



TRAMPEO E IDENTIFICACIÓN DE LA FEROMONA SEXUAL DEL GUSANO BARRENADOR DE LA NUEZ, *Acrobasis nuxvorella* (LEPIDOPTERA: PYRALIDAE) EN MÉXICO

TRAPPING AND SEXUAL PHEROMONE IDENTIFICATION OF PECAN NUT CASEBEARER, *Acrobasis nuxvorella* (LEPIDOPTERA: PYRALIDAE) IN MEXICO

Agustín Alberto Fu Castillo^{1*}, M. Harris², Ana Aurora Fontes Puebla¹ y Wilfrido Verdugo Zamorano¹

¹Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Costa de Hermosillo. Km. 12.6, Carretera a Bahía de Kino. Hermosillo, Sonora, México. | ²Department of Entomology, Texas A&M University, MS 2475 TAMU, College Station, TX 77843, U.S.A.

RESUMEN

El gusano barrenador de la nuez (GBN) es una plaga primaria del nogal. En Estados Unidos el uso de la feromona sexual (FS) es la mejor herramienta para su monitoreo; compuesto que no funciona para el GBN en México. Con esto, se planteó el objetivo de identificar la especie de GBN presente en los estados de Sonora y Chihuahua, México, evaluar compuestos atractivos (FS) de la población mexicana, determinar la altura de muestreo y tipos de trampa para capturar machos. Los resultados confirmaron que la especie de barrenador en México es *Acrobasis nuxvorella*, misma reportada en Estados Unidos. Se determinó que la mezcla de 100 µg:100 µg de E9,11Z-16: Acetona y E9,11Z-16: Aldehído fue altamente atractiva para capturar adultos machos de GBN en México, mientras que el compuesto sólo E9,11Z-16: Aldehído no registró capturas; indicando que existen dos tipos de feromonas de GBN. Actualmente esta nueva formulación de feromona se utiliza en programas de muestreo de GBN en México. Las mayores capturas se registraron en trampas colocadas a 6 m de altura en los árboles; no se encontraron diferencias en capturas con trampas tipo Ala y Delta. A finales de abril la población de GBN alcanza su máxima densidad.

Palabras clave: atracción, control, plaga, manejo.

ABSTRACT

The pecan nut casebearer (PNC) is a key pest in pecan nut production. In the United States the use of sex pheromone (SP) is the best tool to monitor this pest; nevertheless, this compound does not attract the PNC in Mexico. For that reason, the aim of this study is to identify the species of pecan nut casebearer present in Mexico, to evaluate candidate attractive compounds (SP) to Mexican PNC population, and to determine the height and type of trap to catch PNC adults. The results confirmed the species of Mexican PNC was *Acrobasis nuxvorella*, the same found in USA. The blend of compounds 100 µg:100 µg of E9, 11Z-16: Acetate and E9, 11Z-16: Aldehyde was highly attractive to PNC in Mexico; while the compound E9, 11Z-16: Aldehyde alone, did not registered any catch of PNC. This indicates that there are two PNC's pheromone types. Currently this new pheromone is

used in programs for monitoring PNC in México. The highest PNC captures were registered at 6 m heights; there were no differences in captures of insects between the Wing and Delta traps. During late April, the PNC showed its maximum adult population peak.

Key words: attraction, control, pest, management.

INTRODUCCIÓN

Uno de los factores limitantes de la productividad de nogal en el norte de México lo constituyen las plagas (Nava y Ramírez, 2001). En el nogal pecanero, las plagas primarias y más ampliamente distribuidas son el gusano barrenador de la nuez (GBN), *Acrobasis nuxvorella* Neunzig y el complejo de pulgones formado por pulgones, el pulgón amarillo, *Monelliopsis pecanica* Bissell, el pulgón amarillo de alas márgenes negros, *Monellia caryella* Fitch y el pulgón negro, *Melanocallis caryaefoliae* Davis (Nava, 1995; Aguirre *et al.*, 1995; Cortés, 1997; Tarango, 2005). Dentro de este complejo de plagas, el GBN es una de las más importantes, ya que se alimenta exclusivamente de frutos e incide significativamente en la productividad (Bilsing, 1927; Harris y Dean, 1997; Stevenson *et al.*, 2003; Tarango *et al.*, 2003). El GBN es capaz de ocasionar daños mayores al 40 % en los racimos de huertas, donde el control efectuado es deficiente o nulo y es considerada la plaga clave del nogal (Harris, 2000; Tarango y González, 2007), siendo la primera generación de GBN la de mayor importancia, ya que una sola larva puede destruir varias nueces e incluso el racimo completo en un período de tiempo muy corto. En la Costa de Hermosillo, Sonora, durante muchos años, este cultivo había sido atacado por un número reducido de insectos plaga, entre los que destacaban sólo los pulgones amarillo y negro, es decir, no tenía factores entomológicos limitantes. Sin embargo, a partir del año 2002, con la aparición del GBN que fue introducido posiblemente mediante material vegetativo para plantación, la situación para la industria nogalera cambió radicalmente (Fu *et al.*, 2004; Fu, 2005; Fu, 2006). Dentro del complejo de plagas, el GBN es una de las más importantes, ya que se alimenta exclusivamente de frutos e incide significativamente en la productividad.

*Autor para correspondencia: Agustín Alberto Fu Castillo
Correo electrónico: fu.agustin@inifap.gob; fuca40@yahoo.com.mx

Recibido: 7 de junio de 2012

Aceptado: 5 de octubre de 2012

En la Costa de Hermosillo, Sonora, el GBN, encontró condiciones climáticas para su desarrollo, lo cual sumado a la ausencia de enemigos naturales, favoreció que en pocos años el insecto se distribuyera a la mayoría de huertos de nogal; propiciando que se incrementara el uso de insecticidas para su control (Fu y Nava, 2007; Fu *et al.*, 2011). Para evitar daños considerables por la plaga, es necesario que el momento de control sea determinado de manera oportuna con cualquiera de los métodos de predicción con los que actualmente se cuentan. Millar *et al.*, (1996) identificaron una feromona sexual producida por *Acrobasis nuxvorella*. El compuesto fue identificado como (E9, 11Z)-hexadecadienal (E9, 11Z-16: Aldehído), el cual es colocado en trampas pegajosas tipo Delta y Ala (Knutson *et al.*, 1998); y desde ese momento y hasta la fecha es la principal herramienta para el manejo de esta plaga en Estados Unidos (Stevenson *et al.*, 2003; Harris *et al.*, 1997; Harris *et al.*, 2008; Knutson *et al.*, 1998; Ree, 1997). Del período de 1995 a 2000, dicha feromona sexual fue utilizada en México en los estados de Nuevo León, Chihuahua, Coahuila (después de 2001) y Sonora; sin embargo, ninguna localidad reportó capturas de palomillas de GBN, a diferencia del éxito en Estados Unidos. Posteriormente Harris *et al.*, (2008), encontraron que la mezcla de (E9, 11Z)-hexadecadienal (E9, 11Z-16: Acetato) más (E9, 11Z)-hexadecadienal (E9, 11Z-16: Aldehído) fue efectiva en capturar machos de GBN en México. Mediante análisis de cromatografía de gases detectaron la presencia de estos compuestos en glándulas de hembras vírgenes y a través de electroantenografía pudieron confirmar que las antenas de machos respondían a los extractos mencionados y análogos del alcohol (E9, 11Z-16:OH).

Ante la importancia de esta plaga para la industria regional se realizaron evaluaciones de campo de los compuestos identificados para la captura de machos, también se buscó la altura de la trampa más adecuada sobre el árbol, así como los tipos de trampas con feromona sexual más funcionales.

MATERIALES Y MÉTODOS

Identificación de Especies de GBN en México

Se colectaron un total de 20 especímenes de adultos de GBN, emergidos de nueces con pupas colectadas en Hermosillo, Sonora y Julimes, Chihuahua, en México; y de College Station en Texas, USA y se enviaron a la Dra. Alma Solis, especialista de Pyralidae del Laboratorio de Entomología Sistemática del Departamento de Agricultura de Estados Unidos (Washington, DC) para su identificación.

Evaluación de Feromonas en Campo

En el 2005 se efectuaron estudios para definir la proporción de los compuestos reportados como atrayentes de la población mexicana como son: E9,Z11-16:Ac y E9,Z11-16:Ald en la mezcla. Los tratamientos consistieron en 100 µg de E9,Z11-16:Ac solo y en combinación con diferentes dosis 1, 3,3, 10, 33 y 100 µg de E9,Z11-16:Ald, respectivamente. El trabajo se realizó en los huertos de nogal Campo Grande

y San Vicente, ubicados en la Costa de Hermosillo, Sonora. Ambos huertos con árboles de más de 30 años de edad, con una densidad de 100 árboles/ha (arreglo de 10x10 metros entre árboles e hileras) y bajo riego por goteo e inundación, respectivamente. En cada huerto se utilizó un diseño de boques completamente al azar con cuatro repeticiones para cada tratamiento.

En el 2007, se evaluó el efecto del compuesto E9,Z11-16:OH (considerado un contaminante) en combinación con la mezcla de E9,11Z-16:Ac y E9,11Z-16:Ald, para lo cual se evaluó la mezcla de 100 µg de E9,11Z-16:Ac más 100 µg de E9,11Z-16:Ald, combinada con 0, 1, 3,3, 10, 33 y 100 µg de E9,11Z-16:OH (Alcohol). En este año se evaluó un tratamiento conteniendo sólo el compuesto E9, Z11-16:Ald (Feromona estándar utilizada para monitoreo de GBN en Estados Unidos). Los huertos de estudio fueron San José, Costa Rica y Playitas, ubicados en la Costa de Hermosillo, Sonora; los cuales tienen una densidad de 100 árboles/ha, con más de 30 años de edad y bajo riego por goteo. Para este ensayo se utilizó un diseño de bloques completamente al azar con seis repeticiones para cada tratamiento, en los tres huertos mencionados.

En ambos estudios, todos los compuestos utilizados se formularon en el laboratorio de entomología de la Universidad de Texas A&M, EUA. Los compuestos solos y sus mezclas se cargaron en una cápsula de goma (liberadores) de 11 mm. Las concentraciones utilizadas fueron de 100 µg para cada compuesto. Los diferentes compuestos atrayentes se colocaron sobre trampas "Delta", las cuales son de papel encerado y tienen forma de prisma triangular (18 cm base x 10 cm alto), con dos ventanas situadas a cada lado y con pegamento "entomológico", donde se capturan los machos adultos de GBN que son atraídas a los diferentes compuestos (tratamientos). Estas trampas se colgaron en árboles a una altura aproximada de 2 metros, separadas una de otra al menos 50 metros. La variable evaluada en ambos estudios fue la población de machos adultos de la generación invernante de GBN. Las palomillas capturadas, comprendieron el período 14 abril-15 de mayo y 18 abril-20 mayo, para los años 2005 y 2007 respectivamente. La población de adultos en los diferentes tratamientos se contabilizó diariamente durante todo el período mencionado. Los insectos se identificaron en el sitio donde estaba colocada la trampa con ayuda de lupas de 16X. A los datos se les realizó un análisis de varianza (ANOVA) y la separación de medias se efectuó por prueba de Tukey en el programa estadístico de la Facultad de Nuevo León (Olivares, 1994).

Evaluación Alturas de Trampeo

Este estudio se realizó en los huertos Las Playitas y San Enrique-San José, en la Costa de Hermosillo, Sonora durante los años 2008 y 2009, respectivamente. Los tratamientos consistieron en evaluar diferentes alturas de trampeo de GBN en árboles adultos de nogal; para lo cual se colocaron trampas pegajosas tipo Delta, con la feromona sexual específica de GBN mexicano, ya identificada en años previos como efectiva en atraer machos adultos en Sonora, México. Las alturas eva-

luadas fueron 0, 2, 4 y 6 metros en el árbol. En ambos huertos se utilizó un diseño experimental, completamente al azar con tres repeticiones para cada tratamiento (alturas), utilizando diferentes árboles de 12 metros de altura para cada repetición, separados 50 metros uno del otro. Las variables evaluadas consistieron en cuantificar el número de palomillas (machos GBN) durante el período comprendido entre el 25 de abril y 13 de junio en ambos años. Los datos se registraron a intervalos semanales en el lugar donde estaba colocada la trampa, y con la ayuda de lupas de 16X se identificaron los especímenes. Los datos del 2008 se graficaron para determinar el comportamiento poblacional en los diferentes estratos del árbol. Los datos de ambos años se sometieron a un análisis de varianza utilizando el programa estadístico de la Facultad de Nuevo León (Olivares, 1994).

Evaluación de Tipos de Trampa

En los mismos huertos del estudio anterior, en el 2008 se evaluaron diferentes tipos de trampa. Las trampas evaluadas fueron las más utilizadas comercialmente para el muestreo de lepidópteros (Nava *et al.*, 2006). Las trampas fueron las de tipo Delta (PHEROCON® IIID) y la trampa tipo Ala (SCENTRY™), la cual tiene forma cuadrada, formada por una base y una tapadera unidas a través de alambres, con dimensiones de 20x20 cm; al ensamblar dan la forma de techos en dos aguas en ambos lados. Existen entradas por cuatro lados y en la parte interna del fondo tiene pegamento entomológico. Así también, se evaluó una trampa artesanal, utilizada regionalmente en muestreo de lepidópteros en hortalizas; la cual es construida con un garrafón de plástico de 20 litros de capacidad, a la cual se le realizaron cuatro ventanas en sus cuatro lados dejando un fondo de 4 cm, donde se colocó melaza mezclada con agua (proporción 1:10). En la parte superior e interna del garrafón se colgó la feromona sexual. En todas las trampas (Delta, Ala y Garrafa) se utilizó la feromona específica para GBN-Mexicano, y se colocaron a una altura de 6 metros en el árbol. El diseño experimental fue de bloques al azar con cuatro repeticiones en cada huerto, utilizando diferentes árboles para cada trampa, separados a 50 metros de distancia uno del otro. Las variables evaluadas consistieron en cuantificar la población de palomillas de GBN, durante el período del 25 abril al 13 de junio, mediante revisiones semanales. Los datos de capturas de palomillas en las diferentes trampas sólo se graficaron en las diferentes fechas de muestreo.

RESULTADOS Y DISCUSION

Identificación de Especies

Los adultos colectados en Hermosillo, Sonora y Julimes, Chihuahua, México corresponden a *Acrobasis nuxvorella* Neunzig (Lepidoptera: Pyralidae), la misma especie encontrada en los Estados Unidos.

Evaluación de Feromonas en Campo

Los resultados en ambos huertos indican que todos

los tratamientos evaluados registraron capturas de palomillas de GBN; sin embargo, las trampas con la mezcla de E9,Z11-16:Ald más E9,Z11-16:Ac en dosis de 100:100 µg/cápsula registraron mayores capturas de palomillas machos del GBN (Tabla 1). Así también se encontró que cuando se adicionó E9,11Z-16:OH a la mezcla (E9,11Z-16:Ald y E9,11Z-16:Ac) (100:100 µg) se redujeron significativamente las capturas de machos en los tres huertos evaluados, en una relación inversamente proporcional, ya que a medida que se disminuyó la concentración de E9,11Z-16:OH en la mezcla de feromona, se incrementó la captura de machos adultos en las trampas (Tabla 2). La formulación de E9,11Z-16:Ald más E9,11Z-16:Ac; en combinación con las concentraciones más altas de E9,11Z-16:OH (33 y 100 µg), registraron la menor captura, entre cero y 0,33 palomillas machos de GBN por trampa en los tres huertos evaluados. La formulación de E9,11Z-16:Ald más E9,11Z-16:Ac combinada con dosis bajas (0, 1 y 3,3 µg) de E9,11Z-16:OH son estadísticamente iguales y registran la mayor atracción de palomillas. Estos tratamientos fueron estadísticamente diferentes a las concentraciones de 10, 33 y 100 µg de E9,11Z-16:OH; aparentemente este compuesto tiene un efecto repelente en la atracción de palomillas a la trampa. Trampas con los tratamientos conteniendo sólo el compuesto E9,Z11-16:Ald (Feromona estándar utilizada para monitoreo de GBN en Estados Unidos) no tuvieron capturas de machos del GBN biotipo mexicano, corroborando los resultados presentados previamente. Estudios posteriores, reportan que el GBN de población de México y de Estados Unidos, son biotipos diferentes, y posiblemente esto ocasiona una respuesta diferencial a los compuestos (Ree, 2007; Harris *et al.*, 2008; Hartfield *et al.*, 2010).

Tabla 1. Evaluación del compuesto E9, Z11-16:Ac en mezcla con diferentes dosis de E9, Z11-16:Ald en la captura de palomillas machos adultos de generación invernante de GBN (media ± EE) en nogal pecanero en México, 2005.

Table 1. Evaluation of the compound E9, Z11-16:Ac blended with different doses of E9, Z11-16:Al to catch male adult moths of overwinter generation of PNC (mean ± SE) in pecan in México, 2005.

Concentración E9, 11Z-16:Ald microgramos (µg)	Costa de Hermosillo	
	Huerta Campo Grande	Huerta San Vicente
0	47±8,8a	37±5,8a
1	41±5,0b	23±4,4a
3,3	42 ±6,2b	45±10,0a
10	46±2,9a	30±4,7a
33	83±8,7a	65±8,1a
100	99±15,2a	111±18,2b

Números con la misma letra no son diferentes estadísticamente (p>0,05).

Tabla 2. Promedio de palomillas machos de *A. nuxvorella* capturadas en trampas Delta en la generación invernante con feromona formulada con la mezcla 100:100 µg de E9,11Z-16:Ac y E9,11Z-16:Ald en combinación con diferentes concentraciones del compuesto E9,11Z-16:OH en la Costa de Hermosillo, Sonora 2007.

Table 2. Mean male adult moths *A. nuxvorella* from overwinter generation caught in Delta traps with pheromone of a 100:100 µg of E9,11Z-16:Ac and E9,11Z-16:Ald blend in combination with different concentrations of the compound E9,11Z-16:OH at Costa de Hermosillo, Sonora 2007.

Concentración E9,11Z-16:OH (µg)	Huertas		
	San José	Costa Rica	Playitas
100	0,0±0,0c	0,0±0,0c	0,33±0,8e
33	0,17±0,4c	0,0±0,0c	0,33±0,8d
10	2,67±2,5bc	0,17±0,4bc	2,33±2,5c
3,3	4,33±2,5ab	0,50±0,8ab	4,66±3,2bc
1	8,0±3,9a	0,83±1,1a	9,5±5,1ab
0	11,0±5,2a	1,17±1,1a	8,0±3,2a
0 ¹	0,0±0,0c	0,0±0,0c	0,0±0,0e

¹Feromona estándar para GBN-Estados Unidos (Sólo el compuesto E9,Z11-16:Al)

Números con la misma letra, no son diferentes estadísticamente ($p \geq 0.05$)

Evaluación de Alturas de Trampeo

Las trampas colocadas en la base del árbol no capturan insectos en ninguna de las fechas evaluadas; estos datos no se utilizaron en el ANOVA. Se encontraron diferencias significativas ($p < 0.5$) entre el número de capturas de palomillas entre los tratamientos a diversas alturas. Las trampas colocadas a 4 y 6 m de altura tuvieron las mayores capturas (Tabla 3). Harris y Dean (1997) coinciden con los resultados obtenidos, sin embargo, mencionan que la información que proporciona las trampas a 2 metros es significativamente similar y confiable para la toma de decisiones en el manejo de GBN; la colocación de trampas a mayor altura, representa un mayor costo sin beneficio adicional. En la Costa de Hermosillo, donde el GBN es una plaga introducida, durante los años 2005-2007 se detectó que las trampas colocadas a 2 metros, en algunos huertos no capturaban palomillas y sí se encontraban daños en nuecesillas por la plaga; debido posiblemente a bajas densidades de plaga, la altura de la trampa es menos sensitiva a mayor altura en el árbol. Posteriormente como parte de la campaña de manejo fitosanitario realizada por la Junta local de sanidad vegetal de Hermosillo, se efectuó un cambio en la instalación de la trampa a 6 metros en la red de trampeo; con lo que fue posible detectar la plaga y su correlación con daño en los diferentes huertos, lo cual permitió establecer una mejor estrategia para el manejo de GBN (Ramonet, 2011). Respecto a la dinámica de palomi-

Tabla 3. Promedio de palomillas machos del GBN capturados en trampas a diferentes alturas en huertos de nogal pecanero en la Costa de Hermosillo, Sonora, 2008-2009.

Table 3. Mean male adult moths of PNC caught in traps at different height in pecan at Costa de Hermosillo, Sonora, 2008-2009.

Altura Trampa	Adultos machos/trampa		
	2008	2009	Media
2	42,3	7,7	24,9b
4	89,0	14,0	51,5a
6	153,3	29,0	92,15a

¹Trampas colocadas en la base de los árboles, no atraparón palomillas de machos de GBN

Números con la misma letra no son diferentes estadísticamente ($p \geq 0,05$).

llas machos de GBN se pudo observar que el 28 de abril de 2008, se presentó el pico de máxima actividad poblacional de la generación invernante de *A. nuxvorella* (Figura 1). Este comportamiento coincide en lo reportado en Texas, Estados Unidos (Harris y Dean; 1997).

Evaluación de Tipos de Trampa

La población acumulada de machos adultos en el período de muestreo, indica que las trampas tipo Ala y Delta tuvieron las mayores capturas con 83 palomillas en ambas trampas, mientras que la trampa de garrafa-melaza registró la menor captura con 12 palomillas. En las trampas de Ala y Delta el patrón de captura de palomilla es similar, en las cuales se encontró que el mayor pico de capturas ocurrió el 28 de abril (Figura 2). Estos resultados coinciden con los encontrados por Knutson *et al.* (1998), los cuales reportan que trampas Delta y Ala registran mayores capturas de GBN en Estados Unidos.

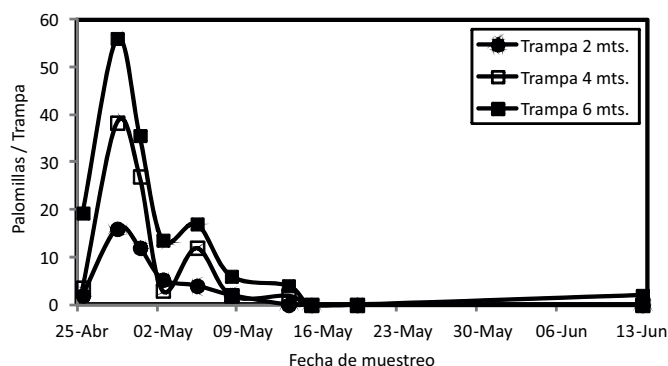


Figura 1. Promedio de palomillas macho de GBN capturados en trampa tipo Delta en diferentes alturas de árboles de nogal en el 2008.

Figure 1. Mean male adult moth of pecan nut casebearer caught in trap Delta type at different heights of tree in pecan nut in 2008.

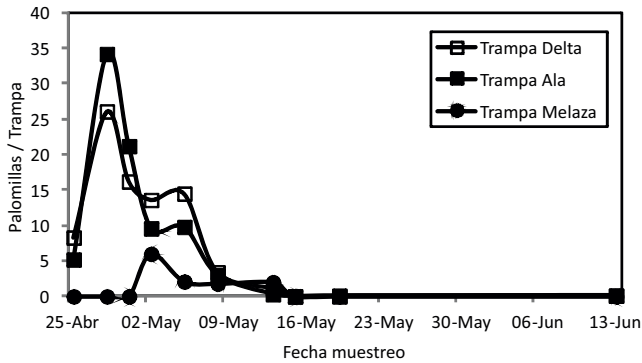


Figura 2. Dinámica de adultos macho de GBN capturados en tres tipos de trampas colocadas a 6 metros de altura en árboles de nogal pecanero en el 2008.

Figure 2. Population dynamic of male adult moth of PNC caught in three different traps placed at 6 m height in pecan tree during 2008.

CONCLUSIONES

La especie de barrenador presente en México es *Acrobasis nuxvorella*, misma reportada en Estados Unidos. Los estudios de campo determinaron una nueva mezcla de compuestos con 100 µg:100 µg de E9,11Z-16: Acetona y E9,11Z-16: Aldehído altamente efectiva en capturar adultos machos de GBN en México. Esto indica que existen dos tipos de feromonas de GBN y posiblemente tenga implicaciones de biotipos diferentes en ambos países. Así también, se encontró que la presencia del compuesto E9,11Z-16: Alcohol en la formulación, provoca un efecto antagonista en la captura de machos de GBN.

Las trampas colocadas sobre los árboles a 6 m de altura y del tipo Ala o Delta, son más eficientes para capturar las palomillas de machos del GBN.

El desarrollo del nuevo sistema de trampeo con la nueva feromona es una herramienta que puede ser de gran utilidad en los programas de muestreo y manejo del GBN en México.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece el apoyo de la Fundación Produce Sonora, PIAES, Universidad de Texas A&M, Universidad de California, Riverside, Productora de Nuez S.P.R. y Junta Local de Sanidad Vegetal-Hermosillo para el desarrollo de este proyecto.

REFERENCIAS

- Aguirre, A.L., Tucuch, E. y Harris, M.K. 1995. Oviposition and nut entry behavior of the pecan nut casebearer *Acrobasis nuxvorella*. *Southwestern Entomol.* 20:447-451.
- Bilising, S.W. 1927. Studies on the biology of the pecan nut casebearer (*Acrobasis caryae*). *Texas Agric. Exp. St. Bull.* 34 p.

- Cortés, O.D. 1997. Gusano Barrenador de la Nuez. Manejo Integrado de Plagas del Nogal. INIFAP-Delicias, Chihuahua. p.203-218.
- Fu, C.A.A., Millanes, M., Nuñez, M.H., Camberos, U.N., Harris, M., Osuna, B.G., Urías, G. E. y Esquer, P. L. 2004. Gusano Barrenador de la Nuez. Seminario de Nogal. Memoria. INIFAP. p.24-29.
- Fu, C. A.A. 2005. El gusano barrenador de la nuez. Seminario Nogal. Memoria No. 19. INIFAP.p.52-59.
- Fu, C.A.A., M. Harris., B. Villa B. Y J. Millar. 2006. Evaluación de feromonas sexuales experimentales del gusano barrenador de la nuez *Acrobasis nuxvorella* (Lepidoptera:Pyralidae) en la Costa de Hermosillo, Sonora. En: Mem. IX Congreso Internacional en Ciencias Agrícolas. INIFAP.p.100-110.
- Fu, C.A.A. y U. Nava C. 2007. Manejo integrado de plagas en nogal. In: Seminario técnico Manejo integrado de pulgones en nogal pecanero. Memoria técnica No. 26. INIFAP-CECH. p.36-46.
- Fu, C.A.A., M. Harris K., J. Grageda G., S.H. Tarango R., A. Jimenez L. y A.A. Fontes P. 2011. El gusano barrenador de la nuez en la Costa de Hermosillo, Sonora. Pub. técnica No. 2. INIFAP. 48 p.
- Harris, M.K. 2000. La Feromona del Gusano Barrenador de la Nuez en el MIP del Nogal. 8vo Simposio Internacional Nogalero, NOGATEC 2000. Memoria. p:25-33.
- Harris, M.K. y Dean, D.A. 1997. Pecan Pest Management. CD-ROM. Texas A&M University.
- Harris, M.K., Fu, C.A.A., Nuñez, M.H., Aranda, H.E., Moreira, J.A., Mcelfresh, S. y Millar, G.J. 2008. A New Pheromone Race of *Acrobasis nuxvorella* (Lepidoptera:Pyralidae). *Journal of Economic Entomology.* (101):769-776.
- Hartfield, E.A.; M. Harris y R. F. Medina. 2010. Searching for pheromone strains in the pecan nut casebearer. *Entomologia Experimentalis et Applicata.* Vol (137):11-18.
- Knutson, A.E.; M. H. Harris y J. G. Millar. 1998. Effects of pheromone dose, lure age, and trap design on capture of male pecan nut casebearer (Lepidoptera:Pyralidae) in pheromone-baited traps. *J. Econ. Entomol.* 91:715-722.
- Millar J.G., A. E. Knutson, J. S. McElfresh, G. Gries, R. Gries, and J. H. Davis. 1996. Sex attractant pheromone of the pecan nut casebearer. *Biorg. Med. Chem.* 4: 331-339
- Nava, C.U. 1995. Manejo Integrado de Plagas. El Nogal Pecanero. CELALA-INIFAP, Matamoros, Coah, p.115-130.
- Nava, C.U. y Ramirez, D. 2001. Manejo Integrado de Plagas del Nogal. XIII Semana Internacional de Agronomía. Mem. FAZ-UJED. Gómez Palacio, Durango, p.77-90.
- Olivares, S. 1994. Paquete de Diseño Estadístico FAUANL. Versión 2.5. Fac. Agron. Univ. Aut. Nuevo León, México.
- Nava, C.U.; M.C. Avilés G.; A.A. Fu C. y L. Navarro S. 2006. Feromonas para el monitoreo y control de plagas de cultivos hortícolas. In: Simposio sobre trampas y atrayentes en detección, monitoreo y control de plagas de importancia económica. J.F. Barrera y P. Montoya

- (eds.). Mem. Esp. Soc. Mex. Entomología. p.59-70.
- Ramonet, R.M.R. 2011. Programa de erradicación del gusano barrenador de la nuez en la Costa de Hermosillo. XII S. Int. Nogal Pecanero. Mem. Cient. No. 2INIFAP. p.24-29.
- Ree, B. 1997. Integrated pest management. Casebearer pheromone proves to be important tool. Pecan South 29(3):18-19
- Stevenson, D.E.; A.E. Knutson, W. Ree, J.A. Jackman, A. Dean, J.H. Matis, J. McVay, M. Nesbitt, R. Mizell, J. Dutcher. 2003. Pecan nut casebearer pheromone monitoring and degree day model validation across the pecan belt. South. Entomol. Suppl. 27:57-74.
- Tarango, R.S.H. 2005. Control Biológico de Áfidos del Nogal Pecanero. Folleto Técnico. INIFAP-Delicias, Chih. 37 p.
- Tarango, S.H.R; H. Aguilar P. y F.J. Quiñónez P. 2003. Biología, muestreo y control de los barrenadores del ruezno y de la nuez. INIFAP. Folleto técnico No. 12. 26p.
- Tarango, R.S.H. y A. González H. 2007. Fenología, muestreo y control del barrenador de la nuez en Chihuahua. Folleto Técnico No. 26. INIFAP. 35 p.