



COLEGIO DE POSTGRADUADOS

INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

CAMPUS MONTECILLO

POSTGRADO EN FITOSANIDAD
ENTOMOLOGÍA Y ACAROLOGÍA

**EFFECTO DEL DEPREDADOR *CRYPTOLAEMUS MONTROUZIERI*
(COLEOPTERA: COCCINELLIDAE) EN LA ACTIVIDAD
PARASÍTICA DE *ANAGYRUS KAMALI* (HYMENOPTERA:
ENCYRTIDAE) SOBRE COCHINILLA ROSADA DEL HIBISCO**

SALVADOR HERNÁNDEZ MORENO

TESIS
PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRO EN CIENCIAS

MONTECILLO, TEXCOCO, EDO. DE MÉXICO

2011

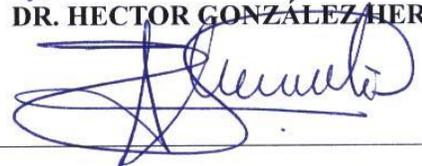
La presente tesis titulada **Efecto del depredador *Cryptolaemus montrouzieri* (Coleoptera: Coccinellidae) en la actividad parasítica de *Anagyrus kamali* (Hymenoptera: Encyrtidae) sobre Cochinilla Rosada del Hibisco**, realizada por el alumno **Salvador Hernández Moreno**, bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS
ENTOMOLOGÍA Y ACAROLOGÍA

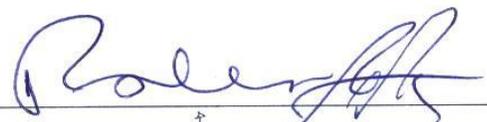
CONSEJO PARTICULAR

CONSEJERO: 

DR. HECTOR GONZÁLEZ HERNÁNDEZ

ASESOR: 

DR. J. REFUGIO LOMELI FLORES

ASESOR: 

DR. ESTEBAN RODRÍGUEZ LEYVA

ASESOR: 

DR. AGUSTÍN ROBLES BERMÚDEZ

Montecillo, Texcoco, México, Septiembre de 2011

EFFECTO DEL DEPREDADOR *CRYPTOLAEMUS MONTROUZIERI* (COLEOPTERA: COCCINELLIDAE) EN LA ACTIVIDAD PARASÍTICA DE *ANAGYRUS KAMALI* (HYMENOPTERA: ENCYRTIDAE) SOBRE COCHINILLA ROSADA DEL HIBISCO.

Salvador Hernández Moreno
Colegio de Postgraduados, 2011

RESUMEN

En varios países se han introducido *Anagyrus kamali* y *Cryptolaemus montrouzieri* para el control de la cochinilla rosada del hibisco (CRH) *Maconellicoccus hirsutus*, pero no se han establecido las interacciones entre estos enemigos naturales. En el presente trabajo se evaluó la interacción de *C. montrouzieri* (larvas de cuarto ínstar y hembras adultas) y la actividad parasítica de *A. kamali* sobre CRH en condiciones de laboratorio. Para determinar la interferencia entre el depredador y el parasitoide se realizaron pruebas de liberación individual y simultánea de ambas especies mediante pruebas de elección y no elección, utilizando como huésped/presa ninfas de tercer ínstar de CRH no parasitadas y parasitadas por *A. kamali*. Las ninfas parasitadas tenían diferentes periodos de maduración del parasitoide (huevo, larva joven, larva madura, pupa y 5 días antes de emerger). En general, la presencia de *C. montrouzieri* redujo la actividad parasítica de *A. kamali* en un 87%. En las pruebas de elección *C. montrouzieri* no discriminó entre CRH sana y parasitadas de menos de 5 días. En las pruebas de no elección, los adultos y larvas de *C. Montrouzieri* disminuyeron su actividad depredadora sobre CRH parasitadas de más de 6 días, posiblemente debido al endurecimiento de las momias de CRH. Los resultados del presente trabajo apoyan la hipótesis de que en la interacción de *C. montrouzieri* y *A. kamali* existe un efecto de interferencia en la búsqueda de un recurso limitado, ya que la presencia del depredador disminuyó la actividad parasítica en el control de CRH.

Palabras clave: *Maconellicoccus hirsutus*, Control biológico, enemigos naturales, competencia.

EFFECT OF PREDATOR *CRYPTOLAEMUS MONTROUZIERI* (COLEOPTERA: COCCINELLIDAE) IN THE PARASITIC ACTIVITY OF *ANAGYRUS KAMALI* (HYMENOPTERA: ENCYRTIDAE) ON PINK HIBISCUS MEALYBUG.

Salvador Hernández Moreno
Colegio de Postgraduados, 2011.

ABSTRACT

In several countries, *Anagyrus kamali* and *Cryptolaemus montrouzieri* have been introduced for the biological control of the pink hibiscus mealybug (PHM) *Maconellicoccus hirsutus*, but there is not a formal study to assess the interaction between those natural enemies. In the present study we evaluated, under laboratory conditions, the interaction of *C. montrouzieri* (fourth-instar larvae and adult female) and *A. kamali* parasitic activity on PHM. Individual and simultaneous liberations of both species, using choice and no-choice tests, were made in order to determine the interaction between the predator and the parasitoid. Third PHM nymphs parasitized by *A. Kamali* at different parasitoid maturation periods (egg, young larvae, mature larvae, young pupae and five days before emerging) were used as hosts. The results showed that *C. montrouzieri* reduced the parasitic activity of *A. kamali* in 87%. In the choice test, *C. montrouzieri* did not discriminate against PHM during the parasitoid first five days. In the no-choice tests, *C. montrouzieri* adults and larvae diminished their predatory activity when parasitized PHM had more than six days of having been parasitized, possibly due to the hardening of PHM mummies at this stage. The results of the present study support the hypothesis that in the interaction between *C. montrouzieri* and *A. kamali* there is an antagonistic effect since the presence of the predator diminished the parasitic activity of *A. kamali* in the PHM control.

Key words: *Maconellicoccus hirsutus*, Biological control, natural enemies, competition.

DEDICATORIA

A mi padre el Sr. Ángel Hernández Vargas

A mi madre la Sra. Estela Moreno Fuentes

A mi hermano Julio Israel Hernández Moreno

A mi hermana Wendi Adriana Hernández Moreno

A mi abuelita Marta S. Moreno Fuentes

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), por la beca completa para el proceso de mi formación en Maestro en ciencias.

Al Colegio de Postgraduados, por brindarme sus espacios y haberme dado la oportunidad de estudiar mi maestría y prepararme en esta gran institución.

Proyecto Nayarit 2007/CO4/81795, Tecnología para el Control Biológico de la Cochinilla Rosada del Hibisco (*Maconellicoccus hirsutus* Green) en Nayarit por el financiamiento de materiales en la investigación.

A LA UNIVERSIDAD AUTONOMA NAYARIT, por el apoyo en la infraestructura y espacios para la realización de esta investigación.

Al Laboratorio Regional de Reproducción de Agentes de Control Biológico del Programa CRH, DGSV, SENASICA, SAGARPA, Valle de Banderas, Nayarit.

A Organismos Benéficos para la Agricultura, S.A. de C.V. por proporcionar material biológico.

Al Dr. Héctor González Hernández, por ser mi consejero de investigación, por creer en mí y darme su apoyo en mi formación profesional.

Al Dr. J. Refugio Lomeli Flores, por sus valiosos consejos, su apoyo incondicional, redacción de artículos, y tiempo destinado a mi persona, mis sinceros respetos.

Al Dr. Esteban Rodríguez Leyva, por su ayuda en mis dudas, el aprecio hacia mi persona y sus oportunos comentarios.

Al Dr. Agustín Robles Bermúdez, por formar parte de mi comité de investigación y sus consejos su amistad y el apoyo en el desarrollo de este trabajo.

A mis maestros, cada uno de ellos que contribuyeron en mi formación.

A mis compañeros y amigos, que me brindaron sonrisas, consejos, pláticas de todo tipo, amistad, entre tantas cosas, gracias: Carlos Lazáro, Gaby Escudero, Refugio Lomeli, Trinidad, Iliana, Evert, Jorge Vega, Adriano, Karlita, Luis Ruiz, Esteban Rodríguez, Román, Erika, Flor, Esperanza, Alfonso, Nadia Salome, Flor, Pera.

CONTENIDO

RESUMEN.....	iii
ABSTRACT	iv
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTOS	vi
1. INTRODUCCIÓN	1
2. OBJETIVOS	2
3. REVISIÓN LITERATURA	2
3.1. Cochinilla Rosada del Hibisco <i>Maconelicoccus hirsutus</i> Green.....	2
3.2. Daño e importancia de Cochinilla Rosada del Hibisco.....	2
3.3. Empleo de enemigos naturales en el control de Cochinilla Rosada del Hibisco.....	3
3.4. Parasitoide <i>Anagyrus kamali</i> Moursi	4
3.5. Depredador <i>Cryptolaemu smontrouzieri</i> Mulsant.....	5
4. MATERIALES Y MÉTODOS	6
4. 1. Pruebas de liberación individual y liberación simultánea.....	6
4. 2. Depredación de <i>C. montrouzieri</i> sobre CRH no parasitadas y parasitadas por <i>A. kamali</i> en pruebas de elección y no elección.....	7
4.2.1. Pruebas de no elección.....	8
4.2.2. Pruebas de elección.....	8
5. RESULTADOS.....	9
6. DISCUSIÓN	13
7. CONCLUSIONES	15
8. AGRADECIMIENTOS	15
9. LITERATURA CITADA.....	16

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Actividad simultanea del depredador *C. montrouzieri* y del parasitoide *A. kamali*. Los números dentro de las barras indican las ninfas consumidas y/o parasitadas en un total de 40 CRH; las letras mayúsculas se refieren al análisis de comparación de medias en los porcentajes de parasitismo y las minúsculas al porcentaje de depredación. **¡Error! Marcador no definido.**

Figura 2. Porcentaje de depredación de *C. montrouzieri*, adulto y larva de 4°. ínstar en pruebas de no elección donde se les expone CRH parasitadas por *A. kamali* de 2, 4, 6, 8 y 10 días y no parasitadas. Las letras mayúsculas se refieren al análisis de comparación de medias en los porcentajes de depredación del adulto y las minúsculas el de porcentaje de depredación de larvas de cuarto ínstar..... 11

Figura 3. Porcentaje de depredación de *C. montrouzieri*, adulto y larva de 4°. instar en pruebas de elección de CRH en diferentes periodos después de haber sido parasitadas por *A. kamali* y en combinación con CRH no parasitadas. la prueba de “t” * indica $P < 0.01$ y ** indica $P < 0.001$ 122

1. INTRODUCCIÓN

La cochinilla rosada del hibisco (CRH), *Maconellicoccus hirsutus* (Green) (Hemiptera: Pseudococcidae), es una plaga nativa del sureste asiático y de distribución cosmopolita. La incidencia de esta plaga genera impacto económico no sólo por los daños directos en las plantas, sino por su importancia cuarentenaria que limita las exportaciones y la movilización comercial de los productos agrícolas (Miller 1999; Kairo et al. 2000; Meyerdirk et al. 2003; Zhang et al. 2004). La CRH se detectó por primera vez en México en 1999 en Mexicali, Baja California (Roltsch et al. 2000) y en febrero de 2004 en Bahía de Banderas, Nayarit (SAF 2004).

Conociendo la importancia de esta plaga en México, el gobierno de México puso en marcha el plan nacional de emergencia para su control en el 2004. Este plan incluyó entre otros, un programa de control biológico basado en la introducción de enemigos naturales exóticos como el parasitoide *Anagyrus kamali* Moursi (Hymenoptera: Encyrtidae) y el coccinélido *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant (Coleoptera: Coccinellidae) (González et al. 2008; Santiago-Islas et al. 2008). Estos enemigos naturales se han utilizado en el control de esta plaga en varios países del mundo como son: Mar de Caribe en Dominica, Grenada, Jamaica, St. Kitts y Nevis, St. Thomas, St. Vincent y Granadinas, Sta. Lucia, Trinidad y Tobago, US Islas Vírgenes (Sagarra y Peterkin 1999; Kairo et al. 2000), Puerto Rico (Michaud y Evans 2000; Sermeño y Navarro 2000) y California, EE.UU. (Roltsch et al. 2006). El control biológico ha ayudado a reducir la categoría de cochinilla rosada a una categoría bajo control, principalmente por la introducción y acción de los enemigos naturales, en algunos casos con la introducción de un solo enemigo natural o usando ambos.

A pesar de que *A. kamali* y *C. montrouzieri* se han introducido al mismo tiempo para el control de CRH, no se han realizado estudios específicos en la interacción en su acción contra CRH. Meyerdik et al. (2003) sugirieron que si ambos enemigos naturales se liberaban al mismo tiempo se retrasaba el establecimiento efectivo del parasitoide. Esta información sugiere que el depredador pudiera depredar sobre ninfas parasitadas tal como

fue observado por Chong y Oetting (2007) con este mismo coccinélido y el parasitoide *Leptomastix dactylopii* Howard.

2. OBJETIVO

- Determinar si existe interferencia del depredador *Cryptolaemus montrouzieri* en la actividad parasítica de *Anagyrus kamali*.

3. REVISIÓN LITERATURA

3.1. Cochinilla Rosada del Hibisco *Maconelicoccus hirsutus* Green.

La cochinilla rosada del hibisco (CRH) es una plaga exótica de importancia cuarentenaria que se alimenta de la savia de al menos 300 especies de vegetales, entre sus hospederos preferidos se encuentra el *Hibiscus rosasinnensis*, de este se debe su nombre. La CRH se reproduce sexualmente y partenogenéticamente, las hembras tienen tres instares ninfales. Las ninfas poseen movimiento y son éstas las que se desplazan en busca de brotes nuevos. El daño por cochinilla rosada se origina debido a que ninfas y hembras adultas extraen la savia e inyectan saliva tóxica en las plantas, lo que ocasiona síntomas que van desde severas malformaciones en flores, frutos, hojas y tallos, hasta la muerte, incluso de árboles adultos (APHIS 1999; Cermeli et al. 2002; Meyerdirk et al. 2000). La CRH se ha reportado en 73 familias y más de 200 géneros de plantas, esta plaga tiene mayor preferencia por hospederos de la familia Malvaceae, Leguminosae, y Moraceae (SAGARPA 2009).

3.2. Daño e importancia de Cochinilla Rosada del Hibisco.

Maconelicoccus hirsutus presenta un aparato bucal picador-chupador que le permite succionar la savia de los tejidos vasculares de las plantas, al momento de alimentarse inyecta una sustancia fitotóxica, las plantas reducen la extensión y expansión de hojas y las ramas

pueden llegar a hincharse (Ojeda 2004). Cuando el daño se produce en frutos recién formados, estos se degeneran y tienen un desarrollo significativamente menor en comparación con frutos sanos; incluso cuando las infestaciones de la CRH son altas, les impide alcanzar su madurez fisiológica. En frutos más desarrollados la merma es ocasionada por la excreción de mielecilla por parte del insecto y crea un medio propicio para el crecimiento de fumagina, que además de obstaculizar la fotosíntesis, le confiere a los frutos características indeseables para su comercialización (CABI 2007).

La incidencia de esta plaga origina impacto económico no sólo por los daños directos en las plantas, sino por su importancia cuarentenaria, lo que afecta las exportaciones y la movilización comercial de los productos agrícolas (Zhang et al. 2004). CRH puede dispersarse desde la parte sur de los E.U.A. hasta México, Centroamérica y Sudamérica. Se calculan daños por esta plaga de hasta 750 millones de dólares (Meyerdirk et al. 2003).

3.3. Empleo de enemigos naturales en el control de Cochinilla Rosada del Hibisco.

El mayor número de especies de enemigos naturales de CRH se reportan para la India y Egipto, lo cual corresponde con el sitio de origen de la plaga. En Egipto, dos especies de coccinélidos y parasitoides fueron utilizados en el control de *M. hirsutus*. El depredador, *C. montrouzieri* fue importado de Australia y criado en Egipto. A pesar de que el depredador finalmente se estableció, no tuvo buenos resultados debido a su baja supervivencia. Otro coccinélido, *Scymnus conformais*, se introdujo en Indonesia (Java), pero esta especie no logró establecerse. Los parasitoides, *Leptomastix phenacocci* Compere, *Anagyrus aegyptiancus* Moursi y *A. kamali* Moursi son de gran importancia para el control de *M. hirsutus* en Egipto, sin embargo el control de *M. hirsutus* se ha atribuido a la liberación de *A. kamali*, con cifras de parasitismo de las muestras de campo que van desde 66 a 98% (Kamal 1951).

En la década de 1970 *C. montrouzieri* fue liberado en viñedos al sur de la India obteniendo buenos resultados en el control de CRH (Mani 1989), *C.montrouzieri* a menudo se ha utilizado para el control biológico de la cochinilla rosada y suele ser eficaz en altas poblaciones de organismo plaga. Otras especies de coccinélidos, *Scymnus coccivora*

Ramkrishna Ayyar y *Scymnus gratus* Wiese, logran sobrevivir en niveles de poblaciones bajas de la plaga. Se ha recomendado además de liberación de *C.montrouzieri*, dos especies de *Anagyrus*, *A. dactylopii* y *A. kamali*, reportados como enemigos naturales clave de la CRH, con una tasa parasitismo de 60-70% en campo (Mani 1989; Ghose 1970).

Las especies *C. montrouzieri*, *A. kamali* y *Gyranusoidea indica* se han utilizado con éxito en programas de control biológico en Estado Unidos de América e Islas del Caribe (Meyerdirk et al. 2000). En agosto de 1996, *A. kamali* se liberó en St. Kitts y en un periodo de dos años la densidad de población de CRH se redujo en un 94% en toda la isla. En 1997, la misma tecnología se transfirió a las Islas Vírgenes de los EE.UU., donde la densidad poblacional de la plaga se redujo en un 90% en St. Thomas y 94% en St. Croix (Meyerdirk et al.2000). El promedio costo beneficio que se estimó para los casos anteriormente citados fue de 1: 1500. También fue liberado el parasitoide *Gyranusoidea indica* proveniente de Egipto, no obstante, predominó *A. kamali* (Meyerdirk et al. 2000).

En México, Bahía de Banderas, Nayarit, en huertos de frutales como guanábana, guayaba, naranja y carambolo, la actividad del parasitoide *A. kamali* y el depredador *C. montrouzieri* en el control de CRH consiguió altos niveles de reducción de la plaga, posterior a las liberaciones se observó que en estos frutales la actividad del depredador *C. montrouzieri* fue más efectiva en densidades altas de la CRH, aunque debido a la drástica reducción de la densidad poblacional de la CRH, éste tiende a migrar en busca de más alimento, y como sugiere García-Valente et al. (2007) la actividad del parasitoide *A. kamali* fue complementaria a la actividad reguladora del depredador, ya que mantuvo en regulación a la CRH.

3.4. Parasitoide *Anagyrus kamali* Moursi.

A. kamali, considerando el parasitoide más importante de la CRH, es un endoparasitoide solitario, koinobionte y arrenotoco, La longevidad reproductiva está correlacionada con el

tamaño de las hembras (González et al. 2008) y la tasa de ovoposición diaria es de 9.5 huevos durante los primeros cuatro días, decreciendo paulatinamente hasta la muerte a los ocho días. Las hembras de buen tamaño ovipositan hasta 259 huevos con un pico de 50 huevos el segundo día de oviposición (Sagarra et al. 2001). Su ciclo de vida dura 24 a 32 días en laboratorio a 27°C, y fotoperiodo de 8:16 L:O. En ambientes tropicales tiene un promedio de vida de 15 días, es capaz de parasitar 60 CRH con mortalidad adicional del 30% cuando el parasitoide se alimenta de hemolinfa del huésped (Sermeño y Navarro 2000; Meyerdirk et al. 2003), este parasitoide puede llegar a poner hasta 3.02 huevos en ninfas de tercer ínstar (Sagarra y Vincent 1999).

Su tiempo de desarrollo depende del ínstar de CRH en que fue ovipositado. Los machos que emergen de huevos ovipositados en ninfa 1 toman alrededor de 26.9±2.6 días para completar su desarrollo, mientras que las hembras se desarrollan en 29±1.0 días. Para los huevos del parasitoide ovipositado en ninfa 2, los machos requieren de 25.6±4.5 días para completar su desarrollo, mientras que las hembras se desarrollan en 30.2±0.8 días. El periodo de desarrollo para ambos sexos de *A. kamali* emergidos de ninfa 3 y hembras adultas, no presentan diferencia significativa, y ocurre alrededor de 9.5 días antes que en ninfas 1 y 2 (Sagarra y Vincent 1999).

3.5. Depredador *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant.

C. montrouzieri, considerando como el principal depredador de la CRH, es una catarinita de 4mm de largo de color rojizo marrón, la hembra es capaz de poner entre 400 a 500 huevecillos durante sus 50 días de longevidad promedio. Los huevos son colocados en las colonias de CRH entre los ovisacos. La eclosión ocurre a los 5-6 días, a 27 °C. En estado de larva incluye 4 estadios y tarda entre 12 y 15 días, tiempo durante el cual las larvas consumen entre 250 a 268 ninfas. Cada individuo adulto consume de 750 a 800 ninfas de CRH (Bartlett 1978; Goolsby et al. 2002; Meyerdirk et al. 2003; Valencia-luna et al. 2007). Tanto la larva como adulto se alimentan de todos los estadios de piojos harinosos, pero requieren de altas poblaciones de la plaga para sostener su propia población (García 2008),

C. montrouzieri es capaz de comer de 3,000 a 5,000 piojos harinosos de diferentes estadios durante su vida (APHIS 1997).

4. MATERIALES Y MÉTODOS

Los ejemplares de CRH, y el parasitoide (*A. kamali*), se obtuvieron del laboratorio de la Campaña contra la CRH ubicado en el Municipio de Bahía de Banderas, Nayarit, perteneciente a la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) de México. Los parasitoides se reproducían sobre CRH en calabaza *Cucurbita máxima* Dutch var. Chirimen. Los adultos y larvas de *C. montrouzieri* fueron proporcionadas por la empresa “Organismos Benéficos para la Agricultura” ubicada en Autlán, Jalisco.

Los experimentos se realizaron en “arenas” de observación las cuales estaban construidas de recipientes de plástico translúcido con un diámetro de 16 cm, y de 17 cm de altura, éste se cerraba con una tapa que tenía un orificio de 14 cm cubierto por organza para facilitar ventilación. En todos los experimentos se utilizaron hembras adultas de *A. kamali* de 4 a 5 días de edad ya copuladas. En el caso de *C. montrouzieri*, se emplearon hembras adultas de 5 días de edad y larvas de cuarto ínstar. El depredador se sometió a 24 h de ayuno antes de ser utilizado en los ensayos.

4.1. Pruebas de liberación individual y liberación simultánea.

Para determinar si existía interferencia entre el depredador y el parasitoide se realizaron pruebas de liberación individual y liberación simultánea de parasitoides y/o depredador. Cada unidad experimental consistió en una arena de observación donde se colocaba un trozo de 9x6 cm de calabaza *C. máxima* var. Chirimen, que servía como sustrato y alimento para la CRH. Cada trozo de calabaza tenía tres grietas, y cada una de éstas proporcionaba refugio para la CRH. Esta variedad de calabaza fue el hospedero idóneo para el estudio, por el tiempo de vida de postcosecha y por su arquitectura. Una vez

colocado el hospedero en la arena se introdujeron 40 hembras de tercer ínstar de CRH, se utilizó este estadio de desarrollo y número, ya que en observaciones preliminares se detectó que es el preferido por el depredador.

El estudio de liberación individual consistió en colocar a los agentes de control biológico por separado en cada arena de observación. Se establecieron tres tratamientos: (a) dos hembras de *A. kamali*, (b) una larva de *C. montrouzieri* y (c) un adulto de *C. montrouzieri*. Para cada tratamiento se realizaron 15 repeticiones.

Para el estudio de liberación simultánea se colocaron los agentes de control biológico juntos y en diferentes combinaciones en cada arena. Los tratamientos consistieron en: (a) dos hembras de *A. kamali* y un adulto de *C. montrouzieri*; (b) dos hembras de *A. kamali* y una larva de *C. montrouzieri*; y (c) dos hembras de *A. kamali* en combinación de una larva y un adulto de *C. montrouzieri*. Para cada tratamiento se realizaron 15 repeticiones.

A las 24 h establecida cada arena se retiraron los enemigos naturales, en el caso de las pruebas de liberación simultánea o liberación de solo depredador se realizó un conteo del número de CRH no depredadas con el fin de obtener el porcentaje de depredación. En el caso de tratamientos con parasitoides, el material de CRH se mantuvo en cámaras de cría ($27 \pm 1^\circ\text{C}$, $60 \pm 5\%$ RH y fotoperiodo de 14:10 L: O) durante 15 días con el fin de observar la emergencia del parasitoide y calcular el porcentaje de parasitismo. Los datos de cada experimento se analizaron mediante ANOVA y prueba de comparación de medias (Tukey $\alpha=0.05$) para determinar si había o no interferencia del depredador en la actividad parasítica de *A. kamali*.

4.2. Depredación de *C. montrouzieri* sobre CRH no parasitadas y parasitadas por *A. kamali* en pruebas de elección y no elección.

A. kamali es un endoparasitoide y es difícil visualmente determinar el estado de desarrollo; por esta razón, en este trabajo se consideró al tiempo en días como un indicador de los diferentes estados de desarrollo (Chong y Oetting 2007). Observaciones preliminares en condiciones controladas ($27 \pm 1^\circ\text{C}$, $60 \pm 5\%$ RH y fotoperiodo de 14:10 L:

O), permitieron determinar que *A. kamali*, al parasitar ninfas de CRH de tercer ínstar, se encuentra en estado de huevo los primeros 2 días, en estado de larva joven a los 4 días, larva madura a los 6 días, pupa a los 8 días y entre 14 y 17 días antes de emerger. Se consideró entonces a los estados de huevo, larva, pupa y cinco días antes de emergencia de *A. kamali*.

4.2.1. Pruebas de no elección.

Esta prueba se realizó en recipientes de plástico de 60 ml con un disco de calabaza de 3 cm de diámetro con 1 cm de espesor y una hembra o larva de *C. montrouzieri*. Cada unidad experimental contenía 40 ninfas de CRH previamente parasitadas con algún periodo de maduración, huevo (2 días después de parasitación (ddp)), larva joven (4 ddp), larva madura (6 ddp), pupa joven (8 ddp) y cinco días antes de la emergencia (10 ddp). Se realizaron 15 repeticiones por cada tratamiento incluyendo el testigo.

Los depredadores se retiraron a las 24 h y se determinó el número de CRH consumidas o destruidas. El número de presas consumidas de cada tratamiento se analizó por ANOVA y de ser necesario se aplicó una prueba de comparación de medias (Tukey $\alpha=0.05$).

4.2.2. Pruebas de elección.

La unidad experimental en pruebas de elección fue semejante a la descrita anteriormente pero con la variante de que cada unidad estaba formada por 20 ninfas de CRH parasitadas con algún estado de desarrollo de *A. kamali* y 20 ninfas de CRH de tercer ínstar no parasitadas (NP). Estas pruebas se realizaron con su testigo con 40 CRH no parasitadas en las mismas condiciones que los tratamientos ya descritos.

A las 24 h se realizaron observaciones para determinar el número de CRH consumidas, en cada una de las 15 repeticiones. El número de presas consumidas por cada tratamiento se analizó por ANOVA y prueba de comparación de medias (Tukey $\alpha=0.05$).

5. RESULTADOS

En la liberación individual donde se permitió la acción del depredador adulto en ausencia de parasitoides arrojaron los mayores niveles de mortalidad de CRH (85%), mientras en la liberación de los parasitoides cuando se aislaron de los depredadores ocasionaron un 37.5% de mortalidad (Fig. 1). En los experimentos donde se realizó liberación simultánea de ambos enemigos naturales se observaron diferencias altamente significativas tanto en los niveles de parasitismo ($F_{5, 104} = 83.2$; $P < 0.0001$) como en los de depredación ($F_{5, 104} = 45.1$; $P < 0.0001$). La presencia del depredador, tanto de larvas como de adultos, disminuyó la actividad parasítica de *A. kamali* a tan solo el 5%, y cuando ambos estados de desarrollo del depredador estuvieron presentes el porcentaje de parasitismo fue tan solo de 2.2%.

La presencia del parasitoide también tuvo un impacto negativo en la actividad de *C. montrouzieri*, ya que la depredación de los adultos disminuyó en un 30% cuando *A. kamali* estuvo presente; aunque el análisis estadístico no detectó una diferencia significativa en actividad depredadora de la larva de *C. montrouzieri*, los datos señalan una disminución de 20% de la depredación. La liberación simultánea de todos los agentes de control no ocasionó una mortalidad total de CRH significativamente mayor a la obtenida en los tratamientos de depredación por parte del adulto de *C. montrouzieri* actuando de manera aislada (Fig. 1).

En las pruebas de no elección de *C. montrouzieri* se observó una diferencia significativa en la depredación tanto en adulto ($F_{5, 80} = 27.05$; $P < 0.0001$) como en larva ($F_{5, 80} = 6.82$; $P < 0.0001$), Presentando los máximos niveles de depredación en el tratamiento de 2 días, el cual no fue estadísticamente diferente a CRH no parasitadas, mientras que los mínimos se observaron en los tratamientos con CRH de 8 días de haber sido parasitada. En estas pruebas los adultos de *C. montrouzieri* no mostraron diferencia al alimentarse de ninfas recién parasitadas, es decir que contenían huevos del parasitoide de 2 días de edad (Fig. 2). Conforme aumentó el desarrollo del parasitoide el adulto de *C. montrouzieri*, disminuyó sus niveles de depredación hasta en un 25% sobre las CRH que presentaban la pupa del parasitoide. Las larvas de *C. montrouzieri* fueron menos hábiles en discriminar CRH

parasitadas que los adultos. Se observó una diferencias significativa en la depredación de larvas sobre CRH no parasitadas (60%) en comparación con CRH parasitada en el octavo día (37% depredación) (Fig. 2).

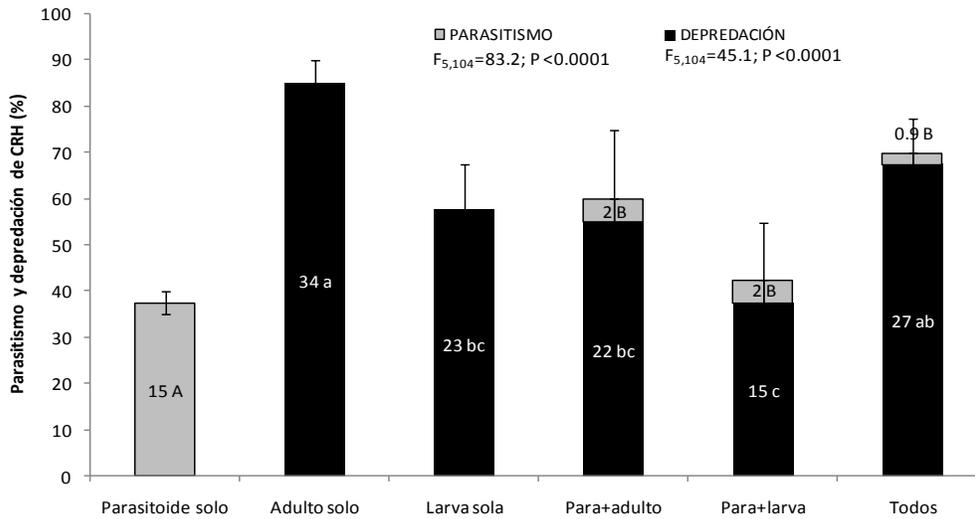


Figura 1. Actividad simultanea del depredador *C. montrouzieri* y del parasitoide *A. kamali*. Los números dentro de las barras indican las ninfas consumidas y/o parasitadas en un total de 40 CRH; las letras mayúsculas se refieren al análisis de comparación de medias en los porcentajes de parasitismo y las minúsculas al porcentaje de depredación.

La larva de *C.montrouzieri* presentó una marcada diferencia de consumo de CRH de 8 y 10 días de haber sido parasitadas, en comparación con en el consumo del adulto. La larva del depredador tuvo un mayor número de presas depredadas en todos los tratamientos de CRH parasitadas. Para ambos estados de desarrollo de *C. montrouzieri*, la actividad como depredador disminuyó conforme maduraba el parasitoide dentro de CRH (Fig. 2).

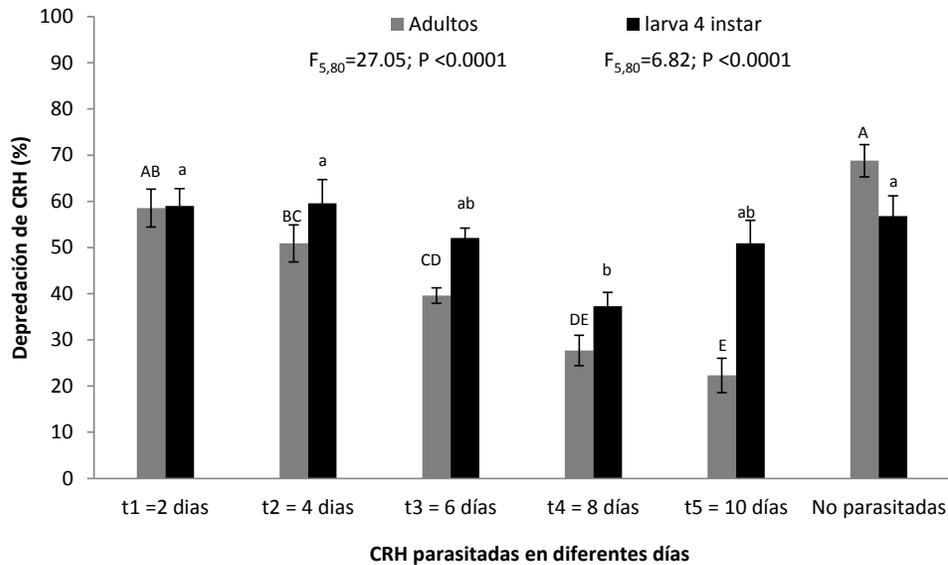


Figura 2. Porcentaje de depredación de *C. montrouzieri*, adulto y larva de 4 ínstar en pruebas de no elección donde se les expone CRH parasitadas por *A. kamali* de 2, 4, 6, 8 y 10 días y no parasitadas. Las letras mayúsculas se refieren al análisis de comparación de medias en los porcentajes de depredación del adulto y las minúsculas el de porcentaje de depredación de larvas de cuarto ínstar.

En las pruebas de elección, al ofrecer a los depredadores simultáneamente CRH parasitadas y no parasitadas, se observó que el depredador, en ambos estados de desarrollo, no logró reconocer entre CRH sanas y aquellas con los primeros días de desarrollo del parasitoide, es decir no existe alguna discriminación por parte del depredador hacia sus presas a los 2 y 6 días de haber sido parasitadas (Fig. 3). La larva de *C. montrouzieri* mostró no tener alguna preferencia por CRH no parasitadas (64%) y parasitadas de 2 días (64%) ($P=0.95$) en comparación con CRH parasitadas de 10 días (21%) ($P=0.0001$), se observó que en el décimo día existe una marcada preferencia del depredador hacia CRH no parasitadas, y del mismo modo sucedió un comportamiento similar con el depredador adulto, ya que en los 8 días y 10 días de CRH parasitadas el consumo disminuyó considerablemente (Fig. 3).

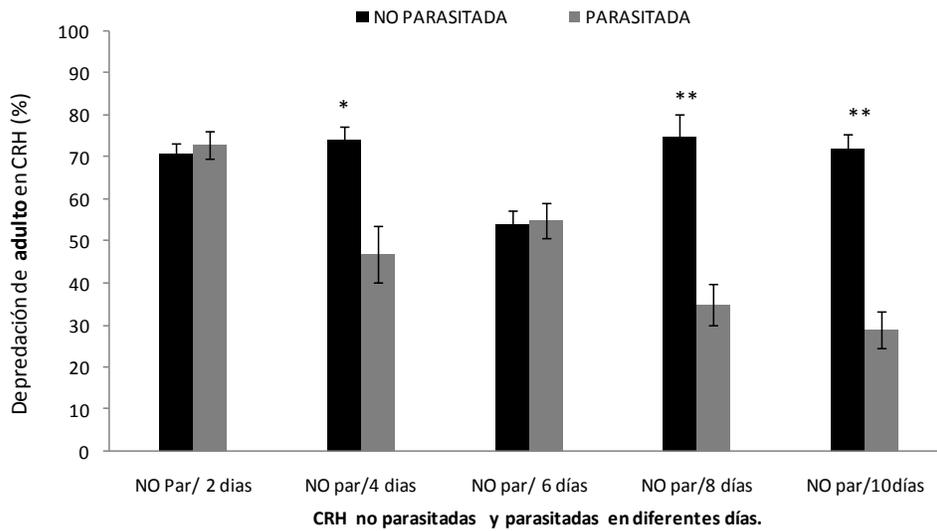
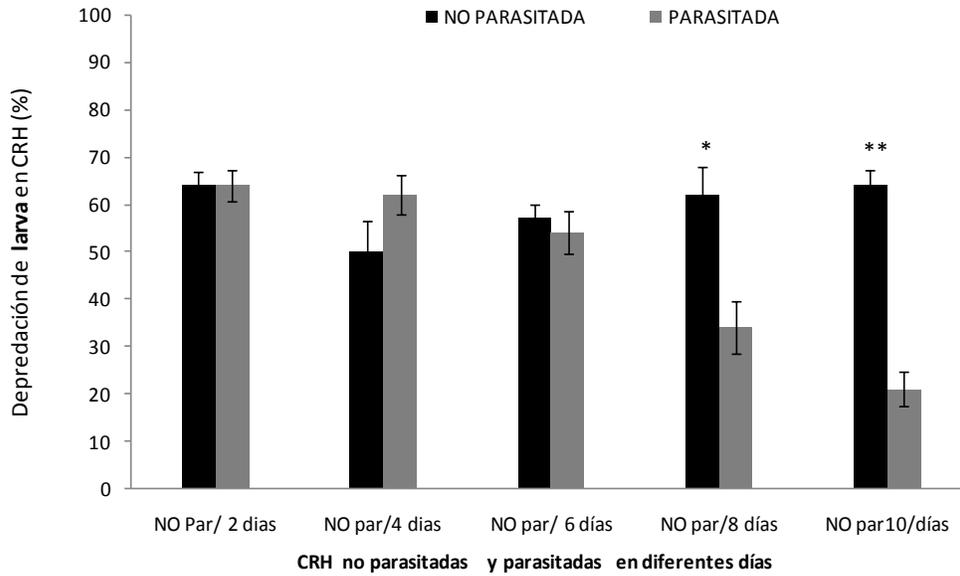


Figura 3. Porcentaje de depredación de *C. montrouzieri*, adulto y larva de 4o instar en pruebas de elección de CRH de 2, 4, 6, 8 y 10 días después de haber sido parasitadas por *A. kamali* y en combinación con CRH no parasitadas. Para la prueba de “t” * indica $P < 0.01$ y ** indica $P < 0.001$.

6. DISCUSIÓN

Los resultados del presente trabajo apoyan la hipótesis de que en la interacción de *C. montrouzieri* con *A. kamali* existe una competencia por el recurso entre estos dos agentes de control biológico por su presa/huésped la cochinilla rosada del hibisco. El parasitoide no logró obtener el mismo porcentaje de parasitismo sobre CRH estando solo (37.5%), que cuando se encuentra en interacción con el depredador. *A. kamali* disminuyó su nivel de parasitismo a un 5% al estar en conjunto con adultos de *C. montrouzieri* y menos de 3% en presencia de las larvas.

Por medio de este estudio en la interacción de *C. montrouzieri* y *A. kamali* en el control de CRH, se logró sustentar que existe un efecto antagónico o de interferencia ya que la presencia del depredador disminuye la actividad parasítica de *A. kamali*, y a su vez el parasitoide tuvo un impacto negativo en la actividad de *C. montrouzieri*, la depredación disminuyó cuando *A. kamali* estuvo presente; por lo tanto la sincronización en la liberación de la actividad de estos agentes de control biológico es importante ya que de esto dependerá del buen funcionamiento de estos agentes para suprimir la densidad de CRH. Los resultados soportan la hipótesis de Meyerdirk (2003), quién sugiere que si se liberan al mismo tiempo *C. montrouzieri* y *A. kamali* se puede retrasar el establecimiento del parasitoide.

Observaciones similares fueron presentadas en el estudio de Chong y Oetting (2007), donde mencionan que tanto el adulto como la larva de *C. montrouzieri* se alimentaron de *Planococcus citri* Risso en los primeros 7 días de haber sido parasitadas por *Leptomastix dactylopii* Howard sin hacer alguna discriminación por su presa, por lo tanto no sólo *C. montrouzieri* se estaba alimentando de *P. citri* parasitadas, también estaba interfiriendo con la eficacia del forrajeo del parasitoide *L. dactylopii*.

C. montrouzieri discriminó a CRH parasitadas maduras, ya que CRH de seis días de parasitismo en adelante no tuvo la misma aceptación por este depredador. Esto se observó más fácilmente con momias endurecidas (por parasitismo) de CRH en el octavo día. Sengonca y Yanuwidi (1994) observaron que *C. montrouzieri* discrimina hacia su presa

P. citri parasitadas a partir del sexto día por *L. dactylopii*. Esta discriminación por el depredador podría deberse a que en este periodo el parasitoide ha empezado a pupar y el reconocimiento del depredador es fuertemente relacionado con la morfología de su presa (Dixon 2000), algunos cambios en las características químicas y físicos de presas ya parasitadas impiden a un depredador reconocerla o aceptarla.

La larva de *C. montrouzieri* mostro ser más voraz y tener una menor capacidad de discriminación por CRH parasitadas con respecto al depredador adulto, del mismo modo Mustu (2008) observó que la larva de *C. montrouzieri* fue más voraz que los adultos al ser alimentados tanto de presas parasitadas y no parasitadas de las especies *Planococcus ficus* Signoret y *P. citri*. Esto podría deberse a que la larva tiene limitado su rango de búsqueda y desplazamiento debido a su morfología, mientras que el adulto tiene un mayor rango de búsqueda y desplazamiento teniendo más posibilidad de seleccionar sus presas. Al tener esta desventaja la larva debe consumir el mayor número de presas a su alcance. También la larva mostro tener menor discriminación por una presa parasitada, cabe mencionar que conformé madura el parasitoide CRH disminuye su actividad siendo más vulnerables de ser capturada (New 1991).

En los primeros 5 días del parasitismo en CRH, *C. montrouzieri* no logra reconocer o hacer alguna diferencia por su presa al tener CRH parasitadas y CRH no parasitadas. Esto pudiera deberse a que el parasitoide no ha hecho cambios apreciables en la morfología y textura del huésped, por lo tanto el adulto y larva del depredador consumieron el mismo número de presas sin tener preferencia por CRH parasitadas o no parasitadas. Lo anterior puede influir en el establecimiento y la actividad parasítica de *A. kamali*.

Sin embargo, en Bahía de Banderas, Nayarit, en plantaciones de teca *Tectona grandis* Linn, el depredador *C. montrouzieri* fue capaz de suprimir las poblaciones de CRH en cerca de 2 meses después de su liberación y posteriormente abandonó el hábitat, esas bajas densidades de CRH fueron entonces atacadas y mantenidas reguladas por el parasitoide *A. kamali* (García-Valente 2008).

Por lo anterior, la evaluación en la interacción del depredador *C. montrouzieri* sobre *A. kamali* como agente de control biológico será importante para la toma de decisiones y liberación del agente de control biológico en control de CRH.

7. CONCLUSIONES

Existe una competencia por el recurso de CRH entre los dos enemigos naturales evaluados, la combinación de ambos no necesariamente supone un efecto sinérgico, ya que existe una fuerte interacción negativa de *C. montrouzieri* sobre *A. kamali*.

El depredador fue capaz de devorar a las CRH parasitadas, influyendo en la supervivencia de *A. kamali* y en su actividad como agente de control biológico.

La compatibilidad en el control de CRH por *A. kamali* al agregar *C. montrouzieri* dependerá de la sincronización en liberación y conocimiento que se tenga en la interacción de estos agentes de control biológico.

Es necesario e importante divulgar la preferencia de *C. montrouzieri* por su presa y el comportamiento que tiene este depredador en la ocurrencia de la interacción de gremio entre el depredador y el parasitoide. La elaboración de estudios en campo o invernadero de estos agentes de control biológico influenciados por factores ambientales será necesaria para el manejo óptimo de estos enemigos naturales.

8. AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT): Proyecto Nayarit 2007/CO4/81795, Tecnología Para el Control Biológico de la Cochinilla Rosada del Hibisco (*Maconellicoccus hirsutus* Green) en Nayarit y al Colegio de Postgraduados por el financiamiento para el desarrollo del presente estudio y beca de postgrado al primer autor. Al Laboratorio Regional de Reproducción de Agentes de Control Biológico del Programa CRH, DGSV, SENASICA, SAGARPA, Valle de Banderas, Nayarit, así como a Organismos Benéficos para la Agricultura, S.A. de C.V. por proporcionar el material biológico del depredador.

9. LITERATURA CITADA

- ABD-RABOU, S. 2005. The effect of augmentative releases of indigenous parasitoid, *Anagyrus kamali* (Hymenoptera: Encyrtidae) on populations of *Maconellicoccus hirsutus* (Hemiptera: Pseudococcidae) in Egypt. Arch. Phytopathol. Plant Protection 38: 129–132.
- APHIS. 1997. Look out for the pink hibiscus mealybug. USDA Animal and Health Inspection Service. USDA Program Aid No 1606. 11.
- APHIS. 1999. Look out Pink Hibiscus Mealybug. Pest alert. USDA-APHIS 81-35-005.
- BARTLETT, B. R. 1978. Pseudococcidae. In: Clausen, C. P. (ed). Introduced Parasites and Predators of Arthropod Pest and Weeds: a World Review. Agriculture Handbook No. 480. USDA. Washington. D. C. 137-170 p.
- CABI, 2007. Crop Protection Compendium. Global Module. CAB International. United Kingdom.

- CERMELI, M. P.; MORALES, V.; GODOY, F. ROMERO, R.; CÁRDENAS, O. 2002. Presencia de la cochinilla rosada de la cayana *Maconellicoccus hirsutus* (Green) (Hemiptera: Pseudococcidae). Venezuela. Entomotropica 17(1): 103-105.
- CHONG, J. H.; OETTING, R. 2007. Intraguild predation and interference by the mealybug predator *Cryptolaemus montrouzieri* on the parasitoid *Leptomastix dactylopii*. Biocontrol Science and Technology 17(9): 933-944.
- DIXON A., F.G. 2000. Insect Predator-Prey Dynamics. Ladybird Beetles and Biological Control. Cambridge University Press. 268p.
- GARCÍA-VALENTE, F.; ORTEGA-ARENAS, L. D.; GONZÁLEZ-HERNÁNDEZ, H.; VILLANUEVA-JIMÉNEZ, J. A.; LÓPEZ-COLLAGO, J.; GONZÁLEZ-HERNÁNDEZ, A.; ARREDONDO-BERNAL, H. C. 2009. Parasitismo natural e inducido de *Anagyrus kamali* sobre la cochinilla rosada en brotes de teca, en Bahía de Banderas, Nayarit. Agrociencia 43 (7): 729-738.
- GARCÍA-VALENTE, F. 2008. Control Biológico de la Cochinilla Rosada del Hibisco *Maconellicoccus hirsutus* Green en México. Tesis de Doctorado en Ciencias. Colegio de Postgraduados, Montecillo, Texcoco, México.
- GARCÍA-VALENTE, F.; ORTEGA-ARENAS, L. D.; GONZÁLEZ-HERNÁNDEZ, H.; VILLANUEVA-JIMÉNEZ, J. A.; LÓPEZ-COLLADO, J.; GONZÁLEZ-HERNÁNDEZ, A.; ARREDONDO-BERNAL, H. C. 2007. Control biológico de la cochinilla rosada del hibisco *Maconellicoccus hirsutus* (Green) (Hemiptera: Pseudococcidae) en frutales de Bahía de Banderas, Nayarit. Entomología Mexicana 6(1): 488-492.
- GARCÍA-VALENTE, F.; ORTEGA-ARENAS, L.D.; GONZÁLEZ-HERNÁNDEZ, H.; VILLANUEVA-JIMÉNEZ, J.A.; LÓPEZ-COLLADO, J.; GONZÁLEZ-HERNÁNDEZ, A.; ARREDONDO-BERNAL, H.C. 2007. Control biológico de la cochinilla rosada del hibisco *Maconellicoccus hirsutus* (Green) (Hemiptera: Pseudococcidae) en frutales de Bahía de Banderas, Nayarit. Entomología Mexicana 6(1): 488-492.

- GAUTAM, R. D. 2003. Classical biological control of pink hibiscus mealybug, *Maconellicoccus hirsutus* (Green) in the Caribbean. Plant Protection Bull. 55: 1–8.
- GHOSE, S.K. 1972. Biology of the mealybug *Maconellicoccus hirsutus* (Green) (Pseudococcidae: Hemiptera). Indian Agric. 16 : 323-332.
- GONZÁLEZ, G. E.; SÁNCHEZ, M. G.; QUEZADA, G. E. 2008. Determinación, monitoreo y control de la cochinilla rosada del hibisco *Maconellicoccus hirsutus* (Green). Libro Técnico Num, 5. INIFAP-CIRNOC-Campo Experimental Pabellón, Pabellón de Arteaga, Aguascalientes. México. 133 p.
- GOOLSBY, A. J., KIRK, A. A.; MEYERDIRK, D. E. 2002. Seasonal phenology and natural enemies of *Maconellicoccus hirsutus* (Hemiptera: Pseudococcidae) in Australia. Florida Entomologist 85(3): 494-498.
- KAIRO, M. T. K.; POLLARD, G. V.; PETERKING, D. D.; LOPEZ, V. F. 2000. Biological control of the hibiscus mealybug, *Maconellicoccus hirsutus* Green (Hemiptera: Pseudococcidae) in the Caribbean. Integrated Pest Management Reviews 5 (4): 241-254.
- KAMAL, M. 1951. Biological control projects in Egypt, with a list of introduced parasites and predators. Bull. Soc. Fouad 1er Entomol. 35: 205-220.
- MANI, M. 1989. A review of the pink mealybug- *Maconellicoccus hirsutus* (Green). Insect Sci. Applic. 10(2): 157-167.
- MEYERDIRK, D. E.; WAKENTIN, R.; ATTRAVIAN, B.; GERSABECK, E.; FRANCIS, A.; ADAMS, M.; FRANCIS, G. 2003. Manual del Proyecto para el Control Biológico de la Cochinilla Rosada del Hibisco. IICA. USDA, APHIS, PPQ. 2ª. Edición. San José, Costa Rica. 214p.
- MEYERDIRK, D. E.; WARKENTIN, R.; ATTAVIAN, B.; GERSABECK, E.; FRANCIS, A.; ADAMS, M.; FRANCIS, G. 2000. Taller de transferencia de tecnología en control biológico de la cochinilla rosada del hibisco, *Maconellicoccus hirsutus* (Green). Dirección General de Sanidad Vegetal, Organización Norteamericana de Protección a las Plantas, Departamento de Agricultura de los Estados Unidos,

Instituto Internacional de Cooperación para la Agricultura y Sociedad Mexicana de Control Biológico. 8-10 de Febrero de 2000, Colima, Col.

- MICHAUD, J. P.; EVANS, G. A. 2000. Current status of pink hibiscus mealybug in Puerto Rico including a key to parasitoid species. *Florida Entomologist*. 83 (1): 97–101.
- MILLER, D. M. 1999. Identification of the pink hibiscus mealybug, *Maconellicoccus hirsutus* (Green) (Hemiptera: Sternorrhyncha: Pseudococcidae). *Insecta mundi* 13 (3-4): 189-204.
- MUNIAPPAN, R.; MEYERDIRK, D. E.; SENGEBAU, F.M.; BERRINGER, D.D.; REDDY, G. V. P. 2006. Classical biological control of the papaya mealybug, *Paracoccus marginatus* (Hemiptera: Pseudococcidae) in the Republic of Palau. *Florida Entomologist*, 89 (2): 212-217.
- MUSTU, M.; KILINÇER, N.; ÜLGENTÜRK, S.; KAYDAN, M. B. 2008. Feeding behavior of *Cryptolaemus montrouzieri* on mealy bugs parasitized by *Anagyrus pseudococci*. *Phytoparasitica* 36 (4): 360-367
- NEW, T. R. 1991. *Insects as Predators*. New South Wales University Press in association with the Australian Institute of Biology. 178p.
- OJEDA, A. A. 2004. Cómo identificar a la cochinilla rosada (CRH). Ficha Técnica CNRPF- 04/19. Centro Nacional de Referencia en Parasitología Forestal. México. 4p.
- ROLTSCH, W. J.; MEYERDIRK, D. E.; WARKENTIN, R.; ANDRESS, E. R.; CARRERA, K. 2006. Classical biological control of the pink hibiscus mealybug, *Maconellicoccus hirsutus* (Green), in southern California. *Biol. Control* 37 (2): 155–166.
- ROLTSCH, W. J.; MEYERDIRK, D. E.; WARKETING, R. 2000. Pink hibiscus mealy bug biological control in Imperial Valley. In: D. M. Woods (ed). *Biological Control Program*. California Department of Food and Agriculture, Plant Health and Pest Prevention Services, Sacramento, California. Department of Food and Agriculture, Plant Health and Pest Prevention Services, Sacramento, California. 14-18 p.

- SAF (Sistema de Alerta Fitosanitaria). 2004. Detección de la cochinilla rosada del hibisco (*Maconellicoccus hirsutus* Green), en el municipio de Bahía de Banderas, Nayarit, México. Noticias sobre brotes de plagas del Sistema de Alerta Fitosanitaria de la NAPPO, 8 de marzo de 2004. Disponible en: <http://www.pestalert.org/ViewArchNewsStory.cfm?nid=297> [Fecha revisión: 05 de mayo de 2011]
- SAGARPA. 2009. Regulación Fitosanitaria de la cochinilla rosada del hibiscus. DGSV, SENASICA. México
- SAGARRA, L. A.; PETERKIN, D. D. 1999. Invasion of the Caribbean by the hibiscus mealybug, *Maconellicoccus hirsutus* Green (Homoptera: Pseudococcidae). *Phytoprotection* 80 (2):103-113.
- SAGARRA, L. A.; VINCENT, C. 1999. Influence of host stage on oviposition, development, sex ratio, and survival of *Anagyrus kamali* Moursi (Hymenoptera: Encyrtidae), a parasitoid of the hibiscus mealybug, *Maconellicoccus hirsutus* Green (Homoptera: Pseudococcidae). *Biol. Control* 15 (1): 51-56.
- SAGARRA, L. A.; VINCENT, C.; STEWART, R. K. 2001. Body size as an indicator of parasitoid quality in male and female *Anagyrus kamali* (Hymenoptera: Encyrtidae). *Bull. Entomol. Res.* 91(5): 363–367.
- SANTIAGO-ISLAS, T.; ZAMORA-CRUZ, A.; FUENTES-TEMBLADOR, E. A.; VALENCIA-LUNA, L.; ARREDONDO-BERNAL, H. C. 2008. Cochinilla rosada del hibiscus, *Maconellicoccus hirsutus* (Homoptera: Pseudococcidae). p. 177-190. En: Arredondo-Bernal, H. C.; Rodríguez del Bosque, L. A. (ed.). *Casos de Control Biológico en México*. Editorial Mundi Prensa. México. D.F. 423 p.
- SENGONCA, C.; YANUWIADI, B. 1994. Frassverhalten des schmierlausra ubers *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant beidurch *Leptomastix dactylopii* Howard parasitierten *Placococcus citri* (Risso). *Mitteilungen der Deutschen Gesellschaft fur Allgemeine und Angewandte Entomologie* 9:121-124.

- SERMEÑO, J. M.; NAVARRO, J. A. 2000. Manual Técnico: Identificación de Insectos de la Superfamilia Coccoidea, con Especial Énfasis en Cochinilla Rosada del Hibisco *Maconellicoccus hirsutus* (Green). OIRSA. Universidad del Salvador. San Salvador. 73p.
- VALENCIA-LUNA, L.; SANTIAGO-ISLAS, T.; ZAMORA, A.; ARREDONDO-BERNAL, H. C. 2007. Control biológico de la cochinilla rosada del hibiscus *Maconellicoccus hirsutus* (Hemiptera: Pseudococcidae). p. 250-266. *En*: Rodríguez-del-Bosque, L. A.; Arredondo-Bernal, H. C. (ed.). Teoría y Aplicación del Control Biológico. Sociedad Mexicana de Control Biológico, México. 303p.
- ZHANG, A.; AMALIN, D.; SHIRALI, S.; SERRANO, M. S.; FRANQUI, R. A.; OLIVER, J. E.; KLUN, J. A.; ALDRICH, J. R.; MEYERDIRK, D. E.; LAPOINTE, S. L. 2004. Sex pheromone of the pink hibiscus mealybug, *Maconellicoccus hirsutus*, contains an unusual cyclobutanoid monoterpene. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 101: 9601-9606.