

Efecto de la Trampa y Atrayente sobre *Scyphophorus acupunctatus* en Agave

Author(s): Cesar Ruiz-Montiel, Carlos Ivan Ramón-Domínguez, Lizbeth Domínguez-Reyes, Rosa Ainsa-Zarate y María Remedios Mendoza-López

Source: Southwestern Entomologist, 42(1):237-247.

Published By: Society of Southwestern Entomologists

DOI: <http://dx.doi.org/10.3958/059.042.0121>

URL: <http://www.bioone.org/doi/full/10.3958/059.042.0121>

BioOne (www.bioone.org) is a nonprofit, online aggregation of core research in the biological, ecological, and environmental sciences. BioOne provides a sustainable online platform for over 170 journals and books published by nonprofit societies, associations, museums, institutions, and presses.

Your use of this PDF, the BioOne Web site, and all posted and associated content indicates your acceptance of BioOne's Terms of Use, available at www.bioone.org/page/terms_of_use.

Usage of BioOne content is strictly limited to personal, educational, and non-commercial use. Commercial inquiries or rights and permissions requests should be directed to the individual publisher as copyright holder.

Efecto de la Trampa y Atrayente sobre *Scyphophorus acupunctatus*¹ en Agave

Effect of the Trap and Attractant on *Scyphophorus acupunctatus*¹ in Agave

Cesar Ruiz-Montiel², Carlos Ivan Ramón-Domínguez³, Lizbeth Domínguez-Reyes³, Rosa Ainsa-Zarate³, y María Remedios Mendoza-López⁴

Resumen. El picudo del agave *Schyphophorus acupunctatus* Gyllenhal es una plaga importante que se distribuye en varias regiones del mundo. En México causa pérdidas económicas en especies de agaves y en la producción de nardo. Se ha reportado que el tejido de plantas durante la fermentación produce volátiles como el alcohol que sinergia la feromona para capturarlo. Además, el color de las trampas tiene un impacto sobre la efectividad de éstas. Colocamos trampas de color, ausente de color y atrayente alimenticio en combinación con la feromona de agregación en una plantación de *Agave salmiana*. Los picudos responden significativamente más a las trampas cebadas de color azul, verde, y amarilla con feromona respecto a la trampa color azul sin feromona. Sin embargo, cuando se coloca feromona en todas las trampas no se registran diferencias en la captura de picudo. Las trampas de color azul y verde atraen más picudos que la ausente de color. Los bulbos de *Polygonum tuberosum* L. fueron más atractivo que los trozos de *A. salmiana* Otto Salm-Dick y *A. angustifolia* Haw. Se identificaron tres volátiles que son liberados por el nardo.

Abstract. The agave weevil, *Schyphophorus acupunctatus* Gyllenhal, is an important pest with distribution in several regions of the world. In Mexico, it causes economic loss in agave species and production of tuberose. It has been documented that plant tissue during fermentation produces volatiles as alcohol that synergizes the pheromone for its capture. In addition, the color of traps has an impact on their effectiveness. We placed traps with different color, without color and food bait in combination with aggregation pheromone in an *Agave salmiana* crop. The weevils responded significantly to baited traps blue, green, and yellow with pheromone compared with the blue traps without pheromone. However, when we placed pheromone in all traps, no differences were recorded in weevil capture. Blue and green traps attract more weevils than those without color. The bulb of *Polygonum tuberosum* L. was more attractive than *A. salmiana* Otto Salm-Dick and *A. angustifolia* Haw pieces. We identified three volatiles released by the tuberose.

¹Coleoptera: Curculionidae

²Instituto de Investigaciones Forestales, Parque Ecológico El Haya, Antigua Carretera Xalapa-Coatepec, AP 551, Universidad Veracruzana, Xalapa, Veracruz, México.

³Facultad de Ciencias Agrícolas, Circuito Gonzalo Aguirre Beltrán s/n Zona Universitaria C.P. 91000, Xalapa, Veracruz. Universidad Veracruzana.

⁴Unidad de Servicios de Apoyo en Resolución Analítica (SARA). Universidad Veracruzana, Xalapa 91190 Veracruz, México.

Introducción

El picudo negro, *Scyphophorus acupunctatus* Gyellenhal (Coleoptera: Curculionidae), es una plaga importante en muchas especies cultivadas de agaves en México (Aquino et al. 2007) distribuyéndose en varias regiones del mundo (Vaurie 1971). Además daña al nardo *Polianthes tuberosa* L. (Asparagaceae) (Camino et al. 2002). En México, el picudo causa pérdidas económicas en la industria del tequila, mezcal, henequén y en la producción de nardo (Camino et al. 2002, Aquino et al. 2007). Se reportan pérdidas por *S. acupunctatus* en cabezas de *Agave tequilana* Wever var. Blue (Liliales: Agavaceae), de más del 25%, *A. salmiana* Otto Salm-Dick "Pulque" 46%, en *A. angustifolia* Haw de 50% en *A. fourcroydes* Lem. "henequén" del 40 y 70% en plantaciones de nardo (Solís-Aguilar et al. 2001, Camino et al. 2002, Valdés-Rodríguez et al. 2004). La utilización de insecticidas es el principal método de control del insecto (Terán-Vargas et al. 2012), sin embargo es necesario generar nuevas alternativas de control, como puede ser la efectividad de las trampas y el uso de semioquímicos. Se sabe que el color de las trampas tiene un impacto sobre la efectividad de éstas (Abuagla y Al-Deeb 2012) en combinación con feromonas para diferentes especies de picudos.

Las feromonas de agregación junto con la planta hospedera han sido utilizadas para atrapar Curculionidae (Camino et al. 2002, Tafoya et al. 2007). Se ha recomendado utilizar tejido de *Agave tequilana*, tejido de palma de coco (*Elaeis guineensis* Jacq.), y caña de azúcar (*Saccharum* sp.), y la feromona para capturar a *S. acupunctatus*, *Rhynchophorus palmarum* L., y *R. ferrugineus* Oliv. (Oehlschlager et al. 1993, Alpizar et al. 2002, Ruiz-Montiel et al. 2008). Camino et al. (2000) ha reportado el uso de 20 tipos de cebos que consisten en frutas y residuos de plantas en trampas, como agave fermentado, piña, plátano, y guayaba, donde se capturaron un gran número de adultos de *S. acupunctatus*. Este insecto libera una feromona de agregación, la cual ha sido sintetizada y evaluada junto con tejido de agave (Ruiz-Montiel et al. 2003, 2008); y ha sido utilizado en el sistema de trapeo para monitorear al picudo del agave en Jalisco (Figueroa-Castro 2013).

Los volátiles involucrados en la atracción de los picudos, como el alcohol etílico, son producidos por la fermentación de las plantas y son atractivos para *Rhynchophorus* (Gunatilake y Gunawardena 1986), y tienen un efecto de sinergia en la respuesta a la feromona de agregación, como ocurre en *Rhynchophorus* spp., *Metamasius hemipterus*, y *Dynamis borassi* (Gries et al. 1994, Giblin-Davis et al. 1996, Perez et al. 1997, Rochat et al. 2000, Reddy et al. 2005). Azuara-Domínguez et al. (2012) encontraron que el acetato de etilo, etanol, 2-butanol, y ácido acético, volátiles de cabeza fermentada del agave son atractivos a *Rhynchophorus acupunctatus* y producen sinergia en la respuesta del picudo del agave con su feromona de agregación. Por lo anterior, es necesario evaluar en campo los compuestos atrayentes identificados, y elegir el más adecuado para formularlo con la feromona.

Materiales y Métodos

La investigación se llevó a cabo en San José los Molinos, Perote, Veracruz, México (19° 35' 41" N; 97° 12' 57" W) a 2420 msnm, en un predio de 2.5 ha de *Agave salmiana*, de septiembre a noviembre del 2009 y de noviembre a diciembre del 2010, para la prueba de trampas de color y atrayentes alimenticios, respectivamente.

Las trampas fueron cubetas con tapa de 5 l de colores y transparente a las cuales se les hicieron cuatro aberturas verticales y paralelas de 12 cm de ancho x 10 cm de alto, y de la abertura a la base de la cubeta fue de 3 cm, para permitir enterrar la trampa al nivel del suelo y facilitar la entrada de los insectos. El liberador de la feromona fue colocado con un clip dentro de la trampa por debajo de la tapa. Cada trampa contenía los siguientes materiales dependiendo del experimento: (1) feromona de agregación del macho del PA (Tequilur®, Fero Comps, México, D.F.) (2-metil-4-octanona) y libera en promedio 3.1 mg por día en campo; (2) 200 g de la base de las hojas frescas de agave pulquero (atrayente alimenticio, AP), de agave tequilero (AT), agave de ornato (AO) y nardo (N); (3) 200 g de agave pulquero con 1 g de paratión metílico al 3% impregnado a los trozos.

El atrayente alimenticio se cambió cada semana y la feromona cada 20 días. Las trampas fueron colocadas a un lado de cada hilera o surco de los agaves, separadas entre hileras cada 3 m y entre trampas por 10 m. Las trampas fueron revisadas cada semana. Se utilizaron en total 48 trampas en las tres fases del experimento dentro del cultivo de *A. salmiana*. La primera fase del experimento en la evaluación del color de las trampas con feromona consistió de los siguientes tratamientos: trampa amarilla (M), azul (A), verde (V), y azul sin feromona (T) con cuatro repeticiones cada una durante cinco semanas. La segunda fase para conocer el efecto del color de la trampa con feromona los tratamientos fueron los siguientes: trampa amarilla (M), azul (A), verde (V), gris (G), y transparente (T), con cuatro repeticiones cada una durante cinco semanas. Para la tercera fase los tratamientos son los siguientes: trampa gris con trozos de agave pulquero (AP), de ornato (AO), tequilero (AT), y nardo (N) con cuatro repeticiones cada uno durante tres semanas. A todas las trampas se anotó la clave asignada para cada tratamiento, por ejemplo trampa amarilla (M) y el número de repetición (R1). El número de picudos capturados (machos y hembras) fueron registrados cada semana anotando la fecha de colecta y la clave asignada a la trampa. Para probar el efecto del color de las trampas, con y sin feromona y los trozos agave, se incluyeron todas las posibles combinaciones (Cuadro 2).

La trampa fue fotografiada bajo luz natural con una cámara digital a una resolución de 6 mil x 6 mil píxeles y las imágenes fueron analizadas usando el RGB software: Este programa analiza la intensidad del rojo (R), verde (G), y azul (B) que componen los píxeles de una imagen fotográfica tomada en cualquier área y su valor se da en porcentaje para cada uno de los colores contenidos en la misma (Byers 2006). Amarillo (R = 195 G = 180 B = 51), azul (R = 20 G = 132 B = 206), gris (R = 97 G = 119 B = 134), verde (R = 38 G = 157 B = 133) y transparentes como control. Los colores elegidos para las trampas fueron basado en estudios para otros curculiónidos (Valdés et al. 2005, Al-Saoud 2010, García et al. 2014). Una vez que encontramos en la fase dos que las trampas de color azul capturan en promedio más picudos, utilizamos el color gris para los trameos con atrayentes alimenticios más feromona para eliminar el efecto del color.

Diseño Experimental y Análisis Estadístico. El diseño en todos los casos fue completamente al azar. Las trampas fueron movidas cada semana completamente al azar debido a que *S. acupunctatus* se agrega (Ruiz-Montiel et al 2003). Los insectos capturados fueron colocados en contenedores de plástico con alcohol al 70%, sexados, y llevados al laboratorio.

Para determinar si existe un efecto entre el color de las trampas y la captura total de insectos así como el sexo de los adultos capturados se realizó un análisis no paramétrico con una prueba Kruskal-Wallis para los datos semanales y totales.

En el caso de la trampa gris más los diferentes atrayentes alimenticios, las capturas totales fueron analizadas mediante un análisis de varianza de una vía y las separación de medias la prueba de Tukey's ($\alpha = 0.05$) (Zar 1999). Los datos de campo fueron analizados con el paquete estadístico SAS (SAS Institute 2004).

Para conocer los volátiles de los atrayentes alimenticios utilizados nos apoyamos de la literatura existente sobre los agaves y se revisó el análisis de los volátiles del nardo para establecer comparaciones. El análisis de volátiles del nardo se realizó con un equipo head-space (Agilent Technologies modelo 7694E Santa Clara, CA). Cinco gramos de muestra de nardo se colocó en un vial para head-space, se selló con tapa de PTFE/teflón, la temperatura de equilibrio fue de 85°C con tiempo de equilibrio de 25 minutos. El análisis de cromatografía de gases se realizó con un equipo Agilent Technologies 6890N (Net Work GC system, Santa Clara, CA) y la separación de los compuestos volátiles se llevó a cabo en una columna DB-5 (5% de polidimetilsiloxano), 60.0 m X 0.25 mm d.i X 0.25 µm de espesor de película. La temperatura de inicio fue 40°C, la cual se mantuvo durante 5 min, posteriormente la temperatura se elevó hasta 280°C usando una rampa de calentamiento de 10°C/min, se mantuvo a esta temperatura durante 3 min. Se usó helio como gas acarreador a un flujo de 1 ml/min, la temperatura del inyector fue 250°C. Una vez obtenido el cromatograma, la identificación de cada uno de los picos se llevó a cabo mediante espectrometría de masas empleando un espectrómetro de masas marca Agilent Technologies modelo 5975 inert XL (Santa Clara, CA). Los espectros de masas se obtuvieron mediante ionización por impacto electrónico a 70 eV, para la identificación de los volátiles se compararon los espectros de masas obtenidos para cada compuesto, con una base de datos (HP Chemstation-NIST 05 Mass Spectral search program, versión 2.0d).

Resultados y Discusión

En la primera fase del experimento se capturaron 102 hembras y 89 machos. Los picudos responden significativamente más a las trampas cebadas de colores azul, verde, y amarillo con feromona respecto a la trampa azul sin feromona ($F = 4.36$; $df = 12$; $P = 0.0270$) (Cuadro 1).

En la segunda fase se capturaron 140 machos y 37 hembras. Se encontró que cuando se coloca feromona en todas las trampas de color no se registran diferencias ($F = 2.22$; $df = 20$; $P = 0.1030$) entre los colores y la trampa transparente. Sin embargo, cuando analizamos las combinaciones posibles entre

Cuadro 1. Efecto del Color de la Trampa sobre las Capturas de *Schlyphophorus acupunctatus* en Trampas Cebadas con Atrayente Alimenticio (AP), con y sin Feromona de Agregación (Tequilur)

Table 1. Effect of Trap Color on Catches of *Schlyphophorus acupunctatus* in Traps Baited with Food Attractant (AP) and with Non-aggregation Pheromone (Tequilur)

Tratamientos	Media picudos capturados/trampa/semana
Color de trampa (total de picudos)	
A1: Azul	19.40
A2: Verde	12.20
A4: Amarillo	9.80
A5: Testigo(trampa azul sin feromona)	0.20
Diferencia crítica ($P = 0.05$)	15.94
($F = 4.36$, $df = 12$, $P = 0.0270$)	

los colores de las trampas, se detectó que el color azul presenta una mayor captura de picudos respecto a la transparente ($X^2 = 5.142$; $gl = 1$; $P = 0.0231$) (Cuadro 2), ya que la trampa de color azul captura un promedio de 9.2 insectos, mientras que la transparente solo atrajo en promedio 4 picudos. Así mismo, se encontró una tendencia a capturar más machos en las trampas de color azul respecto a la transparente ya que se capturaron un promedio de 7.6 y 3.2 insectos, respectivamente ($X^2 = 3.376$; $gl = 1$; $P = 0.0661$) y para la hembras la trampa verde y transparente capturan un promedio de 2.2 y 0.8 insectos, respectivamente ($X^2 = 0.3.175$; $gl = 1$; $P = 0.0748$).

Cuadro 2. Efecto del Color de la Trampa sobre las Capturas Totales de *Schlyphophorus acupunctatus* en Trampas Cebadas con Atrayente Alimenticio (AP) y Feromona de Agregación (Agavelur), Usando la Prueba Kruskal Wallis ($P > 0.10$)

Table 2. Effect of Trap Color on the Total Catch of *Schlyphophorus acupunctatus* in Traps Baited with Food Attractant and Aggregation Pheromone (Tequilur) using Kruskal Wallis test ($P > 0.10$)

Tratamiento	X^2	gl	Prob > (X^2)
Total de picudos:			
A1. Amarillo x azul	2.285	1	0.1306
A2. Amarillo x gris	0.298	1	0.5851
A3. Amarillo x verde	0.677	1	0.4104
A4. Amarillo x transparente	0.943	1	0.3315
A5. Azul x gris	0.485	1	0.4860
A6. Azul x verde	0.110	1	0.7399
A7. Azul x transparente	5.164	1	0.0231
A8. Gris x verde	0.027	1	0.8677
A9. Gris x transparente	1.619	1	0.2032
A10. Verde x transparente	2.235	1	0.1351
Total de hembras:			
B1. Amarillo x azul	0.581	1	0.4455
B2. Amarillo x gris	0.008	1	0.9284
B3. Amarillo x verde	2.120	1	0.1453
B4. Amarillo x transparente	0.139	1	0.7085
B5. Azul x gris	0.390	1	0.5322
B6. Azul x verde	0.494	1	0.4821
B7. Azul x transparente	1.241	1	0.2652
B8. Gris x verde	1.619	1	0.2031
B9. Gris x transparente	0.200	1	0.6547
B10. Verde x transparente	3.175	1	0.0748
Total de machos:			
C1. Amarillo x azul	0.815	1	0.3664
C2. Amarillo x gris	0.231	1	0.6307
C3. Amarillo x verde	0.034	1	0.8537
C4. Amarillo x transparente	1.238	1	0.2657
C5. Azul x gris	0.153	1	0.6951
C6. Azul x verde	0.349	1	0.5545
C7. Azul x transparente	3.376	1	0.0661
C8. Gris x verde	0.124	1	0.7243
C9. Gris x transparente	2.021	1	0.1551
C10. Verde x transparente	0.996	1	0.3182

En la tercera fase del experimento se capturaron 41 machos y 3 hembras. De acuerdo al análisis estadístico el nardo presenta diferencias entre el agave pulquero y el ornamental ($F = 4.29$, $df = 12$, $P = 0.0282$) (Fig. 1), ya que atrajo en promedio un mayor número de picudos, pero no para agave tequilero, así mismo el nardo atrajo más machos ($F = 3.46$, $df = 18$, $P = 0.0228$) que hembras. El análisis de los volátiles del nardo se identificó como alcohol etílico (OHE), acetaldehído (AA) y acetato de etilo (AE) (Fig. 2).

Las trampas de colores con feromona y atrayente alimenticio utilizadas para el trapeo del picudo de agave atrajeron más insectos vs feromona y atrayente, por lo que es evidente que esta condición modifica el comportamiento del picudo (Cuadro 1). Lo anterior se asemeja a lo reportado por García et al. (2014) quienes mencionan que capturaron mayor número de insectos en trampas de color cebadas que sin cebar.

Cuando se le colocó feromona a todas las trampas de diferentes colores, incluyendo la transparente, no se registró un aumento en cuanto al total de picudos capturados. Resultados similares son reportados por López et al. (2011), quienes mencionan que las trampas amarillas y verdes más feromona no presentaron diferencias significativas en la captura de *S. acupunctatus* en el cultivo de nardo

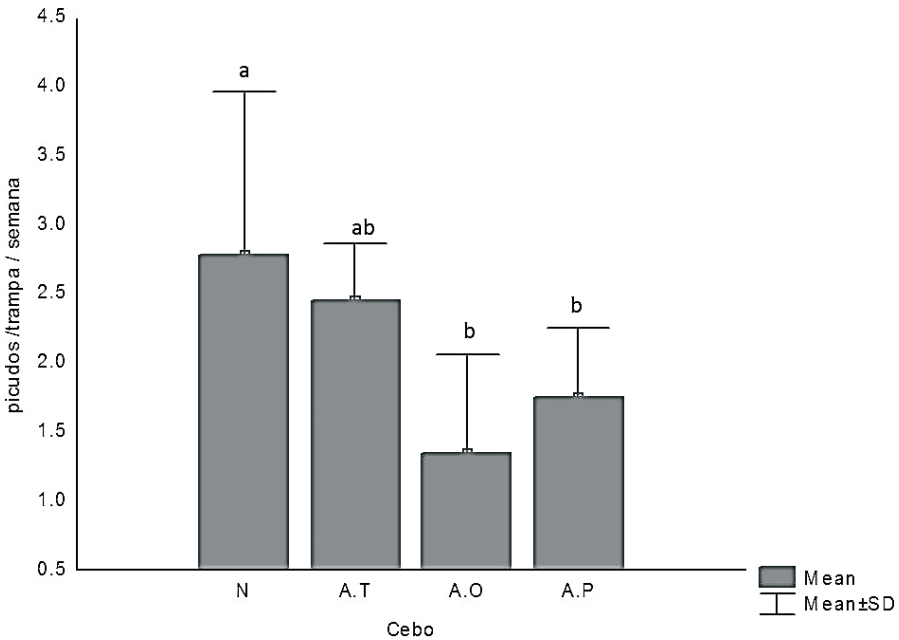


Fig. 1. Respuesta de *Scyphophorus acupunctatus* en trampas cebadas con feromona y atrayentes alimenticios en un plantación de *Agave salmiana*. Las barras con la misma letra no son diferentes ($P < 0.05$).

Fig. 1. Response *Scyphophorus acupunctatus* in traps baited with pheromone and food attractants in a plantation of *Agave salmiana*. Bars with the same letter are not different ($P < 0.05$).

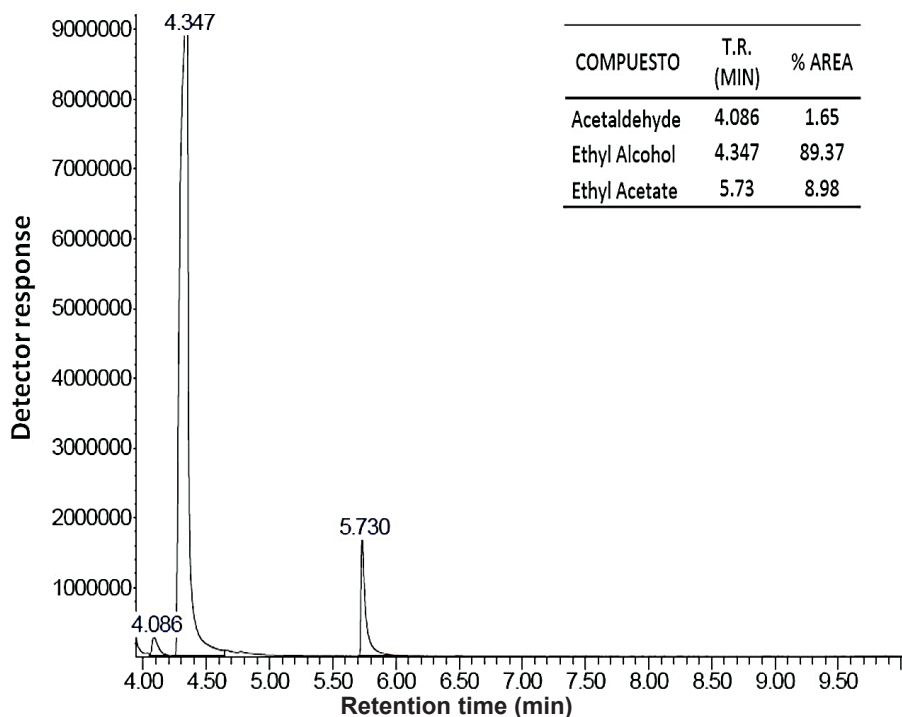


Fig. 2. Cromatograma de volátiles colectados mediante la técnica de head-space acoplado a un cromatógrafo de gases y espectrómetro de masas en trozos de *Polianthes tuberosa*. El número arriba del pico corresponde al tiempo de retención del compuesto identificado.

Fig. 2. Chromatogram of volatiles collected with head-space technique coupled to a gas chromatograph and mass spectrometer in pieces of *Polianthes tuberosa*. The number near the peak corresponds to the retention time of the identified compound.

debido a que el efecto de la feromona es mayor. Esto mismo se ha reportado en otros picudos. Por ejemplo Oehlschlager et al. (1993), no encontraron diferencias en la captura de *Rhynchophorus palmarum* (L.) cuando utilizaron trampas de 8 distintos colores.

En México las trampas de color blanco son las más utilizadas para la captura y monitoreo del picudo de agave. Trabajos realizados en el estado de Morelos, México, sobre el picudo de agave demuestran que las trampas de color azul, verde, y roja registran mayor captura para *S. acupunctatus* (García et al. 2014), indicando la preferencia del picudo a los colores oscuros, lo que se asemeja a lo encontrado en el presente estudio, donde se presentan datos de que existe una tendencia del picudo del agave por el color azul para machos y verde para hembras. Esto sugiere que la interacción entre la feromona, el atrayente alimenticio y el color de la trampa tienen un efecto de atracción sobre el picudo de agave, principalmente con los colores intensos más que los claros (Amarillo) o sin color (Transparente). Ávalos y Soto (2015), mencionan que las trampas de color

negro son más eficientes capturando adultos de *R. ferrugineus* debido principalmente a la atracción cromática que las rojas o blancas y no sólo por la posibilidad de la emisión de atrayentes. Los resultados muestran que el efecto del color de la trampa permite de manera práctica recolectar una muestra más representativa de la población de picudos. Es así, que los insectos pueden actuar de manera selectiva (Kirk 1984), sin que el color sea determinante.

Por otro lado, se encontró que el nardo atrajo más picudos que los otros atrayentes alimenticios y fue similar al agave tequilero. Esto puede deberse a la mezcla de volátiles liberados por el nardo y el agave tequilero, marcando en cierta medida una diferencia respecto a los otros atrayentes utilizados. Azuara-Domínguez et al. (2012, 2014), reportan que la cabeza de agave tequilero fermentada con feromona captura significativamente más adultos de *S. acupunctatus* que la cabeza no fermentada, debido a la diferencia de los volátiles liberados. También se ha reportado que los picudos de agave responden al tejido fermentado de maguey (*A. salmiana* L.) y piña (*A. comosus*) (Valdés et al. 2005), sin embargo en ambos atrayentes no fueron evaluados con la feromona, ni los compuestos involucrados fueron identificados. Los volátiles del nardo no fermentado, como son el alcohol etílico, acetaldehído y acetato de etilo se han reportado en otras especies vegetales como los agaves, derivados de la caña de azúcar, palma de coco, piña, y rizoma de plátano (Azuara-Domínguez et al. 2012, Altuzar et al. 2007).

Dos de los volátiles obtenidos del nardo han sido también encontrados en agave fermentado recolectados de sus tejidos como lo son el acetato de etilo, y etanol, en tanto que en agave no fermentado se han registrado 24 compuestos diferentes a los anteriores (Arrizon et al. 2006, Altuzar et al. 2007, Azuara-Domínguez et al. 2012). El etanol y acetato de etilo, han sido recolectados en coco, caña de azúcar, piña y plátano (Flath y Forrey 1970, Godshall et al. 1980, Macku y Jennings 1987) y ambos en aceite de palma (*E. guineensis*) (Gries et al. 1994, Perez et al. 1997, Rochat et al. 2000), también se obtienen durante la destilación del tequila (Arrizon et al. 2006, Pinal et al. 2009). Estas dos sustancias han demostrado ser importantes en el comportamiento de los picudos, ya que se ha reportado que el etanol y el acetato de etilo atraen a la mayoría de los insectos pertenecientes a la subfamilia Rhynchophorinae (Giblin-Davis et al. 1994, 1996; Jayaraman et al. 1997; Cerda et al. 1999; Rochat et al. 2000), lo que pudo suceder en nuestro estudio ya que son dos compuestos presentes en el nardo y agave tequilero. Estos mismos compuestos han mostrado un efecto sinérgico cuando se combinan con la feromona de especies de picudo. Por ejemplo, se sabe que la trampa cebadas con alimento fermentado que emiten acetato de etilo en combinación con la feromona capturan más picudos de *R. ferrugineus* (Oehlschlager 2005). Por lo tanto, los compuestos volátiles del nardo tienen potencial para ser utilizados como atrayente sintéticos para la captura del picudo de agave en combinación con su feromona. Por lo que el papel de los volátiles de las plantas sobre el comportamiento del picudo debe ser estudiado. Nuestros resultados pueden servir como base para otros estudios y para mejorar el manejo integrado de ésta plaga en el país.

Agradecimientos

Agradecemos a Paola Domínguez Espinosa por el apoyo brindado en campo. Especialmente a Liborio Ortiz Hernández propietario del predio. Al Dr.

Héctor Viveros Viveros y Dr. Rafael Flores Peredo por sus comentarios y sugerencias al escrito. A la Universidad Veracruzana por las facilidades otorgadas.

Referencias Citadas

- Abuagla, A. M., and M. A. Al-Deeb. 2012. Effect of bait quantity and trap color on the trapping efficacy of the pheromone trap for the red palm weevil, *Rhynchophorus ferrugineus*. J. Insect Sci. 12: article 120.
- Al-Saoud, A. H. 2010. Effect of red palm weevil *Rhynchophorus ferrugineus* (Coleoptera: Curculionidae) aggregation pheromone traps height and color on the number of captured weevils. Acta Hort. 882: 419-429.
- Alpizar, D., M. Fallas, A. C. Oehlschlager, L. M. Gonzalez, C. M. Chinchilla-López, and J. M. Bulgarelli-Mora. 2002. Pheromone mass trapping of the West Indian sugarcane weevil and the American palm weevil Coleoptera: Curculionidae in palmito palm. Fla. Entomol. 85: 426-430.
- Altuzar, A., E. A. Malo, H. González-Hernández, and J. C. Rojas. 2007. Electrophysiological and behavioural responses of *Scyphophorus acupunctatus* (Coleoptera: Curculionidae) to *Agave tequilana* volatiles. J. Appl. Entomol. 131: 121-127.
- Aquino, B. T., C. M. A. Iparaguire, y V. J. Ruiz. 2007. *Scyphophorus acupunctatus* (=interstitialis) Gyllenhal (Coleoptera: Curculionidae), plaga del agave mezcalero: pérdidas y daños en Oaxaca, México. Rev. UDO Agrícola. pp. 175-180.
- Arrizon, J., C. Fiore, G. Acosta, P. Romano, and A. Gschaedler. 2006. Fermentation behaviour and volatile compound production by agave and grape must yeasts in high sugar; *Agave tequilana* and grape must fermentations. Anton. Leeuw. 89: 181-189.
- Ávalos, J. A., and A. Soto. 2015. Study of chromatic attraction of the red palm weevil, *Rhynchophorus ferrugineus* using bucket traps. Bull. Insect. 68: 83-90.
- Azuara-Domínguez, A., J. Cibrián-Tovar, A. P. Terán-Vargas, F. Tafoya-Rangel, P. Vega-Aquino, and C. A. Blanco. 2012. Trapping *Scyphophorus acupunctatus* (Coleoptera:Curculionidae) with fermented tequila agave, and identification of the attractant volatiles. Southwest. Entomol. 37: 341-349.
- Azuara-Domínguez, A., A. P. Terán-Vargas, A. Soto-Sandoval, N. Y. Aguilar-Paniagua, y L. Martínez-Bolaños. 2014. Evaluación del tipo de trampa, atrayente alimenticio y feromona de agregación en el trapeo del picudo de agave *Scyphophorus acupunctatus* Gyllenhal en Tamaulipas, México. Entomotropica 29: 1-8.
- Byers, J. A. 2006. Analysis of insect and plant colors in digital images using java software on the Internet. Ann. Entomol. Soc. Am. 99: 865-874.
- Camino, L. M., Y. Ríos, R. Figueroa, M. Gutiérrez, M. C. Hernández, J. Martínez, L. Aldana, and M. E. Valdés. 2000. Manejo integrado de plagas del nardo *Polianthes tuberosa* (Liliflorae: Amarillidae) en el estado de Morelos. Informe Técnico. Fundación Produce Morelos A. C. <http://www.producemorelos.org/PRODUCE.htm>
- Camino, L. M., V. R. Castrejón, R. Figueroa, L. Aldana, and M. E. Valdés. 2002. *Scyphophorus acupunctatus* (Coleoptera: Curculionidae) attacking *Polianthes tuberosa* (Liliales: Agavaceae) in Morelos, Mexico. Fla. Entomol. 85: 392-393.

- Cerda, H., F. Gerson, A. Lopez, and J. Vargas. 1999. Olfactory attraction of the sugar cane weevil (Coleoptera: Curculionidae) to host plant odors, and its aggregation pheromone. *Fla. Entomol.* 82: 103-112.
- Figueroa-Castro P., J. F. Solís-Aguilar, H. González-Hernández, R. Rubio-Cortés, E. G. Herrera-Navarro, L. E. Castillo-Márquez, and J. C. Rojas. 2013. Population dynamics of *Scyphophorus acupunctatus* (Coleoptera: Curculionidae) on blue agave. *Fla. Entomol.* 96: 1454-1462.
- Flath, R. A., and R. R. Forrey. 1970. Volatile components of smooth cayenne pineapple. *J. Agric. Food Chem.* 18: 306-309.
- García, R. M. J., V. López., I. Alia, M. Andrade, and J. C. Rojas. 2014. Influence of trap color and food bait on the catches of *Scyphophorus acupunctatus* by pheromone-baited traps in tuberose crop. *J. Kans. Entomol. Soc.* 87:96-101.
- Giblin-Davis, R. M., T. J. Weissling, A. C. Oehlschlager, and L. M. Gonzalez. 1994. Field response of *Rhynchophorus cruentatus* (Coleoptera: Curculionidae) to its aggregation pheromone and fermenting plant volatiles. *Fla. Entomol.* 77: 164-177.
- Giblin-Davis, R. M., A. C. Oehlschlager, A. L. Perez, G. Gries, R. Gries, R. J. Wiessling, C. M. Chinchilla, J. E. Peña, R. H. Hallett, and H. D. Pierce. 1996. Chemical and behavioral ecology of palm weevils (Curculionidae: Rhynchophorinae). *Fla. Entomol.* 79: 153-167.
- Godshall, M. A., E. J. Roberts, and M. G. Legendre. 1980. Identification of volatile constituents responsible for characteristic molasses aroma by unconventional gas chromatography. *J. Agric. Food Chem.* 28: 856-858.
- Gries, G., R. Gries, A. L. Perez, L. M. Gonzales, H. D. Pierce, A. Cameron Oehlschlager, M. Rhainds, M. Zebeyou, and B. Kouame. 1994. Ethyl propionate: synergistic kairomone for African palm weevil of *Rhynchophorus phoenicis* L. (Coleoptera: Curculionidae). *J. Chem. Ecol.* 20: 889-897.
- Gunatilake, R., and N. E. Gunawatdena. 1986. Ethyl alcohol: a major attractant of red weevil *Rhynchophorus ferrugineus*, p. 70. *Proc., Sri Lanka Assoc. Adv. Sci.* 42nd Ann. Sess.
- Jayaraman, S., I. O. Ndiege, A. C. Oehlschlager, L. M. Gonzalez, D. Alpizar, M. Falles, W. J. Budenberg, and P. Ahuya. 1997. Synthesis, analysis, and field activity of sordidin, a male-produced aggregation pheromone of the banana weevil, *Cosmopolites sordidus*. *J. Chem. Ecol.* 23: 1145-1161.
- Kirk, W. D. J. 1984. Ecologically selective coloured traps. *Ecol. Entomol.* 9: 35-41.
- López-Martínez, V., I. Alia-Tejacal, M. Andrade-Rodríguez, M. J. García-Ramírez, and J. C. Rojas. 2011. Daily activity of *Scyphophorus acupunctatus* (Coleoptera: Curculionidae) monitored with pheromone-baited traps in a field of Mexican tuberose. *Fla. Entomol.* 94: 1091-1093.
- Macku, C., and W. G. Jennings. 1987. Production of volatiles by ripening bananas. *J. Agric. Food Chem.* 35: 845-848.
- Oehlschlager, A. C. 2005. Current status of trapping palm weevils and beetles. *The Planter* 81: 123-143.
- Oehlschlager, A. C., C. M. Chinchilla, L. M. Gonzalez, L. F. Jiron, R. G. Mexzon, and B. Morgan. 1993. Development of a pheromone-based trapping system for *Rhynchophorus palmarum* Coleoptera: Curculionidae. *J. Econ. Entomol.* 86: 1381-1392.

- Perez, A. L., Y. Campos, C. M. Chinchilla, A. C. Oehlschlager, G. Gries, R. Gries, R. M. Giblin Davis, G. Castrillo, J. E. Pena, R. E. Duncan, L. M. Gonzalez, H. D. Pierce, R. McDonald, and R. Andrade. 1997. Aggregation pheromones and host kairomones of West Indian sugarcane weevil, *Metamasius hemipterus sericeus*. J. Chem. Ecol. 23: 869-888.
- Pinal, L., E. Cornejo, M. Arellano, E. Herrera, L. Nuñez, J. Arrizon, and A. Gschaedler. 2009. Effect of *Agave tequilana* age, cultivation field location and yeast strain on tequila fermentation process. J. Ind. Microbiol. Biot. 36: 655-661.
- Reddy, G. V. P., Z. T. Cruz, J. Bamba, and R. Muniappan. 2005. Development of a semiochemical-based trapping method for the New Guinea sugarcane weevil, *Rhabdoscelus obscurus* in Guam. J. Appl. Entomol. 129: 65-69.
- Rochat, D., P. N.-L. Meillour, J. R. Esteban-Duran, C. Malosse, B. Perthuis, J.-P. Morin, and C. Descoins. 2000. Identification of pheromone synergists in American palm weevil, *Rhynchophorus palmarum*, and attraction of related *Dynamis borassi*. J. Chem. Ecol. 26: 155-187.
- Ruiz-Montiel, C., H. González-Hernández, J. Leyva, C. Llanderal-Cazares, L. Cruz-López, and J. C. Rojas. 2003. Evidence for a male-produced aggregation pheromone in *Scyphophorus acupunctatus* Gyllenhal (Coleoptera: Curculionidae). J. Econ. Entomol. 96: 1126-1131.
- Ruiz-Montiel, C., G. García-Coapio, J. C. Rojas, E. A. Malo, L. Cruz-López, I. del Real, and H. González-Hernández. 2008. Aggregation pheromone of the agave weevil, *Scyphophorus acupunctatus*. Entomol. Exp. Appl. 127: 207-217.
- SAS Institute. 2004. SAS/STAT® 9.1 User's Guide, 2nd ed. SAS Institute, Inc., Cary, NC.
- Solís-Aguilar, J. F., H. González-Hernández, J. L. Leyva, A. Equihua-Martínez, F. J. Flores-Mendoza, and A. Martínez-Garza. 2001. *Scyphophorus acupunctatus* Gyllenhal, plaga del agave tequilero en Jalisco, México. Agrociencia 35: 663-670.
- Tafoya, F., M. E. Whalon, C. Vandervoot, A. B. Coombs, and J. Cibrian-Tovar. 2007. Aggregation pheromone of *Metamasius spinolae* (Coleoptera: Curculionidae): chemical analysis and field test. Environ. Entomol. 36: 53-57.
- Terán-Vargas, A., A. Azuara-Domínguez, P. Vega-Aquino, J. Zambrano-Gutiérrez, and C. Blanco. 2012. Biological effectivity of insecticides to control the Agave weevil, *Scyphophorus acupunctatus* Gyllenhal (Coleoptera: Curculionidae), in Mexico. Southwest. Entomol. 37: 1-7.
- Valdés, E. Ma. E., L. Aldana.LL, R. Figueroa-B, M. Gutiérrez-O, M. C. Hernández-R., and T. Chavelas-M. 2005. Trapping of *Scyphophorus acupunctatus* (Coleoptera: Curculionidae) with two natural baits in a field of *Polianthes tuberosa* (Liliales: Agavaceae) in the state of Morelos, México. Fla. Entomol. 88: 338-340.
- Valdés-Rodríguez, S., J. L. Ramírez-Choza, J. Reyes-López, y A. Blanco-Labra. 2004. Respuesta del insecto max (*Scyphophorus acupunctatus* Gyllenhal (Coleoptera: Curculionidae) hacia algunos compuestos atrayentes del henequén. Acta Zool. Mex. 20: 157-166.
- Vaurie, P. 1971. Review of *Scyphophorus* (Curculionidae: Rhynchophorinae). Coleop. Bull. 25: 1-8.
- Zar, J. H. 1999. Biostatistical Analysis, 4th ed. Prentice-Hall, Inc., Upper Saddle River, NJ.