

Determinación del patrón de comportamiento y capacidad reproductiva de *Anagyrus pseudococci* sobre su huésped *Planococcus ficus* en condiciones de laboratorio

Tanya Sánchez González¹
Agustín Alberto Fu Castillo²
Héctor González Hernández³

RESUMEN

El parasitoide *Anagyrus pseudococci* (Girault) fue introducido al Estado de Sonora para el control biológico del piojo harinoso de la vid *Planococcus ficus* (Signoret). Para mejorar nuestro conocimiento del sistema plaga/parasitoide se determinó el patrón de comportamiento, capacidad reproductiva y proporción sexual de *A. pseudococci* en condiciones de laboratorio. El experimento se realizó en el centro de reproducción de organismos benéficos (CREROB) en Hermosillo, Sonora, México; bajo condiciones controladas de temperatura y humedad. Los resultados obtenidos indican que todos los movimientos del parasitoide están orientados a la búsqueda de su huésped, el evento más frecuente fue el de caminar y tamborilear las antenas simultáneamente, mientras que para parasitar requiere de 8 segundos en promedio. En la capacidad de reproducción, el parasitoide registró 76.19% de oviposiciones exitosas. Además, una hembra es capaz de producir 57 individuos en promedio y entre más joven sea mayor será su nivel

de parasitación. La proporción sexual detectada es de 2:1 (machos: hembras).

Palabras clave: comportamiento, Encyrtidae, fecundidad, oviposición, parasitoide, Pseudococcidae.

ABSTRACT

The parasitoid *Anagyrus pseudococci* (Grlt.) was introduced in Sonora, Mexico to control of vine mealybug *Planococcus ficus*. In order to improve our knowledge in the pest/parasitoid system this study was focused on the determination of the behaviour pattern, reproductive capacity and sexual proportion of *A. pseudococci* in laboratory conditions. The experiment was conducted at the CREROB, a massive reproductive laboratory in Hermosillo, Sonora, Mexico. Temperature and relative humidity were controlled. Results suggest that all the parasitoid's movements are related to find its host. The most frequent event executed by the female parasitoid was walk and drum antennas

¹ Estudiante de la Universidad Autónoma de Chapingo. Depto. de Parasitología Agrícola. Carr. México-Texcoco, Km. 38.5. Texcoco, México. C.P. 56230.

² Maestro en Ciencias. Departamento Entomología. Campo Exp. Costa de Hermosillo. INIFAP. Km. 12.6 Carretera Bahía Kino. fuca40@yahoo.com.mx.

³ Doctor en Ciencias. Profesor Investigador. Colegio Postgraduados. Entomología y Acarología. Carret. México-Texcoco. Km. 36.5, Montecillo, México.

at the same time, and needs eight seconds (mean) to parasitize vine mealybug. The 76.19% of the oviposition events were successful. A female is available to produce 57 individuals (mean); and as a female is younger its level of parasitism would be higher. The sexual proportion was 2: 1 (males: females).

Key words: behaviour, Encyrtidae, fecundity, oviposition, parasitoid, Pseudococcidae.

INTRODUCCIÓN

El piojo harinoso de la vid *P. ficus* (Signoret) (Homoptera:Pseudococcidae), fue identificado por primera vez en el Valle de Coachella, California en Estados Unidos en 1992 y posteriormente se encontró en el Valle de San Joaquín en 1998 (Daane, 2002). A principios del 2001 aparece por primera vez en la Costa de Hermosillo, Sonora, México. Durante los últimos años *P. ficus* se ha convertido en una de las principales plagas de la vid a nivel mundial (Godfrey *et al.*, 2002). En la Costa de Hermosillo, Sonora en el 2001, esta plaga afectó el 100% de la producción en 150 ha de vid de mesa, estimándose pérdidas mayores a los 2 millones de dólares (Fu *et al.*, 2005).

Este insecto es capaz de causar fuertes daños económicos a la viticultura, al afectar en la calidad y productividad en un período de tiempo muy corto (Godfrey *et al.*, 2002). *Anagyrus pseudococci* (Girault) (Hymenoptera:Encyrtidae) es un parasitoide polífago utilizado en el control biológico de pseudococcidos. *A. pseudococci* se movilizó por primera vez a California, Estados Unidos de América del Sur en 1934, para controlar el piojo harinoso de los cítricos (Compere, 1939), y actualmente este parasitoide se usa para suprimir poblaciones del piojo harinoso de la vid (Daane *et al.*, 2004a).

Este parasitoide se introdujo a la Costa de Hermosillo, Sonora a finales del 2001, procedente de California, Estados Unidos, registrándose una baja adaptación y parasitismo sobre piojo harinoso a nivel de campo (Fu *et al.*, 2005). El objetivo de esta investigación es determinar el patrón de comportamiento, capacidad de reproducción y proporción sexual de *A. pseudococci* en condiciones de laboratorio.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los insectos utilizados en el presente trabajo pertenecían al laboratorio de reproducción masiva (CREROB) de Hermosillo, Sonora. Las actividades fueron las siguientes:

a) Patrón de comportamiento:

Para la elaboración del etograma se utilizaron 1500 hembras de tercer ínstar de *P. ficus* y 30 hembras grávidas de *A. pseudococci* de un día de edad. En total se efectuaron 30 observaciones, y cada una requirió una hembra grávida del parasitoide de un día de edad y 50 hembras del huésped, las cuales se colocaron en una calabaza Butternut, principal sustrato de cría masiva del piojo harinoso. La calabaza se colocó dentro de un contenedor plástico transparente con forma de prisma triangular de 5 L de capacidad. En este lugar se confinaban los piojos harinosos y la hembra del parasitoide, y no existía alimento complementario para el parasitoide, con el fin de evitar algún tipo de distracción. Cada observación tuvo una duración de 30 min, durante ese tiempo y con la ayuda del programa "The Observer 2.0" (González, 1995) se registraron los eventos más frecuentes para posteriormente, elaborar un etograma y determinar el patrón de comportamiento, las observaciones se llevaron a cabo entre las 11:00 y 13:00 hrs, con una temperatura de $25\pm 1^{\circ}\text{C}$ y $45\pm 5\%$ HR.

b) Capacidad reproductiva:

Para determinar la capacidad reproductiva del parasitoide y su proporción sexual se colocaron, en un contenedor plástico rectangular de 2.4 L de capacidad, 50 hembras de tercer ínstar del piojo harinoso; así como una hembra y un macho del parasitoide, ambos de un día de edad. Cada 24 hrs los piojos eran reemplazados por otros 50 también de tercer ínstar, los piojos que se iban sustituyendo se aislaron en frascos de plástico de 100 ml de capacidad, los cuales eran etiquetados para su identificación y contabilizar la emergencia de los parasitoides adultos. Esta prueba constó de 20 repeticiones. Además de que en este caso, los parasitoides contaban con alimento, gotas de miel que eran colocadas en la parte superior del contenedor. Esta prueba se mantuvo a una temperatura de $26\pm 2^{\circ}\text{C}$ y $44\pm 7\%$ HR y las observaciones duraron 21 días, es decir, hasta que la última hembra de *A. pseudococci* murió.

Una hembra de A. pseudococci puede vivir hasta 20 días en promedio y puede seguir ovipositando aunque no esté presente el macho. Dentro de las observaciones, la hembra continúa alimentándose solo de miel durante toda su vida adulta. Esta situación hace suponer que A. pseudococci es una especie proovigénica además de que el mayor número de oviposición es durante los primeros 6 días de su vida (González, 1995).

Caminar y tamborilear, para llevar a cabo este evento el parasitoide ocupó 20.07 seg. en promedio y podía hacerlo hasta unas 30 veces en 30 minutos. Tomando en cuenta el total del tiempo de observaciones, el parasitoide era capaz de caminar y tamborilear 4.33 hr (28.9% del tiempo total). Este evento era seguido, generalmente, del encuentro de su hospedero; sin embargo, también se relaciona con eventos de limpieza (limpiar ovopositor, patas, antenas y palpos), así como de caminar y tamborilear sobre el huésped, de igual manera, fue bastante frecuente que el parasitoide caminara y tamborileara las antenas después de alejarse del huésped. Caminar y tamborilear son dos eventos que se presentaban, generalmente al mismo tiempo y al momento de que el parasitoide avanza hacia cualquier dirección.

Limpieza: El parasitoide requiere de limpiar su ovopositor, patas, alas, antenas y palpos con el objeto de seguir su actividad de búsqueda y

detectar eficientemente cualquier estímulo asociado a su huésped y la planta hospedera. Las patas y las antenas son las que se limpiaba con mayor frecuencia, cada vez que limpiaba sus patas requería de 10.46 segundos, lo cual representó un 14.7% del tiempo total de observación; para limpiar las antenas utilizaba 10.66 segundos, lo cual representó el 8.21% del tiempo total. La limpieza de las alas, generalmente seguía a la limpieza de las

RESULTADOS

a) Comportamiento de *A. pseudococci* sobre *Planococcus ficus*:

En el Cuadro 1 se presentan los resultados del etograma de comportamiento, donde se observa que los eventos más frecuentes realizados por el parasitoide en orden descendente fueron:

Tabla I. Etograma del comportamiento de *Anagyrus pseudococci* sobre su huésped *Planococcus ficus* en condiciones de laboratorio.

Evento	Frecuencia (promedio)	Duración media en seg.	Proporción tiempo con respecto al total	Tiempo en horas respecto al total
Caminar	1.2	0.85	0.011 %	0.002
Limpiar antenas	14.03	10.7	8.22 %	1.23
Encuentro del huésped	7.89	1.9	0.87 %	0.13
Reconocimiento del huésped	5.72	4.05	1.37 %	0.206
Intento de oviposición	4	6.6	1.74 %	0.26
Oviposición	2.52	7.9	0.92 %	0.138
Alejarse del huésped	5.92	1.6	0.57 %	0.086
Limpiar ovipositor	5.65	4.5	1.77 %	0.26
Brincar	1.55	1.9	0.34 %	0.05
Tamborilear	26.36	4.7	8.33 %	1.23
Caminar y tamborilear	30.4	20.1	28.91 %	4.34
Limpiar patas	25.2	10.5	14.67 %	2.20
Limpiar alas	7.93	6.0	2.82 %	0.42
Limpiar palpos	4.7	4.0	1.01 %	0.152
Caminar y tamborilear sobre el huésped	4.55	3.8	2.22 %	0.333
Detenerse	20.9	25.0	26.22 %	3.933

patas, pero le tomaba casi la mitad de tiempo 5.95 seg y ésto representó el 14.7% del total. La limpieza del ovipositor se realizaba al momento en que el parasitoide empezaba el proceso general de limpieza y no necesariamente después de ovipositar o antes de hacerlo, con una duración de cada evento de 4.46 seg, gastando un 1.8% del total. Uno de los eventos de limpieza menos frecuente fue el de limpiar los palpos, que se presentaba generalmente después de limpiar antenas, cada evento duraba 3.98 segundos y se repetía cuatro veces, con un total de 9.11 min., lo que equivale al 1% del tiempo total.

Tamborileo de antenas: Generalmente cuando se dirigía hacia el huésped, para este evento, no era necesario que caminara ya que podía detenerse y

seguir tamborileando las antenas. Además está relacionado también con el intento de oviposición, la limpieza (de ovipositor, patas, antenas, palpos y alas), así como también al caminar sobre el huésped y alejarse del mismo. Para cada evento, el parasitoide ocupaba 4.69 segundos lo cual equivale al 8.3% del tiempo total. El tiempo total de 30 observaciones fue de 54, 000 seg. (15 horas)

b) Capacidad reproductiva

de *A. pseudococci* sobre *P. ficus*:

A. pseudococci fue capaz de parasitar exitosamente durante 21 días, con un rango de mayor actividad de oviposición durante sus primeros 12 días de vida; con una producción promedio por día de 2.7 ± 0.58 (\pm error estándar) individuos, con valores mínimos promedio de 0.05 a 8.2 individuos

por día. Durante los 21 días de vida registrados en este estudio, una hembra de *A. pseudococci* fue capaz de producir en promedio 57.25 individuos. Se observó una alta correlación entre los días de oviposición y el número de individuos producidos por hembra del parasitoide ($R^2 = 0.9406$) (Figura 1). La proporción sexual detectada fue de 2:1 (machos: hembras) (Figura 2).

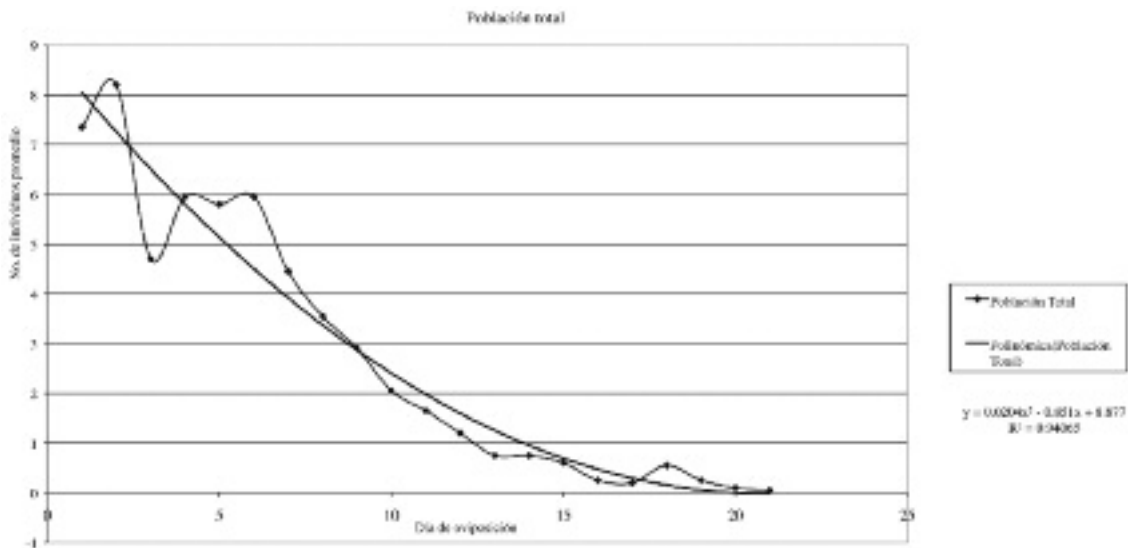
DISCUSIÓN

Entre todos los eventos relacionados con la búsqueda del huésped, sobresalen el de caminar y tamborilear, ya que posiblemente este parasitoide basa su búsqueda y detección del huésped con mecano o quimio-receptores presentes en las antenas. Este comportamiento de detectar al huésped mediante el tamborileo de antenas es característico de afelínidos como *Eretmocerus* sp. cercano a *californicus* (Headrick *et al.*, 1995); Joyce *et al.*, (2001) reportan que *Coccidoxenoides peregrinus*

un parasitoide de *P. ficus* dedica la mayor parte del tiempo a búsqueda (71.6%) y probar al huésped (15.1%), mientras que *Gyranusoidea tebygi* (Hymenoptera: Encyrtidae) atacando *Rastrococcus invadens* ocupa 20.1 y 15.1% del tiempo, respectivamente (Boavida *et al.*, 1995).

En el presente estudio *A. pseudococci* una vez que encuentra al huésped tamborilea con las antenas para su reconocimiento y de cada tres intentos de oviposición, dos pueden resultar en inserción del ovipositor en el huésped. Estos intentos o inserciones del ovipositor los realiza el parasitoide ya estando a un lado del huésped y rotando para insertar su ovipositor. En *E. californicus*, Gerling (1966) observó que este parasitoide camina y tamborilea sobre el margen de su huésped realizando varias inserciones con su ovipositor mientras tamborilea. En otros afelínidos, como *Eretmocerus* sp. y *Encarsia formosa*, también hay tamborileo sobre

Figura 1. Número promedio de adultos de *Anagyrus pseudococci* producidos por día de oviposición en su huésped, el piojo harinoso de la vid *Planococcus ficus*. Pruebas de laboratorio.



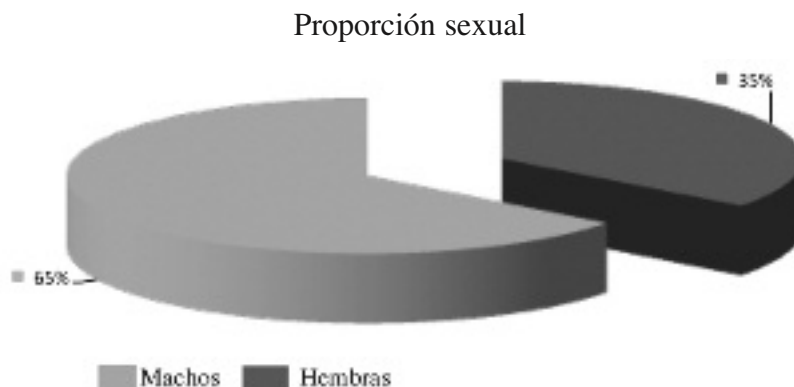
el huésped pero no hay inserción durante este evento (Headrick *et al.*, 1995).

Una vez que *A. pseudococci* ovipositaba, no era necesario que se limpiara el ovipositor para poder ovipositar en otro huésped. Los afelínidos usan su ovipositor para formar un tubo de alimentación por lo que solo se limpian los tarsos posteriores después de haber insertado su ovipositor (Headrick *et al.*, 1995). En *A. pseudococci* no se observó que utilizara su ovipositor para formar tubos de alimentación, solo lo usó para fines de ovipostura. En las 63 oviposiciones observadas en estas pruebas, emergieron 48 adultos, que representan 76.19% de oviposiciones exitosas. Una hembra de *A. pseudococci* requiere de 8 segundos para ovipositar, lo cual en campo debe ser más rápido, sobre todo si el piojo harinoso está asociado en simbiosis con hormigas. En esta asociación las hormigas atienden a los piojos, limpiando la mielecilla excretada por los piojos, la cual usan para alimentar a sus crías en los nidos protegiendo a los piojos de sus enemigos naturales (González, 1995; Rust *et al.*, 1996).

A. pseudococci fue capaz de parasitar exitosamente durante los primeros 12 días obteniendo una producción promedio por día de 2.7 ± 0.58 individuos. Una hembra de *A. pseudococci* produjo 57.25 individuos en promedio. En estudios de laboratorio se encuentra que *A. ananatis* (Gahan) parasita al 80% de piojos harinosos de la piña *Dysmicoccus brevipes* (Cockerell) durante los primeros seis días (González, 1995), además de parasitar 3.5 piojos en promedio por día, lo cual significa que 27.7 individuos son parasitados durante su vida adulta. Daane *et al.*, (2002) encontró que *A. pseudococci* oviposita 15 huevecillos por día, en altas poblaciones de piojos harinosos. El encírtido *Clausenia josefi* produce el 50% de su descendencia en los primeros cuatro días de su vida adulta. (Berlinger, 1973). *Leptomastidea abnormis* (Grlt) es capaz de producir una progenie media de 33.1 durante su vida cuando parasita en *Planococcus citri* (Risso) (Viggiani y Maresca, 1977).

En este estudio *A. pseudococci* produjo un promedio de 0.96 ± 0.22 hembras diarias por 1.76 ± 0.38 machos diarios. El total de hembras y machos

Figura 2. Proporción sexual de *Anagyrus pseudococci* en su huésped, el piojo harinoso de la vid *Planococcus ficus*. Pruebas de laboratorio.



obtenidos fue de 20.25 y 37 individuos, respectivamente, lo cual dio una proporción sexual de hembras y machos de 1.18: 2.15. Resultados similares son reportados por varios investigadores (Tingle y Copland (1988); Ceballo y Walter (2004)). Los valores mínimos y máximos de hembras y machos de *A. pseudococci* producidos en este estudio fueron de 0 a 3.4 y de 0.05 a 5.45, respectivamente. En la producción promedio de hembras de este parasitoide hubo dos picos de producción, a los 2 días (2.75 individuos) y a los 6 días de oviposición (3.4 individuos); después de los 7 días la producción se redujo drásticamente a menos de una hembra por día. En la producción de machos también se presentaron dos picos de producción a los 3 (5.45) y 5 (4.3) días de oviposición; después de los 13 días se produjeron menos de un macho por día.

La emergencia de adultos del parasitoide comenzó dos semanas después de iniciar la exposición a parasitación en el piojo harinoso. Los primeros en emerger fueron los machos y las hembras empezaron a emerger a 4 días después de la emergencia de los machos. La emergencia de machos fue mayor a la de las hembras, lo cual es un comportamiento normal, según Tingle y Copland (1988) los machos siempre emergen primero; sin embargo, la proporción sexual puede variar de acuerdo a la calidad y tamaño del huésped, esto está íntimamente relacionado con la producción de la proge- nie en algunos encírtidos (González, 1995); así como la edad de la hembra del parasitoide, según los datos del presente estudio, con una mayor emergencia de hembras en comparación a la de los machos que se dio en los días 6 y 7. Si tomamos en cuenta que los parasitoides contaban con un día de edad, observamos que la mejor oviposición se encuentra dentro de los primeros 6 días de su vida, debido a mayor fertilidad de los huevecillos del

parasitoide. Al respecto, Ceballo y Walter (2004) mencionan que *C. peregrinus* con mínima proporción de machos tiene una alta reproducción con 10-20 huevecillos/día, y 80 a 150 por día durante 8 días, donde muere la hembra.

Una hembra de *A. pseudococci* puede vivir hasta 20 días en promedio y puede seguir ovipositando aunque no esté presente el macho. Dentro de las observaciones, la hembra continúa alimentándose solo de miel durante toda su vida adulta. Esta situación hace suponer que *A. pseudococci* es una especie proovigénica además de que el mayor número de oviposición es durante los primeros 6 días de su vida (González, 1995).

CONCLUSIONES

Los movimientos de *A. pseudococci* son rápidos, tomando en cuenta los tiempos ocupados para realizar los eventos más frecuentes, el evento más frecuente fue el de caminar y tamborilear las antenas al mismo tiempo; gastó varios segundos en limpiar antenas, patas, alas o palpos; sin embargo, sus movimientos están orientados a encontrar y ovipositar rápidamente al huésped.

En este experimento *A. pseudococci* tuvo un potencial de 76.19% de parasitismo de *P. ficus*.

Entre más jóvenes fueron las hembras del parasitoide, mayor fue el porcentaje de parasitismo en su huésped, lo cual debe tomarse en cuenta para hacer las liberaciones en campo.

Una hembra de *A. pseudococci* fue capaz de producir en promedio 57 individuos durante 21 días, con mayor producción durante los primeros 5 días con un promedio de 5 a 8 huevecillos/día; mien-

tras que del día 15 al 20 produjo menos de 1 huevecillo/día.

Los parasitoides registraron una proporción sexual de una hembra por dos machos.

REFERENCIAS

- Berlinger, M. J. 1973. Biological Studies of *Clausenia josefi* (Hym. Encyrtidae), a parasite of *Planococcus vitis*. Entomophaga 18: 279.
- Boavida, C.; M. Ahounou, M. Vos, P. Neunenschwander y J.J.M. Van Alphen. 1995. Host stage selection and sex allocation by *Gyranusoida tebygi* (Hymenoptera: Encyrtidae), a parasitoid mango mealybug, *Rastrococcus invadens* (Homoptera: Pseudococcidae). Biologica Control 5:487-496.
- Ceballo, F.A. y G.H. Walter. 2004. Life history parameters and biocontrol potencial of the mealybug parasitoid *Coccidoxenoides peregrinus* (Timberlake) (Hymenoptera: Encyrtidae): asexuality, fecundity and ovipositional patterns. Biological Control. Vol 29(2):235-244.
- Compere, H. 1939. Mealybugs and their insect enemies in south America. Vol. 7. No. 356. University of California. Pub. in Entomology pp. 57-74.
- Daane K. M., R. Malakar-Kuenen, W. J. Bentley and M. Guillén. 2002. Mealybugs in Calif. Vineyards. XXV Cong. Nal. Control Biol. P.23-25.
- Daane, K.M.; Bentley, W.J.; Weber, E.A. 2004. Vine mealybug: A formidable pest spread-thought California vineyards. Pra. Winery Vineyard Mag. 3:35-40.
- Daane, K.M., R.D. Malakar-Kuenen, y V. M. Walton. 2004. Temperature- dependent development of *Anagyrus pseudococci* (Hymenoptera: Encyrtidae) as a parasitoids of the vine mealybug, *Planococcus ficus* (Homoptera: Pseudococcidae). Biological Control 31:123.
- Fu, C. A. A.; H. González; K. Daane. 2005. Los piojos harinosos de la vid. Libro técnico No. 9. Campo Exp. Costa de Hermosillo. INIFAP. Pp: 212.
- Gerling, D. 1966. Studies with whitefly parasites of southern California. II. *Eretmocerus californicus* Howard (Hymenoptera: Aphelinidae). Can. Entomol. 98: 1316-1329.
- Godfrey, K.E; K. Daane M; W. J. Bentley; R. J. Gill y R. Malakar-Kuenen. 2002. Mealybugs in California vineyards. University of California. Agricultural & Natural Resources. Pub. 21612. 16 pp.
- González, H. H. 1995. The Status of the Biological Control of Pineapple. Mealybugs in Hawaii. Thesis Doctoral. University of Hawaii.
- Headrick D. H., Bellows T. S. and Perring T. M. 1995. Behaviors of Female *Eretmocerus* sp. nr. *Californicus* (Hymenoptera: Aphelinidae) Attacking *Bemisia argentifolii* (Homoptera: Aleyrodidae) on Sweet Potato. Environ. Entomol. 24 (2): 412-422.
- Joyce, A.L., M.S. Hoddle, T.S. Bellows and D. González. 2001. Oviposition behavior of *Coccidoxenoides peregrinus* a parasitoid of *Planococcus ficus*. Entomologia Experimentalis Et Applicata. Vol. 98:49-57.
- Rust, M. K., K. Haagsma and D. A. Reiersen. 1996. Barrier sprays to control Argentine ants (Hymenoptera: Formicidae). J. Econ. Ent. 89:134-137.
- Tingle, C.C.D. y Copland, M.J.W. 1988. Predicting development of the mealybug parasitoids *Anagyrus pseudococci*, *Leptomastidea dactylopi* and *L. abnormis* (Hymenoptera: Encyrtidae) under glasshouse conditions. Entomology. Exp. Applic. 46:19-28.
- Viggiani, G., and A. Maresca. 1977. Ricerche sugli Hymenoptera Chalcidoidea XXXIV. Dati morfologici e biologici sulla *Leptomastidea abnormis* (Grlt) (Hymenoptera: Encyrtidae), importante parassita del *Planococcus citri* (Risso). Bolletino Laboratorio di Entomologia Agraria Filippo Silvestri 30: 55-65.