque algunas habiendo roto el huevo no pueden salir por causa de la pega viscosa que hay entre las hojas. Las que pueden sobrevivir caminan hasta el borde de la hoja y caen al suelo, donde se mueven hasta encontrar una grieta en el suelo por donde penetran, volviendo a aparecer sobre la superficie en la etapa de adulto (Wolcott, 1936).

Estas larvas son blandas, blancas o de color claro crema, con la cabeza dura de color castaño o más oscura que el cuerpo y marcada con franjas de color más claro. No tienen patas y se mueven con lentitud expandiendo y contrayendo su cuerpo sobre el terreno (Wolcott, 1922).

Algunas de estas larvas se alojan con diminutas raíces y comen lo suficiente para crecer y pasar a segundo instar. Otras pueden merodear por una semana o más, aparentemente sin comer, por lo que algunas larvas pueden estar en el primer instar, mientras que otras de la misma masa de huevos han pasado ya a

tercer instar. Las larvas se alimentan de cualquier tipo de raíz viva de tamaño adecuado con la que se encuentren en contacto en la tierra. Las larvas de tercer y cuarto estadío penetran dentro de la raíz creciendo más rápido que las que se quedan comiendo afuera. Las larvas pueden pasar por 8 estadíos hasta completar su desarrollo (Wolcott, 1936). Sin embargo, Godfrey et al., (2001) encontraron que los estadíos larvales del tercero al noveno son los de alimentación más agresiva, en los dos últimos instares (10 y 11) se alimentan poco, porque entran en un periodo pre-pupal.

2.3. Pupa

Cuando la larva está lista para cambiar a pupa forma una celda vertical en el suelo y descansa en ella con la cabeza hacia arriba. Ésta comienza a girar en la celda compactando el suelo de las paredes. Cuando la pupa inicia su formación es de color blanco, pero pocos días antes de que el adulto emerja, los ojos de la pupa comienzan a oscurecerse, las garras comienzan a observarse negras y las alas internas se observan de color gris. La pupación ocurre dentro de dos o tres semanas después de que la celda está formada (Wolcott, 1936).

2.4. Adulto

Al salir de la pupa, el adulto permanece en su celda pupal por aproximadamente 40 días, mucho después de que completa aparentemente su proceso de esclerotización y está apto físicamente para salir a la superficie del

suelo (Wolcott, 1936). Miden aproximadamente de 0.9 a 1.9 cm. de largo; la cabeza y el tórax son negros moteados por encima y con una franja ancha de escamas blancas, gris claro o amarillas en cada costado. Los élitros son negros, cubiertos copiosamente de escamas blancas, amarillas o de color castaño rojizo, excepto los bordes y dos o tres o hasta cuatro líneas en relieve donde las escamas parece que se han desgastado y queda el fondo negro. Es debido a la cubierta de escamas que este insecto aparenta ser blanco, amarillo o de color castaño, las patas y los ojos son negros (Wolcott, 1922).

En Puerto Rico, los árboles maduros de cítricas son rara vez severamente dañados por la alimentación de las vaquitas. Normalmente atacan árboles jóvenes. Estos comen casi exclusivamente follaje joven y tierno, aunque, cuando son excepcionalmente abundantes, pueden atacar hojas más viejas. Los adultos son esencialmente gregarios, suelen verse docenas de vaquitas congregadas en un solo árbol por varias semanas sin atacar árboles cercanos de la misma especie (mientras tienen suficiente follaje tierno para su alimento), luego pasan a otro árbol. Las vaquitas aparentan alimentarse en todo momento del día y la noche, pero muchas están simplemente descansando en la compañía de otros, mientras numerosos pares están en copulando. Aparentemente estos insectos vuelan tanto de día como de noche, pero su vuelo es corto (Wolcott, 1936).

La alimentación se debe mayormente a los requerimientos de la hembra en la producción de huevos, disminuyendo rápidamente cuando ellas cesan de

ovipositar, mientras que la alimentación de los machos es insignificante en comparación. Durante el periodo de oviposición que puede durar de 125 a 160 días (Stansley, 2000) la hembra come su propio peso en un día y pone huevos pesando a veces cuatro ó cinco veces su propio peso (Wolcott, 1936). Una hembra puede poner cerca de 5.000 huevos durante su vida que se extiende de tres a cuatro meses (Knapp et al., 2002). En promedio, los machos son más pequeños que las hembras, pero se pueden encontrar hembras tan pequeñas como algunos machos o machos tan grandes como algunas hembras (Wolcott, 1936).

Los machos duran de 123 a 147 días, en contraste con las hembras cuya longevidad es de 147 a 160 días en promedio (Stansley, 2000). Los sexos se pueden distinguir externamente examinando los laterales del esternito del último segmento abdominal. En la hembra los lados de este segmento son rectos convergiendo con un punto distintivo en la punta, mientras que en el macho los lados son un tanto curvados hacia la punta redondeada de este segmento (Wolcott, 1936). La razón de hembras a machos es de 61.8: 38.2 en dieta artificial (Beavers, 1982).

3. Importancia económica de *D. abbreviatus*

3.1. Hospederos

De acuerdo con Simpson et al. (1996), *D. abbreviatus* es una plaga de cultivos de importancia económica de zonas tropicales y subtropicales de

Estados Unidos e islas del Caribe. Este insecto se hospeda en 270 especies de plantas, donde se encuentran 157 géneros en 59 familias. Algunas de estas plantas que las hembras utilizan para la oviposición son: *Citrus spp*., *Arachis hypogaea* L., *Sorghum bicolor* L., *Zea mays* L., *Eugenia uniflora* L., *Dracaena draco* L., *Ipomoea batatas* (L.) Lam. y *Saccharum officinarum* L. Más de 40 especies de plantas en 20 familias están asociadas con la alimentación de las larvas. Sin embargo, no todas las plantas que hospedan a los adultos sirven de alimento para las larvas.

En Puerto Rico, Martorell (1976) reportó que *D. abbreviatus* se hospeda en 79 especies de plantas en 38 familias, entre las cuales están frutales, hortalizas, ornamentales y gramíneas. Abreu y Pérez (1983) encontraron que *D. abbreviatus* no oviposita en *Ficus elastica* Roxb., *Yucca gloriosa* L., *Dracaena deremensis* Engl., *Codiaeum variegatum* (L.) A. Juss. y *Dracaena surculosa* cv. Kelleri, mientras que si usó otras especies de *Dracaena* para su oviposición.

Adair et al. (1998) realizaron investigaciones sobre preferencia de oviposición en condiciones de laboratorio y de campo. Encontraron que al ofrecerle a hembras de *D. abbreviatus* hojas jóvenes y maduras de cítrica y franjas dobles de varios tipos de papel como sitios potenciales para su oviposición, prefieren depositar sus huevos en hojas de papel encerado (para congelar) a hojas maduras de cítrica. Ninguna masa de huevos se depositó entre las hojas jóvenes. Wolcott (1936) en observaciones hechas a hembras de *D. abbreviatus*

también encontró que las hembras prefieren ovipositar entre tiras de papel que en hojas de cítrica.

En un muestreo preliminar realizado en 1998 en cuatro viveros de plantas ornamentales localizados en el sur de Florida, se demostró que *D. abbreviatus* estaba asociado a la oviposición, daño al follaje, o con la presencia de adultos en varias especies de plantas. Las especies de plantas que presentaron el mayor porcentaje de oviposición fueron *Quercus virginiana* Mill, *Conocarpus erectus* L. y *Bucida buceras* L. Se observó consumo del follaje por adultos en todas las plantas muestreadas de las siguientes especies, *Ilex cassine* L. *Chrysobalanus icaco* L., *Bauhinia* sp., y *Cassia* sp. (Mannion et al., 2003).

3.2. Pérdida económica

En todos los condados de Florida y en otros estados de Estados Unidos ya se estima que *D. abbreviatus* infesta más de 100,000 acres de cítricos, causando pérdidas de más de $70 millones al año en Florida (Peña et al., 2000). En este estado se infestaron 30.000 acres de cítrica en 21 condados y en otros dos condados se infestaron 1,000 acres de cultivos de ornamentales, de raíz y de fruta tropical (Knapp et al., 2002).

3.3. Daño

El daño principal lo ocasionan las larvas que se encuentran en el suelo, allí se alimentan de las raíces del hospedero, consumiendo la corteza de la raíz

pivotal. También pueden hacer túneles, impidiendo la capacidad de la planta de absorber el agua y los alimentos dando como resultado la muerte de la planta. Además, este tipo de lesión proporciona una entrada para las infecciones de la putrefacción de la raíz por hongos tales como *Phytophthora sp*. Los árboles jóvenes pueden morir, por una larva, mientras que varias larvas pueden causar decaimiento serio en plantas adultas (Peña et al., 2000).

En cítricos las larvas se alimentan de las pequeñas raíces, luego de las raíces estructurales y eventualmente pueden llegar hasta el área coronaria del árbol. En estudios de laboratorio, la raíz de los cítricos no mostró ninguna resistencia o tolerancia a la alimentación de la larva (Godfrey et al., 2001).

En algunas instancias, árboles jóvenes con defoliación severa eventualmente mueren. Se presume que la muerte de estos árboles se debe a la presencia adicional de una población alta de larvas atacando las raíces. Este comportamiento alimentario pone de manifiesto la naturaleza del daño doble causado por este insecto en los cultivos de cítricos: los adultos alimentándose de las hojas y las larvas de las raíces (Wolcott, 1936).

En un estudio realizado en Plymouth, FL, sobre la supervivencia de larvas de *D. abbreviatus* en 6 plantas nativas y 65 ornamentales seleccionadas, solo nueve especies de plantas ornamentales y una especie nativa, además de las cítricas y la caña de azúcar, se encontraron apropiadas para el desarrollo de las larvas de *D. abbreviatus*. (Schroeder et al., 1979). Sin embargo, según datos del FDACS/DPI (“Florida Department of Agriculture”, “Division of Plant Industry”), *D.*

abbreviatus puede completar su ciclo de vida en especies del género *Citrus* bajo las condiciones de Florida (Simpson et al., 1996).

Los cítricos crecidos en Florida como el limón rugoso (*Citrus limon* (L.) Burm. f.), la naranja agria (*Citrus aurantium* L.), el *Carrizo citrange* (*C. sinensis* (L.) Obs. X *Poncirus trifoliata* Raf.), el limón rugoso Milam (*Citrus limon* (L.) Burm.f.), y la mandarina Cleopatra (*C. reticulata* Blanco) no son resistentes al daño por larvas de *D. abbreviatus* (Norman et al., 1974).

En un estudio en el que se infestaron 25 cultivares de cítrica de un año de edad, se encontró que 24 cultivares evaluados eran altamente susceptibles al daño de raíz causado por la alimentación del insecto. El cultivar menos susceptible de este estudio fue el híbrido *P. trifoliata* X *C. grandis*, mientras que las raíces de *P. trifoliata* tuvieron un daño intermedio comparado con el resto de los cultivares (Beavers y Hutchison, 1995).

Shapiro y Gottwald (1995) estudiaron el potencial de resistencia (tolerancia o antibiosis) al daño de *D. abbreviatus* en árboles jóvenes de cítricos sembrados en tiestos los cuales se infestaron con larvas neonatas de *D. abbreviatus.* Después de seis semanas, los índices y la comparación estadística de daño indicaron que *C. reticulata*, *C. sinensis* X *P. trifoliata*, *C. macrophylla* (Christm.) y *P. trifoliata* X *C. grandis* mostraron daño significativo por la larva. *C. aurantium* ., *C. grandis* X *P. trifoliata* (2N) (L.) Raf., *C. grandis* X *Poncirus trifoliata* (4N) (L.) Raf. y *Swinglia citrumelo* (*C. paradisi* Maca. X *P. trifoliata*) obtuvieron daño insignificativo (Shapiro y Gottwald, 1995).

La especie de los cítricos *Swinglia citrumelo* mostró el mecanismo de resistencia de antibiosis. Las larvas ganaron significativamente menos peso y los índices de daño fueron significativamente más bajos que en *C. aurantium* y que en *C. grandis* X *P. trifoliata* (4N) (Shapiro y Gottwald, 1995). Lapointe et al. (1999) encontraron resistencia por antibiosis contra larvas de *D. abbreviatus* en los cítricos *Muralla koenigii* (L.) Sprengel y *Glycosmis pentaphylla* (Retzius) Correa al compararlos con *Swingle citrumelo* y otros cítricos comerciales.

3.4. Manejo del insecto

Los insecticidas clorados tales como el aldrin y clordane se utilizaron como el método primario de control del *D. abbreviatus* en Puerto Rico durante los años sesenta (Weissling et al., 1998). Estos compuestos se aplicaban al suelo antes de que los huevos eclosionaran como una barrera química para las larvas recién nacidas mientras éstas entran al suelo. Estos materiales persistentes ya no están disponibles para el uso. Sin embargo, tres insecticidas (imidacloprid, bifenthrin y diflubenzuron) han demostrado resultados prometedores en el control residual de larvas neonatas de *D. abbreviatus* en cítricos cultivados en tiestos (Weissling et al., 1998).

Otros métodos probados incluyen el uso de aceites hortícolas que separan las hojas pegadas por las hembras para proteger los huevos. Cuando las hojas se separan los huevos se desecan, o están más sujetos a la depredación y el

parasitismo. Los aceites también previenen que las hembras peguen sus huevos a las hojas (Weissling et al., 1998).

Los huevos de *D. abbreviatus* sirven de alimento para numerosos depredadores incluyendo varias especies de hormigas, ácaros y arañas. También hay cuatro especies de parasitoides del orden Hymenoptera encontradas en las localidades de Adjuntas e Isabela que son parasitoides de huevos, tres de la familia Eulophidae (*Tetrastichus haitiensis* (Gahan), *Aprostocetus gala* (Walker) y *Horismenus bennetti* (Schauff)), el otro de la familia Trichogrammatidae (*Brachyufens osborni* (Dozier)) (Vargas-Cruzado, 2003). Armstrong (1987) encontró que en Puerto Rico en la región de Isabela hay un porcentaje de parasitismo de huevos de *D. abbreviatus* por *T. haitiensis* más alto que en la región de Arecibo.

En el estado de la Florida (USA) se introdujeron tres parasitoides *T. haitiensis* (=*Quadrastichus haitiensis*), *Ceratogramma etiennei* Delvare *y Aprostocetus vaquitarum* (Wolcott), provenientes de Puerto Rico y otras Islas del Caribe. Estas especies han parasitado de un 35 a un 100 por ciento de los huevos de *D. abbreviatus* desde su introducción a la Florida (Peña et al., 2000).

Castro (1986) encontró siete especies de hormigas depredadoras que se alimentan de larvas de *D. abbreviatus* en la localidad de Isabela y Richman et al. (1986) encontraron dos especies de hormigas alimentándose de larvas neonatas en Adjuntas, Isabela y Florida. Similarmente, Whitcomb et al. (1982) encontraron tijerillas (Dermaptera) y arañas atacando larvas recién nacidas

antes de que puedan escapar hacia dentro del suelo, en el estudio en un cultivo de cítricas en Florida.

Los nemátodos entomopatógenos *Steinernema feltiae* (Filipjev), *S. glaseri* (Steiner) y *S. bibionis* (Bovien) aplicados en caña de azúcar, en pruebas de laboratorio e invernadero, ofrecieron buenos resultados ya que todas las densidades de nemátodos que se usaron contra las larvas de *D. abbreviatus* causaron de un 70 a 80% de mortalidad (Figueroa y Román, 1990 a y b). También *Neoplectana carpocasae* Wiser en pruebas de invernadero produjo un buen control de las larvas de *D. abbreviatus* (Román y Figueroa, 1985).

Otros métodos para el manejo de este insecto que se evalúan por investigadores de la Universidad de la Florida incluyen: 1) uso de un fungicida para controlar la infección de *Phytophthora* en las raíces (hongo que invade la raíz de la planta a través de heridas causadas por la larva de *D. abbreviatus*); 2) uso de insecticidas foliares de corta residualidad para suprimir poblaciones de adultos; y 3) uso de insecticidas al suelo (bifenthrin) para el control de las larvas recién nacidas (Weissling et al., 1998).

Knapp et al. (2002) recomiendan prácticas de tipo cultural en las etapas de producción, cosecha y plantas de proceso. Estas prácticas son:

a. Producción: 1) eliminar restos de suelo y hojas antes de que el equipo entre y/o salga de los cultivos y 2) limitar el acceso a sectores de infestación conocida.

b. Cosecha: 1) eliminar restos de suelo y hojas antes de que el equipo entre y salga de los cultivos; 2) limpiar todos los sacos de recolección y artículos de trabajo; 3) evitar cargar la basura de hojas en los carros de recolección de cosecha; y 4) procesar las frutas en el área de recolección si el área está infestada.

c. Plantas de proceso: 1) remover todos los escombros de hojas de equipo que viene de áreas que se conocen como infestadas; 2) limpiar carros de cosecha para eliminar hojas sueltas; y 3) compostar las hojas sueltas en un área determinada para evitar la diseminación de la plaga.

4. Características generales del cultivo del melocotón

4.1. Importancia económica y distribución geográfica del melocotón

El cultivo del melocotón *Prunus persica* (L.) Batsch es originario de China, fueron llevados probablemente a Persia a través de las rutas comerciales por las montañas, llegando a ser conocidos allí como fruta pérsica, de ahí el nombre *persica.* Pertenece a la familia Rosaceae y al género *Prunus* (InfoAgro, 1991).

Es uno de los frutales más tecnificado y más difundido en todo el mundo. El incremento de la producción en los últimos años se debe fundamentalmente a la renovación de las plantaciones, incremento de la superficie en regadío y mejora de las técnicas de cultivo (Peter, 1992). Los principales productores en el mundo aparecen en el cuadro 2 (F.A.O., 2001). China es el principal productor de melocotón, seguido por Italia y Estados Unidos.

Las tendencias en la plantación del melocotonero se orientan al cultivo de variedades de maduración extra temprana en las zonas cálidas y al de variedades tardías de pulpa dura en las zonas menos cálidas (InfoAgro, 1991). Las preferencias de los consumidores por el color de la pulpa y el uso del fruto (mercado en fresco, enlatado, congelación o secado) contribuyen a la diversidad y al gran número de cultivares en producción en todo el mundo (InfoAgro, 1991).

Cuadro 2. Cuadro de la producción de melocotones y nectarinas por toneladas métricas a nivel mundial (F.A.O., 2001).

Países	**Producción melocotones y nectarinas año 2001 (toneladas)**
China	4.126.000
Italia	1.680.022
Estados Unidos	1.355.050
España	1.030.800
Grecia	914.100
Francia	451.800
Chile	311.000
Rep. Islámica de Irán	270.000
Egipto	249.232
Sudáfrica	218.031
Brazil	183.000
República de Corea	175.000
Japón	174.600
México	128.000
India	120.000
Rep. Pop. Dem. Corea	110.000
Australia	90.000
Portugal	75.000
Túnez	73.000
Hungría	68.000
Argelia	60.000
Pakistán	53.000
Israel	49.760
Marruecos	46.130
Bulgaria	45.000
Ucrania	42.000

4.2. Principales artrópodos plagas del cultivo del melocotón

Varias especies de artrópodos atacan al melocotón como: queresas (escamas), moscas fruteras, alevillas (polillas), áfidos y ácaros. Entre las especies más comunes se encuentran:

A. Insectos

1. La queresa blanca del melocotón, *Pseudaulacaspis pentagona* Targioni-Tozzetti (Homoptera: Diaspididae). Esta escama se reproduce muy rápido y se recubre de una capa cerosa color blanco, lo que da la apariencia de nieve, si se les deja pueden llegar a secar las ramas afectadas (Peter, 1992). Esta es una de las dos especies reportadas por Martorell (1976) en Puerto Rico.
2. La escama de San José, *Quadraspidiotus perniciosus* Comst. (Homoptera: Coccidae). Su presencia se reconoce por los escudetes de color gris y por las manchas rojas que se forman alrededor de sus picaduras producidas en el fruto o en la madera. Los daños se producen por la inyección de una saliva tóxica en los tejidos y por la sustracción de savia producida por las picaduras. En caso de fuertes ataques, las plantas se debilitan rápidamente y se secan (Peter, 1992).
3. Queresa pustulosa de la adelfa y/o del alelí, *Asterolecanium pustulans* Cockerell (Homoptera: Asterolecaniidae). Estas escamas habitan plantas arbustivas de diferentes especies y en ocasiones forman

agallas. Son en general insectos pequeños de forma oval, alargados, más bien cubiertos por secreciones o hundidos en una masa cerosa. Carecen de ojos y patas (las patas pueden ser vestigiales), las antenas son cortas, la mayoría de estos insectos son especies con abundantes individuos que llegan a cubrir el tallo de las plantas atacadas. Esta es otra de las dos especies reportada por Martorell (1976) en Puerto Rico.

4. La mosca mediterránea de la fruta, *Ceratitis capitata* Wied (Diptera: Tephritidae). Esta es la principal plaga del fruto en España. Las larvas taladran la pulpa y facilitan la entrada de patógenos ocasionando la caída prematura del fruto (Peter, 1992).
5. La mosca frutera, *Anastrepha sp*. (Diptera: Tephritidae). Es la principal mosca dañina del melocotón en Costa Rica. Es de tamaño similar al de la mosca casera, pero de color amarrillo con manchas color café en las alas y ojos azules. El daño es causado por las larvas ya que se desarrollan y alimentan de los frutos maduros, los cuales se caen del árbol (Peter, 1992). Al menos dos especies, *Anastrepha oblicua* (Macquart) y *A. suspensa* (Loew) están reportadas en Puerto Rico, aunque no en el melocotón (Martorell, 1976).
6. El barrenador de los tallos del melocotón, *Anarsia lineatella* Zeller. (Lepidoptera: Gelechidae). Es una alevilla de 12-15 mm. de longitud, con las alas anteriores de color gris, estriadas longitudinalmente y las

posteriores grises. En su madurez la larva se alimenta de las yemas, brotes y frutos (Peter, 1992).

7. Polilla oriental del melocotonero, *Grapholita* o *Cydia molesta* Busck. (Lepidoptera: Tortricidae). El insecto adulto es una pequeña alevilla cuya larva tiene una longitud de 10 mm. y es de color rosa amarillento, produce lesiones en las yemas y en los frutos. En las yemas, provoca un oscurecimiento en la parte apical al que sigue una desecación con exudado gomoso. Los frutos atacados precozmente pueden desprenderse, mientras que en los de mayor madurez, las larvas del insecto forman numerosas galerías en la pulpa (Peter, 1992).
8. Pulgón negro del melocotonero, *Brachycaudus persicae* Pass. (Homoptera: Aphididae). Causa lesiones en las yemas, brotes, flores, hojas y frutos. Es una especie que se desarrolla sobre un solo huésped y solamente en la parte aérea del árbol (InfoAgro, 1991).
9. Pulgón harinoso del melocotonero, *Hyalopterus pruni* Geooff. (Homoptera: Aphididae). Su ciclo se desarrolla en dos fases: una sobre frutales (melocotonero, albaricoquero, almendro) y otra en la caña india (*Arundo donax* L.). En algunos casos, permanece solo sobre un huésped principal (melocotonero) y no emigra hacia plantas herbáceas. Ataca árboles en pleno vigor, teniendo preferencia por los climas templados y cálidos. Los síntomas se manifiestan por la melaza brillante

que cubre la cara superior de la hoja. Los daños también afectan a la formación de las flores y yemas de los años sucesivos (Peter, 1992).

10. Pulgón verde del melocotonero, *Myzus persicae* Sulz. (Homoptera: Aphididae). Al inicio de la primavera, causa los primeros daños sobre las hojas que se arrugan. En regiones templadas, después de pasar parte de su ciclo sobre plantas herbáceas, vuelven al melocotonero en septiembre por la reproducción sexual y la deposición de huevos (etapa de invernación). Además de provocar daños en las hojas, brotes y ramas tiernas, es transmisor de enfermedades virales (InfoAgro, 1991).
11. Pulgón cigarrero del melocotonero, *Myzus varians* Davids. (Homoptera: Aphididae). Tiene como huésped primario al melocotonero y como secundario a *Clematis vitalba* (Ranunculaceae), planta arbustiva muy frecuente en setos y bordes de caminos. Realizan picaduras en las hojas, haciendo que éstas se enrollen tomando un aspecto similar al de un cigarrillo. A finales de la primavera, las formas aladas abandonan el melocotonero y se dirigen al huésped secundario; pero en el árbol de melocotón permanecen las formas ápteras durante todo el verano (InfoAgro, 1991).

B. Arañitas rojas (Acari: Tetranychiidae) (InfoAgro, 1991).

1. *Eutetranychus banksi* McGregor**,** *Oligonychus yothersi* McGregor, *Tetranychus neocaledonicus* Andre. En la época seca, estas especies

de ácaros provocan en las hojas una gama de decoloraciones amarillo pardosas.

2. *Panonychus ulmi* Koch. Este ácaro pasa el invierno (zonas templadas) en estado de huevo (de color rojo) y los primeros daños causados por las ninfas y por los adultos empiezan a manifestarse en los primeros días de abril. Las picaduras en las hojas producen manchas de color bronce y dan consistencia coriácea a los tejidos vegetales. Al romper las células del tejido foliar se pierden los cloroplastos y otros organelos necesarios en el metabolismo celular. Si las poblaciones son altas se reduce la capacidad fotosintética, y por tanto el rendimiento.

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se desarrolló en el Laboratorio de Control Biológico del Departamento de Protección de Cultivos en Mayagüez, en el invernadero de la Finca Alzamora y la Estación Experimental de Adjuntas de la Universidad de Puerto Rico, Recinto de Mayagüez. Se realizaron pruebas forzadas y de selección para consumo foliar y preferencia de oviposición para adultos de *D. abbreviatus*, también se evaluó el daño a la raíz de patrones por las larvas.

En todas las pruebas de consumo foliar y de preferencia de oviposición se evaluaron dos variedades de melocotón (tratamiento), Florida Prince y Tropical Beauty, y un testigo, china Valencia. Para las pruebas de daño de raíz se utilizaron patrones de melocotón Florida Guard y el patrón de cítrica de mandarina Cleopatra. Los adultos de *D. abbreviatus* para las pruebas de consumo foliar y oviposición se colectaron de la Estación Experimental de Adjuntas y en Aguada. Para la evaluación del daño de raíz se utilizaron las larvas neonatas (± seis horas de nacidas).

1. Prueba forzada de consumo

Se colocó un disco (12.5 mm. de diámetro) de hoja tierna por cada placa Petri (100 mm. x 25 mm.) con un papel de filtro humedecido con agua destilada, esto para evitar la deshidratación del disco foliar. En cada placa se colocó un adulto de *D. abbreviatus* colectados de árboles de cítrica (Figura 1). Este

Figura 1. *D. abbreviatus* en prueba forzada de alimento en placa Petri.

ensayo consistió de dos tratamientos y el testigo y cada tratamiento tenía 20 repeticiones. La evaluación se hizo a las 24 horas de haber iniciado la prueba.

Se evaluó el porcentaje de consumo de acuerdo a una apreciación visual utilizando la siguiente escala: 1 = 0 %, 2 = 1-10%, 3 = 11-20 %, 4 = 21-30 %, 5 = 31-40 %, 6 = 41-50 %, 7 = 61-70 %, 8 = 71-80 %, 9 = 81-90 %, 10 = 91-100 %. Se realizó otra prueba forzada de consumo con las mismas condiciones anteriores pero con insectos colectados de árboles de mango.

Esta prueba se sometió a un análisis no paramétrico utilizando la prueba de Wilcoxon en SAS (versión 8e) y se realizó el procedimiento de análisis de varianza (GLM) sobre los datos transformados a rango y las medias se separaron por la Prueba de Diferencia Mínima Significativa (PDMS) a $\alpha = 0.05$.

2. Prueba de selección de alimento

Se colocaron, en cada placa Petri (100 mm. x 25 mm.), dos discos (12.5 mm. de diámetro) de hoja tierna, uno de cada tratamiento y el otro del testigo. La prueba se repitió 20 veces. A cada placa se le colocó papel filtro humedecido debajo de los discos de hoja y un adulto de *D. abbrviatus* (Figura 2). La evaluación se realizó a las 24 horas de acuerdo a la escala anterior.

En esta prueba de selección se utilizó la prueba de Wilcoxon pareadas en INFOSTAT.

Figura 2. *D. abbreviatus* en prueba de selección de alimento en placa Petri.

3. Prueba forzada de oviposición

Se colocó en una jaula plástica (30 cm^3, tela con malla de 25 x 17, con soportes de polipropileno) una rama con varias hojas maduras, se introdujo una pareja de adultos para copular (Figura 3) y a la hembra se le permitió ovipositar. Esta rama (30 cm. de largo) se colocó en un envase de vidrio con agua para evitar la deshidratación de la rama (Figura 4). Cada tratamiento tuvo 10 repeticiones.

También se repitió esta prueba, pero en placas Petri (100 mm. x 25 mm.), y en cada una de éstas se colocaron dos tiras de 1.5 cm. x 5 cm. de largo de hojas maduras de la misma planta sobre un papel filtro humedecido (Figura 5). Las evaluaciones se realizaron 48 horas después de comenzada la prueba y se evaluó el número de masas de huevos por tratamiento de acuerdo a la siguiente escala: 1 = 0, 2 = 1 masa de huevos, 3 = 2 masas de huevos y 4 = 3 masas de huevos.

Se realizó otra prueba forzada de oviposición con las mismas condiciones anteriores, pero directamente en los árboles de melocotón y china Valencia en la Estación Experimental de Adjuntas. En cada árbol se colocó una malla de tela encerrando 30 cm. de una rama y dentro se colocó una pareja de *D. abbreviatus* (Figura 6). Por cada tratamiento se hicieron 10 repeticiones.

Esta prueba también se sometió a un análisis no paramétrico utilizando la prueba de Wilcoxon en SAS (versión 8e) y se realizó el procedimiento de análisis de varianza (GLM) sobre los datos transformados a rangos y

Figura 3. Apareamiento de *D. abbreviatus* en una rama de melocotón.

Figura 4. Pareja de *D. abbreviatus* en jaula en prueba forzada de oviposición en melocotón.

Figura 5. Hembra de *D. abbreviatus* en prueba forzada de oviposición en placa Petri.

Figura 6. Prueba forzada de oviposición en árbol de cítrica.

las medias se separaron por la Prueba de Diferencia Mínima Significativa (PDMS) a α = 0.05.

4. Prueba de selección de oviposición

Al igual que la prueba anterior, se utilizaron jaulas plásticas y en cada una de éstas se colocaron dos ramas (cada una de 30 cm. de largo), una del tratamiento y la otra del testigo. Cada rama se colocó en un envase de vidrio con agua, y se introdujo una pareja de adultos (Figura 7). Se realizaron 15 repeticiones por tratamiento.

También se repitió esta misma prueba en placas Petri y se le colocó en cada una papel filtro humedecido con cuatro tiras de 1.5 cm. x 5 cm. de largo de hojas maduras, dos del tratamiento y dos del testigo (Figura 8). Las evaluaciones se hicieron a las 48 horas de acuerdo a la escala anterior.

En esta prueba se analizó mediante la prueba de Wilcoxon pareadas en INFOSTAT.

5. Prueba de daño en raíz

En un diseño completamente aleatorizado en factorial 2 x 3 con 5 repeticiones, se utilizaron patrones de melocotón Florida Guard y patrones de mandarina Cleopatra sembrados en turba en recipientes de 18.9 Lt. de capacidad. Se colocaron 20 larvas neonatas por patrón en la superficie del

Figura 7. Prueba de selección de oviposición en jaulas.

Figura 8. Hembra de *D. abbreviatus* en prueba de selección de oviposición en placa Petri.

medio de cultivo, abriendo un pequeño surco alrededor del tronco del árbol y tapando las larvas.

Los huevos de donde se sacaron las larvas para infestar los árboles se colectaron previamente de las hembras pareadas (Figura 9) contenidas en jaulas plásticas con ramas de cítricas (30 cm^3, tela con malla de 25 x 17, con soportes de polipropileno) que se colocaron a ovipositar en papel de cera. Las raíces se evaluaron a los 30, 60 y 90 días después de la infestación, con el fin de observar el daño de los árboles a medida que las larvas se desarrollaban. Se evaluó el porcentaje de daño de acuerdo a la escala anterior (prueba forzada de consumo) y el porcentaje de larvas recuperadas.

Se realizó otra prueba de daño a la raíz variando el sustrato (40% arena + 40% turba + 20% composta vegetal en tamaño de tiesto igual a la prueba anterior), el diseño fue completamente aleatorizado en factorial 2 x 5 con cuatro repeticiones. A patrones de melocotón Florida Guard y mandarina Cleopatra, se les colocó 0, 10, 20, 40 y 80 larvas neonatas (Figura 10). La evaluación de todos los árboles se hizo a los 60 días después de la infestación. Se evaluó el porcentaje de daño de acuerdo a la escala anterior, el porcentaje de larvas recuperadas y el tamaño de las larvas, que se midió en centímetros, tomando la longitud desde el extremo de la cápsula cefálica hasta el extremo posterior del abdomen.

El banco donde se colocaron los patrones de ambas pruebas (Figura 11) se aisló contra la entrada de hormigas aplicando un pegante (“Insect Trap”

Tanglefoot®) en todas las patas del banco. Se aplicó fertilizante de lenta liberación triple 14 solo una vez a todos los patrones de ambos cultivos en ambas pruebas. El sistema de riego que se utilizó fue aéreo por aspersión.

Los datos se analizaron por medio de un factorial de dos factores en un diseño completamente aleatorizado y las medias se separaron por la Prueba de Diferencia Mínima Significativa (PDMS) a $\alpha = 0.05$ en SAS. Los datos de daño se transformaron a rango previo al análisis.

Figura 9. Apareamiento de *D. abbreviatus* en cítrica.

Figura 10. Larvas neonatas de *D. abbreviatus* saliendo de los huevos.

Figura 11. Banco con patrones Florida Guard y mandarina Cleopatra en invernadero de la Finca Alzamora.

V. RESULTADOS

1. Prueba forzada de consumo

Se observó que en la prueba forzada el insecto consumió el tejido foliar de las dos variedades de melocotón (Figura 12) con un rango de daño de 20.3 para la variedad Florida Prince y 22.0 para Tropical Beauty, pero el consumo fue significativamente más alto ($F = 95.8$, $P \leq 0.0001$) para la china Valencia (Figura 13) con un rango de 49.2 (Figura 14).

2. Prueba de selección de alimento

Se observó que al colocarle dos alternativas para alimentarse, el insecto prefiere consumir china Valencia, comparado con Florida Prince (Figura 15). *D. abbreviatus* consumió significativamente más tejido foliar de china Valencia que de melocotón Florida Prince (difer. = -4.7, $P \leq 0.0001$) (Figura 16a). Al igual que en la prueba anterior, la diferencia entre el consumo de Tropical Beauty y china Valencia fue significativo (difer. = -4.8, $P \leq 0.0001$), siendo el mayor consumo en la china Valencia (Figura 16b).

Al realizar la prueba de selección con vaquitas colectadas de árboles de mango se encontró que el insecto prefirió consumir el disco de hoja de la china Valencia a los del melocotón Florida Prince (difer. = -6, $P = 0.0140$) (Figura 16c).

Figura 12. Adulto de *D. abbreviatus* alimentándose de disco de hoja de melocotón.

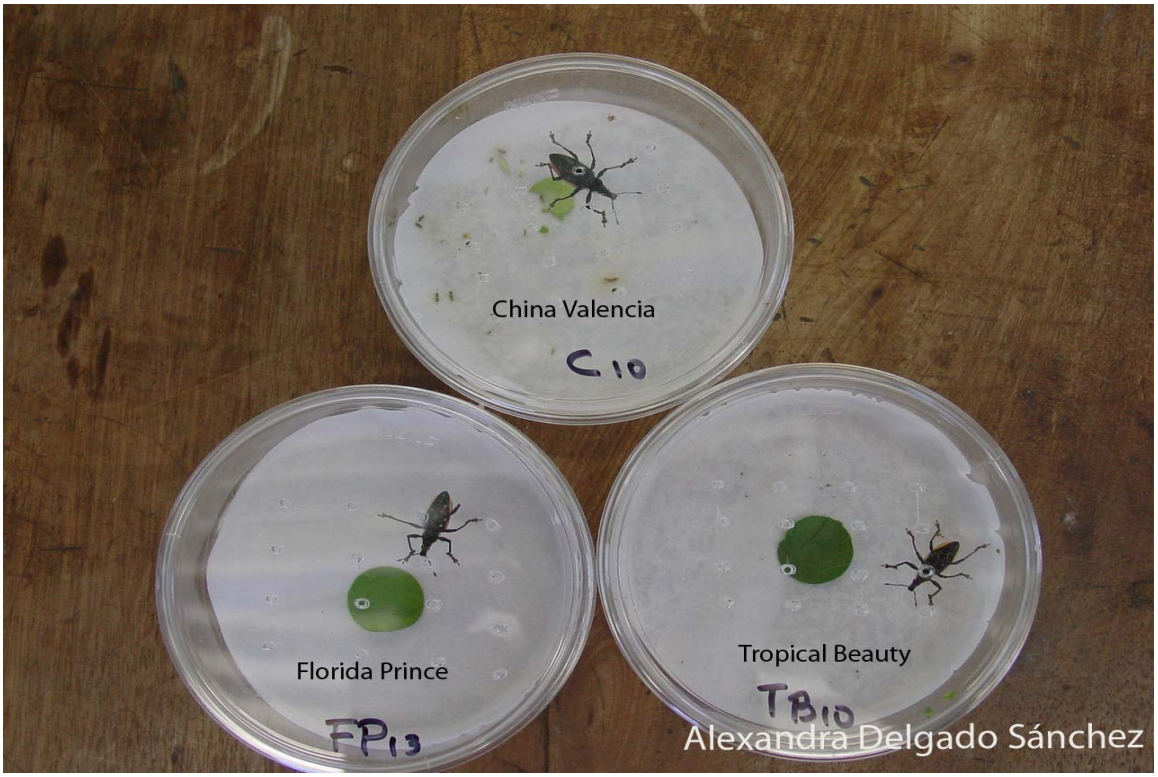


Figura 13. Prueba forzada de consumo de disco de hoja por *D. abbreviatus*.

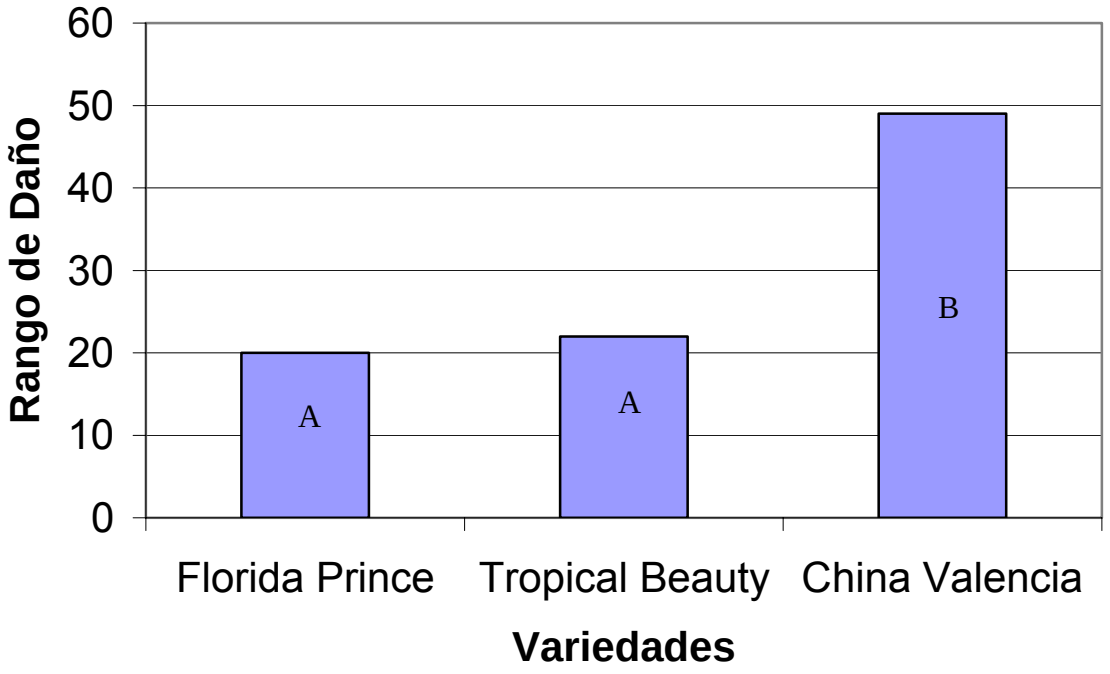


Figura 14. Consumo foliar en prueba forzada con *D. abbreviatus*. Letras distintas en cada barra indican diferencias significativas P ≤ 0.05, PDMS. El rango son valores transformados a partir de una escala 1-10.

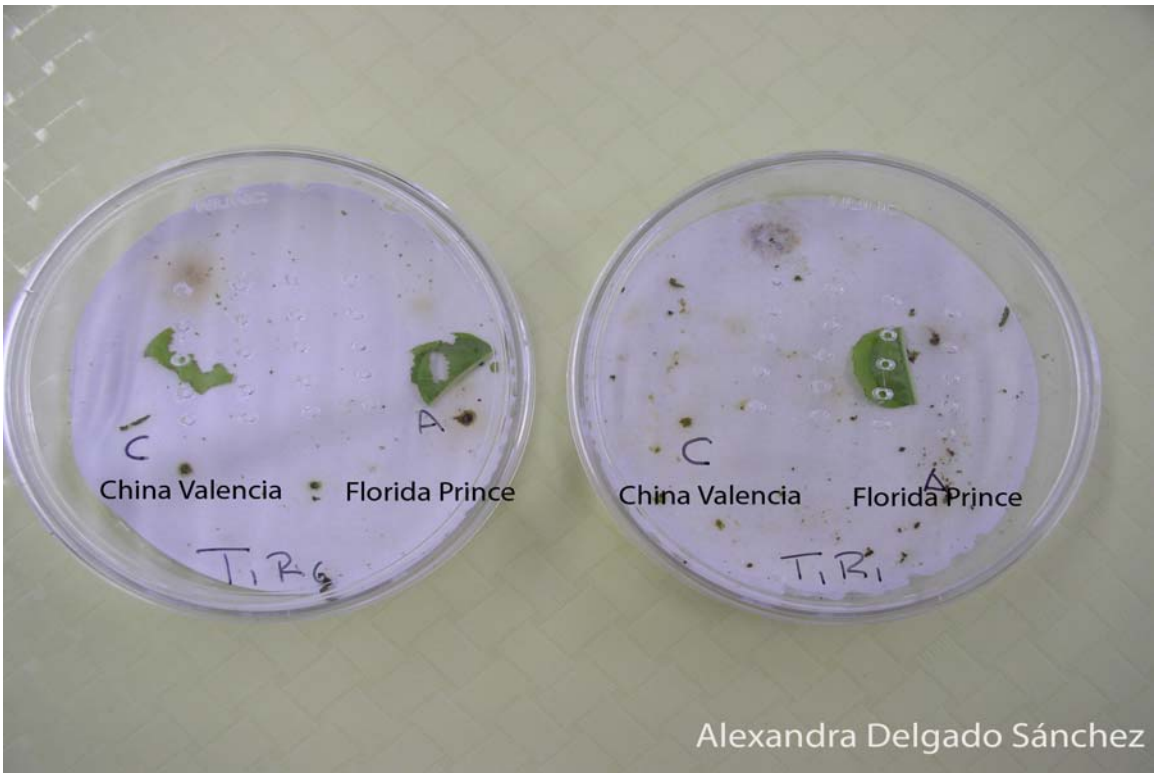
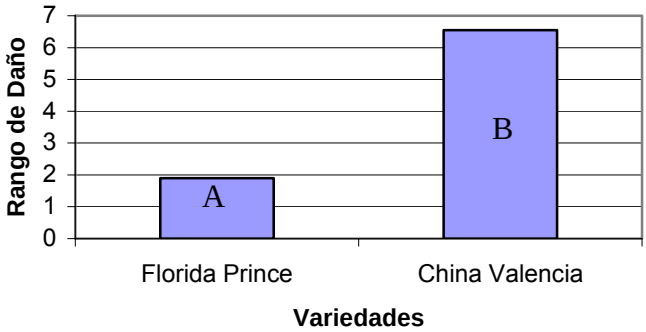
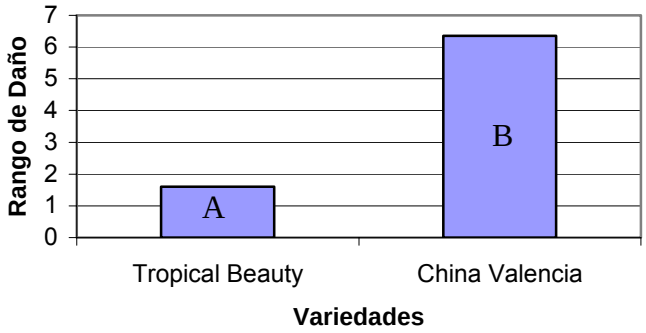


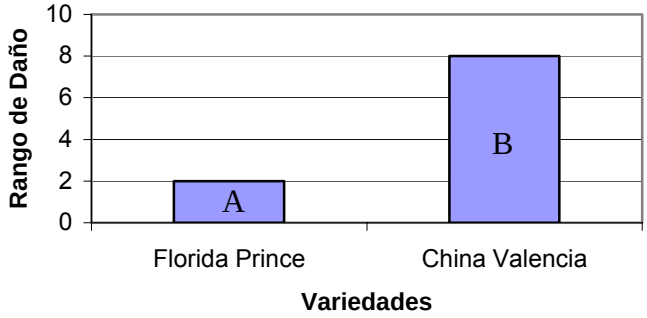
Figura 15. Prueba de selección de consumo foliar entre Florida Prince y china Valencia por *D. abbreviatus*.



a



b



c

Figura 16 a-c. (a) Consumo foliar en prueba de preferencia de *D. abbreviatus* colectados en cítricas en Adjuntas, (F. Prince versus china); (b) Consumo foliar en prueba de preferencia de *D. abbreviatus* colectados en cítricas en Adjuntas, (T. Beauty versus china); (c) Consumo foliar en prueba de preferencia de *D. abbreviatus* colectados de árboles de mango en Aguada. Letras distintas en cada barra indican diferencias significativas $P \leq 0.05$ El rango son valores transformados a partir de una escala 1-10.

3. Prueba forzada de oviposición

3.1. Jaulas

La figura 17 muestra una masa de huevos puesta en hojas de una rama de melocotón por *D. abbreviatus*. En la prueba forzada de oviposición se observó que *D. abbreviatus* ovipositó en los tres tratamientos, pero los cultivares de melocotón obtuvieron un rango de oviposición más bajo (Florida Prince 26.9 y Tropical Beauty 24.4), observándose que no hay ninguna diferencia significativa entre éstos. Al comparar el rango de oviposición de los cultivares de melocotón con el del cultivar de la china Valencia, este último fue significativamente más alto (F = 10.86, P = 0.001), con un rango de oviposición de 40.3 (Figura 18a)

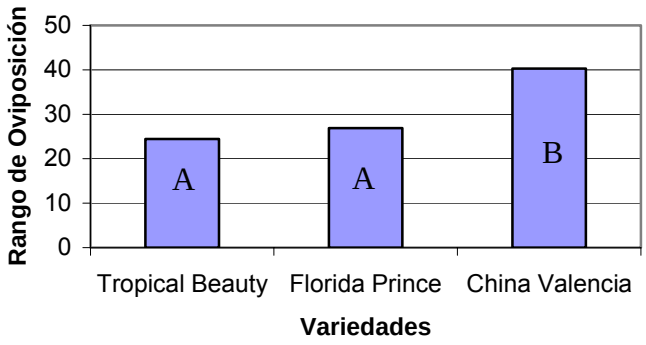
3.2. Placas Petri

La figura 19 muestra una masa de huevos de *D. abbreviatus* depositada en tiras de hojas del cultivar de melocotón Florida Prince. En esta prueba no se observó diferencia significativa (F = 0.55, P = 0.578) en los rangos de oviposición entre los cultivares de melocotón (Florida Prince 29.8 y Tropical Beauty, 28.3) y la china Valencia (33.4) (Figura 18b).

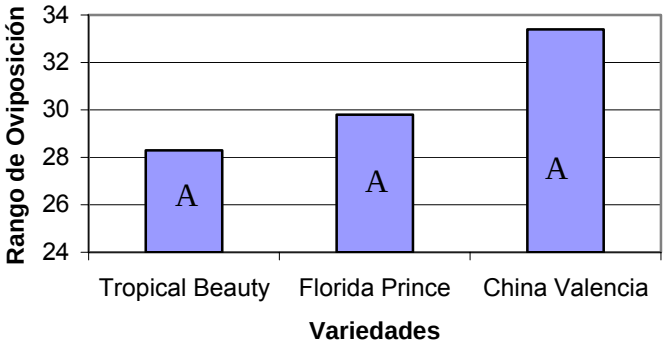
3.3. Campo

La figura 20 muestra una masa de huevos de *D. abbreviatus* depositada en hojas de china Valencia en rama aislada en jaula de malla de tela. Al igual que

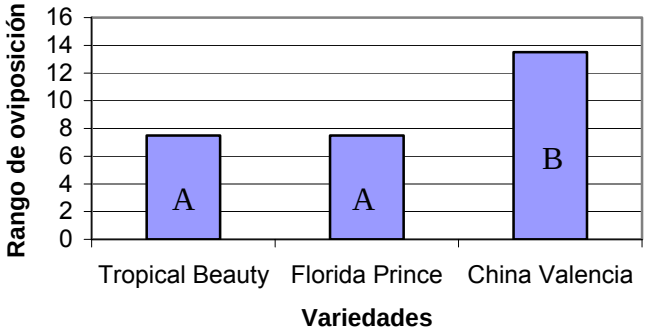
Figura 17. Masa de huevos de *D. abbreviatus* en hoja de rama melocotón en jaulas plásticas.



a



b



c

Figura 18 a-c. (a) Oviposición en prueba forzada de *D. abbreviatus* en jaulas; (b) Oviposición en prueba forzada de *D. abbreviatus* en placas Petri; (c) Oviposición en prueba forzada de *D. abbreviatus* en el campo. Letras distintas en cada barra indican diferencias significativas $P \leq 0.05$, PDMS. El rango son valores transformados a partir de una escala 1- 4; 7.5 es igual a cero oviposición.

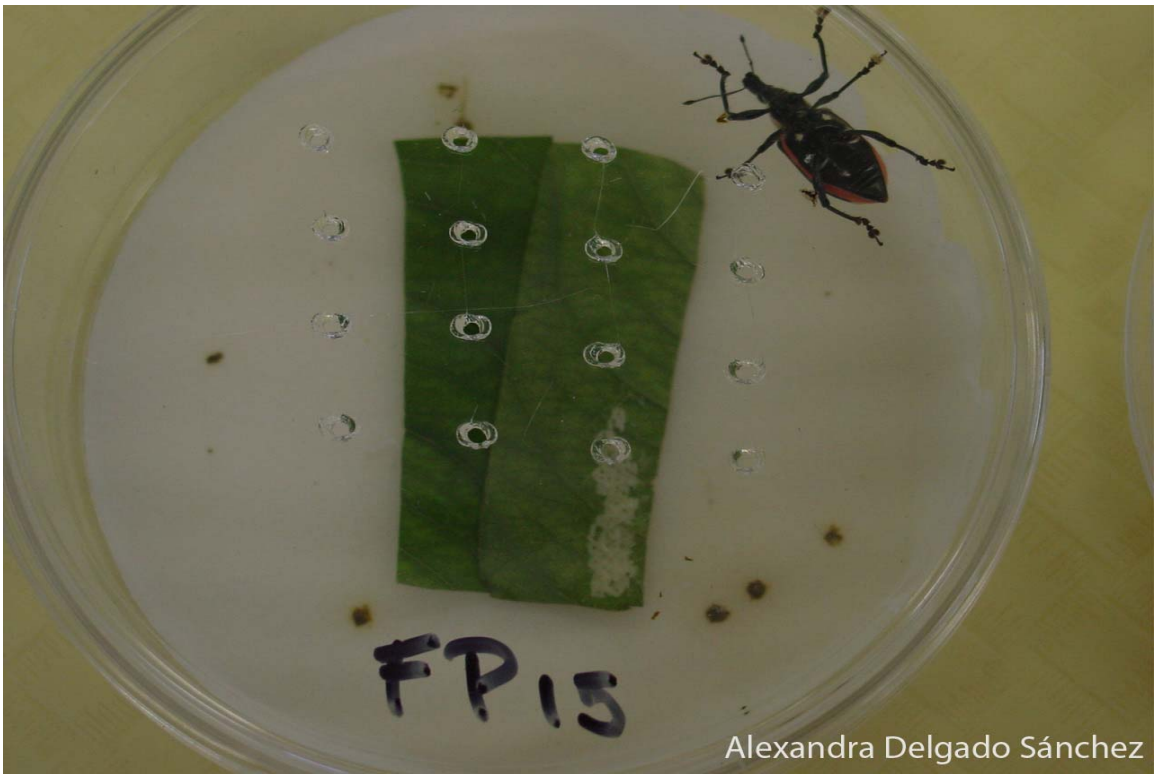


Figura 19. Masa de huevos de *D. abbreviatus* en tiras de hojas del cultivar de melocotón Florida Prince en prueba forzada en placa Petri.

Figura 20. Masa de huevos de *D. abbreviatus* en rama de china Valencia en jaulas de malla en prueba forzada de oviposición en el campo.

en la prueba forzada ejecutada en jaulas, en el campo también hubo diferencia significativa (F = 10, P = 0.0017) entre los rangos de oviposición, ya que en los cultivares de melocotón no hubo oviposición y en la china Valencia si hubo (Figura 18c y 20).

4. Prueba de selección de oviposición

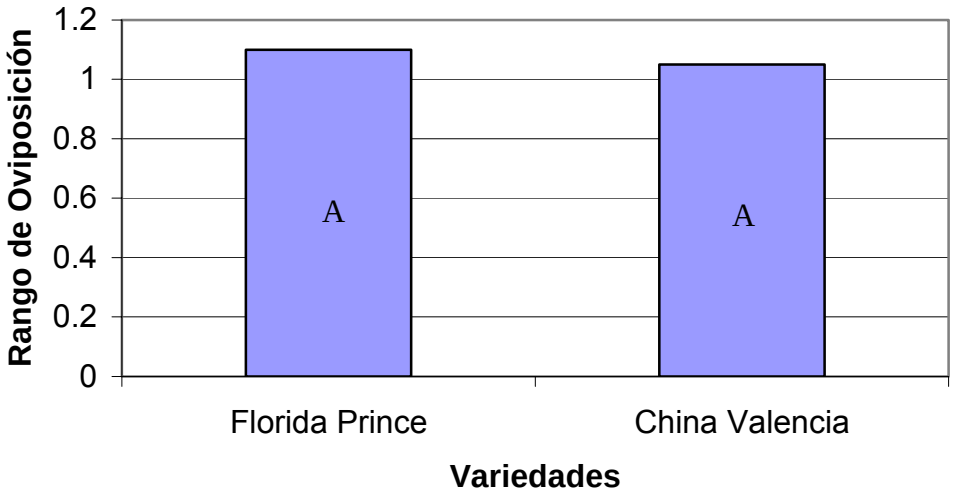
4.1. Jaulas

En esta prueba en que el insecto tiene dos opciones de cultivos para escoger, se encontró posturas en las ramas de ambas plantas, sin tener diferencia significativa alguna (difer. = 0.05, P = 0.999) entre el cultivar de melocotón Florida Prince y la china Valencia (Figura 21a).

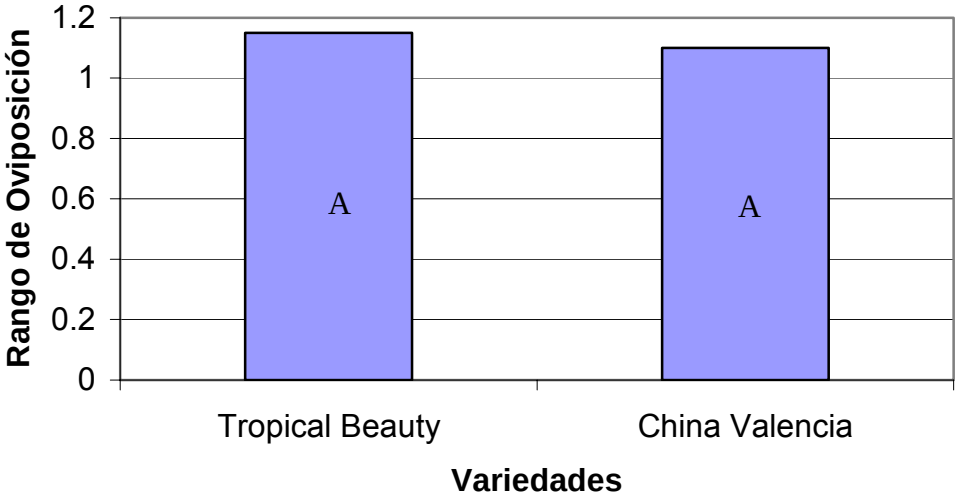
Al realizar la misma prueba pero con el cultivar de melocotón Tropical Beauty y la china Valencia, se observó que el insecto ovipositó en ambas ramas, sin obtenerse diferencia significativa (difer. = 0.05, P = 0.999) en ambas opciones (Figura 21b).

4.2. Placas Petri

Al realizar la prueba de selección en placas Petri entre el cultivar de melocotón Florida Prince y la china Valencia no hubo diferencia significativa (difer. = -0.05, P = 0.772) en el rango de oviposición (Figura 22a). Sin embargo la vaquita de la caña de azúcar prefirió (dfer = 0.40, P = 0.042) ovipositar en el cultivar Tropical Beauty a la china Valencia (Figura 22b).

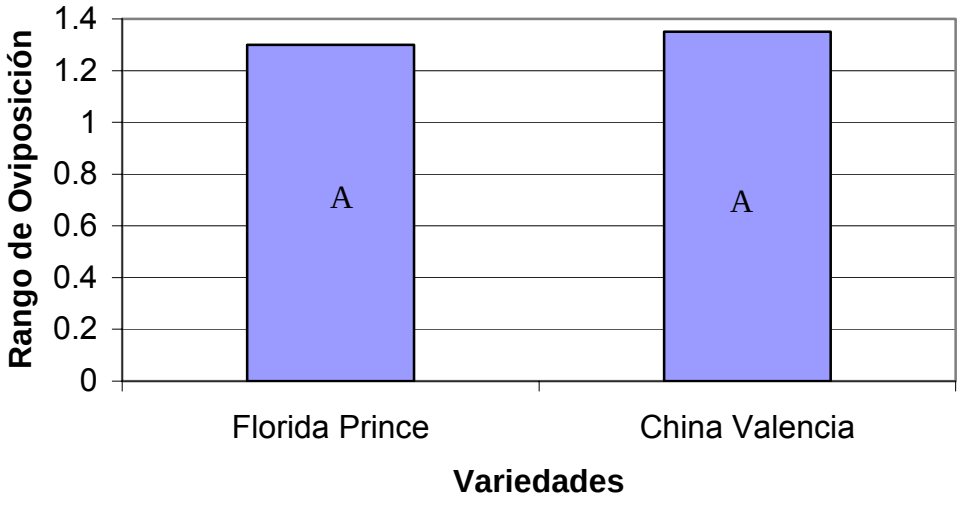


a

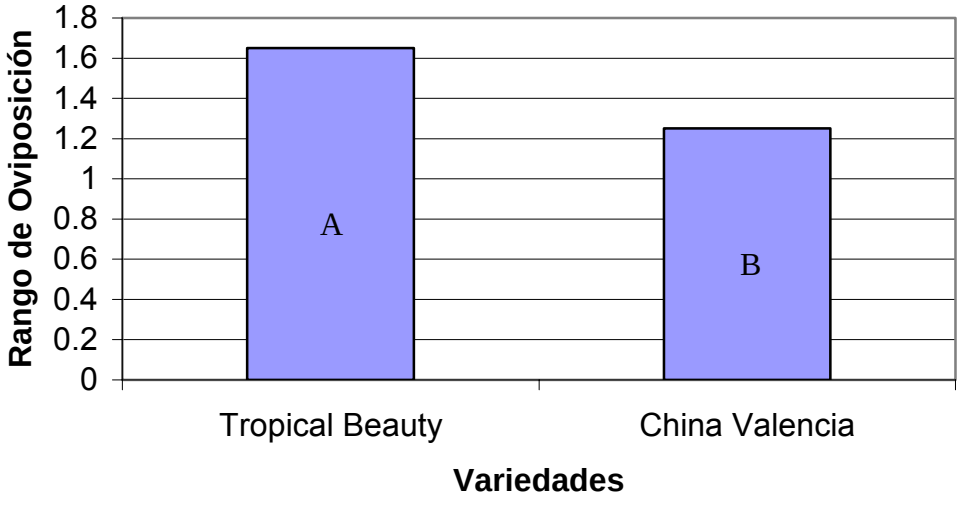


b

Figura 21 a-b. (a) Oviposición en prueba de preferencia de *D. abbreviatus* en jaulas (F. Prince versus china); (b) Oviposición en prueba de preferencia de *D. abbreviatus* en jaulas (T. Beauty versus china). Letras distintas en cada barra indican diferencias significativas P ≤ 0.05. El rango son valores transformados a partir de una escala 1- 4.



a



b

Figura 22 a-b. (a) Oviposición en prueba de preferencia de *D. abbreviatus* en placas Petri (F. Prince versus china); (b) Oviposición en prueba de preferencia de *D. abbreviatus* en placas Petri (T. Beauty versus china). Letras distintas en cada barra indican diferencias significativas $P \leq 0.05$. El rango son valores transformados a partir de una escala 1-4.

5. Prueba de daño en raíz

5.1. Prueba 1

En esta prueba se observó que hay una interacción ($F = 10.76$, $P \leq 0.0001$) entre el cultivo y el tiempo, ya que a medida que iba pasando el tiempo, el daño aumentaba en las raíces del patrón de mandarina Cleopatra (Figura 23 y 24), pero en el patrón de melocotón de Florida Guard no sucedió lo mismo. En el patrón de melocotón hubo un aumento en daño entre los 30 y 60 días, pero a los 90 días hubo una disminución relativa del daño (Figura 23 y 25). En el cuadro 2 se observan las diferencias entre todos los promedios del rango de daño en los diferentes tiempos para los patrones Florida Guard y mandarina Cleopatra.

Se observó que también hubo diferencias significativas entre el rango de daño a los cultivos (Figura 26a) ($F = 89.32$, $P \leq 0.0001$); el patrón de mandarina Cleopatra sufrió un daño significativamente mayor a la masa radicular que el patrón de melocotón Florida Guard (Figura 27a). En el tiempo también hubo diferencia significativa en el rango de daño para ambos cultivos ($F = 5.24$, $P = 0.0129$) (Figura 26b), el daño a las raíces alcanzó un máximo a los 60 días después de la infestación, manteniéndose éste hasta los 90 días después de la infestación (Figura 27b).

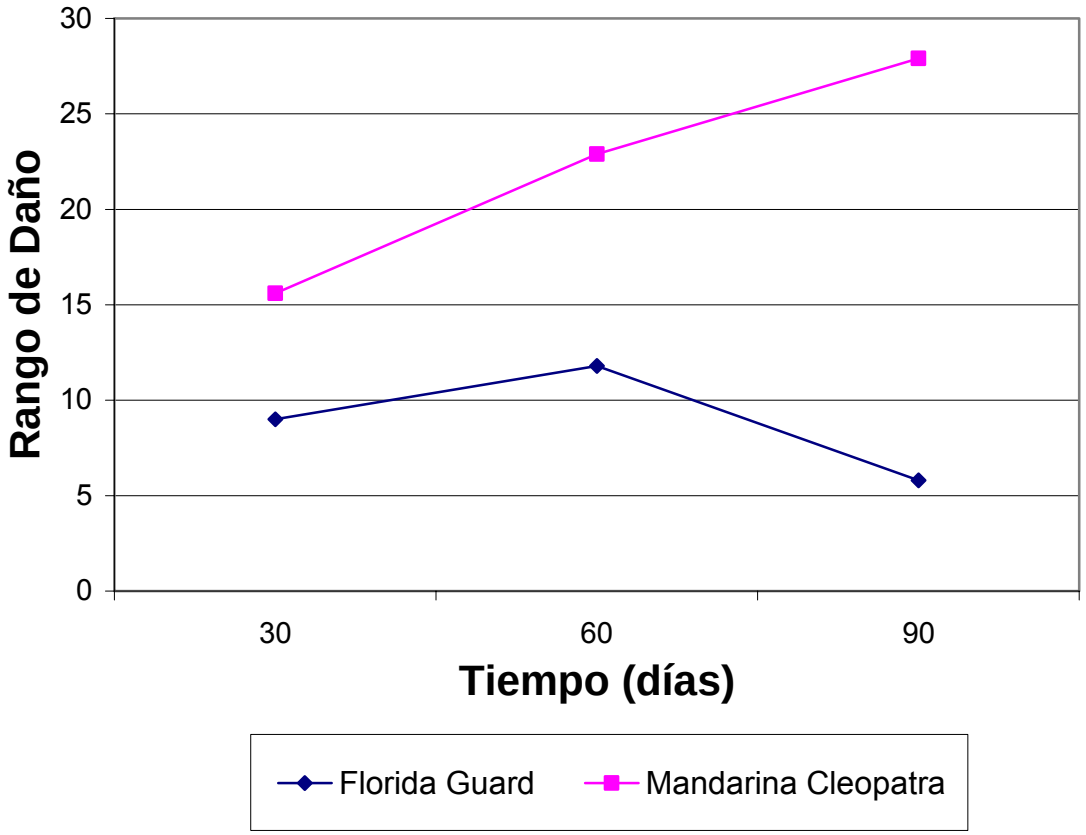


Figura 23. Interacción entre el tiempo y el cultivo en el daño de *D. abbreviatus* en las raíces. El rango son valores transformados a partir de una escala 1-10.

Daño a los 30 días

Daño a los 60 días

Daño a los 90 días

Figura 24. Daño irreversible de raíz del patrón de mandarina Cleopatra por larvas de *D. abbreviatus* a través del tiempo.

Daño a los 30 días

Daño a los 60 días

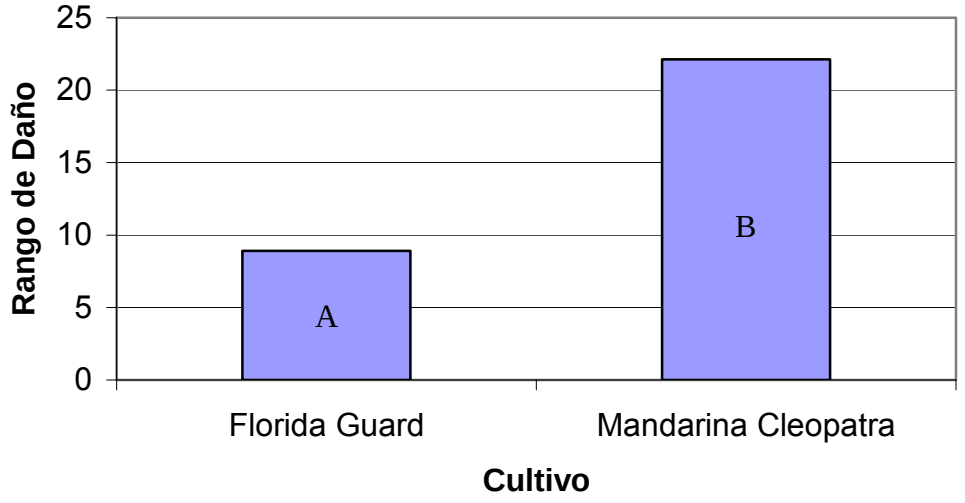
Daño a los 90 días

Figura 25. Daño en el patrón de melocotón Florida Guard por larvas de *D. abbreviatus* a través del tiempo.

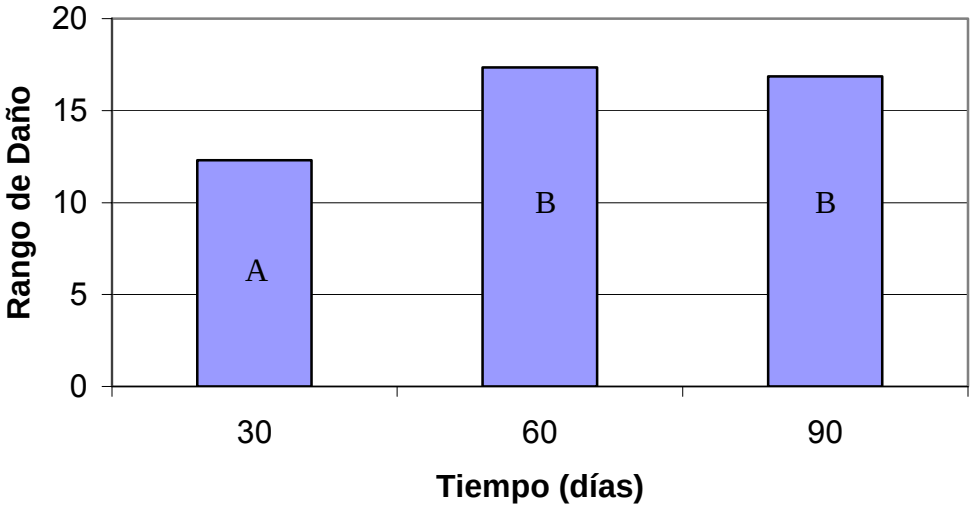
Cuadro 3. Rango de daño por *D. abbreviatus* con relación al tiempo y al cultivo.

Tratamiento	**Medias del rango de daño por *D. abbreviatus*[1, 2]**	
Florida Guard 30 días	9.00 (± 3.35)	ab
Florida Guard 60 días	11.80 (± 2.91)	bc
Florida Guard 90 días	5.80 (± 6.260	a
Mandarina Cleopatra 30 días	15.60 (± 4.81)	c
Mandarina Cleopatra 60 días	22.90 (± 1.95)	d
Mandarina Cleopatra 90 días	27.90 (± 1.67)	d

[1]Las medias iguales en la columna no son significativamente diferentes a α = 0.05, LSM. El rango son valores transformados a partir de una escala 1-10.
[2]Valores en paréntesis al lado de las medias representan el error estándar (SE).



a



b

Figura 26 a-b. (a) Efecto principal del cultivo en daño por *D. abbreviatus* en raíces. Letras distintas en cada barra indican diferencias significativas P ≤ 0.05. (b) Efecto principal del tiempo en daño por *D. abbreviatus* en raíces. Letras distintas en cada barra indican diferencias significativas P ≤ 0.05, PDMS. El rango son valores transformados a partir de una escala 1-10.

a

b

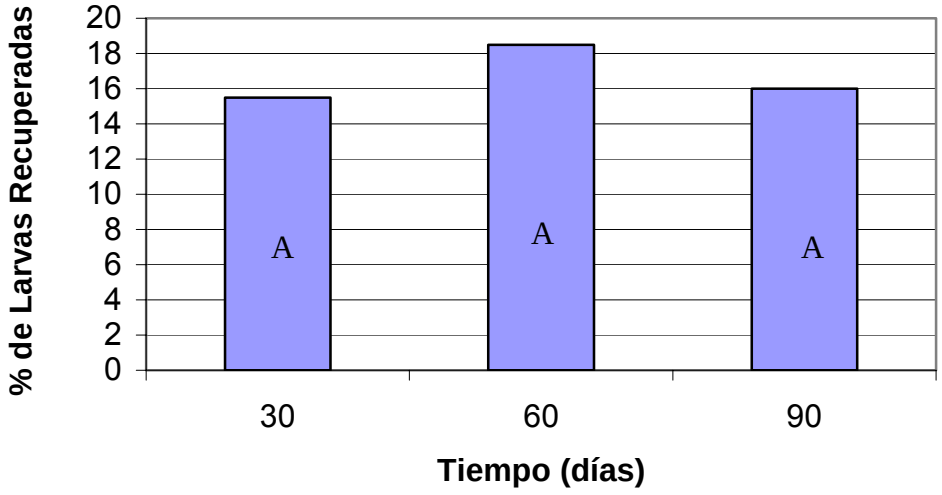
Figura 27 a-b. (a) Comparación del patrón de mandarina Cleopatra, sin y con daño por larvas de *D. abbreviatus*; (b) Comparación de raíces de melocotón sin y con daño por larvas de *D. abbreviatus*.

En cuanto al porcentaje de larvas recuperadas en los dos cultivos a través del tiempo no hubo interacción (F = 0.75, P = 0.4837), tampoco hubo diferencia significativa en el porcentaje de larvas recuperadas en el tiempo de muestreo (F = 0.35, P = 0.7050) (Figura 28a), pero la recuperaron de las larvas fue mayor en mandarina Cleopatra (Figura 29) que en el patrón de melocotón Florida Guard (F = 27.67, P ≤ 0.0001) (Figura 28b).

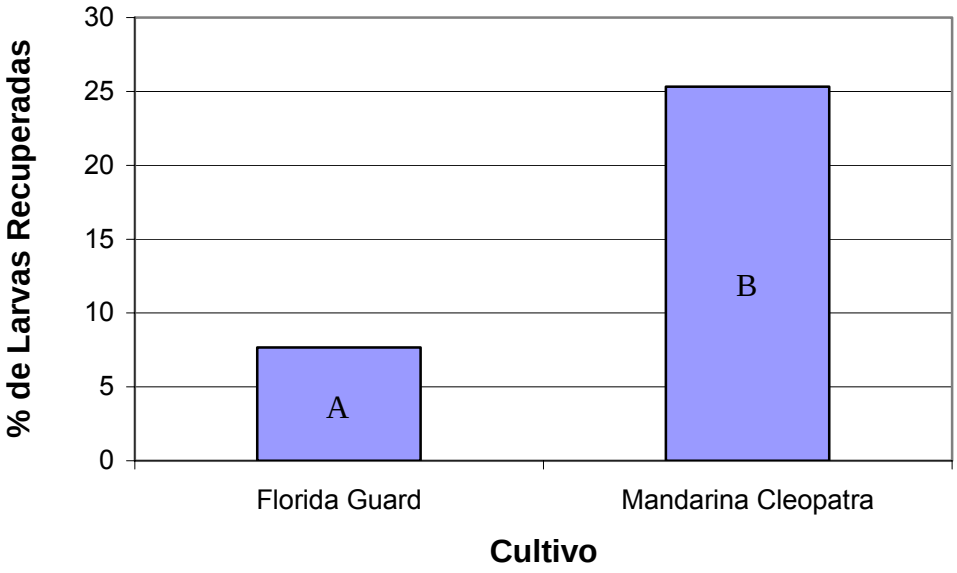
5.2. Prueba 2

Se observó que hay una interacción (F = 18.79, P ≤ 0.0001) entre el cultivo y el número de larvas (Figura 30), ya que la razón del incremento en daño no fue igual para ambos patrones (cuadro 4). Ambas figuras muestran (Figura 31a y b) que a medida que aumenta el número de larvas el daño también aumentó en los patrones Florida Guard y mandarina Cleopatra, siendo menor el daño en el primero.

También, el efecto principal del cultivo en el rango de daño por *D. abbreviatus* fue significativo (F = 208.88, P ≤ 0.0001), observándose que el mayor rango de daño lo obtuvo el patrón de mandarina Cleopatra (Figura 32a). Además, el nivel poblacional de las larvas de *D. abbreviatus* afectó significativa y proporcionalmente (F = 447.69, P ≤ 0.0001) el rango de daño; a medida que aumentó el nivel de infestación larval aumentó el daño a las raíces (Figura 32b).



a



b

Figura 28 a-b. (a) Efecto principal del tiempo en el porcentaje de larvas recuperadas de *D. abbreviatus*. Letras distintas en cada barra indican diferencias significativas P ≤ 0.05, PDMS. (b) Efecto principal del cultivo en el porcentaje de larvas recuperadas de *D. abbreviatus.* Letras distintas en cada barra indican diferencias significativas P ≤ 0.05.

Figura 29. Larva de *D. abbreviatus* en raíz del patrón de mandarina Cleopatra.

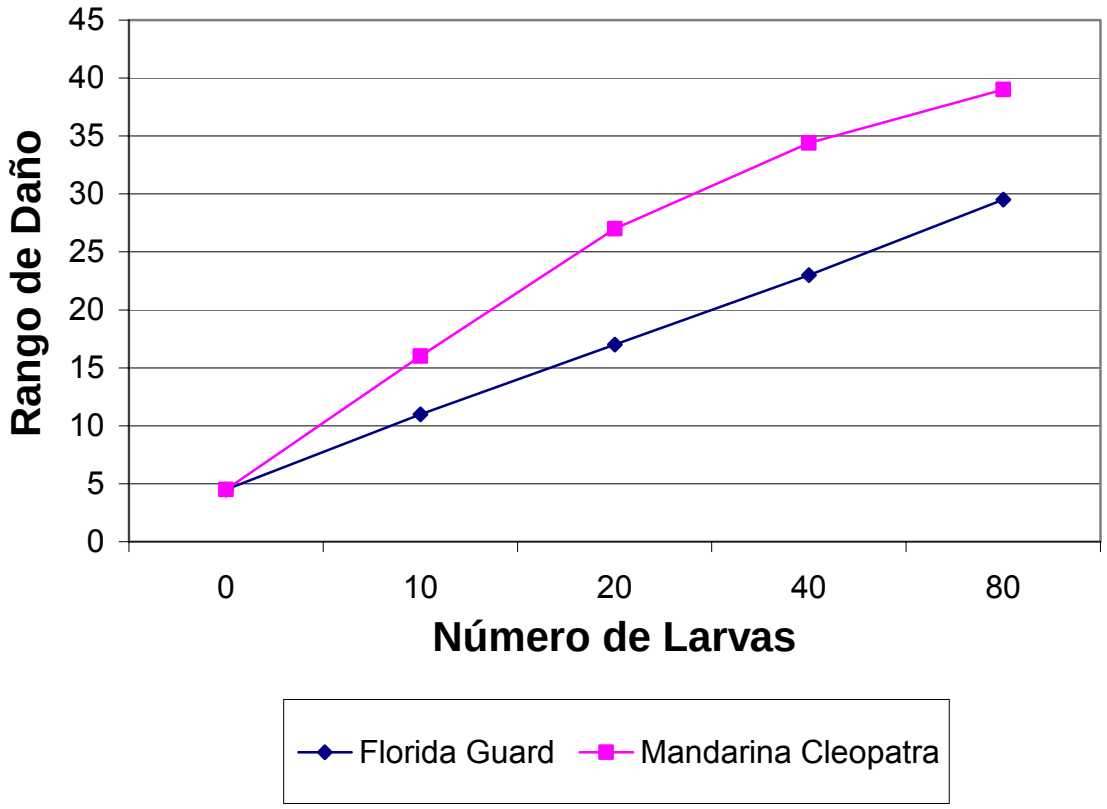


Figura 30. Interacción entre el número de larvas y el cultivo en daño por D. *abbreviatus*. El rango son valores transformados a partir de una escala 1-10, 4.5 es igual a cero daño.

Cuadro 4. Rango de daño a la raíz por *D. abbreviatus* con relación a los niveles de infestación larval y el cultivo.

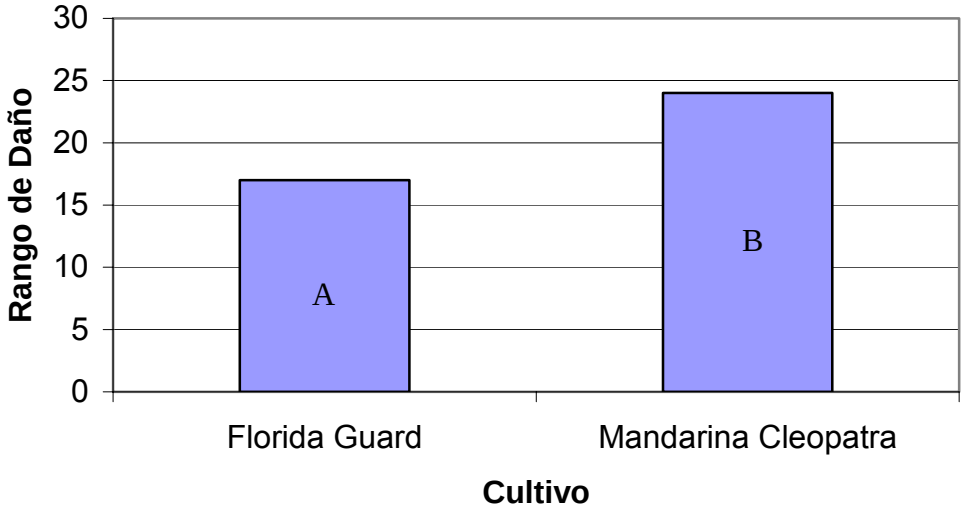
Tratamiento	**Medias del rango de daño de *D. abbreviatus*[1, 2]**	
Florida Guard 0	4.50 (± 0)	a
Florida Guard 10	11.00 (± 1.38)	c
Florida Guard 20	17.00 (± 1.38)	d
Florida Guard 40	23.00 (± 1.01)	e
Florida Guard 80	29.50 (± 1.25)	g
Mandarina Cleopatra 0	4.50 (± 0)	a
Mandarina Cleopatra 10	15.50 (± 3.00)	d
Mandarina Cleopatra 20	27.13 (± 2.75)	f
Mandarina Cleopatra 40	34.38 (± 1.25)	g
Mandarina Cleopatra 80	38.50 (± 1.54)	h

[1] Las medias iguales en la columna no son significativamente diferentes a α = 0.05, LSM. El rango son valores transformados a partir de una escala 1-10, 4.5 es igual a cero daño.
[2]Valores en paréntesis al lado de las medias representan el error estándar (SE).

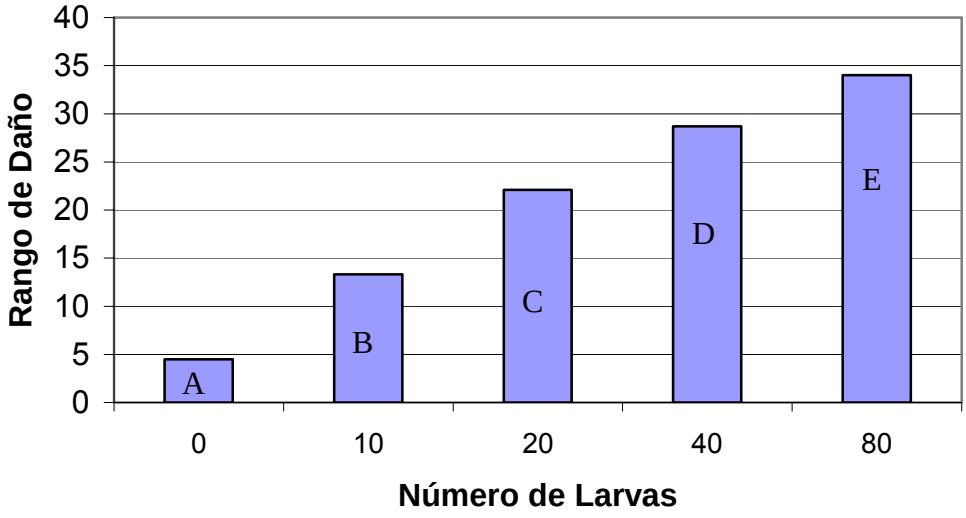
a

b

Figura 31 a-b. (a) Daño a diferentes niveles de infestación de larvas de *D. abbreviatus* a patrones de mandarina Cleopatra; (b) Daño a diferentes niveles de infestación de larvas de *D. abbreviatus* a patrones de melocotón Florida Guard.



a

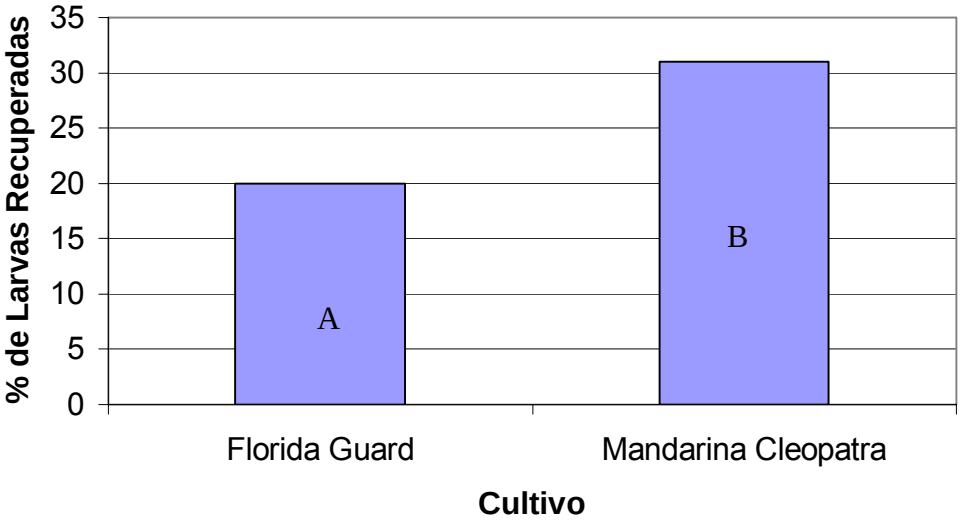


b

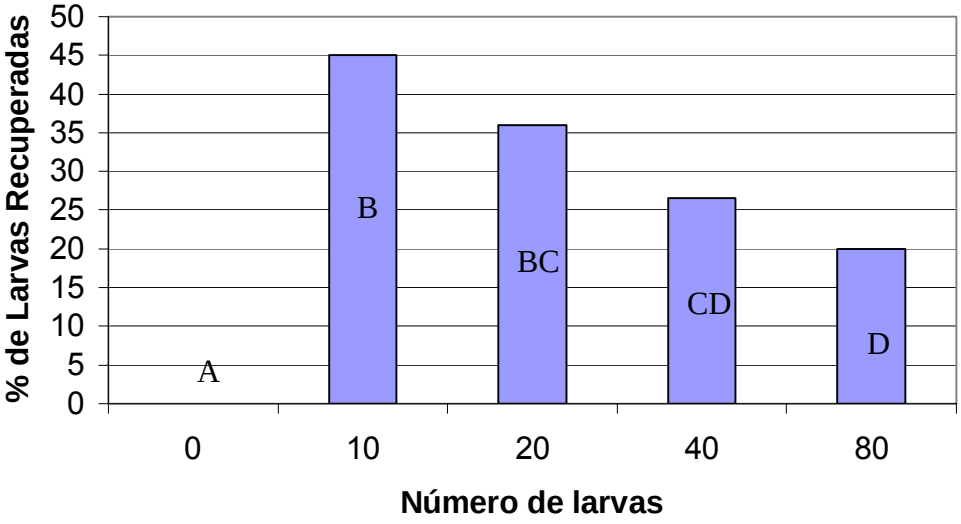
Figura 32 a-b. (a) Efecto principal del cultivo en daño por *D. abbreviatus* en raíces. Letras distintas en cada barra indican diferencias significativas P ≤ 0.05. (b) Efecto principal del número de larvas de *D. abbreviatus* en el daño al cultivo. Letras distintas en cada barra indican diferencias significativas P ≤ 0.05, PDMS. El rango son valores transformados a partir de una escala 1-10; 4.5 es igual a cero daño.

No se observó ninguna interacción entre los diferentes niveles larvales de infestación y el cultivo en cuanto al porcentaje de larvas recuperadas (F = 1.27, P = 0.3025), sin embargo, se recuperaron más larvas de *D. abbreviatus* (F = 5.26, P = 0.0290) en el patrón de mandarina Cleopatra que en el de melocotón Florida Guard (Figura 33a). Similarmente el número de larvas a los distintos niveles de infestación influyó significativamente (F = 11.01, P ≤ 0.0001) en la recuperación larval; a medida que aumentó el nivel de infestación larval de *D. abbreviatus* disminuyó la recuperación larval, (Figura 33b) fluctuando ésta entre 45 % al nivel de infestación menor y 20 % al nivel de infestación mayor.

Se observó que hubo una interacción entre el cultivo y el tamaño de las larvas de *D. abbreviatus* (F = 5.80, P = 0.0014) (Figura 34), pues la respuesta del tamaño de las larvas no fue igual para los dos cultivos (cuadro 5). A mayor infestación el tamaño de las larvas fue menor para el patrón de mandarina Cleopatra, no así en el patrón Florida Guard en donde el tamaño de las larvas se mantuvo constante a través de los niveles de infestación. El cultivo afectó significativamente (F = 62.23, P ≤ 0.0001) el tamaño de las larvas (Figura 35a) encontrándose las larvas de mayor tamaño en el patrón de mandarina Cleopatra (Figura 36). También se encontró diferencias significativas (F = 98.57, P ≤ 0.0001) entre el tamaño de larvas de los diferentes niveles de infestación (Figura 35b), encontrándose las larvas más grandes en el nivel de infestación de 10 larvas y las larvas más pequeñas en el nivel de infestación más alto (80 larvas).



a



b

Figura 33 a-b. (a) Efecto principal del cultivo en el porcentaje de larvas recuperadas de *D. abbreviatus*. Letras distintas en cada barra indican diferencias significativas P ≤ 0.05. (b) Efecto principal del número de larvas en el porcentaje de larvas recuperadas de *D. abbreviatus*. Letras distintas en cada barra indican diferencias significativas P ≤ 0.05, PDMS.

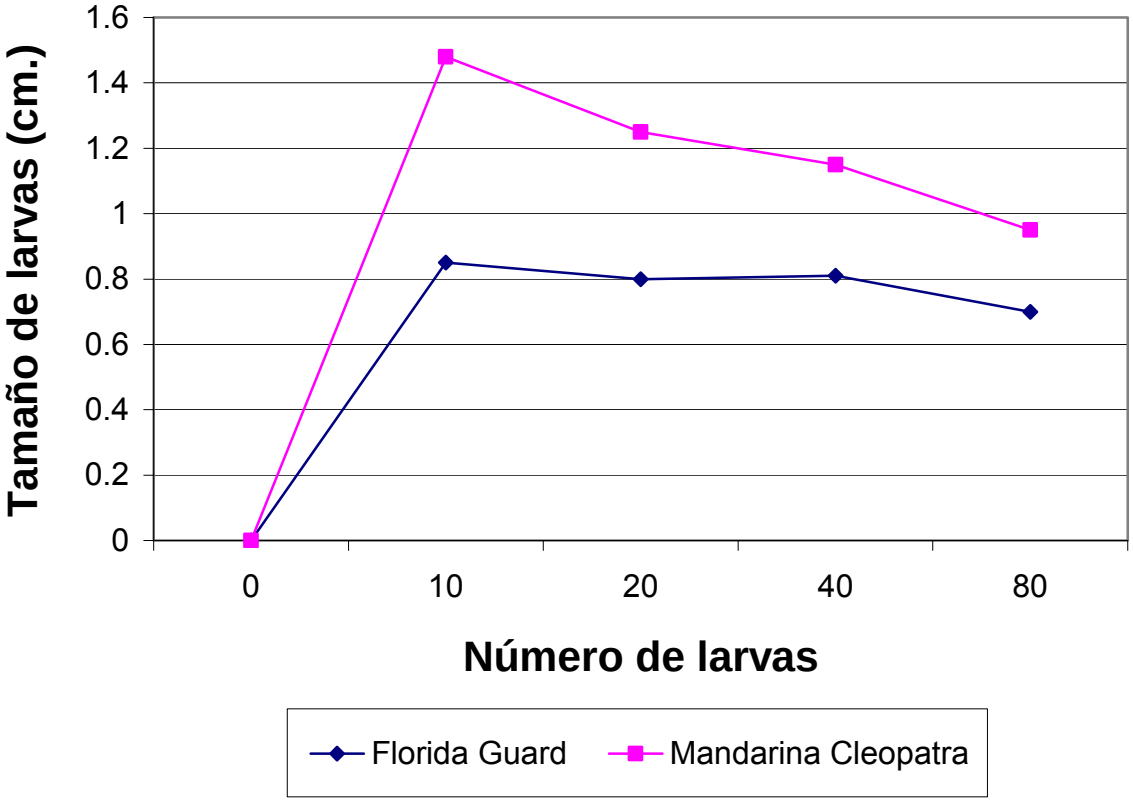
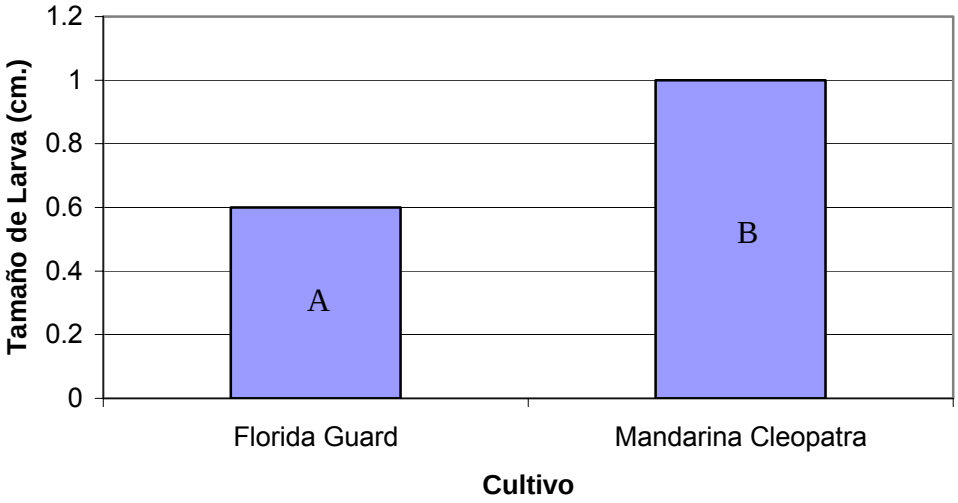


Figura 34. Interacción entre el número de larvas y el cultivo en el tamaño de larvas de *D. abbreviatus.*

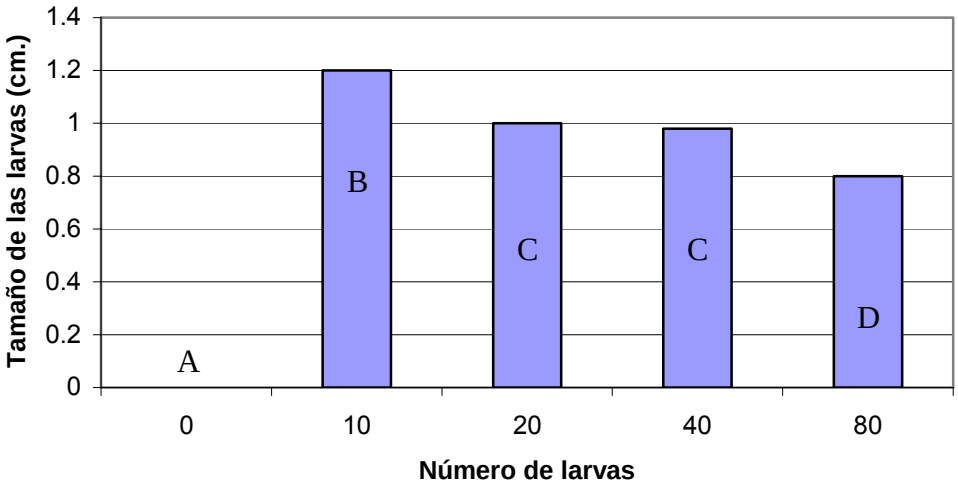
Cuadro 5. Tamaño de las larvas de *D. abbreviatus* con relación a los niveles de infestación larval y el cultivo.

Tratamiento	**Largo (cm.) promedio de las larvas de *D. abbreviatus*[1, 2]**	
Florida Guard 0	0	a
Florida Guard 10	0.88 (± 0.13)	bc
Florida Guard 20	0.80 (± 0.14)	bc
Florida Guard 40	0.81 (± 0.14)	bc
Florida Guard 80	0.70 (± 0.12)	b
Mandarina Cleopatra 0	0	a
Mandarina Cleopatra 10	1.48 (± 0.13)	e
Mandarina Cleopatra 20	1.25 (± 0.21)	d
Mandarina Cleopatra 40	1.15 (± 0.13)	d
Mandarina Cleopatra 80	0.95 (±) 0.17	c

[1] Las medias iguales en la columna no son significativamente diferentes a α = 0.05, LSM.
[2]Valores en paréntesis al lado de las medias representan al error estándar (SE).



a



b

Figura 35 a-b. (a) Efecto principal del cultivo en el tamaño de las larvas de *D. abbreviatus*. Letras distintas en cada barra indican diferencias significativas P ≤ 0.05. (b) Efecto principal de los diferentes niveles de larvas en el tamaño de las larvas de *D. abbreviatus*. Letras distintas en cada barra indican diferencias significativas P ≤ 0.05, PDMS.

Figura 36. Comparación de larvas de *D. abbreviatus* alimentadas con raíces de patrones de mandarina Cleopatra y patrones de melocotón Florida Guard.

VI. DISCUSIÓN

Los resultados de este estudio mostraron que, en la prueba forzada de consumo, *D. abbreviatus* consumió discos de hoja de los dos cultivares de melocotón, lo cual demuestra su polifagia, siendo considerado por largo tiempo como una amenaza severa para los diferentes cultivos agronómicos (Simpson et al., 1996). Aún así, el insecto muestra cierto nivel de preferencia ya que el mayor consumo de discos de hoja en esta prueba para los tres tratamientos fue para la china Valencia. Si a *D. abbreviatus* se le da la oportunidad de elegir su alimento (pruebas de selección), el adulto prefiere alimentarse de hojas de china que de ambos cultivares de melocotón. Esto comprueba que la cítrica es uno de los hospederos favoritos, cultivo al cual causa cuantiosos pérdidas económicas (Peña et al., 2000).

En la prueba forzada de oviposición en jaulas, las hembras de *D. abbreviatus* colocaron huevos en los dos cultivares de melocotón y no hubo ninguna diferencia entre éstos, pero prefirió a la china Valencia como sustrato de oviposición en pruebas de selección. En las pruebas de campo las hembras solo colocaron masas de huevo en los árboles de china Valencia, puesto que la cítrica es el hospedero por preferencia de este insecto (Knapp et al., 2002). Este comportamiento del insecto fue similar a pruebas forzadas realizadas en ornamentales por Mannion et al. (2003), ya que en experimentos con una sola opción de plantas *D. abbreviatus* ovipositó en todos los tratamientos, pero el

mangle plateado del botón (*Conocarpus erectus* L.) obtuvo el mayor número de masas de huevos.

En la prueba forzada realizada en placas Petri no hubo diferencia significativa en el número de masas de huevos entre los cultivares de melocotón y la china Valencia. Es probable que al colocar las tiras de hojas simulando tiras de papel, al insecto se le haya facilitado la oviposición, ya que este insecto prefiere para su oviposición las tiras de papel a las hojas (Wolcott, 1936; Adair et al., 1998 y Adair et al., 1999). Las tiras de hojas es un arreglo artificial propio para la oviposición, fácil de juntar y pegar con la secreción viscosa de la hembra.

En las pruebas de selección de oviposición en jaulas, no hubo ninguna diferencia significativa entre los tratamientos (Florida Prince versus china Valencia, y Tropical Beauty versus china Valencia) ya que el insecto colocó casi igual cantidad de masas de huevos en ambos tratamientos, lo mismo ocurrió con la prueba de selección en placas Petri con el cultivar Florida Prince versus la china Valencia. La hembra de este insecto utilizó ambas opciones para ovipositar, ya que ella prefiere las hojas maduras y que las pueda juntar fácilmente, y parece no discriminar por hojas de distintas especies de plantas (Knapp et al., 2002). Este comportamiento de las hembras en seleccionar hojas maduras para ovipositar puede aumentar la supervivencia de su progenie, ya que las hojas maduras son menos aptas para la alimentación de otras especies de insectos y de la vaquita de la caña (Adair et al., 1998).

En la prueba de selección en placas Petri con el cultivar Tropical Beauty versus la china Valencia se observó una diferencia significativa ya que el insecto prefirió ovipositar más en el cultivar de melocotón que en la cítrica. Este comportamiento pudo haber ocurrido porque el insecto prefirió la china Valencia para alimentarse, pero prefirió depositar sus masas de huevos en las tiras de hoja de Tropical Beauty.

Los resultados de las pruebas de oviposición pudieron haberse influido por la edad de las hembras recolectadas en el campo ya que se desconocía la edad de las mismas y el potencial reproductivo consumido. Sin embargo, las hembras utilizadas en la prueba demostraron disponibilidad para copular, lo que sugiere que aún quedaban huevos por fecundar en el tracto reproductivo y en los ovarios de las hembras. Además, el objetivo de la investigación de observar si el insecto ovipositaba o no en los cultivares de melocotón se cumplió durante el estudio. Siendo las áreas propias para la producción de melocotón áreas donde se encuentran siembras comerciales de cítricas, se espera que el insecto mantenga este último como su hospedero primario. Al presente no se observa colonización por *D. abbreviatus* de los cultivares de melocotón en el campo, aún cuando el insecto afecta siembras de cítricas en las áreas contiguas.

En la primera prueba de daño de raíz se observó que hubo una interacción entre las variedades y el tiempo, ya que a medida que pasaron los días se incrementó el daño en las raíces para el patrón de mandarina Cleopatra, observándose disminución seria en la masa radicular, marchitamiento, y hasta la

muerte en algunos árboles al cabo de los 90 días después de la infestación. Tres meses son suficientes para el desarrollo de la larva, lo que permite ocasionar altos daños en la raíz (Schroeder et al., 1979). Estudios de Rogers et al. (1996) también demostraron que aumentos en daños de raíz ocurrieron más rápidamente en los instares 6 al 8, sugiriendo que estos instares tienen mayor requerimientos de recursos y por tanto causan la mayor cantidad de daños a las raíces de cítricos.

Rogers y colaboradores (2000) encontraron que el daño en la raíz de cítrica es más fácil de detectar mientras las larvas aumentaban en tamaño después de 21 días de nacidas, y muchos tejidos de raíz son completamente consumidos a los 79 días. Éstos observaron también que las larvas jóvenes se alimentan de las raíces fibrosas, mientras que instares posteriores se alimentan de raíces laterales más grandes, causando ranuras hondas laterales, mientras mastican la corteza exterior y capas del cambium.

Los patrones de mandarina Cleopatra sufrieron mayor daño ya que este cultivar de cítrica no es resistente al daño de *D. abbreviatus* (Norman et al., 1974; Schroeder et al., 1979; Beavers y Hutchison, 1985; Rogers et al., 1996 y Shapiro y Gottwald, 1995), mientras que el patrón de melocotón Florida Guard presentó daño pero mucho menor que el encontrado en la cítrica. Es posible que el patrón de melocotón Florida Guard posea alguna resistencia contra el daño de *D. abbreviatus*. Los resultados de este estudio contrastan con los hallazgos por Nigg et al. (2001) pues ellos encontraron en sus estudios sobre

resistencia en varios cultivares de cítrica que la raíz de la mandarina Cleopatra es resistente hasta los 90 días al daño por *D. abbreviatus.*

También, a los 90 días algunos árboles de mandarina Cleopatra mostraron síntomas de daño por hongos afectando las raíces, tales como pudrición tanto de la raíz como de la base del tallo y la caída de la corteza. Aunque estas raíces no se llevaron a analizar para detectar cuál o cuáles patógenos pudieron estar presentes, las lesiones de alimentación causadas por la larva de *D. abbreviatus* y otros insectos subterráneos sirven como vía de entrada preferida por patógenos como *Phytophthora* spp. (Rogers et al., 1996). De hecho Nigg et al. (2001) reporta infección de patógenos como *Fusarium solani* (Mart.) y *F. oxysporum* Schlecth en cítrica a los 90 días después de infestarse con larvas de *D. abbreviatus*. Ellos no encontraron ningún organismo de enfermedad en los tratamientos testigos, y cada planta tratada con larvas de *D. abbreviatus* contenía uno o más patógenos.

Los resultados de Rogers et al. (1996) sugieren que la incidencia y severidad de la pudrición de la raíz de mandarina Cleopatra por *Phytophthora* aumenta en relación a la severidad del daño por alimentación larval de *D. abbreviatus*. Generalmente, a mayor daño por alimentación larval de *D. abbreviatus*, mayor el daño por *Phytophthora nicotianae* Breda de Haan. Investigaciones de Graham (2000), identificaron una interacción en cítricas mucho más severa de *P. palmivora* (Butler) con *D. abbreviatus* donde en otro lugar *P. nicotianae* era el patógeno de interacción predominante. En una forma más severa, las raíces

estructurales colapsan por lo que aparentaba ser un daño moderado larval seguido por una expansión agresiva de *P*. *palmivora* a través de las raíces.

Aunque en este estudio no se encontró ningún síntoma de algún hongo afectando las raíces del patrón de melocotón Florida Guard, los hongos del suelo de los géneros *Fusarium,. Phytophthora, Pythium* y *Rhizoctonia* pueden afectar al cultivo del melocotón (Uyemoto et al., 2001).

En cuanto a las larvas recuperadas no se observó interacción entre el tiempo y el cultivo, ni tampoco hubo diferencias significativas en las medias del tiempo para el promedio de ambos cultivos con relación a las larvas recuperadas. Se encontró un promedio entre 8 – 25 % de larvas recuperadas, la cual pudo ocurrir por una alta mortalidad en el primer instar larval; además las larvas neonatas son altamente móviles (Wolcott, 1936) y se ha demostrado que pueden dejar el tiesto ya sea por arriba o por los orificios que están por debajo del tiesto (Mannion et al., 2003). En los patrones de Florida Guard (en la primera prueba de daño a la raíz) fue muy difícil encontrar las larvas, ya que estos estaban sembrados en turba y esto condujo a que las plantas formaran una masa radicular compacta dificultando, así la búsqueda. Según Mannion y colaboradores (2003) el número de larvas de *D. abbreviatus* por planta que sobrevive es bajo en relación al número de neonatos utilizado para inocular.

El porcentaje de larvas recuperadas de *D. abbreviatus* fue mayor en el patrón de mandarina Cleopatra (25.3%) que en el patrón de melocotón Florida Guard (7.7%). Schroeder et al. (1979) estudiaron la supervivencia de las larvas de *D.*

abbreviatus en plantas en tiestos inoculados con 100 larvas neonatas por tiesto. Ellos recobraron 19.2% de las larvas en las variedades de cítricas probadas incluyendo entre éstas a la mandarina Cleopatra, resultado muy similar al encontrado en este estudio con 20 larvas por tiesto.

En la segunda prueba de raíz ocurrió una interacción entre los diferentes niveles de infestación y el cultivo, ya que el rango de daño no fue igual para ambos patrones. El mayor rango de daño ocurrió en la mandarina Cleopatra con una razón de incremento descendente a medida que aumentó el número de larvas, mientras que en el melocotón Florida Guard la razón de incremento fue proporcionalmente ascendente, aunque menos severo. A medida que se incrementa el número de larvas, debe aumentar la competencia por un recurso finito como lo es la masa radicular disponible. Esta competencia intraespecífica debe ser mayor en el cultivo de cítrica con una sola raíz pivotal. En el melocotón, cuya masa radicular tiene múltiples raíces primarias, debe ocurrir menor competencia intraespecífica entre las larvas de *D. abbreviatus*. Así pues, se esperaría una mayor supervivencia larval y larvas más grandes en el cultivo de melocotón, lo cual no ocurrió.

Al igual que en la primera prueba de raíz, el patrón de melocotón Florida Guard obtuvo el menor rango de daño comparado con el patrón de cítrica mandarina Cleopatra. Es probable que el patrón de melocotón posea algún mecanismo resistencia por tolerancia y/o antibiosis. El mecanismo de tolerancia pudo mediarse por la regeneración de las raíces, factor importante de resistencia

al daño por alimentación de la raíz en interacciones de un insecto y un patógeno de raíz (Graham et al., 1997, citado por Nigg et al., 2001).

La alta disminución en la masa radicular del patrón de mandarina Cleopatra, según aumenta el nivel de infestación de larvas de *D. abbreviatus* aumentó, compara con lo encontrado en estudios previos. Rogers et al. (2000) reportaron que variedades de cítrica con menor número de larvas tuvieron significantemente menos daño a la corteza de la raíz que tratamientos infestados con niveles mayores de larvas.

El porcentaje de larvas recuperadas a los distintos niveles de infestación fue más alto en el patrón de mandarina Cleopatra que en el melocotón Florida Guard. Sin embargo, si se utiliza el criterio establecido por Schroeder y colaboradores (1979), ambos cultivares, el melocotón Florida Guard y la mandarina Cleopatra, son apropiados para el desarrollo de *D. abbreviatus.* Según estos autores aquellos hospederos en que más del uno por ciento de las larvas sobrevivan son apropiados para el desarrollo de *D. abbreviatus.* Aún así, se puede argüir que en un hospedero en que sólo poco más del uno por ciento de las larvas sobrevive es uno con un alto nivel de resistencia, si mantenemos todos los otros factores de mortalidad excluidos. Además, hospederos con resistencia de tipo antibiosis o considerados como pobres para el desarrollo de una especie de insecto por lo regular producen adultos de inferior calidad, de menor tamaño y de menor potencial reproductivo, lo que a largo plazo va

impactar el valor de r (potencial reproductivo de una especie) de la población y por ende la dinámica poblacional de la especie (Cardona, 1999).

Según Jervis y Kidd (1996), en algunos insectos se ha encontrado una relación inversa entre el número de individuos por hospedero y la supervivencia. La cantidad y calidas de recursos disponibles para la progenie de una hembra va determinar eventualmente la aptitud física ("fitness") de ésta. Lewis (2000) describe la aptitud física en términos de un rasgo de configuración única y distintiva del organismo, eso es un producto de la dotación genotípica y de la expresión fenotípica que permite que un individuo tenga un patrón de comportamiento funcional dentro de un sistema de condiciones ambientales y que eso conduce al éxito reproductivo.

La respuesta en el tamaño larval no fue igual para ambos cultivos a los distintos niveles larvales de infestación de *D.* abbreviatus. En la mandarina Cleopatra el tamaño larval se redujo a medida que aumentó el nivel de infestación larval; no así en el melocotón Florida Guard, en el que el tamaño larval se mantuvo constante a los distintos niveles de infestación. El resultado con el patrón de mandarina Cleopatra indica que a medida que el número de larvas por tiesto aumenta de diez, ocurre competencia intraespecífica entre las larvas por espacio y alimento, al menos en el espacio restricto de un tiesto. Lapointe y colaboradores (1999), en un estudio para buscar fuentes de resistencia a *D. abbreviatus*, encontraron que el peso final de las larvas estuvo influenciado por el nivel de infestación, reduciendo el peso a medida que

aumentó el nivel de infestación. Schroeder et al. (1979) encontraron que hospederos clasificados como pobres para el desarrollo de larvas de *D. abbreviatus,* como parece ser el melocotón en el presente estudio, producen las larvas más pequeñas.

Similarmente, Shapiro y Gottwald (1995) encontraron que los pesos larvales de *D. abbreviatus* mostraron diferencias significativas dentro de ocho cultivares de cítrica estudiados. Los pesos finales de las larvas en china agria fueron significativamente mayores a los demás, y los pesos en las cítricas Swingle y mandarina Cleopatra fueron significativamente menores a los demás cultivares. Sin embargo, en este estudio la mandarina Cleopatra demostró ser susceptible al ataque de las larvas de *D. abbreviatus*, mucho más que en el melocotón.

Conforme a los resultados del presente estudio, se esperaría una aptitud física mayor en adultos de *D. abbreviatus* que se desarrollen a partir de larvas alimentadas de raíces de cítricas, por lo tanto, el insecto debe demostrar una marcada preferencia por las cítricas y otros cultivares susceptibles bajo condiciones naturales. Mientras, el melocotón demuestra ser una especie de inferior calidad para la alimentación de las larvas de *D. abbreviatus*. Mecanismos de resistencia como la tolerancia o la antibiosis pueden estar operando en el patrón Florida Guard.

VII. CONCLUSIONES

- Los resultados en pruebas forzadas indican que la vaquita de la caña, *D. abbreviatus*, consume el follaje de los cultivares de melocotón, Florida Prince y Tropical Beauty.

- En las pruebas de selección, *D. abbreviatus* prefirió para su alimentación el follaje de la china Valencia sobre los cultivares de melocotón Florida Prince y Tropical Beauty.

- En las pruebas forzadas de oviposición *D. abbreviatus* colocó masas de huevos en ambos cultivares de melocotón.

- En la prueba forzada en el campo, *D. abbreviatus* solo ovipositó en la china Valencia, no hubo oviposición en ramas de melocotón de Florida Prince y Tropical Beauty.

- En las pruebas de selección de oviposición, el insecto no tiene ninguna preferencia al depositar sus huevos, ya que colocó igual número de masas de huevos en los cultivares de melocotón como en la china Valencia.

- En estado larval, *D. abbreviatus* se alimenta de las raíces del patrón de melocotón Florida Guard y del patrón de cítrica mandarina Cleopatra.

- Las larvas de *D. abbreviatus* hacen más daño al patrón de mandarina Cleopatra que al patrón de melocotón Florida Guard.

- El desarrollo larval y el porcentaje de larvas recuperadas de *D. abbreviatus* son mayores cuando éstas se alimentan del patrón de mandarina Cleopatra que en el de melocotón Florida Guard.

- A un nivel de infestación constante, el daño a la raíz aumenta a través del tiempo en la mandarina Cleopatra, pero se reduce entre los 60 y 90 días en el melocotón Florida Guard, lo que sugiere un mecanismo de tolerancia por compensación.

- El daño a las raíces de los patrones de mandarina Cleopatra y Florida Guard aumenta según aumenta el nivel poblacional larval de *D. abbreviatus*. La razón de aumento es decreciente en la mandarina Cleopatra y lineal en el patrón de melocotón Florida Guard.

- A mayor número de larvas infestando los patrones, menor fue el tamaño de éstas en la mandarina Cleopatra, mientras que en el melocotón se

mantuvo constante, aunque de menor tamaño al de las larvas en la mandarina Cleopatra.

- En el patrón de melocotón Florida Guard se observó resistencia al ataque de las larvas, ya que esta planta toleró altas densidades de larvas de *D. abbreviatus*, sin mayor reducción en la masa radicular. Además, las larvas recuperadas en este patrón fueron significativamente más pequeñas que las recuperadas en la mandarina Cleopatra, lo cual también sugiere un efecto de antibiosis por el patrón Florida Guard.

- Se confirmó la susceptibilidad del patrón de mandarina Cleopatra al ataque de larvas de *D. abbreviatus*, ya que este cultivar sufrió daño severo al sistema radicular.

VIII. RECOMENDACIONES

- Capturar los adultos de *D. abbreviatus* colocando trampas tipo embudo en árboles que estén infestados con larvas para asegurarnos que al salir el adulto no tenga contacto con ningún árbol. Esto evitaría cualquier influencia en las pruebas de preferencia que el contacto previo con alguna planta pueda tener en los adultos de *D. abbreviatus*.

- Realizar pruebas de consumo foliar colocando hembras y machos por separado e indicar si existe o no diferencia en la alimentación por efecto del sexo.

- Obtener hembras adultas sin aparearse, para tener en cuenta su longevidad y así cuantificar exactamente la postura de huevos.

- Realizar nuevas pruebas de consumo de raíz para reconfirmar la posible resistencia del patrón de melocotón Florida Guard a *D. abbreviatus*.

IX. LITERATURA CITADA

Abreu-Rodríguez, E. and M. P. Escobar. 1983**.** Oviposition preference of *Diaprepes abbreviatus* (Coleoptera: Curculionidae) on various ornamental foliage plants. J. Agric. Univ. P.R. 67: 117-20.

Adair, R. C., H. N. Nigg, S. E. Simpson and L. Lefevre. 1998. Ovipositional preferences of *Diaprepes abbreviatus* (Coleoptera: Curculionidae). Fla. Entomol. 81(2): 225-234.

Adair, R. C., H. N. Nigg, S. E. Simpson and L. Leevre. 1999. Observations on the oviposition process of *Diaprepes abbreviatus* (Coleoptera: Curculionidae). Fla. Entomol. 82(2): 362-365.

Armstrong, A. M. 1987. Parasitism of *Tetrastichus haitiensis* Gahan on egg masses of *Diaprepes abbreviatus* in Puerto Rico. J. Agric. Univ. P.R. 71(4): 407-409.

Beavers, J. B. 1982. Biology of *Diaprepes abbreviatus* (Coleoptera: Curculionidae) reared on an artificial diet. Fla. Entomol. 65(2): 263-269.

Beavers, J. B. and D. J. Hutchison. 1985. Evaluation of selected *Citrus spp*. and relatives for susceptibility to root injury by *Diaprepes abbreviatus* larvae (Coleoptera: Curculionidae). Fla. Entomol. 68(1): 222-223.

Castro, S. 1986. Hormigas depredadoras de larvas neonatas de *Diaprepes abbreviatus* (Coleoptera: Curculionidae). M.S. Tesis, Universidad de Puerto Rico, Mayagüez, P.R., 72 pp.

Cardona, C. 1999. Resitencia varietal a insectos. En: Entomología Económica y Manejo de Plagas. Universidad de Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Sede Palmira. 99pp.

Diaprepes Task Force. 2004. *Diaprepes* Information Resources 2000+. http://www.lal.ufl.edu/Diaprepes_Task_Force/information.htm

F.A.O., 2001. http://apps.fao.org/page/collections?subset=agriculture

Figueroa, W. and J. Roman. 1990a. Biocontrol of the sugarcane rootstalk borer, *Diaprepes abbreviatus* (L.) (Coleoptera: Curculionidae), with entomophilic nematodes. J. Agric. Univ. P.R. 74(4): 395-404.

__1990b. Parasitism of entomophilic nematodes on the sugarcane rootstalk borer, *Diaprepes abbreviatus* (L.) (Coleoptera: Curculionidae), larvae. J. Agric. Univ. P.R. 74(2): 197-202.

Godfrey, K., B. Grafton, J. Peña, C. McCoy and R. Luck. 2001. *Diaprepes* Root Weevil. http//citrusent.uckac.edu/diaprepes.pdf

Graham, J. H. 2000. Larval feeding injury to citrus roots and its relationship to invasion by soil-borne plant pathogens. *Diaprepes* Short Course, Citrus Research & Education Center, Lake Alfred, FL, University of Florida, IFAS, Cooperative Extension: 51-62.

Graham, J. H., C. W. McCoy and J. S. Rogers 1997. The *Phytophthora-Diaprepes* complex. Florida Agricultural Conference and Trade Show, Citrus & Vegetable Proceedings, Lakeland, FL: 40-42.

Hall, D. G. 1995. A revision to the bibliography of the sugarcane rootstalk borer weevil, *Diaprepes abbreviatus* (Coleoptera: Curculionidae). Fla. Entomol. 78(2): 364-77.

InfoAgro.com. 1991. El cultivo del melocotón. http://www.infoagro.com/frutas/frutas_tradicionales/melocoton.htm

Jervis, M. and N. Kidd. 1996. Insect Natural Enemies: Practical approaches to their study and evaluation. School of Pure Applied Biology, University of Wales, Cardiff 491pp.

Knapp, J. L. 1985. The citrus root weevils in Florida: an Extension Service perspective. Fla. Entomol. 68(3): 368-370.

Knapp, J. L., H. N. Nigg, S. E. Simpson, L. W. Duncan, J. H. Graham, J. E. Peña, C. W. McCoy and C. M. Mannion. 2002. *Diaprepes* Root Weevil: A Pest of Citrus, Ornamentals and Root Crops in Florida. http://edis.ifas.ufl.edu/IN147

Lapointe, S. L. 2000. History and importance of *Diaprepes* to agriculture in the Caribbean region. *Diaprepes* Short Course, Citrus Research & Education Center, Lake Alfred, FL, University of Florida, IFAS, Cooperative Extension: 8-12. http://www.ushrl.saa.ars.usda.gov/sti/lapointe/diaprepes.html

Lapointe, S. L., J. P. Shapiro and K. D. Bowman. 1999. Identification of sources of plant resistance to *Diaprepes abbreviatus* (Coleoptera: Curculionidae) by three bioassays. J. Econ. Entomol. 92(4): 999-1004.

Lapointe, S. L. and K. D. Bowman. 2002. Is there meaningful plant resistance to *Diaprepes abbreviatus* (Coleoptera: Curculionidae) in citrus rootstock germplasm?. J. Econ. Entomol. 92(4): 999-1004.

Lewis, H. M. 2000. The mechanics of speciation stratified and differentiated models of fitness and selection. In: Natural Systems, Information, Paradigms and Theory. http://www.lewismicropublishing.com/Publications/NaturalSystems/NSchapter8.htm

Mannion, C., A. Hunsberger, J. E. Peña and L. Osborne. 2003. Oviposition and larval survival of *Diaprepes abbreviatus* (Coleoptera: Curculionidae) on select host plants. Fla. Entomol. 86(2): 165-173.

Martorell, L. F. 1976. Annotated Food Plant Catalog of the Insects of Puerto Rico. Agricultural Experiment Station. University of Puerto Rico. Department of Entomology. 303 pp.

Medina-Gaud, S., L. F. Martorell y J. Capriles. 2003. Catálogo de los Nombres Comunes de Insectos y Acarinos de Importancia Económica en Puerto Rico. Universidad de Puerto Rico, Mayaguez. Estación Experimental Agrícola Río Piedras, P.R. 149 pp.

Nigg, H. N., S. E. Simpson, N. E. El-Gholl and F. G. Gmitter. 2001. Response of citrus rootstock seedlings to *Diaprepes abbreviatus* L (Coleoptera: Curculionidae) larval feeding. Proc. Fl. St. Hort. Soc.114: 57-64.

Norman, P. A., A. G. Selhime and R. A. Sutton. 1974. Feeding damage to five citrus rootstocks by larvae of *Diaprepes abbreviatus* (Coleoptera: Curculionidae). Fla. Entomol. 57(3): 296.

Peña, J. E., D. G. Pasillo, R. Nguyen, R. Duncan, D. Amalin, P. Stansly, C. McCoy, R. Adair, S. Lapointe, H. Browning y J. Knapp. 2000. Efforts toward establishment of biological control agents of *Diaprepes* root weevil. University of Florida, Cooperative Extension Service. Eny-643, 5 pp.

Peter A. W. 1992. Nutrición, Enfermedades y Plagas del Melocotón y Durazno en Costa Rica. http://www.peacecorps.gov/center/list3.html

Richman, D. B., W. H. Whitcomb and W. F. Buren. 1986. Predation on neonate larvae of *Diaprepes abbreviatus* (Coleoptera: Curculionidae) in Florida and Puerto Rico citrus groves. Fla. Entomol. 66 (2): 215-222.

Rogers, S., J. H. Graham and C. W. McCoy. 1996. Insect-plant pathogen interactions: preliminary studies of *Diaprepes* root weevil injuries and *Phytophthora* infections. Proc. Fl. St. Hort. Soc.109: 57-62.

Rogers, S., C. W. McCoy and J. H. Graham. 2000. Larval growth of *Diaprepes abbreviatus* (Coleoptera: Curculionidae) and resulting root injury to three citrus varieties in two soil types. J. Econ. Entomol. 93(2): 380-387.

Roman, J. and W. Figueroa. 1985. Control of the larvae of the sugarcane rootstalk borer, *Diaprepes abbreviatus* (L.) with the entomogenous nematode *Neoplectana carpocasae* Wiser. J. Agric. Univ. P.R. 69(2): 153-158.

Schroeder, W. J., R. A. Hamlen and J. B. Beavers. 1979. Survival of *Diaprepes abbreviatus* larvae on selected native and ornamental Florida plants. Fla. Entomol. 62(4): 309-312.

Shapiro, J. P. and T. R. Gottwald. 1995. Resistance of eight cultivars of Citrus rootstock to a larval root weevil, *Diaprepes abbreviatus* L. (Coleoptera: Curculionidae). J. Econ. Entomol. 88(1): 148-154.

Simpson, S. E., H. N. Nigg, N. C. Coile and R. A. Adair. 1996. *Diaprepes abbreviatus* (Coleoptera: Curculionidae): host plant associations. Environ. Entomol. 25(2): 333-349.

Stansley, P. A. 2000. Biology of *Diaprepes abbreviatus* in the laboratory and field. Diaprepes Short Course, Citrus Research & Education Center, Lake Alfred, FL, University of Florida, IFAS, Cooperative Extension, 38-43.

Uyemoto J. K., J. M. Ogawa, B. A. Jaffee, J. E. Adaskaveg, S. W. Scott and H. Scherm. 2001. Diseases of Peach and Nectarine Peach: *Prunus persica* (L.) Batsch Nectarine: *P. persica* var. *nucipersica* (Suckow) C.K. Schneid. http://www.apsnet.org/online/common/names/peach.asp

Vargas-Cruzado, Edgardo. 2003. Relación hospedero-parasitoide y dinámica poblacional de los arasitoides de las masas de huevos de *Diaprepes abbreviatus* (L.) (Coleoptera: Curclulionidae) en Puerto Rico. M.S. Tesis, Universidad de Puerto Rico, Mayaguez. P.R. 55 pp.

Weissling T. J., J. E. Peña, R. M. Giblin-Davis and J. L. Knapp, Jr. 1998. Common name: *Diaprepes* root weevil, scientific name: *Diaprepes abbreviatus* (L.) (Insecta: Coleoptera: Curculionidae). Introduction - Distribution - Description - Life Cycle - Host Range - Damage - Natural Enemies - Management - Selected References University of Florida. Publication Number: EENY-24 Publication

Date: February 1998. Revised 14 January 2002, 30 June 2003. http://creatures.ifas.ufl.edu/citrus/sugarcane_rootstock_borer_weevil.htm

Whitcomb, W. H., T. D. Gowan and W. F. Buren. 1982. Predators of *Diaprepes abbreviatus* (Coleoptera: Curculionidae) larvae. Fla. Entomol. 65(1): 150-158.

Wolcott, G. N. 1922. Vaquitas de Importancia Económica en Puerto Rico. Est. Insular, Río Piedras, P. R. Circular 60. pp. 1-20.

Wolcott, G. N. 1936. The life history of *Diaprepes abbreviatus*, at Río Piedras, P. R. J. Agric. Univ. P.R. 20: 883-914.

Wolcott, G. N. 1948**.** The Insects of Puerto Rico. J. Agric. Univ. P. R. 32(3): 648.

Woodruff, R. E. 1964. A Puerto Rican weevil new to the United States (Coleoptera: Curculionidae). Fla. Dep. Agric. Div. Plan Ind. Entomol. Circ. 30:1-2.