

Evaluación de la especificidad de *Anthonomus tenebrosus* (Coleóptera: Curculionidae), un agente potencial de control biológico de *Solanum viarum* en Florida

Octavio Augusto Menocal Sandoval

Zamorano, Honduras

Noviembre, 2011

ZAMORANO
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

Evaluación de la especificidad de *Anthonomus tenebrosus* (Coleóptera: Curculionidae), un agente potencial de control biológico de *Solanum viarum* en Florida

Proyecto especial de graduación presentado como requisito parcial para optar
al título de Ingeniero Agrónomo en el Grado
Académico de Licenciatura

Presentado por

Octavio Augusto Menocal Sandoval

Zamorano, Honduras

Noviembre, 2011

RESUMEN

Menocal Sandoval, O. A. 2011. Evaluación de la especificidad de *Anthonomus tenebrosus* (Coleóptera: Curculionidae), un agente potencial de control biológico de *Solanum viarum* en Florida. Proyecto especial de graduación del programa de Ingeniería Agronómica, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras. 18 p.

Tropical soda apple, *Solanum viarum* Dunal (Solanaceae), es un arbusto perenne, nativo de Sudamérica y considerado invasiva en Florida. Actualmente, está presente en varios estados del sur de Estados Unidos ocupando un área mayor de 404,000 ha. Un programa de control biológico de *S. viarum* se inició en 1994 y durante viajes de exploración en Brasil se identificaron los enemigos naturales *Gratiana boliviana* Spaeth y *Metritona elatior* Klug (Coleóptera: Chrysomelidae). A inicios de 2003, *G. boliviana* fue liberado en Florida para el control biológico de *S. viarum*. Este crisomélido se ha establecido ampliamente en el centro y sur de Florida y provee un control efectivo de la maleza. No obstante, algunas plantas con daño severo de defoliación aún producen frutos, permitiendo así la reproducción de esta maleza. Un segundo agente de control biológico de *S. viarum*, *Anthonomus tenebrosus* Boheman (Coleóptera: Curculionidae), fue colectado en Rio Grande do Sul, Brasil (29.66465°S, 50.80171°O) por Daniel Gandolfo y Julio Medal en el 2000. El curculiónido se alimenta de los brotes florales y también de la flor, ocasionando daño en las anteras y abortos florales. Con el objeto de estudiar la especificidad de este agente, se realizaron pruebas de no elección y doble elección en condiciones de laboratorio utilizando cuatro variedades de berenjenas, tres plantas exóticas, una planta nativa y la maleza *S. viarum*. El curculiónido sobrevivió por ≈ 30 días a 25°C en todas las plantas de prueba, excepto en *Solanum jamaicense* Mill y *Solanum americanum* Mill donde sobrevivió menos de 20 días. Sin embargo, se reportó presencia de huevos solo en *S. viarum* y *Solanum capsicoides* Allioni. Además, disecciones de hembras alimentadas de berenjena demostraron la presencia de huevos atrofiados o ausentes en dichas plantas. En ensayos de doble elección, *A. tenebrosus* mostró una preferencia hacia *S. viarum* sobre las berenjenas, no obstante, no hubo diferencia entre *S. viarum* y *S. capsicoides*. En conclusión, *A. tenebrosus* presenta una alta especificidad, sin embargo se recomienda seguir con las pruebas de especificidad utilizando otras plantas de la familia Solanaceae.

Palabras clave: Control biológico de malezas, planta invasiva, Solanaceae, Tropical soda apple.

CONTENIDO

Portadilla	i
Página de firmas	ii
Resumen	iii
Contenido	iv
Índice de Cuadros y Figuras	v
1 INTRODUCCIÓN.....	1
2 MATERIALES Y MÉTODOS.....	4
3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	9
4 CONCLUSIONES.....	14
5 RECOMENDACIONES.....	15
6 LITERATURA CITADA.....	16

ÍNDICE DE CUADROS Y FIGURAS

Cuadros		Página
1.	Plantas utilizadas para las pruebas de especificidad de <i>Anthonomus tenebrosus</i>	6
2.	Sobrevivencia del picudo <i>Anthonomus tenebrosus</i> (medias \pm error estándar), presencia de huevos/hembra (medias \pm error estándar) en especies de plantas probadas y daño por alimentación (medias \pm error estándar)	9
Figuras		Página
1.	Estadios de <i>Anthonomus tenebrosus</i>	3
2.	Flores y botones de Tropical soda apple	4
3.	Contenedor plástico utilizado para experimentos de no elección	7
4.	Caja de insecto para doble elección	7
5.	Comparación de huevos normales con los atrofiados luego de 30 días de exposición a las plantas de prueba.....	10
6.	Número de huevos depositados de <i>Anthonomus tenebrosus</i> durante 72 horas en las plantas de prueba bajo condiciones de doble elección	10
7.	Localización de <i>Anthonomus tenebrosus</i> a lo largo de tres días de exposición en el experimento de doble elección	11
8.	Atracción de <i>Anthonomus tenebrosus</i> (adultos nuevos y diez días de edad) hacia compuestos volátiles de las plantas de prueba	11

1. INTRODUCCIÓN

La invasión de plantas exóticas causa la pérdida de biodiversidad en ecosistemas naturales e incrementa los costos de control en hábitats manejados. Tropical soda apple (TSA), *Solanum viarum* Dunal (Solanaceae), es una planta nativa de Sudamérica principalmente de Argentina, Brasil y Paraguay (Mullahey 1996). Esta planta se ha reportado también en los estados de Alabama, Georgia, Louisiana, Texas, Mississippi, Carolina del Norte, Carolina del Sur, Tennessee, Pennsylvania (Medal *et al.* 2002^a). TSA se encuentra también en África, India, Nepal, México y el Caribe (Coile 1993). Esta maleza fue reportada por primera vez en Florida en el condado de Glades en 1988 (Mullahey 1993) y ahora ocupa un área mayor de 404,649 ha en EE.UU. (Medal *et al.* 2002^a, Medal *et al.* 2010^a). TSA invade pastizales, áreas naturales, cultivos de caña de azúcar y cítricos (Mullahey 1996, Medal *et al.* 2002^a). TSA mide entre 1 – 2 m de alto, sus hojas y tallos están cubiertos de espinas y tiene frutos que pueden llegar a producir 400 semillas (Coile 1993, Mullahey *et al.* 2006).

TSA es problemática debido a que el ganado y animales silvestres (mapaches, cerdos salvajes, venados) se alimentan del fruto y dispersan las semillas a través de las heces (Mullahey 1993). La invasión de esta maleza causa una reducción en el número de cabezas de ganado por unidad de área y a su vez, los altos costos de control, han provocado pérdidas entre 6.5 – 16 millones de dólares anuales en Florida (Thomas 2007). Además, TSA es un hospedero alternativo de varias enfermedades e insectos plaga que afectan otras solanáceas de importancia económica como tomate, tabaco y chile (McGovern *et al.* 1994, Medal *et al.* 2007).

En la última década se han utilizado varios métodos de control de esta maleza, incluyendo el control físico, mecánico y químico, los cuales proveen una solución temporal (Medal *et al.* 2002^b). Sin embargo, estos métodos son costosos y en algunos casos no son efectivos debido al continuo movimiento de semillas por animales. Debido a los problemas ecológicos y económicos generados por la invasión de TSA en Florida, un programa de control biológico fue iniciado en 1997. Se realizaron expediciones en los lugares de origen incluyendo el sur de Brasil, noreste de Argentina, sur de Paraguay y Uruguay, donde se recolectaron varios agentes de control biológico (Medal *et al.* 2010^b).

Gratiana boliviana Spaeth (Coleóptera: Chrysomelidae) fue liberado en Florida por primera vez en 2003. Este crisomélido se ha establecido ampliamente en el centro y sur de Florida donde ha reducido la densidad de TSA (Overholt *et al.* 2009, 2010). La ausencia del crisomélido en el norte de Florida se puede deber al menor número de individuos liberados en esa área, pero también al clima durante el invierno (más días con heladas) y la falta de sincronización entre el insecto y la maleza al inicio de la primavera (Overholt

2010. Las larvas y adultos de *G. boliviana* se alimentan de las hojas de TSA reduciendo su vigor y capacidad reproductiva. Sin embargo, algunas plantas con daño severo de defoliación aún producen frutos, permitiendo así la reproducción de esta maleza. Por lo tanto, la liberación de un segundo agente de control biológico que ataque estructuras reproductivas podría ayudar con el control de TSA en el sureste de EE.UU.

Anthonomus tenebrosus Boheman (Coleóptera: Curculionidae) fue encontrado en el sur de Brasil alimentándose de los brotes florales de TSA (Medal *et al.* 2011) y llevado a la cuarentena en Fort Pierce, Florida, EE.UU. en abril de 2010. Las hembras depositan sus huevos (Fig. 1a) en el botón floral donde la larva se desarrolla, causando la caída prematura del brote floral reduciendo así la reproducción de TSA (Medal *et al.* 2009). Es común encontrar una larva por botón (Fig. 1b) y las pupas (Fig. 1c) permanecen protegidas por los sépalos y pétalos. El adulto es de color negro, mide aproximadamente 2 mm de longitud y se alimenta de los brotes florales y hojas tiernas de TSA (Fig. 1d). El adulto de *A. tenebrosus* posee características biológicas que podrían facilitar el incremento de sus poblaciones, incluyendo la alta fecundidad, longevidad, movilidad y un corto tiempo de desarrollo de huevo a adulto (Davis 2007).

Durante las pruebas de especificidad realizadas por el Dr. Julio Medal en Gainesville, Florida, adultos de *A. tenebrosus* se alimentaron de forma parcial en berenjena, además de su hospedero natural, TSA (Medal *et al.* 2011). Por tanto, el departamento de agricultura de EE.UU. (USDA) recomendó realizar pruebas adicionales para determinar el nivel de especificidad de *A. tenebrosus* y determinar su potencial como agente de control biológico de TSA.

Varios curculiónidos son considerados plagas en la agricultura como el picudo del chile (*Anthonomus eugenii* Cano) que ataca cultivos de chile (*Capsicum* spp.) en el sureste de EE.UU., Centroamérica y el Caribe (Capinera 2008), pero en varias ocasiones se han utilizado de forma exitosa como agentes de control biológicos: *Rhinocyllus conicus* Frölich en contra de *Carduus nutans* L., *Neochetina bruchi* Hustache, *Neochetina eichhorniae* Warner en contra de *Eichhornia crassipes* Mart., *Bagous affinis* Hustache, *Bagous hydrillae* O'Brien en contra de *Hydrilla verticillata* Vahl (Herrick y Kok 2010). Por lo tanto, *A. tenebrosus* ha sido seleccionado como un candidato de control biológico de TSA en Florida. Los objetivos del estudio fueron: 1) Evaluar la oviposición y sobrevivencia de *Anthonomus tenebrosus* en diferentes especies de *Solanum* bajo condiciones de no elección. 2) Determinar la preferencia de alimentación de *Anthonomus tenebrosus* entre anteras, brotes y hojas. 3) Evaluar la preferencia de *Anthonomus tenebrosus* por especies de *Solanum* bajo condiciones de doble elección. 4) Determinar si los adultos de *Anthonomus tenebrosus* responden a olores para reconocer plantas hospederas

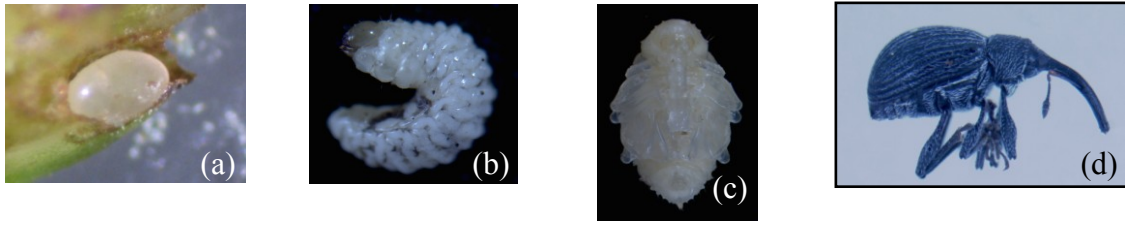


Figura 1. Estadios de *Anthonomus tenebrosus* a) Huevo, b) Larva, c) Pupa, d) Adulto

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Cría de plantas y *Anthonomus tenebrosus*. La investigación se realizó en condiciones de cuarentena en el Biological Control Research and Containment Laboratory (BCRCL) de la Universidad de Florida, Indian River Research and Education Center (IRREC), ubicado en Fort Pierce, Florida, EE.UU. Cuatro variedades de berenjena *Solanum melongena* L., se obtuvieron de semillas comerciales (Tomato Growers Supply Company, Fort Myers, Florida). Las siguientes especies de *Solanum* fueron recolectadas de poblaciones naturales en el condado de St. Lucie, Florida: *Solanum tampicense* Dunal, *Solanum jamaicense* Mill, *Solanum americanum* Mill, *Solanum capsicoides* Allioni y *Solanum viarum* Dunal. Se utilizó el suelo en bolsa de Sun Gro Metro Mix[®] 500 (Sun Gro Horticulture, Vancouver, British Columbia). Todas las plantas fueron mantenidas en invernaderos con un sistema de goteo automático. El control de plagas se realizó con productos orgánicos y las plantas fueron podadas semanalmente para estimular la producción de flores. Las plantas recibieron 15 g de un fertilizante de liberación lenta (Osmocote, 18:6:12 N:P:K The Scotts Miracle-Gro Company). También se utilizó un fertilizante líquido para estimular la floración (Miracle-Gro Plant Food 24:8:16 N:P:K The Scotts Miracle-Gro Company, Marysville, Ohio) con una dosis de 2.5 g/L de agua una vez por mes.

La colonia de *A. tenebrosus* fue mantenida en cuartos de crianza a condiciones constantes de temperatura y humedad ($27 \pm 2^\circ\text{C}$; 65 – 70% HR; 14:10 horas Luz:Oscuridad de fotoperiodo). Los adultos fueron colocados dentro de cajas de cría (60 × 60 × 60 cm), las cuales contenían brotes frescos de TSA. Los brotes tenían botones florales cerrados y flores abiertas (Fig. 2) y éstas fueron reemplazadas cada siete días. Luego de siete días, los botones de TSA con inmaduros del picudo fueron removidos y colocados en contenedores plásticos hasta la emergencia de adultos.



Figura 2. Flores y botones de Tropical soda apple

Prueba de no elección. El daño por alimentación y la oviposición de adultos de *Anthonomus tenebrosus* se evaluó en cuatro variedades de berenjena y en otras cinco especies de *Solanum*, incluyendo TSA. (Cuadro 1). Seis adultos recién emergidos fueron colocados dentro de un contenedor plástico (14 × 10 cm, alto × diámetro, Fig. 3) con brotes florales de la planta a probar. Los brotes florales consistieron en flores, brotes florales cerrados y pequeñas hojas, éstas fueron reemplazadas semanalmente. Los contenedores se colocaron en cuartos de crianza a condiciones constantes (27 ± 2°C; 65 – 70% HR; 14:10 horas Luz:Oscuridad de fotoperiodo). Se realizaron ocho réplicas de cada planta. La sobrevivencia de los adultos se evaluó cada dos días y los adultos muertos fueron removidos y sexados bajo el microscopio. También se midió el daño por alimentación en las hojas, brotes cerrados y flores al momento de cambio de plantas.

El daño de *A. tenebrosus* se caracteriza por perforaciones circulares en las anteras o remoción de tejido foliar. Se utilizó la siguiente escala para evaluar el daño: 0 (Ningún daño), 1 (1 – 33% de daño), 2 (34 – 66% de daño) y 3 (67 – 100% de daño). Todos los brotes florales fueron disectados bajo el microscopio y el número de huevos de *A. tenebrosus* fue registrado. El experimento terminó luego de 30 días de exposición a la planta.

Cuadro 1. Plantas utilizadas para las pruebas de especificidad de *Anthonomus tenebrosus*.

Género	Especie	Variedad	Nombre Común	Origen	Habitat/Importancia en Florida
<i>Solanum</i>	<i>melongena</i>	Florida High Bush	Berenjena		Cultivada en el sur de Florida
		Black Beauty	Berenjena		Cultivada en el sur de Florida
		Long Purple	Berenjena		Cultivada en el sur de Florida
		Market	Berenjena		Cultivada en el sur de Florida
<i>Solanum</i>	<i>viarum</i>		Tropical Soda Apple	Exótica	Principal maleza en pasturas
<i>Solanum</i>	<i>tampicense</i>		Wetland Nightshade	Exótica	Principal maleza en humedales
<i>Solanum</i>	<i>jamaicense</i>		Jamaican Nightshade	Exótica	Maleza en pasturas
<i>Solanum</i>	<i>americanum</i>		American Black Nightshade	Nativa	
<i>Solanum</i>	<i>capsicoides</i>		Red soda apple	Exótica	Maleza menor



Figura 3. Contenedor plástico utilizado para experimentos de no elección

Prueba de doble elección. Debido a que los adultos de *Anthonomus tenebrosus* se alimentaron de otras plantas, además de TSA, se realizaron pruebas de doble elección para evaluar su preferencia. Seis adultos de la colonia fueron liberados en el medio de jaulas de observación (60 × 60 × 60 cm, Fig. 4.) conteniendo la planta de prueba y TSA. Se realizaron cuatro réplicas por planta de prueba. Todas las jaulas fueron colocadas en el invernadero (24° – 31°C). Las plantas de prueba tuvieron aproximadamente el mismo volumen de hojas y flores, estas estuvieron separadas 30 cm una de la otra (Fig. 4). La posición de los adultos fue monitoreada cada dos horas y se registró la posición en: tallo – hoja, botón floral cerrado, flores y malla. El experimento duró 72 horas y luego las mismas variables del experimento de no elección fueron registradas.



Figura 4. Caja de insecto para doble elección

Ensayos de olfactómetro. La atracción de los adultos de *Anthonomus tenebrosus* hacia los compuestos volátiles emitidos por las plantas fue evaluado usando un olfactómetro en forma de Y. El olfactómetro tuvo las siguientes dimensiones 22 cm de área común, 10 cm para cada brazo y 2.5 cm de diámetro. El ángulo de inclinación del olfactómetro fue de 30°. El área de trabajo se mantuvo limpia de cualquier objeto que pudiera ser una distracción para el insecto, con el fin que solo se pudiera evaluar únicamente la atracción a compuestos volátiles. Las muestras de plantas utilizadas fueron colocadas en un Erlenmeyer, otro Erlenmeyer no contuvo ninguna planta. Los frascos fueron conectados al olfactómetro a través de mangueras con un flujo de aire de 0.2 m/seg. El área común del olfactómetro fue cubierto con una lámina de cartón para estimular el movimiento del insecto hacia la luz.

Se utilizaron dos tipos de adultos: 1) Adultos recién emergidos mantenidos sin agua y sin alimento y 2) adultos de diez días de edad alimentados con TSA hasta 12 horas antes del ensayo. Un adulto fue colocado en el inicio del tubo y se observó por un periodo de diez minutos. Se consideró una elección positiva cuando el insecto llegó a la marca establecida en el brazo. Los adultos que no seleccionaron ningún brazo durante los diez minutos fueron descartados del análisis. Las muestras de plantas fueron cambiadas de posición luego de usar cinco individuos para evitar algún efecto de posición de los brazos. Cada olfactómetro fue esterilizado en agua caliente y colocado en un horno a 70°C por 15 minutos. Los ensayos se realizaron desde las 10 AM hasta las 5 PM que es la hora de oviposición de otras especies de picudos (Addesso y Heather 2009). El cuarto de estudio se mantuvo a una temperatura constante de $25 \pm 1^\circ\text{C}$.

Análisis estadístico. Para el experimento de no elección, se realizó un análisis de varianza ANDEVA para evaluar el efecto de especie de planta en daño por alimentación, comportamiento, sobrevivencia y oviposición de adultos. En el caso de encontrar diferencias significativas, la medias fueron separadas con el método Student – Newman – Keuls ($\alpha = 0.05$). En el experimento de doble elección y olfactómetro para comparar las variables categóricas se usó el análisis de Chi-Cuadrado (X^2). Todos los análisis estadísticos fueron realizados usando el programa SAS[®] (SAS Institute 2008).

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Prueba de no elección. La sobrevivencia de los adultos de *Anthonomus tenebrosus* fue similar en TSA, berenjenas, Wetland nightshade y Red soda apple (Cuadro 2). Los adultos sobrevivieron por más tiempo en TSA comparado con Berenjena long purple, Jamaican nightshade y American black nightshade (Cuadro 2). Al final de los 30 días de exposición, se reportó la presencia de huevos por hembra solo en TSA, Red soda apple y Wetland nightshade. Se obtuvo un alto daño por alimentación en las anteras de todas las plantas, excepto en American black nightshade (Cuadro 2). En las disecciones, se registró la presencia de huevos maduros en los ovarios (normales) y la presencia de oocitos inmaduros (atrofiados) (Fig. 5). Se encontraron huevos atrofiados en todas las plantas excepto en TSA y Red soda apple.

Cuadro 2. Sobrevivencia del picudo *Anthonomus tenebrosus* (medias \pm error estándar), presencia de huevos/hembra (medias \pm error estándar) en especies de plantas probadas y daño por alimentación (medias \pm error estándar).

Lista de Plantas	Días		Daño por alimentación		
	Sobrevivencia	Huevos/hembra	Hojas	Botón cerrado	Anteras
Tropical Soda Apple	29.67 \pm 0.93a	0.18 \pm 0.03a	1.2 \pm 0.1a	1.6 \pm 0.1a	2.0 \pm 0.0a
Red soda apple	28.40 \pm 0.93ab	0.15 \pm 0.03ab	1.0 \pm 0.0ab	1.4 \pm 0.1a	1.6 \pm 0.1ab
Berenjena (F. Bush)	27.88 \pm 0.93ab	0.00 \pm 0.0c	1.1 \pm 0.1ab	0.2 \pm 0.1e	1.5 \pm 0.1bc
Wetland nightshade	27.65 \pm 0.93ab	0.03 \pm 0.01bc	1.0 \pm 0.1ab	1.1 \pm 0.0b	1.5 \pm 0.1bc
Berenjena (Market)	26.90 \pm 0.93ab	0.00 \pm 0.0c	1.1 \pm 0.0ab	0.3 \pm 0.1d	1.3 \pm 0.1c
Berenjena (B. Beauty)	26.27 \pm 0.93ab	0.00 \pm 0.0c	1.0 \pm 0.1ab	0.2 \pm 0.1d	1.7 \pm 0.1ab
Berenjena (L. Purple)	24.60 \pm 1.00b	0.01 \pm 0.01c	0.6 \pm 0.1c	0.3 \pm 0.1d	1.3 \pm 0.1c
Jamaican nightshade	15.58 \pm 0.93c	0.00 \pm 0.0c	0.4 \pm 0.1cd	0.7 \pm 0.1c	0.6 \pm 0.1d
American B. nightshade	9.81 \pm 0.93d	0.00 \pm 0.0c	0.4 \pm 0.1cd	0.1 \pm 0.1d	0.7 \pm 0.1d

Letras diferentes en la misma columna indican diferencias significativas (Prueba S-N-K; $P \leq 0.05$).

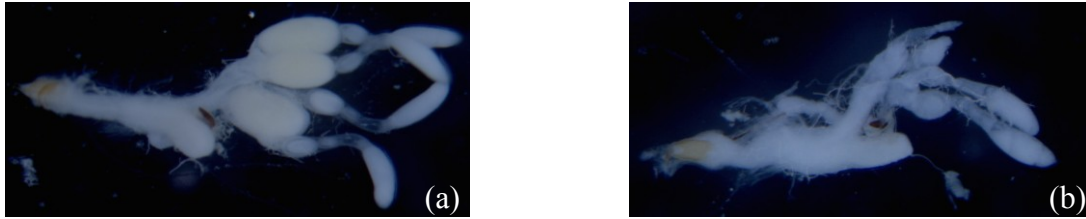


Figura 5. Comparación de huevos normales (a) con los atrofiados (b) luego de 30 días de exposición a las plantas de prueba.

Prueba de doble elección. *Anthonomus tenebrosus* presentó una preferencia para ovipositar en TSA sobre berenjenas y Wetland nightshade. No hubo diferencia significativa en el promedio de huevos/hembra dejados en TSA comparado con Red soda apple. No se encontraron huevos en berenjenas (Fig. 6). No se encontró diferencia significativa en la localización de los adultos entre TSA y Red soda apple (Fig. 7). Luego de 72 horas se encontró daño por alimentación en hojas, brotes y anteras de berenjenas, TSA y Red soda apple.

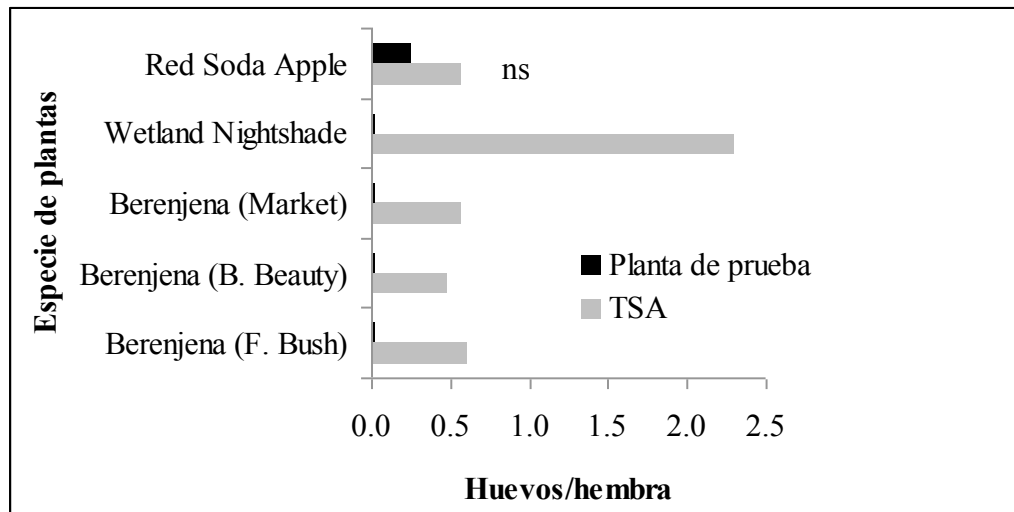


Figura 6. Número de huevos depositados por *Anthonomus tenebrosus* durante 72 horas en las plantas de prueba bajo condiciones de doble elección. (Prueba χ^2 ; $P \leq 0.05$).

ns = No significativo

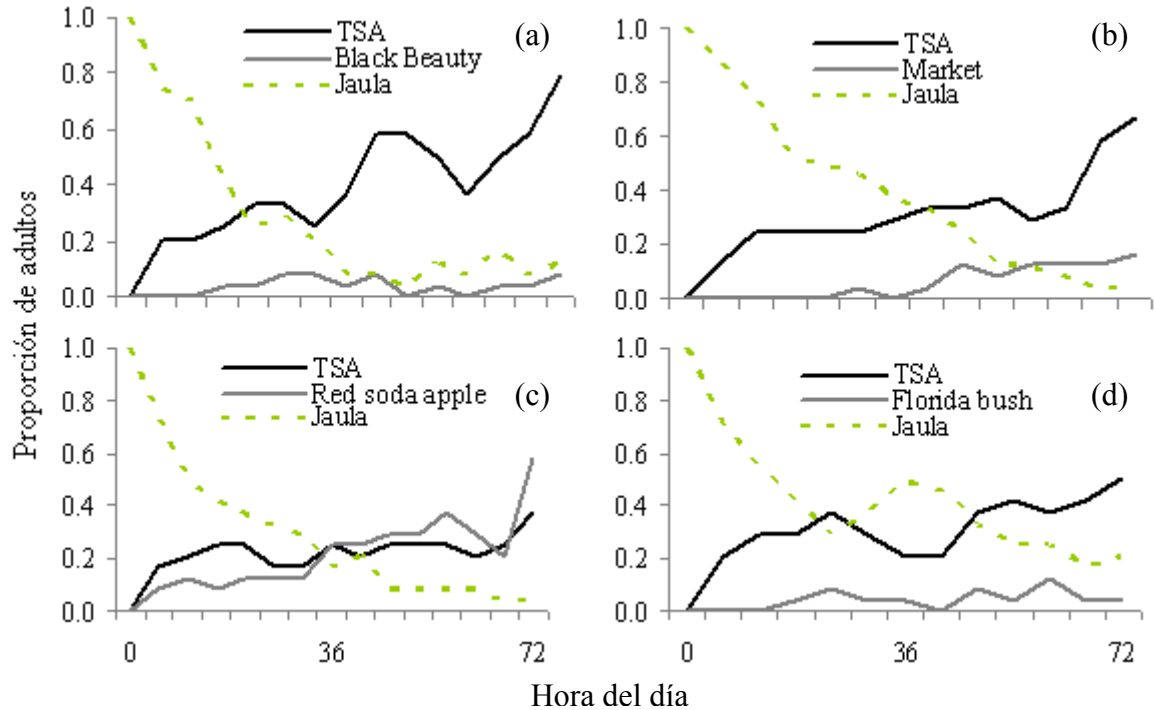


Figura 7. Localización de *Anthonomus tenebrosus* a lo largo de tres días de exposición en el experimento de doble elección. a) TSA – Black Beauty, b) TSA – Market, c) TSA – Red soda apple, d) TSA – Florida Bush.

Ensayos de olfactómetro. Los adultos recién emergidos eligieron los compuestos volátiles de TSA sobre aire puro ($X^2 = 5.45$, Fig. 8a). Sin embargo, adultos con diez días de edad no mostraron diferencias significativas al ser expuestos a compuestos volátiles de TSA y aire puro (Fig. 8a). En los adultos recién emergidos estos no difieren entre plantas al ser expuestos a los compuestos volátiles de TSA y berenjena (Fig. 8b).

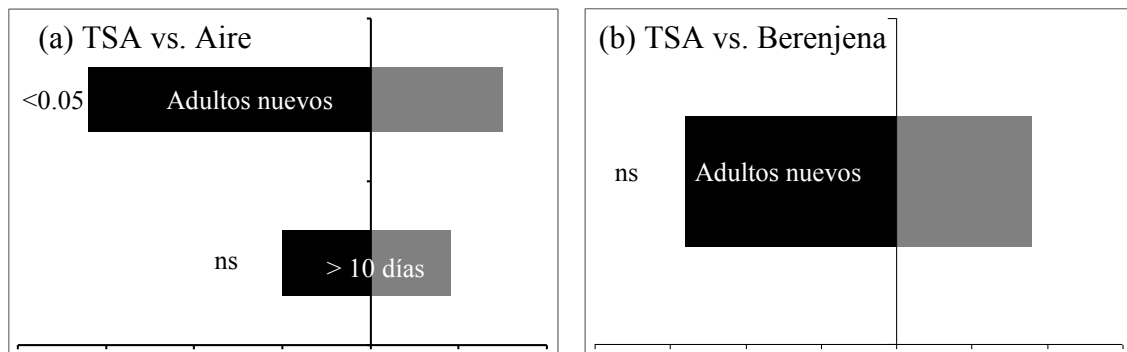


Figura 8. Atracción de *Anthonomus tenebrosus* (adultos nuevos y diez días de edad) hacia volátiles de las plantas de prueba (Prueba X^2 ; $P \leq 0.05$). ns = No significativo

Los adultos de *Anthonomus tenebrosus* sobrevivieron \approx 30 días en casi todas las plantas de prueba en el experimento de no elección. Esta alta sobrevivencia sugiere que las especies de plantas utilizadas satisfacen los requerimientos nutricionales de los adultos. Sin embargo, huevos de *A. tenebrosus* fueron encontrados únicamente en TSA y Red soda apple, lo cual se puede atribuir a que ambas plantas pertenecen a la sección *Acanthophora* Sensu stricto (s.s), sub-género *Leptostemonum* (Levin *et al.* 2005). La ausencia de huevos en berenjenas se puede atribuir al grosor de pétalos y sépalos lo que dificulta la inserción del ovipositor del insecto. La preferencia de alimentación por las anteras de los adultos puede ser producto de la alta calidad de proteína presente en estas estructuras, comparado con sépalos, hojas y pétalos (Bhadula y Sawhney 1989). La ausencia de huevos maduros y presencia de huevos atrofiados en los ovarios de las hembras alimentadas con berenjena se puede deber al bajo contenido nutricional de estas plantas.

En el experimento de doble elección, *A. tenebrosus* detectó rápidamente la presencia de su hospedero TSA en comparación con las berenjenas. Sin embargo, la falta de discriminación entre TSA y Red soda apple puede deberse a que ambas plantas son originarias de Brasil y es posible que el insecto haya coevolucionado de forma natural con estas plantas, también puede atribuirse a que ambas plantas pueden presentar una calidad nutricional similar (Bhadula y Sawhney 1989), por lo cual el insecto no las discrimina.

En la prueba de olfactómetro, los adultos de *A. tenebrosus*, especialmente los recién emergidos, utilizan compuestos volátiles para reconocer plantas. Sin embargo, los adultos con diez días de edad no discriminaron entre TSA y berenjenas. Este resultado contradice otros estudios que muestran que, insectos herbívoros con experiencia discriminan mejor los compuestos volátiles de su planta hospedera (Jeremy 1987). Una posible explicación es que *A. tenebrosus* con diez días de edad no es estimulado por los compuestos volátiles de su planta hospedera porque está en busca de una pareja para copular y por lo tanto podría responder mejor a feromonas de las hembras. Un ensayo similar al presentado muestra como adultos nuevos de *Anthonomus eugenii* Cano utilizan compuestos volátiles en el proceso de elección de hospederos (Addesso y Heather 2009). Sin embargo, los adultos de diez días no discriminaron entre plantas.

El picudo *A. tenebrosus* tiene un alto potencial para ser liberado como un agente de control biológico de *Solanum viarum* en Florida debido a que oviposita y completa su desarrollo únicamente en *S. viarum* y *Solanum capsicoides*. Así mismo, otros estudios como el caso de *Anthonomus santacruzi* Hustache, mostraron que el picudo ovipositó en 12 de las 17 plantas de prueba (Olckers 2003). No obstante, mostró una marcada

preferencia por oviposición y alimentación por su planta objetivo *Solanum mauritianum* Scopoli (Olckers 2003). El presente estudio solo evaluó una corta lista de plantas, por lo tanto, no se puede aún determinar si *A. tenebrosus* es un buen agente de control biológico. Pruebas de especificidad deben continuarse utilizando una lista completa de plantas previamente aceptadas por las entidades regulatorias (USDA – APHIS PPQ).

4. CONCLUSIONES

NO ELECCIÓN

- *Anthonomus tenebrosus* ovipositió únicamente en *Solanum viarum* y *Solanum capsicoides*.
- No hubo diferencia en la sobrevivencia del picudo en las plantas de prueba, excepto en *Solanum americanum* y *Solanum jamaicense*.
- El picudo prefirió, para la alimentación, las anteras sobre el resto de órganos no reproductivos.

DOBLE ELECCIÓN

- *Anthonomus tenebrosus* discrimina entre TSA y berenjenas, sin embargo, no discriminó entre TSA y Red soda apple.
- *Anthonomus tenebrosus* ovipositió únicamente en TSA y Red soda apple.

OLFACTÓMETRO

- *Anthonomus tenebrosus* recién emergidos responden a compuestos volátiles de la planta hospedero, *Solanum viarum*.

5. RECOMENDACIONES

- Continuar con los estudios de especificidad de *Anthonomus tenebrosus* con variedades de berenjena que tengan flores pequeñas y otras especies del subgénero *Leptostemonum* de la familia Solanaceae.
- Evaluar el crecimiento poblacional de *A. tenebrosus* en *Solanum viarum* y *Solanum capsicoides*.
- Continuar con los experimentos de olfactómetro para determinar con certeza si el picudo puede o no discriminar entre especies de *Solanum*.
- Realizar una prueba de elección múltiple con al menos cuatro especies de plantas para determinar la preferencia de los adultos.

6. LITERATURA CITADA

Addesso, K.M. and H.J. McAuslane. 2009. Pepper weevil attraction to volatiles from host and nonhost plants. *Chemical ecology*. 38: 216 – 224.

Bhadula, S.K. and V.K. Sawhney. 1989. Protein analysis of floral organs of some members of solanaceae. *The Botanical Magazine, Tokyo*. 102: 85 – 91.

Capinera, J. L. 2002. Pepper weevil, *Anthonomus eugenii* Cano (Insecta: Coleoptera: Curculionidae). EENY – 278.

Coile, N. 1993. Tropical soda apple, *Solanum viarum*, Dunal: The plant from hell. Fla. Dept. Agric. & Consumer Services. Botany circular No. 27.

Davis, B. 2007. Evaluation of artificial diets for rearing *Anthonomus tenebrosus* (Coleoptera: Curculionidae), a potential biological control agent of tropical soda apple, *Solanum viarum*. Thesis M Sc. University of Florida, Florida. 104 p.

Herrick, N. and T. Kok. 2010. Classical biological control of weeds with Curculionidae. *Perspectives in agriculture, veterinary science, nutrition and natural resources* No. 28.

Jeremy, T. 1987. The role of experience in the host selection of phytophagous insects. *In* R. F. Chapman, E. A. Bernays, J.G. Stoffolano (eds.), *Perspectives in chemoreception and behavior*. Springer, New York. p. 143 – 157.

Levin, R., K. Watson and L. Bohs. 2005. A four-gene study of evolutionary relationships in *Solanum* section *Acanthophora*. *American Journal of Botany* 92: 603 – 612.

McGovern, R., J. Polston, G. Danyluk, E. Hiebert, A. Abouzid and P. Stansly. 1994. Identification of a natural weed host of tomato mottle geminivirus in Florida. *Plant Disease*. 78:1102 – 1106.

Medal, J., N. Coile, D. Gandolfo and J. Cuda. 2002a. Status of biological control of tropical soda apple, *Solanum viarum*, in Florida. Botany circular No. 36.

Medal, J., D. Sudbrink, D. Gandolfo, D. Ohashi and J. Cuda. 2002b. *Gratiana boliviana*, a potential biocontrol agent of *Solanum viarum*: Quarantine host-specificity testing in Florida and field surveys in South America. *BioControl* 47: 445 – 461.

Medal, J., N. Bustamante, E. Bredow, H. Pedrosa, W. Overholt, R. Diaz and J. Cuda. 2011. Host specificity of *Anthonomus tenebrosus* (Coleoptera: Curculionidae), a potential biological control agent of tropical soda apple (Solanaceae) in Florida. *Florida Entomologist* 94: 214 – 225.

Medal, J., N. Bustamante, W. Overholt, R. Diaz, P. Stansly, A. Roda, D. Amalin, R. Gaskalla, K. Hibbard, B. Sellers, K. Gioeli, S. Munyan, S. Hight and J. Cuda. 2009. Classical biological control of tropical soda apple in the USA. Institute of Food and Agricultural Sciences (IFAS) University of Florida. ENY – 824.

Medal, J., N. Bustamante, W. Overholt, R. Diaz, P. Stansly, A. Roda, D. Amalin, K. Hibbard, R. Gaskalla, B. Sellers, S. Hight and J. Cuda. 2010^b. Biological control of tropical soda apple (Solanaceae) in Florida: Post-Release evaluation. *Florida Entomologist* 93: 130 – 132.

Medal, J., N. Bustamante, M. Vitorino, L. Beal, W. Overholt, R. Diaz and J. Cuda. 2010^a. Host specificity tests of *Gratiana graminea* (Coleoptera: Chrysomelidae), A potential biological control agent of tropical soda apple, *Solanum viarum* (Solanaceae). *Florida Entomologist* 93: 231 – 242.

Medal, J., W. Overholt, P. Stansly, A. Roda, L. Osborne, K. Hibbard, R. Gaskalla, E. Burns, J. Chong, B. Sellers, S. Hight, J. Cuda, M. Vitorino, E. Bredow, J. Pedrosa-Macedo and C. Wikler. 2007. Establishment, spread and initial impacts of *Gratiana boliviana* (Chrysomelidae) on *Solanum viarum* in Florida. In M.H. Julien, R. Sforza, M.C. Bon, H.C. Evans, P.E. Hatcher, H.L. Hinz and B.G. Rector (eds.), *Proceedings of the XII International Symposium on Biological Control of Weeds*. 22 – 27 April, La Grande Motte, France

Mullahey, J.J., M. Nee, R.P. Wunderlin and K. R. Delaney. 1993. Tropical soda apple (*Solanum viarum*): a new weed threat in subtropical regions. *Weed Technology* 7: 783 – 786.

Mullahey, J. J. 1996. Tropical soda apple (*Solanum viarum* Dunal). A biological pollutant threatening Florida. *Castanea* 61: 255 – 260.

Mullahey, J. J., J. Ferrel and B. Sellers. 2006. Tropical soda apple: A noxious weed in Florida. Institute of Food and Agricultural Sciences (IFAS) University of Florida. SS – AGR – 77.

Olckers, T. 2003. Assessing the risks associated with the release of a flowerbud weevil, *Anthonomus santacruzi*, against the invasive tree *Solanum mauritianum* in South Africa. *Biological Control* 28: 302 – 312.

Overholt, W., R. Diaz, K. Hibbard, A. Roda, D. Amalin, A. Fox, S. Hight, J. Medal, P. Stansly, B. Carlisle, J. Walter, P. Hogue, L. Gary, L. Wiggins, C. Kirby and S. Crawford. 2009. Releases, distribution and abundance of *Gratiana boliviana* (Coleoptera:

Chrysomelidae), A biological control agent of tropical soda apple (*Solanum viarum*, Solanaceae) in Florida. Florida Entomologist 92: 450 – 457.

Overholt, W., R. Diaz, L. Markle and J. Medal. 2010. The effect of *Gratiana boliviana* (Coleoptera: Chrysomelidae) herbivory on growth and population density of tropical soda apple (*Solanum viarum*) in Florida. Biocontrol Science and Technology 20: 791 – 807.

Thomas, M. 2007. Impact of tropical soda apple on Florida's grazing land. The Florida Cattleman and Livestock Journal 71: 37 – 38.