

NUEVOS APORTES A LA CRÍA DE *CACTOBLASTIS DODDI* (LEPIDOPTERA: PYRALIDAE) SOBRE UNA CACTÁCEA NATIVA DE JUJUY EN CONDICIONES DE LABORATORIO

NEW CONTRIBUTIONS TO THE BREEDING OF *CACTOBLASTIS DODDI* (LEPIDOPTERA: PYRALIDAE) ON A CACTUS NATIVE TO JUJUY IN LABORATORY CONDITIONS

Graciela C. Gomez^{1,2*}, María J. Barrionuevo², María I. Zamar¹

¹Departamento Entomología, Instituto de Biología de la Altura, UNJu

²Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

*Autor para correspondencia:
gracielagomez@inbial.unju.edu.ar

Período de Publicación:
Junio 2024

Historial:
Recibido: 09/04/2024
Aceptado: 10/05/2024

RESUMEN

La provincia de Jujuy es una de las provincias argentinas prioritarias para la conservación de la familia Cactaceae debido a su alta riqueza específica. Estas plantas mantienen poblaciones de distintos insectos fitófagos. En la Quebrada de Humahuaca, *Cactoblastis doddi* Heinrich cumple su ciclo vital sobre *Opuntia sulphurea* Gillies ex Salm-Dyck. Hasta el presente no se conoce la mortalidad de los estados inmaduros de este lepidóptero en condiciones de laboratorio. El objetivo fue ampliar la información referida al ciclo de vida *C. doddi* sobre *O. sulphurea* bajo condiciones ambientales de laboratorio con el fin de establecer bases para la elaboración de un protocolo de cría. Se realizaron muestreos en la localidad San Pedrito (departamento Tilcara) ubicada en la Prepuna jujeña. A partir de larvas de *C. doddi* obtenidas en campo se realizó la cría en laboratorio, se aplicó la Ley de Dyar, se evaluó la mortalidad de los estados inmaduros y se determinó el sexo de las pupas a través de dos metodologías. Se registró una elevada mortalidad de huevos y larvas de *C. doddi*. En relación a los métodos utilizados para discriminar el sexo de las pupas, la técnica del pesaje fue la más eficiente. Las pupas hembras fueron más pesadas que los machos. A través de este estudio se logró conocer nuevos aspectos de la cría de *C. doddi* bajo condiciones ambientales de laboratorio, siendo útil esta información para establecer las bases de un protocolo de cría.

Palabras clave: mortalidad, estados inmaduros, *Opuntia sulphurea*, conservación

SUMMARY

The province of Jujuy is one of the priority Argentine provinces for the conservation of the Cactaceae family due to its high specific richness. These plants maintain populations of different phytophagous insects. In

Quebrada de Humahuaca *Cactoblastis doddi* Heinrich fulfills its life cycle on *Opuntia sulphurea* Gillies ex Salm-Dyck. Up to the present, the mortality of the immature stages of this lepidopteran under laboratory conditions is not known. The aim was to expand the information regarding the life cycle of *C. doddi* on *O. sulphurea* under laboratory ambient conditions in order to establish bases for the development of a breeding protocol. Sampling was carried out in the town of San Pedrito (Tilcara department) located in the Prepuna of Jujuy. From larvae of *C. doddi* obtained in the field, laboratory rearing was carried out, the Law of Dyar was applied, the mortality of the immature stages was evaluated and the sex of the pupae was determined through two methodologies. A high mortality of eggs and larvae of *C. doddi* was recorded. In relation to the methods used to discriminate the sex of the pupae, the weighing technique was the most efficient. Female pupae were heavier than males. Through this study, new aspects of *C. doddi* breeding under laboratory environmental conditions were known, this information being useful to establish the bases of a breeding protocol.

Keywords: mortality, immature stages, *Opuntia sulphurea*, conservation

INTRODUCCIÓN

Cactaceae (Magnoliophyta: Caryophyllales) constituye una familia americana que reúne 200 géneros y 2000 especies. En la República Argentina está representada por unos 37 géneros, con alrededor de 210 especies, distribuidas en casi todas las provincias fitogeográficas, especialmente en el dominio chaqueño: provincias del Chaco, del Espinal, de la Prepuna y del Monte (Kiesling et al., 2011).

La región noroeste de Argentina (NOA) forma parte de uno de los centros de diversidad de cactáceas más importantes a escala global (Ortega-Baes et al., 2010) siendo Jujuy una de las provincias prioritarias para la conservación de estas plantas debido a su elevada riqueza específica (Ortega-Baes et al., 2015).

Las cactáceas mantienen poblaciones de varias especies de insectos fitófagos entre los que se encuentran los lepidópteros Phycitinae (Pyralidae) (Zimmerman, Erb, & Mcfadyen, 1979; Zimmermann, Bloem & Klein, 2007). Uno de los géneros asociados a las cactáceas es *Cactoblastis* Ragonot, integrado por las especies: *C. doddi* Heinrich, *C. cactorum* (Berg), *C. bucyrus* Dyar, *C. mundelli* Heinrich y *C. ronnai* (Brèthes) (Heinrich, 1939).

En la Quebrada de Humahuaca (Jujuy, Argentina) Arce de Hamity & Neder de Román (1999) y Gomez, Neder de Román, Linares & Zamar (2015) estudiaron los ciclos de vida en laboratorio y la caracterización morfológica de los estados inmaduros *C. bucyrus* y *C. doddi*, respectivamente.

Cactoblastis doddi cumple su ciclo vital sobre *Opuntia sulphurea* Gillies ex Salm-Dyck, en condiciones de laboratorio se manifiesta como bivoltina, tiene una generación corta de verano (147 días) y una larga de invierno (> 258 días) (Gomez et al., 2015), pero no existen referencias sobre la mortalidad de los estados inmaduros de esta especie.

El objetivo fue ampliar la información referida al ciclo de vida *C. doddi* sobre *O. sulphurea* bajo condiciones ambientales de laboratorio con el fin de establecer bases para la elaboración de un protocolo de cría.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

Corresponde a la localidad de San Pedrito (23°36'17"S; 65°22'00"O; 2427 msnm) ubicada en el departamento Tilcara de la provincia de Jujuy (Rep. Argentina). El área se encuentra en la provincia fitogeográfica de la Prepuna (Cabrera & Willink, 1973 y Cabrera, 1976). Braun Wilke et al., (2000), la categorizan fisonómicamente como estepa matorral prepuneña. El clima es seco y cálido, con lluvias exclusivamente estivales de 150-200 mm/año. La vegetación es predominantemente arbustiva, baja y esparcida entre las que destacan los géneros *Opuntia* Mill., *Parodia* Spegazzini, *Lobivia* Britton & Rose, y cactáceas arborescentes como *Trichocereus terscheckii* (Parm. ex Pfeiff.) Britton & Rose y *T. atacamensis* (Phil.) Backeb (Cabrera & Willink, 1973; Cabrera, 1976).

Obtención de *C. doddi* en campo y cría en laboratorio

Se realizaron dos muestreos, en febrero de 2009 y 2010 coincidentes con el desarrollo de la generación de invierno de *C. doddi*. Se extrajeron cladodios de *O. sulphurea* que contenían en su interior larvas del lepidóptero, cuya presencia se manifestó a través de los orificios en la epidermis ocasionados por las larvas y por la presencia de materia fecal. Los cladodios de *O. sulphurea* colectados (entre 1-3 cladodios) se dispusieron en bolsas de tela *voile* para su posterior acondicionamiento en el laboratorio.

La cría en laboratorio se inició en febrero de 2009 con larvas de *C. doddi* de la generación de invierno y concluyó en marzo de 2011 con la emergencia de adultos de la generación de verano. Durante este período se estudiaron dos generaciones de verano completas, desde huevo a adulto, correspondientes a los años 2009 y 2010 (dos cohortes o repeticiones) (Fig. 1). Ambas generaciones de verano se consiguieron a partir de huevos puestos en laboratorio por hembras de la generación de invierno. Para ello, los adultos emergidos fueron alimentados con una solución de agua destilada y miel diluida al 70% contenida en un trozo de algodón hidrofílico dentro de un recipiente de plástico de 3x2x3 cm. Para la oviposición se colocó un cladodio limpio sobre la base de las jaulas.

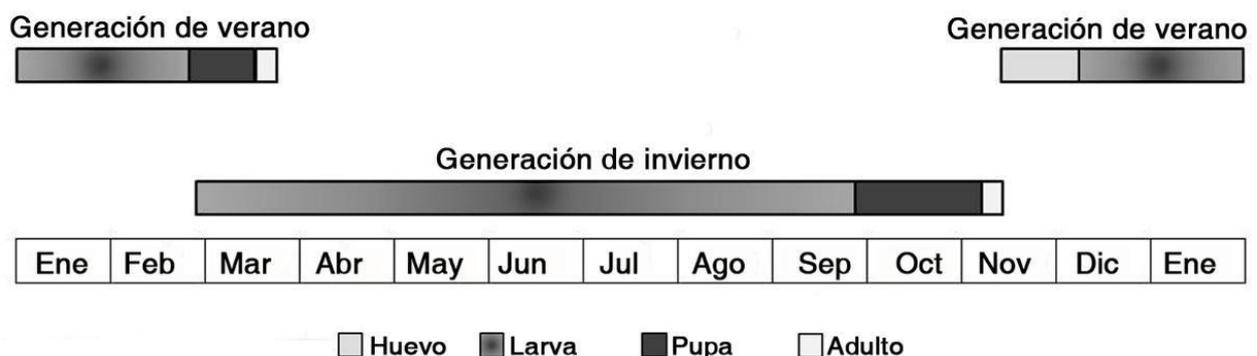


Figura 1: Ciclo de vida de *C. doddi* sobre *O. sulphurea* en laboratorio. Generación de invierno (febrero a noviembre) obtenida a partir de larvas de campo. Generación de verano (noviembre a marzo) obtenida a partir de huevos puestos por hembras de la generación de invierno.

El desarrollo del ciclo de vida se llevó a cabo en el insectario del Instituto de Biología de la Altura (INBIAL) de la Universidad Nacional de Jujuy bajo las siguientes condiciones: Temperatura: $23 \pm 3^\circ\text{C}$; Humedad Relativa: $69 \pm 11\%$ fotoperíodo 12:12h L/O. Los cladodios con larvas de *C. doddi* se acondicionaron en jaulas de madera de 40x40x40 cm. Para evitar posibles contaminaciones, las jaulas fueron desinfectadas con una solución de hipoclorito de sodio al 0,5%.

Las larvas se alimentaron con sustrato natural limpio (sin insectos). Para la pupación se ubicaron a los cladodios sobre una bandeja de plástico de 22x30x3 cm con arena limpia en el interior de las jaulas antes descriptas.

Control del crecimiento de las larvas: el reconocimiento de los estadios de *C. doddi* se realizó mediante las medidas del ancho cefálico. Debido a que las orugas viven en el interior de tejidos vegetales se dificulta la observación de las mismas, por ello se controló diariamente el interior de los cladodios mediante incisiones y observación del crecimiento de las larvas bajo microscopio estereoscópico. Para asegurar el sustrato alimenticio de las larvas se colocaron cladodios nuevos y sanos.

Para evaluar el crecimiento de las larvas se midió el ancho de las cápsulas cefálicas con un micrómetro ocular incorporado al microscopio estereoscópico (micras). El diámetro de la cápsula cefálica permite estimar la edad aproximada de la larva en una especie dada (Barrionuevo, 2011), el incremento ocurre en una progresión geométrica con una razón constante (q) para cada especie (Sardesai, 1969).

Mortalidad de los estados inmaduros

Se calculó el porcentaje de mortalidad de los estados inmaduros de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$\% \text{ de Mortalidad} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de individuos muertos por estado del ciclo de vida} \times 100}{\text{N}^\circ \text{ de individuos que inician el estado}}$$

La mortalidad de cada estado fue evaluada a partir de las dos cohortes por separado:

Huevo: Para evaluar la mortalidad de este estado se obtuvieron en laboratorio dos oviposturas, una proveniente de una hembra de dos días de vida de la cría de 2009 y otra de una hembra de cuatro días de la cría de 2010. Cada ovipostura estuvo constituida por 129 huevos.

Larva: La mortalidad se obtuvo a partir de las orugas provenientes de oviposturas obtenidas en laboratorio de las crías de las generaciones de verano de 2009 y 2010.

Pupa: La mortalidad de este estado se evaluó a partir de las pupas correspondientes a las crías de las generaciones de verano de 2009 y 2010.

Determinación del sexo de pupas de *C. doddi*

Se usaron dos metodologías, la primera consistió en extraer mecánicamente el capullo de seda que envuelve a las pupas, esta técnica implica cortar o rasgar manualmente un pequeño orificio en un extremo del capullo y empujar suavemente la pupa desde el extremo opuesto (Marti & Carpenter, 2008). El lote estuvo constituido por 15 ejemplares.

El segundo método consistió en el pesaje de pupas, con la premisa de que las hembras pesan más que los machos, como ocurre en otras especies de lepidópteros (Gomez, Fernández Salinas & Barrionuevo, 2020). Se empleó una balanza de precisión y se procedió a pesar individualmente las pupas, sin extraer mecánicamente el capullo de seda, de un lote de 26 ejemplares (obtenidos en laboratorio). Para confirmar el sexo se individualizó cada pupa en un recipiente de plástico hasta la emergencia del adulto. Con el fin de evaluar si existían diferencias estadísticas entre el peso (gramos) de ambos sexos se realizó el test no paramétrico de Wilcoxon mediante el uso del software R 3.6.3.

Para comparar la eficacia de cada método se tomó como parámetro el porcentaje de mortalidad de pupas obtenido con cada técnica de determinación de sexo.

RESULTADOS

Control del crecimiento de las larvas: La tasa de crecimiento del diámetro cefálico de *C. doddi* se muestra en la Tabla I. El valor q calculado a partir de las cápsulas cefálicas fue 1,3. El incremento evidenciado en la progresión geométrica a través de un valor constante confirmó la existencia de siete estadios larvales en condiciones de laboratorio.

Tabla 1: Medidas de las cápsulas cefálicas y tasa de crecimiento de estadios larvales de *C. doddi* y *C. bucyrus* mantenidas bajo condiciones de laboratorio.

Estadio	AC (micras) <i>C. doddi</i>	q <i>C. doddi</i>	AC (micras) <i>C. bucyrus</i>	q <i>C. bucyrus</i>
I	476		600	
II	636	1.3	750	1.3
III	839	1.3	880	1.2
IV	1 063	1.3	1110	1.3
V	1 365	1.3	1400	1.3
VI	1 804	1.3	1600	1.2
VII	2 087	1.2	2000	1.3
VIII	-	-	2500	1.3
IX	-	-	3000	1.2

Mortalidad de los estados inmaduros en laboratorio

Huevos: El porcentaje de mortalidad del estado de huevo registrado en la cría del año 2009 fue de 40% (n=51) y mientras que en el año 2010 fue de 74% (n=95), obteniéndose un promedio de $57 \pm 25\%$ de mortalidad.

Larvas: Se observó una elevada mortalidad larval, con valores del 100% para la cría del año 2009 (n=78) y de 94% para la cría del año 2010 (n=32). Las orugas enfermas se mostraron inquietas movilizándose en grupo por las paredes y techo de las jaulas. Fue común encontrarlas muertas, colgadas del techo, sostenidas por sus espuripedios posteriores y con una coloración rojiza o puntuaciones negras (Figuras 2 y 3).

Pupa: la mortalidad de este estado fue del 41% en el año 2010 (n=12). No se registraron datos de mortalidad de la cría del año 2009 debido a que las orugas no alcanzaron el estado de pupa.



Figura 2: Larvas de *C. doddi* colgadas de sus espuripedios.



Figura 3: Larvas de *C. doddi* con signos de enfermedad movilizándose por el techo de la jaula.

Determinación del sexo de pupas de *C. doddi* en laboratorio

El método más eficiente para determinar del sexo de las pupas fue el pesaje de los ejemplares ya que a través del mismo no se registró mortalidad. En tanto que el segundo método de sexado, mediante el cual se extraía mecánicamente el capullo de seda, presentó un porcentaje de mortalidad elevado (80 %).

Con respecto al peso de las pupas, existieron diferencias entre los sexos siendo las hembras más pesadas que los machos (♀ : 0,42 g; ♂ : 0,29 g; $z = 4,3$, $p = 1.923e-07$, Wilcoxon) (Tabla II).

Tabla 2: Resumen estadístico del peso (gramos) de 26 pupas de *Cactoblastis doddii* mantenidas bajo condiciones ambientales controladas de laboratorio.

Parámetro	Machos	Hembras
N	13	13
Peso mínimo (g)	0,25	0,41
Peso máximo (g)	0,36	0,46
Media (g)	0,29	0,42
Mediana (g)	0,29	0,42

DISCUSIÓN

Bajo condiciones ambientales de laboratorio, la tasa de crecimiento de las larvas de *C. doddii* ($q= 1,3$) fue la misma que la reportada para *C. bucyrus* por Arce de Hamity & Neder de Román (1999), quienes calcularon el incremento cefálico a partir de las medidas de las cápsulas cefálicas del primer y segundo estadio larval. Esta medida solo resulta útil para identificar los estadios larvales, pero no para diferencias las especies co-genéricas entre sí.

Por otro lado, la fecundidad promedio de *C. doddii* en laboratorio fue elevada (129 huevos por postura) en comparación con la especie cogenérica *C. bucyrus* (53 ± 12 por postura) (Arce de Hamity & Neder de Román, 1999). A pesar de ello, el estado de huevo se ve afectado por una elevada mortalidad cuyo porcentaje promedio es de $57\pm 24\%$, es decir que aproximadamente la mitad de los huevos de una postura logra eclosionar. La variación en la mortalidad de huevos de las crías de los años 2009 (40%) y 2010 (74%) podría deberse a diferencias en la edad de las hembras. En el año 2009, la ovipostura fue colocada por una hembra de dos días de vida, mientras que en 2010 la edad de la hembra fue de cuatro días. Estudios realizados por Legaspi, Baez & Legaspi (2009) demostraron que la mortalidad de huevos de *C. cactorum* es mayor cuando las hembras superan los tres días de edad.

Con respecto a la mortalidad del estado larval, la misma fue elevada con valores comprendidos entre 94-100%. La muerte de las orugas de *C. doddii* pudo ser producida principalmente por microorganismos patógenos. Se considera que hubo primeramente una enfermedad viral y a partir de ella se instalaron bacterias que en conjunto provocaron la muerte larval (Álvarez com. pers. 2011).

Los síntomas detectados tales como el cambio de color, irritabilidad, movimientos de una posición a otra seguidos por la muerte, larvas muertas con fuerte olor pútrido colgadas por sus espuripedios, han sido estudiados para distintos lepidópteros. Se conoce que determinados virus producen irritabilidad en las larvas de lepidópteros forestales infectados, las cuales suben a las copas de los árboles u otro hospedero, donde se cuelgan de sus espuripedios y mueren (Steinhaus, 1949). Este comportamiento se observó también en larvas de *C. cactorum* criadas sobre dieta artificial, las cuales se encontraron muertas colgadas de las paredes de los recipientes de cría; las mismas fueron positivas para el virus icosaédrico (VI) y para el virus de la polyhedrosis citoplasmática (CPV) (Marti & Carpenter, 2007).

Estudios realizados por Pemberton & Cordo (2001) en Argentina, demostraron la presencia de otro patógeno: *Nosema* (Microsporida: Nosematidae) en larvas de *C. cactorum*. Asimismo, en muchas enfermedades, los insectos afectados adquieren una coloración característica que los distingue de los individuos sanos; una coloración marrón oscura a negra puede deberse al deterioro de los tejidos sometidos a la acción enzimática de las bacterias. En este tipo de enfermedad, los tejidos internos toman una consistencia viscosa, acompañada de olor (Steinhaus, 1949).

Respecto a la mortalidad de las pupas de *C. doddi*, el valor registrado fue relativamente bajo (41%), comparado con *C. cactorum* cuya mortalidad varía desde 13% (Zamudio, 2009) hasta 60% (Logarzo et al., 2008).

Con relación a los métodos utilizados para discriminar el sexo de las pupas, la técnica del pesaje (pupa más capullo) fue la más eficiente ya que no produjo la muerte de los ejemplares. A través de este método pudo confirmarse que existen diferencias en el peso de ambos sexos. Estos resultados fueron coincidentes con diversos estudios realizados sobre *C. cactorum* los cuales demostraron que las hembras son más pesadas que los machos (Legaspi & Legaspi, 2007; Sarvary et al., 2008). Por otro lado, el método de extracción mecánica del capullo de seda para identificar el sexo a través de la observación directa no fue adecuado debido a que afectó la vitalidad de *C. doddi* provocando un 80% de mortalidad. Una alternativa a esta técnica es la inmersión en hipoclorito de sodio propuesta por Marti & Carpenter (2008) quienes eliminaron los capullos de las pupas de *C. cactorum* mediante la inmersión en disoluciones de NaClO durante 20-198 segundos. Este tratamiento es eficaz y no afecta la emergencia de los adultos, pero no fue probado en el presente estudio.

La cría de *C. doddi* bajo condiciones de laboratorio difiere de las de otras especies de lepidópteros cuyos ciclos de vida pueden llevarse a cabo con facilidad ya que pueden ser observados a simple vista. Debido a los hábitos endofíticos de *C. doddi* no es posible la observación directa, siendo necesario realizar incisiones en los cladodios de *O. sulphurea*, esta manipulación puede afectar a los individuos incluso ocasionarles la muerte. Por otro lado, el estado larval es el más prolongado, ésta característica lo hace más susceptible a contraer enfermedades virales durante la cría en condiciones ambientales de laboratorio.

CONCLUSIONES

A través de este estudio se logró conocer nuevos aspectos de la cría de *C. doddi* bajo condiciones ambientales de laboratorio, siendo útil esta información para establecer las bases de un protocolo de cría.

BIBLIOGRAFÍA

- Arce de Hamity, M.G. & Neder de Román, L E. (1999). Bioecología de *Cactoblastis bucyrus* (Lepidoptera: Phycitidae), especie dañina al cardón *Trichocereus pasacana* en la Prepuna jujeña (Argentina). *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina*, 58 (3-4), 23-32. Recuperado de <https://www.biotaxa.org/RSEA/article/view/32476>
- Barrionuevo, M.J. (2011). Redescrición de los estados preimaginales de *Rachiplusia nu* (Lepidoptera: Noctuidae). *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina*, 70 (3-4), 169-184. Recuperado de <https://www.biotaxa.org/RSEA/article/view/24404>
- Braun Wilke, R., Santos, E., Picchetti, L., Larrán, M. Guzmán, G., Colarich, C. & Casoli, C. (2000). Carta de aptitud ambiental de la provincia de Jujuy. Colec. Arte-Ciencia, Serie Jujuy en el presente, San Salvador de Jujuy, Argentina.
- Cabrera, A.L. & Willink, A. (1973). Biogeografía de América Latina. OEA, Washington, Estados Unidos.
- Cabrera, A.L. (1976). Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería. Acme S.A.C.I. Buenos Aires, Argentina.
- Gomez, G.C., Neder de Román, L.E., Linares, M.A. & Zamar, M.I. (2015). Morfología de los estados inmaduros

- y biología de *Cactoblastis doddi* (Lepidoptera: Pyralidae) en la prepuna de Jujuy (noroeste de Argentina). *Revista de Biología Tropical*, 63 (4), 971-980. Recuperado de <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/rbt/article/view/17197>
- Gomez, G.C., Fernández Salinas, M.L. & Barrionuevo, M.J. (2020). Ciclo de vida de *Chlosyne lacinia saundersii* (Lepidoptera: Nymphalidae) sobre *Tithonia tubaeformis* (Jacq.) Cass. en condiciones controladas de laboratorio. *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina*, 79 (4): 31-38. Recuperado de <https://www.biotaxa.org/RSEA/article/view/66322>
- Heinrich, C. (1939). The cactus- feeding Phycitinae: A contribution toward a revision of the american pyralidoid moths of the family Phycitidae. *Proceedings of the United States National Museum*, 86 (3053), 354-361.
- Kiesling, R., Saravia, M., Oackley, L., Muruaga, N., Metzging, D. & Novara L. (2011). Flora del Valle de Lerma. Cactaceae Juss. *Aportes Bot. de Salta-Ser. Flora*, 10 (7), 1-142.
- Legaspi, J.C. & Legaspi, B.C. (2007). Life Table Analysis for *Cactoblastis cactorum* immatures and female adults under five constant temperatures: Implications for pest management. *Annals of the Entomological Society of America*, 100, 497-505. Recuperado de https://www.ars.usda.gov/arsuserfiles/26446/2007_cactus_moth_lifetable_jcl.pdf
- Legaspi, J.C., Baez, I. & Legaspi, B. (2009). Reproduction, Longevity, and Survival of *Cactoblastis cactorum* (Lepidoptera: Pyralidae). *Annals of Entomological Society of America*, 102 (3): 45-449.
- Logarzo, G. A., Varone, L., Brianoj, A. Lobos, E., Ruiz, D. G, Guala, M. E., Palottini, F. & Hight, S. (2008). Tablas de vida de *Cactoblastis cactorum* (Berg) (Lepidoptera: Pyralidae) en cultivos de tuna en Argentina. En: *Actas y Trabajos del VII Congreso Argentino de Entomología, 2008, Córdoba*. pp. 282.
- Mann, J. (1969). Cactus-feeding insects and mites. *Bulletin of the Smithsonian Institution United National Museum*, 256, 44-52.
- Marti, O.G., Styer, E. L., Myers, R. & Carpenter, J.E. (2007). Viruses in laboratory- reared cactus moth, *Cactoblastis cactorum* (Lepidoptera: Pyralidae). *Florida Entomologist*, 90 (1), 274-277. Recuperado de <https://www.jstor.org/stable/4151169>
- Marti, O.G. & Carpenter, J. E. (2008). Chemical desilking of *Cactoblastis cactorum* Berg pupae. *Journal of Entomological Science* 43 (3), 344-347.
- Ortega-Baes, P., Godínez-Alvarez, H., Sajama, J., Gorostiague, P., Sührling, S., Galíndez, G., Bravo, S., López-Spahr, D., Alonso-Pedano, M., Lindow-López, L., Barrionuevo, A., Sosa, C., Curti, R.N., & Juárez, A. (2015). La familia Cactaceae en Argentina: patrones de diversidad y prioridades políticas para su conservación. *Bol. Soc. Argent. Bot.*, **50**, 71-78
- Ortega-Baes, P., Sührling, S., Sajama, J., Sotola, E., Alonso-Pedano, M., Bravo, S. & Godínez-Alvarez, H. (2010). Diversity and conservation in the cactus family. *Desert Plants* (ed. Ramawat K. G.), pp. 157-173. Springer, Berlin- Heidelberg. Recuperado de https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-642-02550-1_8
- Pemberton, R.W., & Cordo, H.A. (2001). *Nosema* (Microsporida: Nosematidae) species as potencial biological control agents of *Cactoblastis cactorum* (Lepidoptera: Pyralidae): Surveys for the Microsporidia in Argentina and South Africa. *Florida Entomologist*, 84 (4), 527-530. Recuperado de <https://journals.flvc.org/flaent/article/view/74999>

- Sardesai, I.B. (1969). Relationship of size of fecal pellets to larval molts in Lepidoptera. *Annals of the Entomological Society of America*, 62 (3), 662. Recuperado de <https://academic.oup.com/aesa/article-abstract/62/3/662/24282?redirectedFrom=fulltext>
- Sarvary, M.A, Bloem, K.A., Bloem, S., Carpenter, J., Hight, S.D., & Dorn, S. (2008). Diel flight pattern and flight performance of *Cactoblastis cactorum* (Lepidoptera: Pyralidae) Measured on a flight mill: Influence of age, gender, mating status, and body size. *Journal of economic Entomology*, 101 (2), 314-324.
- Steinhaus E.A., (1949). *Principles of insect pathology*. McGraw-Hill, New York.
- Zamudio, M.P. (2009). *Morfología de estados inmaduros y adultos y tabla de vida de Cactoblastis cactorum* (Lepidoptera: Pyralidae). (Tesis de maestría). Universidad Nacional de Tucumán, Argentina.
- Zimmermann, H., Bloem, S., & Klein, H. (2007). *Cactoblastis cactorum*. Biología, historia, amenaza, monitoreo y control de la palomilla del nopal. FAO-IAEA, México.
- Zimmermann, H., Erb, H.E., & McFadyen, R. E. (1979). Annotated list of some cactus feeding insects of South America. *Acta Zoológica Lilloana*, 33 (2), 101-112.