

Ciencia y Tecnología de los Cultivos Industriales

Programa Nacional de Cultivos Industriales
Centro Regional Chaco - Formosa
Centro Regional Tucumán - Santiago del Estero
Centro Regional Santa Fé

Algodón



- notypes and plant densities for narrow-row cotton systems. II. Leaf area and dry matter partitioning. *Crop Science* 30:649-653.
10. Mondino M. H. 2000. Efectos del distanciamiento entre surcos y la densidad de plantas sobre el desarrollo, crecimiento y rendimiento de dos variedades de algodón. Tesis de Magister Scientiae. Convenio Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Mar del Plata y Estación Experimental Agropecuaria INTA Balcarce. 99 pp.
 11. Mondino M.H., Uhart S., Peterlin O.A., (2001). Efecto de la distancia entre surcos y la densidad de plantas sobre el rendimiento de variedades de algodón con diferentes tipos de hojas. *In: IIIº Congresso Brasileiro de Algodão*, Vol 1, pág. 627. Campo Grande, Brasil.
 12. Mondino M.H., Peterlin O.A., 2006. Algodón. *En: Cultivos Industriales*. Editorial Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires. Cap. 3: 359-365.
 13. Mondino M.H., Peterlin O.A. 2008. Acciones Desarrolladas y logros alcanzados en el manejo del cultivo de Algodón, pp. 12-17. *In: Cultivos Industriales; Informe del Programa Nacional de Cultivos Industriales del INTA. Avances 2006/2009*.
 14. Paytas M.J. 2005. Evolución del índice de área foliar en distintas densidades y distancias de siembra en el cultivo de algodón. *In: 2º Reunión Anual del Proyecto Nacional de Algodón, Informe de avance N°1 (Sosa, M.A y Peterlin, O.A. Eds) pp 63-68*. Ediciones INTA.
 15. Rhoads F.M., Bloodworth M.E. 1964. Area measurement of cotton leaves by a dry-weight method. *Agron. Journal* 56(6):520-521.
 16. Wells R., Meredith Jr. W.R. 1984. Comparative growth of obsolete and modern cotton cultivars. III. Relationship of yield to observed growth characteristics. *Crop Science* 24:868-872.

Parámetros biológicos y poblacionales del picudo del algodnero (*Anthonomus grandis*) criado en condiciones controladas sobre dieta artificial

Ana L. Nussenbaum¹ y Roberto E. Lecuona²

1- INTA-CONICET, Instituto de Genética "Ewald A. Favret", CICVYA. 2- INTA, Instituto de Microbiología y Zoología Agrícola, CICVYA.

Correo-e: nussenbaum.ana@inta.gob.ar

INTRODUCCIÓN

El picudo del algodnero, *Anthonomus grandis*, es considerado una de las más importantes plagas que afectan los cultivos de algodón en América. El daño en el algodón se genera cuando los adultos se alimentan y oviponen sobre los pimpollos florales o las cápsulas pequeñas, produciendo pérdida de calidad de fibra y abscisión de los pimpollos de algodón. Las hembras de picudo oviponen en los pimpollos o cápsulas, dentro del cual se desarrollan tres estadios larvales. Las larvas del segundo o tercer estadio producen una proteína que causa la abertura de las brácteas y posterior abscisión de los pimpollos, obteniéndose como resultado la

pérdida total del algodón (14). Aproximadamente 6 h antes de que se forme la pupa, las larvas disminuyen su actividad y dejan de alimentarse, este estado se conoce como prepupa; aunque no se evidencia una muda entre el tercer estadio larval y la prepupa, se observa un aplanamiento y ensanchamiento de los segmentos abdominales (12). Una vez que el adulto es maduro emerge saliendo del pimpollo o cápsula en la que se desarrolló.

En Argentina, el picudo del algodnero fue detectado por primera vez en la provincia de Misiones en 1993 (16). Luego la plaga tuvo una rápida dispersión por toda la zona algodnera, encontrándose actualmente en

las provincias de Chaco, Formosa, Santa Fe y Santiago del Estero, en donde se desarrolla principalmente el cultivo de algodón.

Desde su introducción y diseminación se han iniciado distintas líneas de investigación, algunas de las cuales necesariamente deben disponer de insectos en cantidad y calidad satisfactoria. La cría masiva de insectos en dieta artificial muchas veces es necesaria para poder realizar investigaciones sobre la plaga con el fin de estudiar medidas de control para disminuir sus poblaciones y minimizar sus perjuicios económicos.

El conocimiento de los aspectos biológicos, la cría y el mantenimiento de las colonias de insectos en laboratorio, constituye una importante herramienta para la realización de estudios en biología, estudios poblacionales, pruebas de resistencia y eficacia de insecticidas, entre otras, y establecer tácticas de manejo de una plaga (17). Las tablas de vida son importantes para el estudio de la dinámica de las poblaciones animales, especialmente artrópodos, como un proceso intermediario para estimar los parámetros relacionados con el crecimiento poblacional potencial, llamados parámetros demográficos (9, 15). La duración de las fases de desarrollo y la estimación del crecimiento poblacional obtenidos de una tabla de vida de fertilidad, constituyen importantes parámetros biológicos. Por ejemplo, mediante la comparación del potencial de crecimiento expresado a través de la tasa intrínseca de crecimiento (r_m) y tasa finita de crecimiento (λ), es posible evaluar la incidencia de productos naturales o de síntesis sobre la biología del insecto plaga, además de poder llevar un control de la cría realizando comparaciones entre cohortes (17).

Los objetivos de este estudio fueron establecer la cría masiva por primera vez en Argentina, y calcular los distintos parámetros biológicos y de tabla de vida de una población de picudo del algodón criada en condiciones controladas de laboratorio y sobre dieta artificial.

MATERIALES Y MÉTODOS

Cría masiva del picudo del algodón

La cría del picudo fue iniciada en febrero de 2008 en el Instituto de Microbiología y Zoología Agrícola, INTA, Argentina. Los adultos y larvas de una población no diapausante de *Anthonomus grandis* fueron capturados en zonas rurales de la localidad de Florencia, Provincia de Santa Fe, Argentina (28° 5' 06.11" S; 59° 14' 37.53" W). Las colonias de insectos fueron criadas en salas climatizadas a 27 ± 1 °C, $50 \pm 10\%$ HR, con un fotoperíodo de 12 h, y alimentados en dieta artificial según modificaciones realizadas sobre la metodología propuesta por Monnerat *et al.* (10). Las jaulas empleadas para adultos consistieron en recipientes plásticos (40x25x16 cm) con fondos de malla plástica y tapas de voile colocadas dentro de otro recipiente similar para la recolección de heces y huevos (Fig. 1). Los huevos fueron colectados cada dos días, lavados con agua, desinfectados con cloruro de benzalconio (0,3%) y sembrados sobre la superficie de una dieta artificial. De esta forma, las larvas eclosionan, se alimentan y completan el desarrollo de los estados inmaduros sobre la dieta (Fig. 2). Una vez formadas las pupas e iniciada la emergencia, los adultos fueron retirados y transferidos a las jaulas de oviposición. La dieta empleada para larvas y adultos está basada en harina de algodón, proteína de

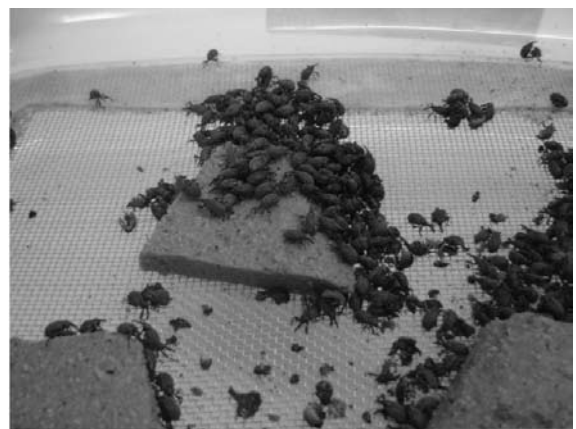


Figura 1. Adultos de *Anthonomus grandis* dentro de las jaulas de cría sobre dieta artificial.

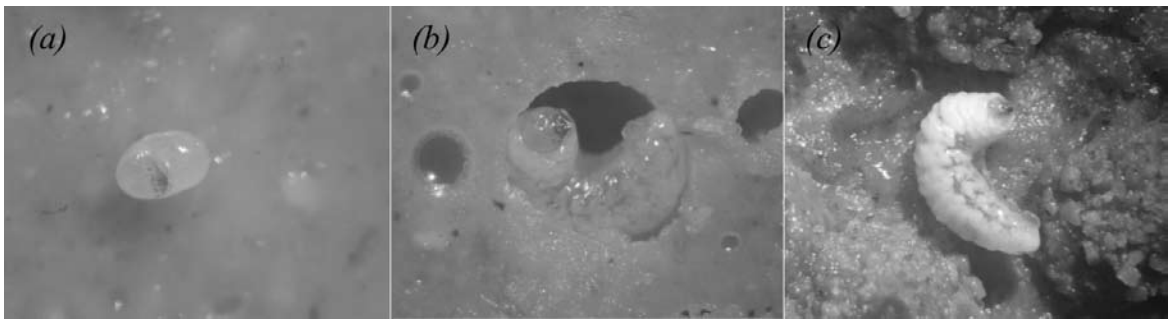


Figura 2. (a) Huevos con embrión, (b) larva de segundo estadio, (c) larva de tercer estadio de *Anthonomus grandis* criado sobre la dieta artificial.

soja, germen de trigo, glucosa, levadura, sales minerales y vitaminas (8).

Estudio de parámetros biológicos y poblacionales

La cohorte estudiada partió de 64 huevos que fueron colocados sobre dieta artificial y mantenidos a 27 ± 1 °C, $50 \pm 10\%$ HR y fotoperíodo de 12 h. Fue registrado diariamente los cambios de estado (huevo, larva, pupa y adulto) y la mortalidad en cada uno de ellos. Una vez emergidos los adultos fueron sexados según Sappington y Spurgeon (13). Se armaron parejas y fue registrado diariamente el número de huevos puestos por cada hembra hasta la muerte de todas ellas.

Los parámetros biológicos obtenidos fueron:

- Tiempo (en días) de los períodos de estados inmaduros, huevo, larva, prepupa y pupa.
- Tiempo (en días) del período de preoviposición, desde que nace la hembra hasta que comienza la oviposición.
- Tiempo (en días) del período de oviposición, tiempo que transcurre desde la puesta del primero hasta el último huevo.
- Longevidad de las hembras adultas.
- Fecundidad como número de huevos depositado por hembra por día en toda su vida.
- La proporción de sexos.

A partir de la confección de tablas de vida se estimaron los siguientes parámetros pobla-

cionales utilizando un programa específico para el procesamiento de datos provenientes de cohortes de laboratorio, denominado TABLAVI, el cual aplica el método “Jackknife” para el cálculo de los estimadores, intervalos de confianza del 95% y los correspondientes errores estándar (7):

- Tasa neta de reproducción (R_0): número de descendientes producidos en una generación por hembra.
- Tasa intrínseca de crecimiento natural (r_m): tasa de cambio de tamaño de la población por individuo por unidad de tiempo. Este estimador puede ser utilizado con carácter predictivo y comparativo.
- Tasa finita de incremento (λ): coeficiente por el cual la población se multiplica sobre sí misma por unidad de tiempo.
- Tiempo generacional medio (T): que transcurre en promedio entre el nacimiento de una madre y el nacimiento de su descendencia.
- Tiempo de duplicación (D): número de unidades de tiempo requerido por la población para duplicarse en número.

Para la confección de la tabla de vida, fueron ingresados al programa los datos de las hembras y los de los estados inmaduros que no sobrevivieron pero que habrían llegado a ser hembras, utilizando la proporción de sexos obtenida en este trabajo, y suponiendo que la mortalidad de los estados inmaduros de las hembras y de los machos es la misma.

RESULTADOS

La cría masiva del picudo del algodón fue establecida en forma exitosa, obteniéndose más de 2.000 adultos semanalmente. Se logró que los insectos desarrollen todas sus actividades (alimentación, reproducción, oviposición, etc.) sobre la dieta artificial, sin necesidad de utilizar la planta de algodón o alguna otra malvácea hospedera.

El período de desarrollo de los estados inmaduros se detalla en la Tabla 1. La proporción de sexos obtenida fue hembras:machos 1:0,83. El total de tiempo de desarrollo de los estados inmaduros (desde la ovipostura hasta la emergencia del adulto) fue $18,6 \pm 1,7$ d, registrándose la mayor mortalidad en el estado de huevo (42,19%). Las hembras adultas vivieron $74,2 \pm 32,0$ d. Al estudiar el comportamiento de oviposición de las hembras emergidas, se observó que los primeros cuatro días corresponden al periodo de preoviposición (Tabla 2). Luego de este período el número de huevos puestos por día aumenta rápidamente alcanzando un máximo entre los días 18 a 20 luego de la emergencia de las hembras (Fig. 3). Luego de 32 d de emergidas las hembras, la tasa de oviposición se reduce y comienzan a registrarse muertes; a los 72 d, se alcanza el

el 90% de la ovipostura total y cerca de los 86 d la tasa de oviposición tiende a cero, lo cual concuerda con los períodos finales de la vida de la hembra (Fig. 4). La mediana de la supervivencia fue 63 d luego de emergidas las hembras (Fig. 5).

Los parámetros obtenidos para la cohorte estudiada fueron tasa neta de reproducción (R_0) $176,35 \pm 23,95$ hembra/hembra/generación; tasa finita de incremento (λ) $1,160 \pm 0,007$ hembra/hembra; tasa intrínseca de crecimiento natural (r_m) $0,148 \pm 0,006$ hembra/hembra/d; tiempo generacional medio (T) $35,05 \pm 0,91$ d ($n = 35$). Estos valores indican un crecimiento poblacional, siendo el tiempo de duplicación (D) de $4,66 \pm 0,19$ d.

DISCUSIÓN

En este trabajo, fue posible establecer una cría de picudo del algodón obtenido a partir de insectos de campo. Respecto a la evaluación de los parámetros biológicos de esta cría, se encontró que la duración del desarrollo de los estados inmaduros de los picudos fue de 19 días, en las condiciones que fueron evaluadas. Los resultados obtenidos concuerdan con la bibliografía, donde el ciclo de vida del picudo es completado entre los 17 y 21 d (1). Sin embargo, estos

Tabla1. Duración de los estados inmaduros de *Anthonomus grandis* en cría sobre dieta artificial bajo condiciones controladas de laboratorio a 27 °C, 50% HR, 12:12 de fotoperiodo.

Estado	Duración estado \pm DE (días)	Mínimo (días)	Máximo (días)	N	% mortalidad
Huevo	$2,32 \pm 0,47$	2	3	64	42,19
Larva	$9,71 \pm 0,71$	8	11	37	5,41
Prepupa	$1,94 \pm 1,26$	1	7	35	0
Pupa	$4,67 \pm 0,48$	4	5	35	0
Total estados inmaduros	$18,64 \pm 1,69$	16	23	35	0

Tabla2. Duración de los períodos de preoviposición, oviposición, longevidad de las hembras adultas y número de huevos por hembra de *Anthonomus grandis*.

	Promedio \pm DE	Mínimo	Máximo	N
Longevidad (días)	$74,24 \pm 31,96$	35	127	17
Período preoviposición (días)	$4,71 \pm 1,26$	3	8	17
Periodo oviposición (días)	$59,88 \pm 29,79$	21	117	17
Número huevos / hembra	397 ± 119	166	544	17

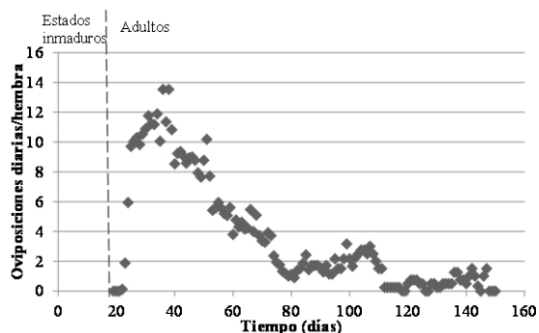


Figura 3. Número de oviposiciones diarias por hembra de *Anthonomus grandis*.

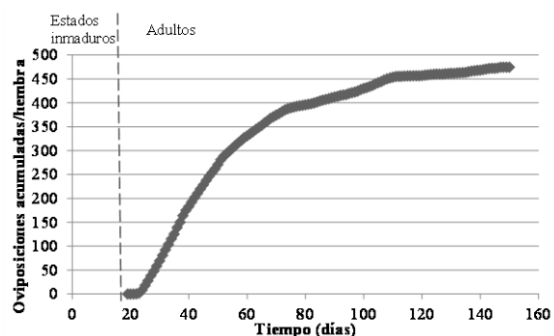


Figura 4. Curva de oviposición acumulada a lo largo de su vida desde su eclosión.

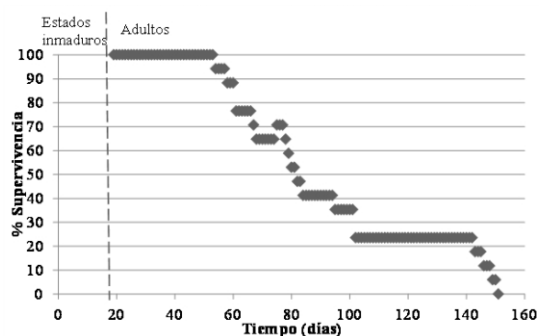


Figura 5. Porcentaje de supervivencia de las hembras adultas de *Anthonomus grandis*.

parámetros varían según los factores ambientales (tales como fotoperiodo y temperatura) y el sustrato de cría (6).

Se sabe que esta plaga aparece en la fase inicial del cultivo, donde, luego de 30 d de la siembra aparecen los primeros pimpollos y las hembras comienzan a alimentarse y oviponer. Comparando con el ciclo fenológico del algodón que tiene una duración de aproximadamente 180 d, se puede concluir que la población de picudo tendría un potencial de entre 7 y 8 generaciones por ciclo

del cultivo (anual). Este resultado apoya el concepto que el picudo del algodón es considerado una importante plaga del cultivo debido a su alto poder reproductivo, representando una elevada capacidad de postura y reducido ciclo biológico. Sin embargo, este valor es hipotético debido a que en el campo existen otros factores que influyen en la supervivencia y fecundidad de las hembras.

Por otro lado, se encontró en este trabajo que la máxima mortalidad se obtiene en los estados inmaduros. Esto es consistente con lo esperado, debido a que el desarrollo en la naturaleza, ocurre dentro de los pimpollos florales, protegidos de las condiciones ambientales, sobre todo de la desecación. En la cría en condiciones artificiales, el estado de huevo está expuesto, lo cual podría reducir mucho la viabilidad. Luego de nacer, las larvas penetran en la dieta y se cubren, quedando en esas condiciones hasta la formación de la pupa y emergencia del adulto. Con respecto a la oviposición, se observó que las hembras de picudo concentran el máximo esfuerzo reproductivo en el inicio de su vida. Trabajos anteriores mostraron que la maduración de los órganos sexuales ocurre cerca de los 3 d luego de la emergencia del adulto (2), coincidiendo con la etapa de preoviposición encontrada en este trabajo. Luego de este período, la tasa de oviposición aumenta rápidamente obteniendo un máximo al inicio de la vida, llegando a casi 14 huevos por hembra por día, y luego desciende lentamente hasta la muerte de las hembras. Greenberg *et al.* (5, 6) estudiaron los perfiles de oviposición media de hembras de picudo a distintos fotoperiodos y temperaturas y observaron fases muy marcadas del patrón de temprano incremento hasta un pico, luego un *plateau* y disminución posterior. Una diferencia es que estos autores estudiaron la oviposición realizada sobre pimpollos, encontrando oviposiciones máximas de 5 huevos por hembra por día. Además, se sabe que existen mecanismos

densodependientes basados en la disponibilidad de pimpollos para la oviposición (3). En nuestro trabajo, al realizar la tabla de vida sobre la dieta (sin exponer los picudos a los pimpollos de algodón) se obtuvo un mayor número de oviposiciones promedio (no existía limitación por sustrato de oviposición) y en este caso no se observó un *plateau* muy marcado como en los trabajos citados.

Los valores de fecundidad y de los parámetros obtenidos de la tabla de vida en este trabajo muestran un gran potencial de incremento poblacional. Estos concuerdan con otros trabajos donde mencionan que las hembras son capaces de depositar en pimpollos de algodón, un promedio de 119 huevos pudiendo llegar a un máximo individual de 368 huevos (1, 11). Trabajos anteriores evaluaron los parámetros poblacionales sobre picudos criados en laboratorio sobre pimpollos de algodón como de alimento y oviposición (3, 4, 5, 6). Respecto a estos trabajos, la longevidad, la tasa neta reproductiva (R_0) y el tiempo generacional hallados en este trabajo son mayores al mostrado por estos autores. Estos parámetros varían según las condiciones de cría (temperatura, fotoperiodo, disponibilidad de pimpollos para oviposición, entre otros).

CONCLUSIONES

En este trabajo fue posible el establecimiento de una cría de laboratorio de picudo sobre dieta artificial a partir de una población presente en la provincia de Santa Fe. La disponibilidad de una gran cantidad de insectos en tiempo y en condiciones permitió que actualmente sea utilizada en diversos estudios relacionados con el control microbiano con bacterias y hongos entomopatógenos. La información obtenida en este trabajo, es importante para ser utilizada en la planificación de la cría del picudo y de los bioensayos.

AGRADECIMIENTOS Y FINANCIAMIENTO

Al personal de apoyo técnico encargado de

la cría masiva del picudo del algodouero (IMYZA, INTA Castelar). Al Ing. Agr. (M. Sc.) F. Rubén La Rossa por ayuda en el análisis, facilitar el programa TABLAVI y sus correcciones al manuscrito.

Este trabajo fue subsidiado por el PICT 2006 – 00683 (2008 – 2011) “Control Microbiano del picudo del algodouero, *Anthonomus grandis* Boheman, con hongos y bacterias entomopatógenos” y por el Convenio de Vinculación Tecnológica INTA - Provincias N° 3110 (2009 – actual) “Generación de conocimientos y tecnologías para el control del picudo del algodouero”.

BIBLIOGRAFÍA CITADA

1. Cross W.H. 1973. Biology, control, and eradication of the boll weevil. *Annual Review of Entomology* 18: 17-45.
2. Cushman R.A. 1911. Studies in the biology of sealed puncture for studying fecundity and egg laying by the boll weevil. *Journal of Economic Entomology*. 4: 432-448.
3. Greenberg S.M., Sappington T.W., Spurgeon D.W., Sétamou M. 2003. Boll weevil (Coleoptera: Curculionidae) feeding and reproduction as functions of cotton square availability. *Environmental Entomology*. 32(2): 698-704.
4. Greenberg S.M., Sétamou M., Sappington T.W., Liu T., Coleman R.J., Armstrong J.S. 2005. Temperature-dependent development and reproduction of the boll weevil (Coleoptera: Curculionidae). *Insect Science* 12: 449-459.
5. Greenberg S.M., Spurgeon D.W., Sappington T.W., Sétamou M. 2005. Size dependent feeding and reproduction by boll weevil (Coleoptera: Curculionidae). *Journal of Economic Entomology* 98 (3): 749-756.
6. Greenberg S.M., Sappington T.W., Adamczyk J.J., Liu T.X., Sétamou M. 2008. Effects of photoperiod on boll weevil (Coleoptera: Curculionidae) development, survival, and reproduction. *Environmental Entomology* 37(6): 1396-1402.
7. La Rossa R., Kahn N. 2003. Dos programas de computadora para confeccionar tablas de vida de fertilidad y calcular parámetros bio-

- lógicos y demográficos en áfidos (Homoptera: Aphidoidea). *Revista de Investigaciones Agropecuarias INTA* 32: 127-142.
8. Lecuona R.E. 2009. Cría masiva en laboratorio del picudo del algodón *Anthonomus grandis* Boheman (Coleoptera: Curculionidae). En: Actas de XIII Jornadas Fitosanitarias Argentinas. Termas de Río Hondo, Santiago del Estero, Argentina, 2009.
 9. Maia A.H.N., Luiz A.J.B., Campanhola C. 2000. Statistical inference on associated fertility life table parameters using Jackknife technique: Computational aspects. *Journal of Economic Entomology*. 93(2): 511-518.
 10. Monnerat R., Dias S.C., Oliveira-Neto O.B. de, Nobre S.D., Sá M.F.G. de. 1999. Criação do bicudo do algodoeiro *Anthonomus grandis* em dieta artificial e estabelecimento de metodologia para bioensaios com *Bacillus thuringiensis*. En: Congresso Brasileiro de Algodão, Riberão Preto, 1999. Anais. pp. 214.
 11. Monnerat R.G., Nobre S.D.N., Neto O.B.O., Schmidt F.G.V., Dias S., Lauman R., Sá M.F.G., Sujii E.R. 2002. Parâmetros bionômicos do Bicudo-do-algodoeiro (*Anthonomus grandis*) criado em dieta artificial para realização de bioensayos. *Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento* 1(29): 1-20.
 12. Parrott W.L., Jenkins J.N., Buford W.T. 1970. Instars and duration of stadia of boll weevil larvae. *Annals of the Entomological Society of America* 63: 1265-1267.
 13. Sappington T.W., Spurgeon D.W. 2000. Preferred technique for adult sex determination of the boll weevil (Coleoptera: Curculionidae). *Annals of the Entomological Society of America* 93: 610-615
 14. Showler A.T., Cantú R.V. 2005. Intervals between boll weevil (Coleoptera: Curculionidae) oviposition and square abscission, and development to adulthood in Lower Rio Grande Valley, Texas, field conditions. *Southwestern Entomologist* 30: 161-164.
 15. Southwood T.R. 1995. Ecological methods. 2nd. Ed. Chapman & Hall, London.
 16. Stadler T., Buteler M. 2007. Migration and dispersal of *Anthonomus grandis* (Coleoptera: Curculionidae) in South America. *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina* 66 (3-4): 205-217.
 17. Toapanta M.A., Schuster D.J., Stansly P.A. 2005. Development and life history of *Anthonomus eugenii* (Coleoptera: Curculionidae) at constant temperatures. *Environmental Entomology* 34(5): 999-1008.