

Respuesta de adultos machos de *Maconellicoccus hirsutus* (Green) a feromonas sintéticas y distribución espacial en trampas para captura.

GABRIELA PEÑA SANDOVAL^{2,3} CARLOS R. CARVAJAL CAZOLA^{2,3*} CLAUDIA YESENIA NAVARRETE MORA¹ JOSÉ ROBERTO GÓMEZ AGUILAR^{2,3}, GONZALO SILVA AGUAYO⁴, NÉSTOR ISIORDIA AQUINO^{2,3}, CANDELARIO SANTILLÁN ORTEGA^{2,3}.

¹Estudiante de la Unidad Académica de Agricultura, Universidad Autónoma de Nayarit, Xalisco, Nayarit, México, carretera Tepic-Compostela Km 9. C.P. 63155.

²Posgrado en Ciencias Biológico Agropecuarias, Universidad Autónoma de Nayarit, Xalisco, Nayarit, México.

Carretera Tepic-Compostela Km 9. ³Unidad Académica de Agricultura, Universidad Autónoma de Nayarit, Xalisco, Nayarit, México, carretera Tepic-Compostela Km 9. C.P. 63155.

⁴Departamento de Producción Vegetal, Facultad de Agronomía, Universidad de Concepción, Vicente Méndez 595, Chillán, Chile.

* Autor para correspondencia: carvajalca: @gmail.com.

RESUMEN: La presente investigación consistió en tres experimentos que se llevaron a cabo en cuatro diferentes municipios del estado de Nayarit, durante el periodo octubre-diciembre 2012, con el objetivo de evaluar la preferencia del macho a la presencia de hembras vírgenes de Cochinilla Rosada del Hibisco (CRII) y feromonas sintéticas, la altura preferencial del macho adulto de CRII a las trampas y la distancia óptima entre estas. Se utilizaron árboles de guanábana (*Annona muricata* L.) de una edad aproximada de 5-6 años y una altura promedio de 6-7 m, se midió el número de machos capturados por trampa. Los resultados indicaron: 1). Utilizar hembras vírgenes de CRII y la feromona sintética R)-maconelliyl (S)-2-methylbutanoate y (R)-lavandulyl (S) methylbutanoate tiene el mismo efecto en la captura de machos de CRII, la ventaja es que las feromonas sintéticas puede utilizarse en áreas libres de la plaga sin riesgo de dispersión por el concepto de trapeo. 2). Con respecto a la altura de trampa al suelo a la copa del árbol, la colocación a 1, 2 y 3 m (0.1688-0.3246 CRH por trampa) son estadísticamente diferentes con respecto a la colocación a 4 m que registran 0.0389 machos de CRH por trampa. 3). En la evaluación de la distancia entre trampas, se manifestaron diferencias significativas en ambos factores, así como en la interacción (distancia x fechas) y 4). En la distancia de 0 m del hospedante de la plaga se capturó el mayor número de insectos machos de CRII, seguido de 10 m. A mayor distancia una trampa de otra, menor fue el número de insectos capturados.

PALABRAS CLAVE: cochinilla rosada del hibisco, trapeo de insectos, manejo integrado de plagas, plagas reguladas.

ABSTRACT: This research consisted of three experiments carried out in tree different municipalities in the state of Nayarit, during the period October-decembere2012, with the aim of evaluating the preference of the male to the presence of pink hibiscus mealybug (CRH) virgin against synthetic pheromones, the preferred height of the adult male of CRH traps and optimal distance between them. Trees sour sop (*Annona muricata* L.) in an approximate age of 5-6 years and an average height of 6-7 m, the number of males captured per trap was measured were used. The results indicated: 1). Use virgin females of CRH and synthetic pheromone R) -maconelliyl (S) -2-methylbutanoate and (R) -lavandulyl (S) methylbutanoate has the same effect on the capture of male CRH, the advantage is that synthetic pheromones can used in pest free areas without risk of spreading the concept of trapping. 2). With respect to the height of trap down to the tree, placing 1, 2 and 3 m (0.1688 to 0.3246 CRH per trap) are statistically different with respect to the placement to 4 m that record 0.0389 male CRH by trap. 3). In evaluating the distance between traps, significant

differences in both said factors and the interaction (distance x dates) and 4). In the distance of 0 m pest host as many male insects of CRH followed by 10 m was captured. Farther another trap, lower the number of insects captured.

KEY WORDS: pink hibiscus mealybug, trapping insects, integrated pest management, regulated pests.

INTRODUCCIÓN

La cochinilla rosada del hibisco (*Maconellicoccus hirsutus* Green) (CRH) es un insecto plaga procedente de Asia-Australia que afecta a más de 200 géneros de plantas (Meyerdirk *et al.*, 2003; Goolsby *et al.*, 2002), probablemente se propagó por África desde el oriente por rutas tropicales y es la única de insecto plaga con distribución mundial (López *et al.*, 2010). A mediados de la década de 1990 invadió las islas del Caribe y entre 1999 a 2000 se detectó en Belice, México (Mexicali), Estados Unidos (California y Florida) y Venezuela (Cerneli *et al.*, 2002; Ojeda, 2004a).

La dispersión de CRH representa para la agricultura en Nayarit una problemática nueva e inconvenientes fitosanitarios, como el caso de moscas de la fruta, moscas blancas y huanglongbing (HLB), plagas que son serias amenazas para la producción y repercuten directamente en la movilización y comercialización nacional e internacional de productos vegetales. La aplicación de productos químicos en campo, con el objeto de reducir el riesgo de dispersión, genera una presión de selección en CRH (inducción al desarrollo de resistencia), situación provoca el desequilibrio ecológico al eliminar los potenciales enemigos naturales y la fauna entomológica, además de la contaminación de mantos freáticos.

La CRH es un problema importante para el sector agrícola, se carece de información científica que coadyuve a manejarla de manera eficiente. Por lo anterior, existe una búsqueda constante de mejorar los procesos en el manejo del insecto, sin que exista repercusión para otros

componentes de la cadena trófica. El colocar una trampa en campo con fines de detección y específicamente dirigidas a plagas de carácter cuarentenadas o reguladas representan un factor de riesgo de dispersión cuando se utilizan hembras vivas. Como alternativas se utilizan feromonas de atracción en función al comportamiento del insecto en específico a la altura de vuelo, alimentación así como condiciones bióticas y abióticas preferenciales de la especie. A 11 años de la introducción de la plaga al estado de Nayarit, México, las organizaciones de productores agrícolas carecen de información referente a atrayentes de CRH, colocación adecuada, distribución óptima de trampas en campo para una mayor eficacia y eficiencia de los sistemas de trapeo.

La detección y seguimiento son componentes del manejo integrado de plagas como el muestreo, trapeo y acciones de manejo representan un opción para reducir la incidencia de esta plaga insectil y sus e . El uso de trampas, tiene la finalidad de detectar la CRH en zonas libres; pero cabe señalar que presenta la dificultad en el uso de hembras vírgenes por el riego. Para el seguimiento y trapeo de CRH se utiliza una trampa tipo Delta Biolure®, dentro de ésta se coloca un liberador de caucho, el cual lleva consigo la feromona específica para atraer los machos de CRH. El atrayente utilizado, es una mezcla de (R)-lavandulil (S)-2-metilbutanoato y (R)-maconelil (S)-2-metilbutanoato en proporción 1:5 la mezcla anterior representa una alternativa de manejo y seguimiento en la dispersión de CRH (González *et al.*, 2010).

Por ésta razón se plantearon los objetivos de evaluar la preferencia del macho a la presencia de CRH vírgenes en comparación con feromonas sintéticas, la altura preferencial de vuelo del macho adulto de CRH en trampas de captura y determinar la distancia óptima de captura en trampas distribuidas en campo.

MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación se llevó a cabo en cuatro diferentes municipios del estado de Nayarit, México (Santa María del Oro, Compostela, San Blas y Tepic), durante el periodo octubre-2012. Se utilizaron árboles de guanábana (*Annona muricata* L.) de una edad aproximada de 5-6 años y una altura promedio de 6-7 m.

Frecuencia de revisión de trampas: Las trampas fueron revisadas semanalmente, y el material biológico recolectado se llevó al laboratorio del Comité Estatal de Sanidad Vegetal (CESAVENAY) para su identificación y registro. Los especímenes fueron colocados en alcohol al 70% para su conservación y/o corroboración de la especie.

Experimento 1. Evaluación de feromonas y hembras vírgenes: Se utilizó un experimento factorial 2 x 11, con una distribución en bloques al azar con cinco repeticiones. El factor A estuvo compuesto por dos atrayentes previamente mencionados y como factor B por 11 fechas en diferentes localidades (Las Cuevas, en Santa María del Oro; Mazatán, en Compostela; Platanitos y Santa Cruz, en San Blas).

Atrayentes (Factor A): Se compararon dos tipos de atrayentes; la feromona (R)-maconelliyl (S)-2-methylbutanoate y (R)-lavandulyl (S) methylbutanoate y hembras vírgenes de CRH, de aproximadamente 7 días de edad proporcionadas por el Laboratorio Regional de

Insectos de Control Biológico (LRICB), del municipio de Bahía de Banderas, Nayarit.

Establecimiento de trampas: Se colocaron trampas tipo delta de color blanco, a 10 m del foco de infestación separadas una de otra a una distancia de 20 m en dirección a la predominancia del viento, a una altura de 2 m, las trampas se rotaron semanalmente en función a la distribución en el árbol con el objeto de igualar la probabilidad de detección de la trampa por el macho adulto de CRH.

Experimento 2. Evaluación de la altura de la trampa, con respecto al suelo: Se utilizó un experimento factorial 4 x 11, con una distribución en bloques al azar con siete repeticiones. El factor C estuvo compuesto por cuatro alturas de planta (1, 2, 3 y 4 m) y el B por 11 fechas en diferentes localidades (Las Cuevas en Santa María del Oro; Mazatán en Compostela; Platanitos en San Blas y La Resolana en Tepic).

Establecimiento de trampas: Las trampas se colocaron en guanábana (*Annona muricata* L.) y obelisco (*Hibiscus rosa-sinensis*) (hospederos) a una distancia mínima de 50 metros entre ellos.

Experimento 3. Evaluación de la distancia entre trampas: Se utilizó un experimento factorial 5 x 11, con una distribución en bloques al azar con seis repeticiones. El factor D estuvo compuesto por cinco distancias (0, 10, 20 50 y 100 m entre hospederos) y el B por 11 fechas en diferentes localidades (Las Cuevas, en Santa María del Oro; Mazatán, en Compostela; Platanitos y Jolotemba, en San Blas y La Resolana, en Tepic).

Distribución de trampas: Se colocaron en cada uno de los puntos cardinales del hospederos, a una altura de 2 metros, lejos de otros focos de infestación, al menos en un radio de 150 metros.

Número de machos capturados por trampa:

Para el conteo se utilizó un microscopio estereoscópico marca Motic® en el laboratorio del CESAVENAY. Para corroborar su taxonomía de los insectos capturados, de cada trampa se removió una muestra de 5 a 10 ejemplares mediante la adición de una gota de gasolina blanca seguida de 5 min de reposo. Posteriormente los especímenes fueron sumergidos durante 24 horas en una solución de KOH (1.0 g de hojuelas en 100 ml agua) y se transfirieron a agua con safranina para su coloración y montaje en portaobjetos con glicerina. Para la identificación, se observaron las características morfológicas de la cápsula genital descritas por Hodges (2005).

Análisis estadísticos: A los datos obtenidos, se les aplicó el análisis de varianza y los que manifestaron diferencias significativas, se les realizó la prueba de medias por el método de Tukey (α 0.05); se utilizó el paquete estadístico SAS (2007).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para la captura de especímenes plaga como CRH, la calidad del trapeo determina la veracidad de la información, que está condicionada al sitio, exposición de la trampa, así como al hospedante y el comportamiento biológico de la plaga. El tipo de trampa, tiene sus efectos en la captura de machos (Vitulo *et al.*, 2007). Los resultados obtenidos en el experimento 1 muestran que el promedio de machos capturados por trampa osciló entre 1.17-1.21ejemplares, no presentándose diferencias estadísticas en ninguno de los factores de estudio, lo anterior indica que la feromona sintética tiene el mismo efecto que la feromona expedita de manera natural por la hembra de CRH (Cuadro 1), con la ventaja de la feromona sintética de reducir riesgos de dispersión del insecto. La concentración de feromonas debe ser la adecuada, ya que puede manifestar efectos

antagónicos (repelencia), en el piojo harinoso *Planococcus ficus*. Millar *et al.* (2002) encontraron que a las dosis altas (mayores a 1000 mg/litro), causaron efectos de repelencia de los machos, por lo que las concentraciones deben oscilar entre 10-1000 mg/litro. Las trampas más efectivas fueron tipo Delta, mismas que se utilizaron en el presente trabajo.

Al evaluar la altura de la trampa, con respecto al suelo (experimento 2), solamente se presentaron diferencias significativas en el factor altura de trampa. Con respecto a la altura de colocación de la trampa, es estadísticamente igual la captura de machos (1.688-0.3246) establecida entre 1-3 m, y difiere la captura cuando es mayor a 4 m, que estadísticamente difiere con un promedio a esta altura de 0.0389 machos de CRH (Cuadro 2).

En la evaluación de la distancia entre trampas (experimento 3), se manifestaron diferencias significativas en ambos factores, así como en la interacción (Figura 6), lo que indica que todas las distancias manifestaron una respuesta favorable en las distintas fechas evaluadas. La altura óptima para la colocación de trampas para capturar machos de CRH, es de 2 m.

Con respecto al radio de acción del macho de CRH, se encontró que en el mismo árbol infestado el promedio de macho en trampas fue de 0.666, diferente a 10 m de distancia que descende la captura a 0.4393 CRH macho/trampa, y continua la tendencia hasta 0.0909 a 20 m de distancia del hospedero, las distancias de 50 m a 100 m de la planta infestada y hospedero de CRH, no registran captura.

En lo referente al coeficiente de variación, los valores arrojados por la prueba estadística fueron muy variables (146-217 %), comportamiento que era de esperarse, ya que al trabajar con insectos estos se mueven constantemente.

En el cuadro 2, se presentan los resultados de la prueba de medias para la variable evaluada y se observa que la prueba estadística arrojó dos grupos estadísticos, sobresaliendo, aunque estadísticamente iguales las alturas 2, 3 y 1 metro. Dicho de otra manera, la altura de colocación de las trampas para la captura de machos de CRH es trascendental. La altura óptima es de 2 m, al alejarse de este promedio disminuye la captura de ejemplares de la plaga. Los resultados anteriores, coinciden con los reportados por Chong *et al.* (2009) y Vitullo *et al.* (2007) en lo referente a la colocación de trampas para *Maconellicoccus hirsutus* que oscila entre 1.2 y 3 m, que fue donde se colectó la mayor cantidad de especímenes.

Número de machos de CRH capturados del factor distancia de trampas: En el cuadro 3 se presentan los resultados de la prueba de medias para la variable de interés, donde se puede apreciar que se presentaron tres grupos estadísticos bien definidos, siendo en la distancia de 0 m donde se capturaron el mayor número de insectos (0.6666), siguiéndole la de 10 m con 0.4393 insectos capturados. Es notable que a mayor longitud una trampa de otra, la probabilidad de captura, disminuye. En el lugar del hospedante es donde se obtiene las mayores capturas de machos de CRH, sin embargo, al colocar a diferentes distancias, se detectan diferencias estadísticas.

Número de machos de CRH capturados del factor fechas: El número de insectos capturados en cada una de las fechas evaluadas se presenta en el cuadro 4, y se observa la presencia de dos grupos estadísticos, donde sobresalen numéricamente la fecha del 6 de noviembre de 2012, 30 de octubre y 27 de noviembre de 2012. Analizando el comportamiento anterior, se puede mencionar que todas fueron estadísticamente iguales, ya que la mayoría de ellas se encuentran en ambos grupos estadísticos. Serrano *et al.* (2001)

describen que las feromonas sintéticas tienen su mayor efecto en un rango de 0-10 m en comparación con hembras vírgenes de CRH, que son capaces de atraer hasta los 50 m de distancia. Así mismo, Millar *et al.* (2002), encontraron efectivo el atrayente s-enantiomero para *Planococcus ficus* a una concentración de 100 mg.L⁻¹, lo que mantuvo la concentración hasta por 12 semanas y un alcance de 50 m, datos que difieren con los obtenidos en el presente trabajo, debido a que 50 m no tiene efecto de atracción sobre CRH. Zhang *et al.* (2004) describen que maconelliol es un monoterpene potente como atrayente de machos que puede ser utilizado como producto natural y que provienen de feromonas sexuales femeninas de CRH.

CONCLUSIONES

Utilizar hembras vírgenes de CRH y la feromona sintética R)-maconelliyl (S)-2-methylbutanoate y (R)-lavandulyl (S) methylbutanoate tiene el mismo efecto en la captura de machos de *M. hirsutus*, la ventaja es que las feromonas sintéticas puede utilizarse en áreas libres de la plaga sin riesgo de dispersión por el concepto de trapeo. Con respecto a la altura de trampa al suelo a la copa del árbol, la colocación a 1, 2 y 3 m (0.1688-0.3246 CRH por trampa) son estadísticamente diferentes con respecto a la colocación a 4 m que registran 0.0389 machos de CRH por trampa, por lo que la altura óptima oscila entre 1 a 3 m de manera indiferente. Respecto la distancia entre trampas, se manifestaron diferencias significativas en ambos factores, así como en la interacción (distancia x fechas). En la distancia de 0 m que corresponde al mismo árbol hospedante de la plaga se capturó el mayor número de insectos machos de CRH, seguido de 10 m. A mayor distancia una trampa de otra del punto de liberación, menor fue el número de insectos capturados.

REFERENCIAS

- Alean, C. I. 2003.** Evaluación de la patogenicidad de diferentes hongos entomopatógenos para el control de la mosca blanca de la yuca *Aleurotrachelus socialis* Bodar (Homoptera: Aleyrodidae) bajo condiciones de invernadero. Tesis para obtener el título de Microbiología Agrícola y Veterinaria. Pontificia Universidad Javeriana. Facultad de Ciencias Básicas, Microbiología Agrícola y Veterinaria. Bogotá, Colombia. 107 pp.
- Alpizar, D.; Fallas, M.; Oehlschlager, A. C.; González, L. M.; Chinchilla, C. M. and Bulgarelli, J. 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.
- APIIS, 1997.** Look out for the pink hibiscus mealybug. Animal and Plant Health Inspection Service. USDA Program Aid No. 1606. 11 p.
- Bakke, A. and Lic. 1989.** Mass trapping. Pp. 67-87. In: Justum, A. R. and R. F. S. Gordon (Eds.). Insect pheromones in plant protection. Chichester: John Wiley and Son.
- Barrera, J. F.; Montoya, P. and Rojas, J. 2006.** Bases para la aplicación de sistemas de trampas y atrayentes en manejo integrado de plagas. Pp. 1-16. In: Simposio sobre trampas y atrayentes en detección, monitoreo y control de plagas de importancia económica. J. F. Barrera y P. Montoya (Eds.). Sociedad Mexicana de Entomología y Colegio de la Frontera Sur. Manzanillo, Colima, México.
- Blanco, M. H. 1996.** Los semioquímicos y su papel en el manejo integrado de plagas. pp. 93-95. In: Memorias X Congreso Nacional Agronómico. Universidad de Costa Rica.
- Cermeli, M.; Morales P.; Godoy, F.; Romero, R. y Cárdenas, O. 2002.** Presence of the hibiscus pink mealybug *Maconellicoccus hirsutus* (Green) (Hemiptera: Pseudococcidae) in Venezuela. Entomotropica 17(1):103-105.
- CESAVEJAL. 2009.** Programa de trabajo de la campaña contra la Cochinilla Rosada del Hibisco (*Maconellicoccus hirsutus*). Gobierno del estado de Jalisco. SAGARPA-SENASICA.
- Chong, J. H.; Rhoda, A. L. y Mannion, C. M. 2008.** Life History of the mealybug, *Maconellicoccus hirsutus* (Hemiptera: Pseudococcidae), at constant temperatures. Environ. Entomol. 37 (2): 323 – 332.
- Chinchilla, C.; Oehlschlager, A. C. and Bulgarelli, J. 1996.** A pheromone based trapping system for *Rhynchophorus palmarum* and *Metamasius hemipterus*. ASD Oil Palm Papers No. 12. p. 11-17.
- Curcovic, S. T and Brunner, J. F. 2003.** Evaluación de una formulación atractiva para control de *Cydia pomonella* L. (Lepidoptera: Tortricidae) en manzanos en el estado de Washington. EEUU. Agric. Tec. 63: 231-239.
- Diario Oficial de la Federación. 2000.** Acuerdo por el que se instrumenta el dispositivo nacional de emergencia con el objeto de prevenir el ingreso de la cochinilla rosada *Maconellicoccus hirsutus* (Green) e instrumentar las medidas fitosanitarias para monitorear y erradicar brotes eventuales de la plaga. Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural. México. 7 de febrero de 2000. 11 p.
- Diario Oficial de la Federación. 2007.** Acuerdo por el que se instrumenta el Dispositivo Nacional de Emergencia en los términos del artículo 46 de la Ley Federal de Sanidad Vegetal, con el objeto de controlar y mitigar el riesgo de dispersión de la cochinilla rosada del hibisco (*Maconellicoccus hirsutus*) en México. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. México. 31 de diciembre de 2007. 9 p.

- Echegoyén, R. P. E. y González, H. H. 2010.** Plan de Contingencias ante un brote de Cochinilla Rosada del Hibisco (*Maconellicoccus hirsutus*) en un país de la Región del OIRSA. San Salvador, El Salvador.
- Francis, A.; Bloem, K. A.; Roda, A. L. and Lapointe, S. L. 2007.** Development of trapping methods with a synthetic sex pheromone of the pink hibiscus mealybug, *Maconellicoccus hirsutus* (Hemiptera: Pseudococcidae). Florida Entomol. 90:440–446.
- Ghose, S. K. 1972.** Biology of the mealybug, *Maconellicoccus hirsutus* (Green) (Pseudococcidae: Hemiptera). Indian Agric. Vol. 16, No. 4 pp. 323. 332.
- González, G. E.; Sánchez, M. G. y Quezada, G. E. 2008.** Determinación, Monitoreo y Control de la Cochinilla Rosada del Hibisco *Maconellicoccus hirsutus* (Green). Folleto Técnico Núm. 5. INIFAP. Aguascalientes, México.
- González, G. E.; Sánchez, M. G.; Zhang, J. A.; Lozano, G. y Carmona, S. F. 2010.** Validación de dos compuestos feromonales para el monitoreo de la Cochinilla Rosada del Hibisco en México. Agrociencia 44: 65-73.
- Goolsby, J. A.; Kirk, A. A. and Meyerdirk, D. E. 2002.** Seasonal phenology and natural enemies of *Maconellicoccus hirsutus* (Hemiptera: Pseudococcidae) in Australia. Florida Entomol. 85: 494–498.
- Hodges, G. S. 2005.** PHM Male identification, quick and dirty mounts 4/15/04. FDACS–DPI. In: Materials Developed for the Pink Hibiscus Mealybug Workshop. University of Florida 23–24 of June. USDA–APHIS–NPB–NPDN–IPM. USA. 5 p.
- Hodges, G. S. and Hodges, A. 2005.** Pink Hibiscus Mealybug *Maconellicoccus hirsutus*. Training Manual. National Plant Diagnostic Network. USDA APHIS National IPM, University of Florida. 132p.
- Isiordia, A. N.; Garcia, M. O.; Flores, C. R. J.; Diaz, H. M.; Carvajal, C. C. R. y Espino, A. R. 2011.** El cultivo de mango en Nayarit, acciones e impactos en materia fitosanitaria 1993-2010. Revista Fuente Año 2, No. 7 abril-junio 2011.
- Judsson, A. R. and Gordon, R. F. 1989.** Insect pheromones in plant protection. John Wiley and Sons, New York. 369 p.
- Kalro, M. T. K.; Pollard, G. V.; Peterkin, D. D. and López, V. F. 2000.** Biological Control of the hibiscus mealybug, *Maconellicoccus hirsutus* Green (Hemiptera: Pseudococcidae) in the Caribbean. Integrated Pest Management Reviews 5: 241 – 254.
- Llenderal, C. C. 2000.** Introducción a la fisiología de insectos. Colegio de Postgraduados. Montecillos Estado de México. 190 p.
- Mani, M. 1986.** Distribution, bioecology and management of the grape mealybug *Maconellicoccus hirsutus* (Green) with a special reference to its enemies. Ph. D. Thesis, UAS, Bangalore, India.
- Mani, M. 1989.** A review of the Pink Mealybug *Maconellicoccus hirsutus* (Green). Insect Sci Applic. 10 (2): 157-167.
- Marcano, R.; Nienstaedt B.; Longa, S. y Malpica, T. 2006.** Efecto de la temperatura sobre el tiempo de desarrollo, fecundidad y fertilidad de la cochinilla rosada *Maconellicoccus hirsutus* (Green), (Hemiptera: Pseudococcidae). Entomotropica 21 (1): 19-22.
- Martínez, R. M. A. 2007.** La cochinilla rosada del hibisco, *Maconellicoccus hirsutus* (Green) un peligro potencial para la agricultura cubana. Rev. Protección Vegetal. 22 (3): 166- 182.
- Meyerdirk, D. E.; War, K. R.; Attavian, B.; Gersabeck, E.; Francis, A.; Adams, M. y Francis, G. 2003.** Manual del proyecto para el control biológico de la Cochinilla Rosada del

- Hibisco. USDA-APHIS, PPQ. Segunda edición traducida por IICA, Costa Rica. 245 p.
- Millar, G. J.; Daane, M. K.; McElfresh, J. S.; Moreira, A. J.; Malakar-Kvenen, R.; Gillen, M. and Bentley, J. W. 2002.** Development and optimization of methods for using sex pheromone for monitoring the Mealybug *Planococcus ficus* (Homoptera: Pseudococcidae) in California Vineyards. *Journal of economic Entomology* 95 (4): 706-714.
- Monzón, A. 2001.** Producción, uso y control de calidad de hongos entomopatógenos en Nicaragua. *Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica)* No. 63 p 95-103. CATIE.
- Nordlung, D. A. and Lewis, W. J. 1976.** Terminology of chemical releasing stimuli in intraspecific and interspecific interactions. *J. Chem. Ecol.* 2: 211-220.
- Ojeda, A. A. 2004a.** La cochinilla rosada. Ficha técnica CNRPF 04/17. Centro Nacional de Referencia en Parasitología Forestal. México. 4 p.
- Ojeda, A. A. 2004b.** Cómo identificar a la cochinilla rosada (CRID). Ficha técnica CNRPF-04/19. Centro Nacional de Referencia en Parasitología Forestal. México. 4 p.
- Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria (OIRSA, 2010).** Plan de contingencia ante un brote de cochinilla rosada del hibisco (*Maconellicoccus hirsutus*) en un país de la región del OIRSA. San Salvador, El Salvador.
- Rodríguez, R. H. 2011.** Trampeo del picudo del agave *Scyphophorus acupunctatus* Gillenhal (Coleoptera: Curculionidae) con feromonas de agregación y volátiles del agave. Tesis de Doctorado. Colegio de Postgraduados. Montecillos Texcoco, Estado de México.
- Rojas, J. C.; González, H. H.; Ruiz, M. C.; Rangel, R. D. N.; Ceja, E. I.; García, C. G. y Del Real, L. I. 2006.** Optimización de un sistema de monitoreo/trampeo masivo para el manejo del picudo del agave *Scyphophorus acupunctatus* Gillenhal. Pp: 51-58. In: In: Simposio sobre trampas y atrayentes en detección, monitoreo y control de plagas de importancia económica. J. F. Barrera y P. Montoya (Eds.). Sociedad Mexicana de Entomología y Colegio de la Frontera Sur. Tapachula Chiapas.
- Rojas, J.; Malo, E. A. y Macías, J. E. 2008.** Uso de semioquímicos en el manejo integrado de plagas. Pp: 167-182. In: J. O. Toledo e Infante, F. (Eds.). (Manejo integrado de plagas). Editorial Trillas, México, D. F.
- Ruiz, M. C. 2003.** Comunicación química de *Scyphophorus acupunctatus* Gillenhal (Coleoptera: Curculionidae). Tesis de Doctorado. Colegio de Postgraduados. Montecillos Texcoco, Estado de México.
- SAGARPA SENASICA, 2008.** Apéndice Técnico-Operativo de la Campaña contra la Cochinilla Rosada del Hibisco (*Maconellicoccus hirsutus* Green). Dirección de Protección Sanitaria. 36 pp.
- Sansano, J. M. P.; Gómez, V. S.; Ferry, M. y Díaz, E. G. 2008.** Ensayos de campo para la mejora de la eficiencia de las trampas de captura de *Rhynchophorus ferrugineus*, Oliver (Coleoptera: Dryophthoridae), picudo rojo de la palmera. *Bol. San. Veg. Plagas* 34:135-145.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA, 2004).** Aplicará gobierno federal \$28 millones en fortalecimiento de medidas fitosanitarias en zona agrícola y forestal de Nayarit para control del insecto "cochinilla rosada". Boletín Núm. 166/04. Dir. Gen. Com. Soc. 2 p. <http://www.sagarpa.gob.mx/egcs/boletines/2004/julio/B/66pdf.htm> (Consultado: 11 de mayo, 2009).
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA, 2008).** Servicio Nacional de Sanidad. Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA). Dirección General de Sanidad Vegetal. Dirección de

- Protección Fitosanitaria. Apéndice técnico-operativo de la campaña contra la cochinilla rosada del hibisco (*Maconellicoccus hirsutus* Green.).
- SENASICA-DGSV. 2009.** Ficha técnica. Cochinilla Rosada del Hibisco (*Maconellicoccus hirsutus*). Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria- Dirección General de Sanidad Vegetal.
- Serrano, M. S.; Lapointe, S. L. and Meyerdirk, D. E. 2001.** Attraction of males by virgin females of the mealybug *Maconellicoccus hirsutus* (Hemiptera: Pseudococcidae). *Environmental Entomology*. 30: 339–345.
- Solis, A. J. 2001.** El picudo del agave tequilero *Scyphophorus acupunctatus* Gillenhal (Coleoptera: Curculionidae) en Jalisco, México. Tesis de Doctorado. Colegio de Postgraduados. Montecillos Texcoco, Estado de México. 93 p.
- Sosa, M. A.; Simonella, M. A.; Fogar, M. A.; Scribano, R.; Sosa, R. N. y Vittí, D. E. 2009.** Capturas de adultos de picudo del algodón en trampas con feromona con dos tipos de cono, en tres localidades. VII Congreso Brasileiro do algodao. Foz do Iguazu. Pp: 498-504.
- Valdez, R. S.; Ramírez, C. J. L.; Reyes, L. J. y Blanco, L. A. 2004.** Respuesta del insecto max *Scyphophorus acupunctatus* Gillenhal (Coleoptera: Curculionidae) hacia algunos compuestos atrayentes del henequén. *Acta Zool. Mex.* (n. s.) 20: 157-166.
- Vitillo, J.; Wang, S.; Zhang, A.; Mannion, C. and Bergh, C. 2007.** Comparison of sex pheromone traps for monitoring pink hibiscus mealybug (Hemiptera: Pseudococcidae). *Journal of Economic Entomology* 100 (2): 405-410.
- Zhang, A. and Amalin, D. 2005.** Sex pheromone of the female Pink Hibiscus Mealybug, *Maconellicoccus hirsutus* (Green) (Homoptera: Pseudococcidae): Biological activity evaluation. *Environ. Entomol.* 34: 264–270.
- Zhang, A. and Nie, J. 2005.** Enantioselective synthesis of the female sex pheromone of the Pink Hibiscus Mealybug, *Maconellicoccus hirsutus*. *J. Agric. Food Chem.* 53: 2451–2455.
- Zhang, A.; Amalin, D.; Shirali, S.; Serrano, M. S.; Franqui, R. A.; Oliver, J. E.; Klun, J. A.; Aldrich, J. R.; Meyerdirk, D. E. and Lapointe, S. L. 2004b.** Sex pheromone of the Pink Hibiscus Mealybug, *Maconellicoccus hirsutus*, contains an unusual cyclobutanoid monoterpene. *PNAS* 101: 9601–9606.
- Zhang, A.; Nie, J. and Khimian, A. 2004a.** Chiral synthesis of maconelliol: a novel cyclobutanoid terpene alcohol from Pink Hibiscus Mealybug *Maconellicoccus hirsutus*. *Tetrahedron Letters* 45: 9401–9403.

Recibido: 20 Marzo, 2015

Revisado: 06 Abril, 2015

Aceptado: 03 Mayo, 2015

Cuadro 1. Análisis de varianza para número de machos de CRH capturados. Cochinilla rosada del hibisco, Nayarit, México.

Fuente de variación	Pr>F	C.V. (%)
Aplicación de feromonas y hembras vírgenes	0.4294 ^{ns}	146.75
Fechas	0.6041 ^{ns}	
Interacción	0.8468 ^{ns}	
Altura de la trampa, con respecto al suelo	0.0003*	217.37
Fechas	0.0882 ^{ns}	
Interacción	0.5661 ^{ns}	
Distancias entre trampas	0.0001*	171.09
Fechas	0.0019*	
Interacción	0.0247*	

Cuando la Pr>F es menor de 0.05, existen diferencias significativas.

* Presencia de diferencias. ^{ns} Ausencia de diferencias.

Número de machos de CRH capturados del factor altura de trampa.

Cuadro 2. Resultados de la prueba de medias para número de machos de CRH capturados del factor altura de trampa.

Altura de trampa (m)	Medias*	Grupos Tukcy _{0.05}
2	0.3246	A
3	0.2077	A
1	0.1688	a b
4	0.0389	B

*Medias con la misma letra, son estadísticamente iguales.

Cuadro 3. Resultados de la prueba de medias para número de machos de CRH capturados del factor distancia de trampas.

Distancia de trampas (m)	Medias*	Grupos Tukey $_{0.05}$
0	0.6666	A
10	0.4393	B
20	0.0909	C
50	0.0000	C
100	0.0000	C

*Medias con la misma letra, son estadísticamente iguales.

Cuadro 4. Resultados de la prueba de medias para número de machos de CRH capturados del factor fechas.

	Fechas		Medias*	Grupos Tukey $_{0.05}$
6	Noviembre	2012	0.4000	a
30	Octubre	2012	0.3667	a
27	Noviembre	2012	0.3667	a
11	Diciembre	2012	0.3000	a b
18	Diciembre	2012	0.2667	a b
20	Noviembre	2012	0.2667	a b
13	Noviembre	2012	0.2667	a b
4	Diciembre	2012	0.2000	a b
31	Diciembre	2012	0.1000	a b
24	Diciembre	2012	0.1000	a b
25	Octubre	2012	0.0000	b

*Medias con la misma letra, son estadísticamente iguales.

F1. 25 octubre	F4. 13 noviembre	F7. 4 diciembre	F10. 24 diciembre
F2. 30 octubre	F5. 20 noviembre	F8. 11 diciembre	F.11 31 diciembre
F3. 6 noviembre	F6. 27 noviembre	F9. 18 diciembre	
D0, D10, D20, D50, D100: Distancia entre hospederos (m).			