

MODIFICACIÓN AL PROCESO DE PRODUCCIÓN MASIVA DE LOS PARASITOIDES *Catolaccus grandis* Y *Catolaccus hunteri*¹

Marco Antonio Reyes-Rosas², Jesús Loera-Gallardo², José Isabel López-Arroyo³

RESUMEN

Modificación al proceso de producción masiva de los parasitoides *Catolaccus grandis* y *Catolaccus hunteri*. El presente estudio se realizó con el objetivo de modificar la tecnología de producción masiva de *Catolaccus grandis* y *Catolaccus hunteri*, himenópteros parasitoides de *Anthonomus grandis* el picudo del algodón en Tamaulipas, México en el 2002. Se determinó la eficiencia del papel toalla para el secado de manos, en el sellamiento de cápsulas moldeadas en cera de hidrocarburos y poliolefina (LCHP), donde se confina al huésped, y evaluar la efectividad del gorgojo del garbanzo *Callosobruchus maculatus* como hospedante facticio para la cría de ambos parasitoides. Hubo producción masiva de *C. grandis* y *C. hunteri* utilizando *C. maculatus* como huésped y el papel toalla fue efectivo para sellar los orificios de las cápsulas moldeadas en LCHP. La producción masiva de *C. grandis* y *C. hunteri* mediante *C. maculatus*, contribuyó a incrementar la seguridad y facilidad del proceso, además de una significativa reducción de costos. El papel toalla en el sellado de los orificios de las cápsulas moldeadas en LCHP, redujo en un 50% por m² los costos del proceso, sin afectar la eficiencia del parasitismo y emergencia de *C. grandis*.

Palabras clave: Encapsulación artificial, *Callosobruchus maculatus*, huésped facticio, algodón, insectos benéficos.

ABSTRACT

Modifications to the process of mass production of parasitoids *Catolaccus grandis* and *Catolaccus hunteri*. The present study was conducted to modify the actual mass rearing technology for *Catolaccus grandis* and *Catolaccus hunteri*, hymenoptera parasitoids of *Anthonomus grandis*, the cotton boll weevil, in Tamaulipas, México during 2002. The efficiency of the paper towel to seal the wax hydrocarbon polyolefin molded capsules where the host is confined was determined; and the Chickpea weevil *Callosobruchus maculatus* effectivity was evaluated as a factitious host to rear both parasitoids. The results indicated that *C. grandis* y *C. hunteri* mass reared through *C. maculatus* as a factitious host was possible, and paper towel was effective in sealing the holes in molded WHPS capsules. This mass rearing of *C. grandis* y *C. hunteri* by using *C. maculatus* may contribute to increase security and easiness in the process, and a significant reduction in costs. Paper towel used to seal holes in molded WHPS capsules reduce costs in 50% per square meter of material, without affecting parasitism and emergence of *C. grandis* de *C. grandis*.

Key words: Artificial encapsulation, *Callosobruchus maculatus*, factitious host, cotton plant, beneficial insects.



¹ Recibido: 19 de mayo, 2009. Aceptado: 17 de mayo, 2010.

² Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Río Bravo, Apartado Postal 172, Km 61 Carretera Matamoros-Reynosa. 88900 Río Bravo, Tamaulipas, México. reyes.marco@inifap.gob.mx, pezm66@yahoo.com.mx, loera.jesus@inifap.gob.mx

³ Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Campo Experimental General Terán. Km. 31 Carretera Montemorelos-China. 67400 General Terán, N.L., México. jila64@yahoo.com.mx

INTRODUCCIÓN

El picudo del algodónero, *Anthonomus grandis* Boheman (Coleoptera: Curculionidae), es uno de los problemas fitosanitarios más importantes y el de mayor impacto en la producción de algodónero en México (Vázquez 1998). El área sembrada con este cultivo ha decrecido notablemente en los últimos años. Las causas son atribuidas a los altos costos de inversión y a los bajos precios de la fibra en el mercado. Para el control de plagas se utiliza hasta el 60% de los costos de inversión, y en su mayor parte son destinados para el control de *A. grandis*, el cual llega a ocasionar pérdidas estimadas en un 40% del rendimiento (Vargas *et al.* 1998). Como una medida alternativa, se ha considerado el control biológico mediante parasitoides, entre los cuales destacan *Catolaccus grandis* (Burks), *C. hunteri* Crawford (Hymenoptera: Pteromalidae) y *Bracon mellitor* Say (Hymenoptera: Braconidae) como las especies más promisorias (Reyes *et al.* 2007, Loera *et al.* 2008).

C. grandis ha mostrado resultados sobresalientes en liberaciones inundativas, contra *A. grandis* (Summy *et al.* 1995, King *et al.* 1995, Vargas *et al.* 1997). En Río Bravo y Llera, Tamaulipas, México, causó 88% de mortalidad en larvas de tercer instar y prepupas del picudo del algodónero, incremento de 32% en rendimiento y reducción de 90% en las aplicaciones de insecticidas (Vargas *et al.* 1997, 1998). Para *C. hunteri* se ha registrado parasitismo en *A. grandis* en un porcentaje similar o mayor que *C. grandis*, cuando ambos se presentaron en condiciones naturales (Cate *et al.* 1990, Pacheco 1996); en evaluación de campo, *C. hunteri* y *C. grandis*, causaron un parasitismo de 40% y 42%, respectivamente, (Cortez *et al.* 2004). El potencial de estos parasitoides para reducir las poblaciones de *A. grandis* en algodónero, y su integración a un programa de manejo, es considerado relevante para reducir costos y uso de insecticidas, fundamentando la necesidad de dar continuidad al establecimiento de un programa de cría masiva y liberación, de ambos parasitoides.

Cate (1987) desarrolló un método de reproducción masiva, mediante larvas de *A. grandis* como huésped, para exponerlas al parasitoide, encapsuladas entre dos láminas de cera de hidrocarburos y poliolefina (LCHP), material muy eficiente pero costoso. Este proceso fue utilizado en el ARS-USDA en Weslaco, Texas, EUA y en el INIFAP en Río Bravo, Tamaulipas, México, pero los elevados costos en su encapsulación

impidieron el seguimiento de esta actividad. Sin embargo, es posible que la segunda LCHP, utilizada para sellado, pueda ser reemplazada con un material más económico pero con igual eficiencia.

Por otra parte, la reproducción del huésped natural *A. grandis* resulta difícil en ausencia de su dieta natural; y aunque se han logrado avances en el desarrollo de una dieta artificial (Rojas *et al.* 1996), los resultados no han sido alentadores; es de alto costo, y frecuentemente se contamina por hongos y bacterias, ocasionando pérdidas y retraso en la producción. El reemplazo de *A. grandis* por un huésped facticio (huésped no natural pero que permite el desarrollo del parasitoide) ofrece una posibilidad para reducir costos y facilitar la producción masiva de *C. grandis* y *C. hunteri* en ausencia del huésped natural, sin detrimento en su capacidad reproductiva (Bárceñas *et al.* 1997).

El objetivo de este trabajo, fue modificar la técnica de producción masiva de *C. grandis* y *C. hunteri*, con materiales más económicos.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio fue realizado en el año 2002, en el Campo Experimental Río Bravo (CERIB), Tamaulipas, México (25° 57' 53" N, 98° 01' 03,3" O), del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP).

Adaptabilidad de parasitoides al huésped facticio *C. maculatus*

Se utilizó *C. maculatus* como huésped facticio, y como testigo para comparación al huésped natural *A. grandis*; ambos fueron expuestos a ser parasitados por *C. grandis* y *C. hunteri*. *C. grandis* fue producido en *C. maculatus* durante 13 generaciones, excepto la quinta generación que fue criada en *A. grandis*; mientras que *C. hunteri* fue reproducido exclusivamente en *C. maculatus* durante 50 generaciones.

De cada especie parasitoide se seleccionaron al azar 50 hembras y 25 machos recién emergidos y se mantuvieron en condiciones de 27° C, 70% humedad relativa (HR) y 12:12 luz:oscuridad (L:O) h, en una jaula de acrílico transparente de 40x40x40 cm, alimentados con miel de abeja dispuesta en bandas de cartón colocadas en la parte superior del recipiente, y agua, disponible mediante un mechón de fibra de algodón

colocado en vasos de 30 ml. Durante los primeros dos días se les administró larvas de *A. grandis* encapsulado artificialmente, para inducir la oviposición (Morales 1998). Al tercer día de edad, se introdujeron 10 hembras y cinco machos de cada especie parasitoide, por separado, en cada uno de cinco recipientes de plástico de 3,5 l, cubriendo el orificio de salida con tela de poro de 250 micras. En cada recipiente de plástico se introdujeron dos láminas de parasitación (Cate 1987) cada una con 64 cápsulas. En la lámina de *A. grandis* se introdujo una larva por cápsula y dos en la de *C. maculatus* por su menor tamaño, para simular la biomasa de una larva de picudo de tercer instar (Figura 1). Los huéspedes fueron expuestos al parasitoide durante 24 h, posteriormente, las láminas fueron reemplazadas con nuevos huéspedes de la misma edad. Diariamente se registró la mortalidad de ambos parasitoides, así como el número de huevos ovipositados en cada huésped. Los huevos fueron detectados y contabilizados a contra luz mediante una lámpara de luz blanca. Los datos fueron analizados como grupos apareados mediante una prueba de t de Student ($\alpha=0,05$) (SAS 1988).



Figura 1. Larvas de quinto estadio del gorgojo del garbanzo *Callosobruchus maculatus*. Río Bravo, Tamaulipas, México. 2002.

Eficiencia del papel toalla en la encapsulación del huésped

Las cápsulas o burbujas para encapsular al huésped fueron moldeadas en LCHP de 20 X 10 cm, material que se caracteriza por estirar hasta diez veces su talla antes de romperse. En cada lámina se moldearon 126 cápsulas y los orificios fueron sellados con LCHP, las dos láminas se unieron al ejercer presión (Cate

1987) o con papel toalla común para secado de manos, uniéndolo a la lámina con cápsulas de LCHP, de la misma manera. En cada cápsula se confinaron dos larvas del huésped. Las láminas se colocaron en forma de cilindro, con las cápsulas hacia la cara exterior (Figura 2).

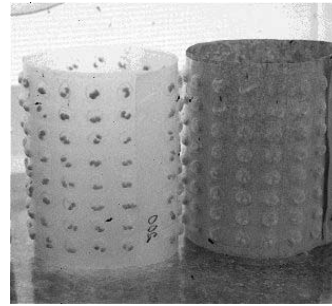


Figura 2. *C. maculatus* encapsulado en LCHP-LCHP (izquierda) y LCHP-papel (derecha). Río Bravo, Tamaulipas, México. 2002.



Figura 3. *C. grandis* ovipositando sobre larvas de *C. maculatus* encapsuladas artificialmente. Río Bravo, Tamaulipas, México. 2002.

Como parasitoide se utilizó a *C. grandis* adulto (Figura 3), de tres días de edad y como huésped a larvas de *C. maculatus* en su cuarto o quinto instar.

Se seleccionaron al azar 250 hembras y 25 machos del parasitoide *C. grandis* (Figura 3), recién emergidos; se alimentaron con miel de abeja y agua en proporción 20:80 y se mantuvieron en condiciones de 27° C, 65±5% H. R. y 15:9 L:O, en una jaula de acrílico transparente de 40x40x40 cm. Previo al ensayo, larvas del huésped, encapsuladas, fueron expuestas al parasitoide con el propósito de inducir la oogénesis (Morales 1998).

Los tratamientos fueron: 1) *C. maculatus* encapsulado en LCHP y sellado con LCHP y 2) *C. maculatus* encapsulado en LCHP y sellado con papel toalla. Durante los primeros cuatro días se introdujeron a la jaula de acrílico dos láminas de encapsulación con el tratamiento uno y dos, y durante los 11 días subsiguientes, se introdujeron diariamente seis láminas en cada tratamiento. Cada 24 h, las láminas fueron reemplazadas por nuevo material y se colocaron en cajas de acrílico similares a la descrita previamente; a los 15 días después se registró el número de *C. grandis* emergidos. Los datos fueron analizados como grupos apareados mediante una prueba de t de Student ($\alpha=0,05$) (SAS v 6,12).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Adaptabilidad de parasitoides al huésped facticio *C. maculatus*

Adaptabilidad de *C. grandis*. Durante los primeros seis días las oviposaduras de *C. grandis* fueron mayores en *C. maculatus* y a partir del séptimo día y hasta el fin del ensayo, las oviposaduras fueron mayores en *A. grandis*, entre el 64% y 82%.

A partir del onceavo día, el número de oviposaduras del parasitoide disminuyeron en ambos huéspedes pero el decremento fue más notable en *C. maculatus*. La mayor cantidad de oviposaduras ocurrida en *A. grandis* fue de 496 el día diez y en *C. maculatus* fue de 281 el día cuatro (Figura 4).

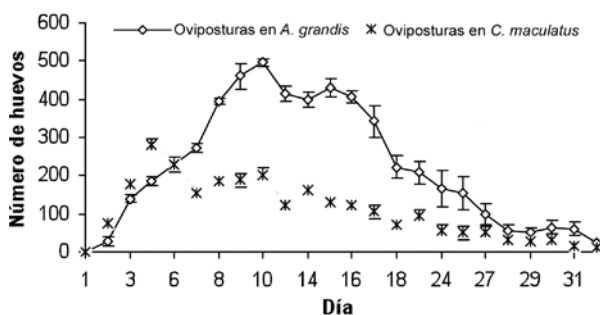


Figura 4. Oviposaduras de *Catolaccus grandis* en larvas del huésped natural *Anthonomus grandis* y en el huésped facticio *Callosobruchus maculatus* encapsulados artificialmente. Río Bravo, Tamaulipas, México. 2002.

Durante el periodo del ensayo, la población total de huevos de *C. grandis* en ambos hospedantes fue de 7868, el 67,3 y 32,7% de las oviposaduras se dio en *A. grandis* y *C. maculatus*, respectivamente, lo que indicó una clara preferencia por su huésped natural. Rojas *et al.* (1999) reportan que la cría de diez generaciones de *C. grandis* en el huésped facticio *C. maculatus* reduce su aceptación de *A. grandis* como huésped, sin embargo, en el presente estudio *C. grandis* fue criado en *C. maculatus* por más de diez generaciones y el periodo y cantidad de oviposaduras fue similar a las que se han obtenido en producciones masivas que utilizan *A. grandis* para la reproducción de *C. grandis*.

La mortalidad del parasitoide *C. grandis* fue de 50% al día 18 y, el día 38 se murió el último individuo.

La proporción de hembras de *C. grandis* obtenida del huésped *A. grandis* fue mayor que la obtenida en el huésped *C. maculatus*, correspondiendo a 4:1 y 2:1 respectivamente. Esta diferencia pudiera relacionarse con el tamaño del huésped facticio que es más apropiado para el desarrollo del macho. Algunas avispas parasíticas depositan huevos que producirán machos en huéspedes pequeños y viceversa, así mismo la mortalidad en hembras es mayor que en machos cuando el tamaño del huésped es menor al adecuado para su desarrollo (Kishi 1970, Sandlan 1979, Charnov 1892, King 1987). El comportamiento para la determinación del sexo en *C. grandis* en función al tamaño del hospedero no se ha establecido.

La relación hembra-macho obtenida en el presente estudio fue inferior a la observada a la producción masiva rutinaria de *C. grandis* en Río Bravo, Tamaulipas, donde se obtuvo una proporción hembra-macho de 5:1, utilizando *A. grandis* como huésped. Coleman (2009)⁴ señala que en Weslaco Texas, la proporción obtenida es 6:1 con el mismo huésped, aunque esta proporción puede variar por diversos factores. Cabe señalar que en ambas crías masivas, el parasitoide *C. grandis*, nunca estuvo expuesto a los dos huéspedes al mismo tiempo, por lo que esta condición pudo influir en el resultado de la relación hembra-macho.

Adaptabilidad de *C. hunteri*. Las oviposaduras de *C. hunteri* se incrementaron notablemente el tercer día en ambos huéspedes (Figura 5). Sin embargo, las oviposaduras ocurrieron consistentemente en proporciones mayores sobre *A. grandis* desde el primero y hasta

⁴ Coleman, R. 2009. Producción masiva de *Catolaccus grandis* (entrevista). ARS-United State Department of Agriculture (USDA), Lab. Biological Control, Weslaco Texas. USA.

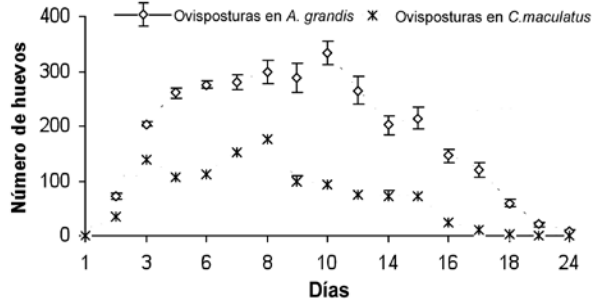


Figura 5. Oviposaduras de *Catalaccus hunteri* en larvas del huésped natural *Anthonomus grandis* y en el huésped facticio *Callosobruchus maculatus*, encapsuladas artificialmente. Río Bravo, Tamaulipas, México. 2002.

el último día del ensayo, dentro de un rango del 60 al 100%. *C. hunteri* mostró una marcada preferencia por *A. grandis*, a pesar de que fue criado en el huésped facticio *C. maculatus* durante 50 generaciones. Entre los días 10 y 11, se inició la disminución de oviposaduras en *C. maculatus* y *A. grandis*, respectivamente, aunque la tendencia de preferir a *A. grandis* se mantuvo constante (Figura 5).

La mayor cantidad de oviposaduras ocurrida en *A. grandis* fue de 333 el día diez y en *C. maculatus* fue de 175 el día ocho.

Durante el periodo del ensayo, la población total de huevos de *C. hunteri* en ambos hospedantes fue de 4221, correspondiendo a 72,2 y 27,8% de oviposaduras en *A. grandis* y *C. maculatus*, respectivamente. Al día 16 la mortalidad registrada de *C. grandis* fue de 56% y el día 27 se registró la mortalidad del último individuo. La proporción de sexos de *C. hunteri* fue de 3:1 hembras:macho en ambos hospederos. No se apreció influencia del huésped en la proporción sexual, como la observada en *C. grandis*; posiblemente a la semejanza en biomasa de las larvas de *C. maculatus* con la del picudo del chile *Anthonomus eugenii* uno de los hospederos frecuentemente asociado a este parasitoides (Rodríguez y Reyes 2003, Rodríguez *et al.* 2007, Cortez 2008).

De acuerdo a los resultados obtenidos, la reproducción de *C. grandis* y de *C. hunteri* por más de diez generaciones en el huésped facticio *C. maculatus*, no afectó su preferencia de parasitismo por *A. grandis*, por lo que la producción masiva de *C. grandis* y *C.*

hunteri utilizando *C. maculatus* como huésped facticio, puede contribuir a incrementar la seguridad y facilidad de la producción de estos parasitoides en ausencia de su huésped natural, lo que abre la posibilidad de su incorporación a programas de control biológico de plagas como la del picudo del chile *A. eugenii* y picudo del algodonerero *A. grandis*.

Eficiencia del papel toalla en la encapsulación del huésped

En nueve de los quince días del ensayo la emergencia de *C. grandis* en el tratamiento LCHP - papel toalla fue mayor que en el tratamiento LCHP-LCHP (Figura 6).

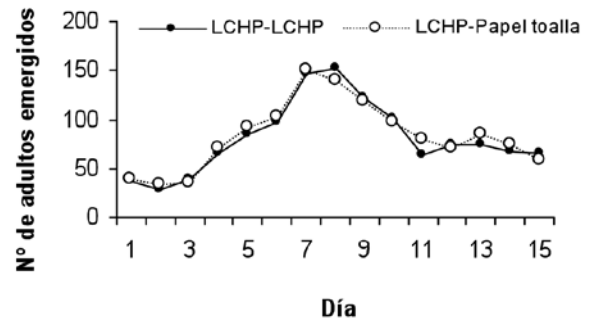


Figura 6. Número de adultos de *Catalaccus grandis* emergidos en los tratamientos LCHP-LCHP y LCHP-papel toalla. Río Bravo, Tamaulipas, México. 2002.

No se registraron diferencias significativas en el número de *C. grandis* obtenidos en ambos tratamientos. *C. grandis* oviposita a través de las cápsulas y estos tratamientos fueron moldeadas en LCHP. Generalmente, las hembras de *C. grandis* producen el mayor número de progenie entre los ocho y quince días de edad (Morales 1998); en el presente estudio su progenie representó el 58 y 59% en los tratamientos LCHP-papel toalla y LCHP-LCHP, respectivamente, desde el octavo al catorceavo día. La nueva lámina de encapsulación compuesta por LCHP-papel toalla redujo a la mitad el costo de encapsulación por la sustitución de una lámina de LCHP por papel toalla, cuyo costo por m² es de 0,07 dólar. Además de esta ventaja económica, su adhesión a la lámina de LCHP es consistente y no afecta el comportamiento de parasitación

y emergencia de *C. grandis*. Fue común observar los orificios de salida del parasitoide en ambas caras de las láminas en los dos tratamientos.

Estos resultados confirman la factibilidad de la reproducción masiva de *C. grandis* y *C. hunteri* con materiales más económicos como el papel, el cual podría en un futuro sustituir completamente al LCHP.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INI-FAP) México y al Departamento de Agricultura de los Estados Unidos A.R.S.-U.S.D.A., por el otorgamiento de fondos para el proyecto "Control biológico del picudo del algodón mediante el uso de la avispa *Catolaccus grandis*", sin los cuales no hubiera sido posible la realización de esta investigación.

LITERATURA CITADA

- Bárceñas, ON; Meraz, AR; Aquino, PG; King, EG. 1997. Cría de *Catolaccus grandis* (Burks) (Hymenoptera: Pteromalidae) en el huésped facticio *Callosobruchus maculatus* F. (Coleoptera: Bruchidae): Efecto del número de huéspedes por celda. *In: Memorias del Congreso Nacional de Control Biológico. Sociedad Mexicana de Control Biológico. Guadalajara, Jal. México.* p. 184-186.
- Cate, JR. 1987. A method of rearing parasitoids of boll weevil without the host plant. *Southwestern Entomologist* 12:211-215.
- Cate, JR; Krauter, PC; Godfrey, KE. 1990. Pest of cotton, *In: DH Habeck, FD Bennet, JH Frank.* ed. *Classical Biological in the Southern United States.* South. Coop. Ser. Bull. 355. p. 17-29.
- Charnov, EL. 1982. *The theory of sex allocation.* Princeton University Press, Princeton, NJ. 378 p.
- Cortez, ME; Bárceñas, ON; Martínez JL; Leyva J.L; Vargas J y Rodríguez del Bosque LA. 2004. Parasitismo de *Catolaccus grandis* y *Catolaccus hunteri* (Hymenoptera: Pteromalidae) sobre el picudo del algodón *Anthonomus grandis* Boheman (Coleoptera: Curculionidae). *Agrociencia* 38:497.
- Cortez-Mondaca, E. 2008. Picudo del Chile *Anthonomus eugenii* (Coleoptera: Curculionidae). *In: Arredondo, BHC; Rodríguez, del BLA.* eds. *Casos de control biológico en México.* p. 127-136
- King, BH. 1987. Offspring sex ratios in parasitoid wasps. *Quarterly Review of Biology* 62:367-396.
- King, EG; Coleman, J; Woods, L; Wendel, L; Greenberg, S; Scott, AW. 1995. Suppression of the boll weevil in commercial cotton by augmentative releases of the wasp parasite, *Catolaccus grandis*. *In: Addendum to the Proceedings Beltwide Cotton Conferences 1995, National Cotton Council of America, Memphis, TN.* p. 26-30.
- Kishi, Y. 1970. Difference in the sex ratio of the pine bark weevil parasite, *Dolichomitus* sp. (Hymenoptera: Ichneumonidae), emerging from different host species. *Applied Entomology and Zoology* 5:126-132.
- Loera-Gallardo, J; Reyes-Rosas, M; López-Arroyo, JI. 2008. Picudo del algodón *Anthonomus grandis* (Coleoptera: Curculionidae). *In: Arredondo, BHC; Rodríguez, del BLA.* eds. *Casos de control biológico en México.* p. 75-87.
- Morales-Ramos, JA. 1998. Biología y ecología de *Catolaccus grandis* (Hymenoptera: Pteromalidae). *Vedalia* 5 (1):97-109.
- Pacheco, MF. 1996. Plagas de los cultivos oleaginosos en México. Campo Experimental Valle del Yaqui, SARH-INIFAP-CIRNO. Libro Técnico. Cd. Obregón, Sonora, México. 414 p.
- Reyes-Rosas, MA; Loera-Gallardo J; López Arroyo JI; Vargas-Camplis, J. 2007. Parasitoides himenópteros de *Anthonomus grandis* (Coleoptera: Curculionidae) en el Norte de Tamaulipas. *Southwestern Entomologist* 32(1):53-64.
- Rodríguez-del-Bosque, LA; Reyes-Rosas, MA. 2003. Damage, survival and parasitism, of *Anthonomus eugenii* (Coleoptera: Curculionidae) on piquin pepper in northern Mexico. *Southwestern Entomologist* 28(4):293-294.
- Rodríguez-Leyva, E; Stansly, PA; Schuster DJ; Bravo, ME. 2007. Diversity and distribution of parasitoids of *Anthonomus eugenii* (Coleoptera: Curculionidae) from Mexico and prospects for biological control, *Florida Entomologist* 90(4):693-702.
- Rojas, MG; Morales, JA; King, EG. 1996. *In vitro* rearing of the boll weevil (Coleoptera: Curculionidae) ectoparasitoid *Catolaccus grandis* (Hymenoptera: Pteromalidae) on a meridic diet. *J. Econ. Entomol.* 89:1095-1104.
- Rojas, MG; Morales-Ramos, JA; King, EG. 1999. Response of *Catolaccus grandis* (Hymenoptera: Pteromalidae) to its natural host after ten generations of rearing on a factitious host, *Callosobruchus maculatus*. *Environ Entomol.* 25:137-141.
- Sandlan, K. 1979. Sex ratio regulation in *Coccygomimus turionellae* Linnaeus (Hymenoptera: Ichneumonidae)

- and its ecological implications. *Ecological Entomology* 4:365-378.
- SAS Institute, Inc. 1988. SAS Use's Guide: Statics. Release 6.03. ed. SAS Institute, Inc. Cary, NC. 1208 p.
- Summy, KR; Morales-Ramos, JA; King, E.G. 1995. Suppression of boll weevil infestation of South Texas cotton by augmentative releases of the exotic parasite *Catolaccus grandis* (Hymenoptera: Pteromalidae). *Biological Control* 5:523-529.
- Vargas, C J; Coleman RJ; González J; Rodríguez del Bosque L. 1997. Life table analysis of cotton boll weevil in the tropics of Tamaulipas Mexico after *Catolaccus grandis* releases. *In: Proceedings Beltwide Cotton Conferences. National Cotton Council of America, Memphis, TN, USA.* p. 1194-1197.
- Vargas, CJ; Coleman RJ; Rodríguez del B, L. 1998. Control del picudo del algodón en México mediante liberaciones aumentativas de *Catolaccus grandis* (Hymenoptera: Pteromalidae). *Vedalia* 5:117-122.
- Vázquez, JN. 1998. Breve historia del picudo del algodón en México y de los métodos empleados para su control. *Vedalia* 5(1):61-70.