

EVALUACION DE DOS CEBOS FEROMONALES COMERCIALES PARA EL MONITOREO DEL PICUDO DEL AGAVE

Miguel Hernández-González¹, Miguel Ángel Fonseca-Ortega¹, Antonio Santiesteban-Hernández², Juan José Escobar-Aguayo³ y Julio C. Rojas². ¹Patron Spirits México S.A. de C. V., Km 27 Carretera Tototlán Atotonilco, Atotonilco el Alto, Jalisco. ²Grupo de Ecología de Artrópodos y Manejo de Plagas, Departamento Agricultura, Sociedad y Ambiente, El Colegio de la Frontera Sur, Carretera Antigua Aeropuerto Km 2.5, Tapachula, Chiapas. ³Colegio de Postgraduados, Montecillo Texcoco, Estado de México. mherandez@tequilapatron.com, mfonseca@tequilapatron.com, asanties@ecosur.mx, jrojas@ecosur.mx

RESUMEN: El picudo del agave, *Scyphophorus acupunctatus*, es considerado como el insecto plaga más importantes de agaves silvestres y cultivados a nivel mundial. En este trabajo, se evaluó la efectividad de dos cebos feromonales comerciales para la captura de *S. acupunctatus* en plantaciones de agave azul en Jalisco, México. Adicionalmente, se analizó los componentes de los cebos feromonales usando cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas. Los resultados muestran que trampas cebadas con agavenol capturaron significativamente más picudos que trampas cebadas con el cebo P-440 lure o agave. El análisis químico de los componentes de los cebos feromonales mostró que el agavenol está formulado con 2-metil-4-octanona como único componente, mientras que el cebo P-440 lure está constituido por dos componentes: 2-metil-4-heptanona y 2-metil-4-octanona en una proporción de 1:0.7.

Palabras clave: *Scyphophorus acupunctatus*, Ecología Química, Feromona, Monitoreo, Trampeo Masivo.

Evaluation of Two Commercial Pheromone Lures for Monitoring Agave Weevil

ABSTRACT: The agave weevil, *Scyphophorus acupunctatus*, is the most important insect pest of wild and cultivated agaves worldwide. In this study, we evaluated the efficacy of two commercial pheromone lures for monitoring *S. acupunctatus* in blue agave plantations in Jalisco, Mexico. In addition, we analyzed the chemical composition of the lures using gas chromatography coupled mass spectrometry. The results showed that traps baited with agavenol captured significantly more weevils than traps baited with P-440 lure or agave. The chemical analysis showed that agavenol is formulated with 2-methyl-4-octanone as its only component, whereas P-440 lure is constituted by two components: 2-methyl-4-heptanone and 2-methyl-4-octanone in a ratio of 1:0.7.

Key words: *Scyphophorus acupunctatus*, Chemical Ecology, Pheromone, Monitoring, Mass Trapping

Introducción

El picudo del agave, *Scyphophorus acupunctatus* Gyllenhal, es el insecto más dañino de diversas especies de agaves silvestres y cultivados a nivel mundial. En México, a este insecto se le considera la principal plaga del agave tequilero, el agave mezcalero, el henequén y nardo (Ramírez-Choza, 1993; Solís-Aguilar *et al.*, 2001; Camino *et al.*, 2002; Aquino-Bolaños *et al.*, 2014). El principal método de control de *S. acupunctatus* es el uso de insecticidas, pero debido a los hábitos crípticos del insecto su control es difícil (Valdés-Rodríguez *et al.*, 2004). La ecología química de este insecto se ha estudiado recientemente en busca de alternativas para el manejo de esta plaga (Ruiz-Montiel *et al.*, 2003, 2008, 2009; Valdés-Rodríguez *et al.*, 2004; Altuzar *et al.*, 2007; Rodríguez-Rebollar *et al.*, 2012). Los resultados de estas investigaciones muestran que los machos de esta especie liberan una feromona de agregación atractiva a ambos sexos. La feromona consiste de cuatro componentes, pero el compuesto mayoritario, 2-metil-4-octanona, es suficiente para lograr buenas capturas en campo (Rodríguez-Rebollar *et al.*, 2012). La feromona puede ser usada para monitorear las poblaciones de los picudos o para desarrollar un sistema de trampeo masivo. En el mercado existen varios cebos feromonales comerciales desarrollados recientemente, pero se desconoce la eficiencia de estos cebos. El objetivo de este estudio fue evaluar la eficiencia de dos cebos comerciales sobre la captura de *S. acupunctatus* en el

área agavera de Jalisco. Adicionalmente, se realizó un análisis químico de los cebos por medio de cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas para identificar sus constituyentes químicos.

Materiales y Método

Área de estudio. El experimento fue realizado en una plantación de agave localizada en Arandas (20° 36' 30"N, 102° 00'45"W, 2000 msnm), Jalisco, México. El experimento fue llevado a cabo del 25 de julio al 30 de octubre del 2013.

Evaluación de cebos comerciales. Dos cebos feromonales comerciales del picudo del agave fueron evaluados en un diseño completamente al azar con tres repeticiones por tratamiento. Los cebos evaluados fueron agavenol (Squid Biologics and Pheromones, México, D.F.) y P-440 lure (Chemtica International, S. A., San José, Costa Rica). Además de los dos cebos feromonales se incluyeron dos tratamientos adicionales: trampa vacía, y trampa con 750 g de agave. Las trampas con los cebos feromonales también tuvieron 750 g de agave. El agave fue obtenido de piñas de agave, asperjado con 80 ml de una suspensión de malatión (8 ml/L de agua), y colocado en bolsas de plástico de 3 kg. Posteriormente, las bolsas con agave fueron cerradas y perforadas para permitir que el insecticida contactara a los picudos atraídos. La bolsa con el material vegetal fue colocado dentro de la trampa. La trampa vacía también fue asperjada con insecticida. El cebo feromonal fue colgado por medio de un alambre por dentro del centro de la tapa de la trampa. La distancia entre cada trampa fue de 100 m. El tipo de trampa usada en el experimento ha sido descrita por Rodríguez-Rebollar *et al.*, (2012) y consistió de un recipiente de plástico de color blanco con aperturas laterales, verticales y paralelas para permitir la entrada de los picudos. Los cebos feromonales no fueron cambiados, mientras que el material vegetal fue cambiado cada 15 días. Las trampas fueron examinadas cada 7 días y los insectos capturados fueron conservados en alcohol al 70%. En total se realizaron 15 fechas de colecta.

Análisis químico. Los cebos feromonales fueron colocados individualmente en un matraz de vidrio de 30 ml, una vez introducidos los cebos, la boca del matraz fue sellado con papel aluminio. Posteriormente, los compuestos liberados por el cebo fueron muestreados por medio de la técnica de micro-extracción en fase solida (SPME, por sus siglas en inglés) usando una fibra de 65 µm de polidimetilsiloxano-divinilbenzeno, la cual fue introducida dentro del matraz y los compuestos emitidos por los cebos fueron muestreados por 10 seg. Después de este tiempo, la fibra fue introducida al inyector de un sistema de cromatografía de gases Varian modelo CP-3800 acoplado a espectrometría de masas Varian Saturno® 2200 (Palo Alto, CA, EUA). Una columna VF-5MS Factor Four de 30 m de largo por 250 µm de diámetro interno fue usada para separar los compuestos capturados. El programa de temperatura para el análisis fue de 50 °C de temperatura inicial con isoterma de 10 min y una rampa de 15 °C/min hasta alcanzar 280 °C con isoterma de 10 min. La temperatura del inyector fue 250 °C. Se utilizó gas Helio como acarreador a un flujo de 1mL/min. La ionización fue por impacto de electrones a 70 eV. Los compuestos fueron tentativamente identificados comparando el espectro de masas con aquellos de la librería NIST 2002. La identidad de los compuestos identificados fue confirmada con estándares auténticos.

Análisis estadístico. Debido a que las trampas sin ningún tipo de atrayente no capturaron insectos no fueron incluidas en los análisis. Los datos fueron analizados con un modelo lineal generalizado con respuesta binomial negativa para analizar cómo la fecha de colecta y el tratamiento (e.g. agavenol, P-440 lure, agave) afectaron las capturas del picudo del agave. La distribución binomial negativa es más robusta para modelar cuando hay sobredispersión en los datos producto del exceso de ceros (Sileshi, 2006). Las medias fueron comparadas con intervalos de confianza al 95%. El análisis se

realizó con la versión 2.11.1 del programa estadístico R (R Development Core Team 2013). Un valor de $P < 0.05$ fue considerado significativo en los análisis.

Resultados y discusión

Durante la duración del experimento, las trampas cebadas con agave, P-440 lure, y agavenol capturaron 141, 188, y 729 picudos, respectivamente. El análisis estadístico de los datos mostró que las capturas de las trampas fueron afectadas por la fecha ($\chi^2 = 240.9$, $gl = 14$, $P < 0.001$), y el tratamiento ($\chi^2 = 405.9$, $gl = 2$, $P < 0.001$). También se encontró una interacción significativa entre la fecha y el tratamiento ($\chi^2 = 87.5$, $df = 28$, $P < 0.001$). La segunda, tercera, cuarta, y doceava fecha de colecta mostraron diferencias significativas con respecto a las demás fechas de colecta. Las trampas cebadas con agavenol capturaron más picudos que las trampas cebadas con P-440 lure o con agave en la mayoría de las fechas de colecta, excepto en las fechas 6, 8, 9 y 15 (Fig. 1).

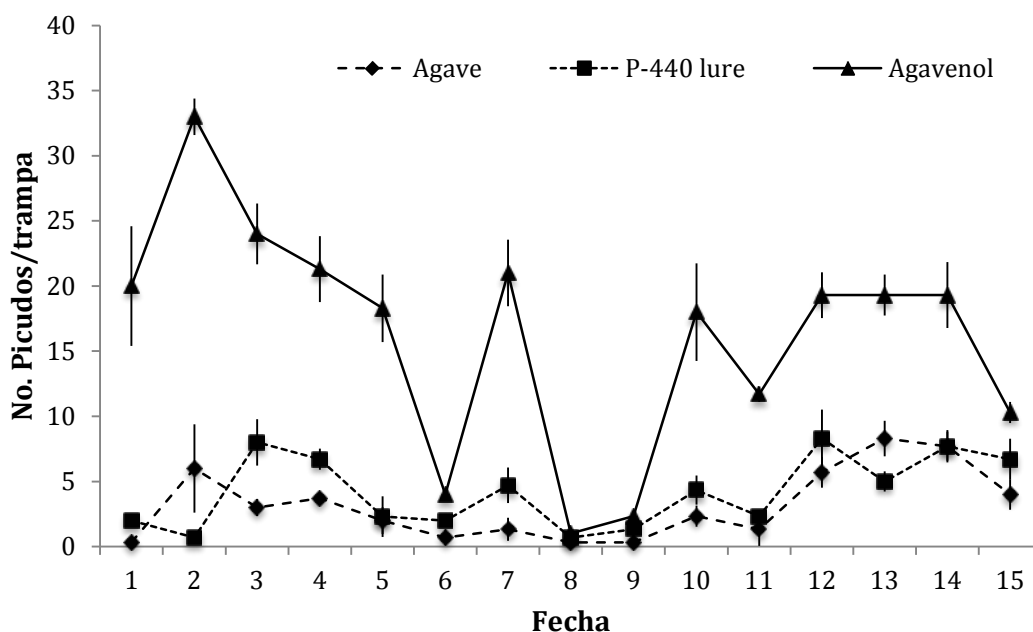


Figura 1. Capturas promedio de *S. acupunctatus* por trampas cebadas con agave, P-440 lure, y agavenol en plantaciones de agave azul en Arandas, Jalisco, México. Las barras representan los intervalos de confianza.

El análisis químico de los cebos feromonales mostró que el cebo feromonal P-440 lure contiene 2-metil-heptanona y 2-metil-4-octanona en una proporción de 1: 0.7. En el caso del cebo feromonal agavenol contiene un solo componente, el 2-metil-4-octanona. En ambos cebos fueron encontrados restos del compuesto 2-metil-4-octanol que es un producto de la síntesis de 2-metil-4-octanona.

El hecho de que el cebo feromonal P-440 lure haya capturado menos picudos que el otro cebo comercial podría deberse a que ambos componentes no fueron formulados en las proporciones adecuadas o que tenga dos componentes, y uno de ellos afecte la actividad del otro. La proporción de 2-metil-4-heptanona: 2-metil-4-octanona en el cebo P-440 lure fue 1: 0.7, sin embargo los machos de *S. acupunctatus* emiten el compuesto mayoritario, 2-metil-4-octanona, en un 80% de la mezcla de los 4 compuestos (Ruiz-Montiel et al., 2008). Rodríguez-Rebollar et al. (2012) evaluaron las proporciones 1:1, 2:1, 4:1, 1:2, y 1:4 de 2-metil-4-heptanona: 2-metil-4-octanona, encontrando que las diferentes

proporciones evaluadas no afectaron las capturas de las trampas cebadas con los compuestos feromonales. De hecho, las trampas cebadas con 2-metil-4-octanona dieron mejores capturas que la mezcla binarias de los dos componentes, lo cual explica porque el cebo agavenol dio mejores capturas en el presente trabajo.

Conclusiones

En este estudio, trampas cebadas con agavenol capturaron más picudos que trampas cebadas con el cebo P-440 lure o agave en campos de agave tequilero en Jalisco, México. La superioridad de agavenol se debe a que esta formulado solo con el compuesto mayoritario.

Agradecimiento

Se agradece el apoyo de Javier Valle Mora (ECOSUR) en el análisis estadístico de los datos.

Literatura Citada

- Altuzar, A., E. A. Malo, H. González-Hernández y J. C. Rojas. 2007. Electrophysiological and behavioural responses of *Scyphophorus acupunctatus* (Col., Curculionidae) to *Agave tequilana* volatiles. *Journal of Applied Entomology* 131: 121-127.
- Aquino Bolaños, T., E. Pozo Velázquez, U. Álvarez Hernández y J. R. Delgado Gamboa. 2014. Host plants of the agave weevil *Scyphophorus acupunctatus* (Gyllenhal) (Coleoptera: Curculionidae) in Oaxaca, Mexico. *Southwestern Entomologist*, 39: 163-169.
- Camino, L. M., V. R. Castrejón, R. Figueroa, L. Aldana y M. E. Aldana. 2002. *Scyphophorus acupunctatus* (Coleoptera: Curculionidae) attacking *Polianthes tuberosa* (Liliales: Agavaceae) in Morelos, Mexico. *Florida Entomologist*, 85: 392-393.
- Ramírez-Choza, J. L. 1993. Max del henequén *Scyphophorus interstitialis* bioecología y control. Serie Libro Técnico. Centro de Investigación Regional del Sureste. INIFAP-SARH. Mérida, Yucatán, México. 127 pp.
- Rodríguez-Rebollar, H., J. C. Rojas, H. González-Hernández, L. D. Ortega-Arenas, A. Equihua-Martínez, J. I. del Real-Laborde y J. López-Collado. 2012. Evaluación de un cebo feromonal para la captura del picudo del agave (Coleoptera: Curculionidae). *Acta Zoológica Mexicana* (n.s.), 28: 73-85.
- Ruiz-Montiel, C., H. González-Hernández, J. Leyva, C. Llanderal-Cazares, L. Cruz-López y J.C. Rojas. 2003. Evidence for a male-produced aggregation pheromone in *Scyphophorus acupunctatus* Gyllenhal (Coleoptera: Curculionidae). *Journal of Economic Entomology*, 96: 1126-1131.
- Ruiz-Montiel, C., G. García-Coapio, J. C. Rojas, E. A. Malo, L. Cruz-López, Ignacio del Real y H. Hernández-González. 2008. Aggregation pheromone of the agave weevil *Scyphophorus acupunctatus*. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 127: 207-217.
- Ruiz-Montiel, C., J. C. Rojas, L. Cruz-López y H. González-Hernández. 2009. Factors affecting pheromone release by *Scyphophorus acupunctatus* (Coleoptera: Curculionidae). *Environmental Entomology*, 38: 1423-1428.
- Sileshi, G. 2006. Selecting the right statistical model for analysis of insect count data by using information theoretic measures. *Bulletin of Entomological Research*, 96: 479-488.
- Solís-Aguilar, J. F., H. González-Hernández, J. L. Leyva, A. Equihua-Martínez, F. J. Flores-Mendoza y A. Martínez-Garza. 2001. *Scyphophorus acupunctatus* Gyllenhal, plaga del agave tequilero en Jalisco, México. *Agrociencia*, 35: 663-670.

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 Zoológica Mexicana* (n.s.), 20: 157-166.