



## PARÁMETROS BIOLÓGICOS DEL DEPREDADOR *Engytatus varians* (Distant) (HEMIPTERA: MIRIDAE): EFECTO DEL AZÚCAR EN SU DIETA

Luis J. Palma-Castillo, Daniel A. Pérez-Aguilar, Ana M. Martínez-Castillo, José I. Figueroa-de la Rosa, Juan M. Chavarrieta-Yáñez, Selene Ramos-Ortiz y Samuel Pineda-Guillermo


Aceptado: 28 de octubre 2022  
Publicado: 31 de diciembre 2022



## PARÁMETROS BIOLÓGICOS DEL DEPRIDADOR *Engytatus varians* (Distant) (HEMIPTERA: MIRIDAE): EFECTO DEL AZÚCAR EN SU DIETA)

Luis J. Palma-Castillo, Daniel A. Pérez-Aguilar, Ana M. Martínez-Castillo, José I. Figueroa-de la Rosa, Juan M. Chavarrieta-Yáñez, Selene Ramos-Ortiz y Samuel Pineda-Guillermo 

Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Km. 9.5 carretera Morelia-Zinapécuaro, Tarímbaro, 58880, Michoacán, México.

 Autor de correspondencia: samuel.pineda@umich.mx

**RESUMEN.** En el presente estudio se evaluó, bajo condiciones de laboratorio, el efecto de una solución de azúcar al 5% y 10% (= tratamientos), como alimento complementario en el depredador zoofitófago *Engytatus varians* (Distant 1884) (Hemiptera: Miridae). Este carbohidrato se adicionó a la dieta natural a base de ninfas de tercer instar (N3) de *Bactericera cockerelli* (Sulc.) 1909 (Hemiptera: Triozidae), con lo cual se evaluó la longevidad y sobrevivencia de ninfas y adultos, así como la proporción de sexos de la descendencia del depredador. No se observaron diferencias en longevidad y sobrevivencia entre machos y hembras de *E. varians* cuando se alimentaron con ninfas N3 de *B. cockerelli* más ambas soluciones de azúcar. De igual forma, el desarrollo de la descendencia no se afectó debido a que 60.27 y 54.21% de las ninfas alcanzó el estado adulto, con una proporción de sexos de 2:1 (macho:hembra), cuando se alimentaron con estos tratamientos, respectivamente. Es necesario realizar más estudios para determinar la concentración óptima de la solución de azúcar que requiere *E. varians* para maximizar su potencial como agente de control biológico.

**Palabras clave:** Depredador zoofitófago, sobrevivencia, proporción de sexos, complemento alimenticio, cría de enemigos naturales.

### Biological parameters of the predator *Engytatus varians* (Distant) (Hemiptera: Miridae): effect of the sugar in its diet

**ABSTRACT.** In this study, the effect of a sugar solution at 5% and 10% (= treatments), as supplement food, was evaluated under laboratory conditions on the zoophytophagous predator *Engytatus varians* (Distant 1884) (Hemiptera: Miridae). This carbohydrate was added to natural diet based on the third instar (N3) of *Bactericera cockerelli* (Sulc.) 1909 (Hemiptera: Triozidae), and the longevity and survival of nymphs and adults, as well as the sex ratio of the predator offspring, were evaluated. Differences in longevity and survival between males and females of *E. varians* were not observed when fed N3 of *B. cockerelli* plus both sugar solutions. Also, development of the offspring was not affected because 60.27 and 54.21% of the nymphs reached the adult stage, with a sex ratio of 2:1 (male:female), when fed with these treatments, respectively. More studies are necessary to determine the optimum concentration of the sugar solution required for *E. varians* to maximize its potential as a biological control agent.

**Keywords:** Zoophytophagous predator, survival, sex ratio, food supplement, rearing of natural enemies.

## INTRODUCCIÓN

El hemíptero *Engytatus varians* (Distant 1884) (Hemiptera: Miridae) es un zoofitófago depredador que se alimenta sobre las plantas y los insectos fitófagos que viven sobre ellas (Martínez *et al.*, 2014). Este depredador se considera un agente potencial de control biológico por su alimentación sobre varias especies de insectos plaga; entre ellos, áfidos, pseudocóccidos, moscas blancas y lepidópteros (Ayala *et al.*, 1982; Wheeler, 2001; Bueno *et al.*, 2013; Pineda *et al.*, 2020).

En México, *E. varians* se registró por primera vez alimentándose sobre ninfas del psílido *Bactericera cockerelli* (Sulc.) 1909 (Hemiptera: Triozidae) sobre plantas de tomate (*Solanum lycopersicum* Miller) (Martínez *et al.*, 2014). Este psílido es una de las principales plagas de diversos cultivos hortícolas; entre ellos, tomate, papa (*Solanum tuberosum* L.) y chile (*Capsicum annuum* L.), tanto en condiciones de invernadero como en campo (Garzón, 2002; Bujanos y Ramos, 2015).

*Bactericera cockerelli* es el agente vector de la enfermedad zebra chip en papa, la cual es causada por la bacteria *Candidatus Liberibacter solanacearum* (Hansen *et al.*, 2008; Garzón *et al.*, 2009; Liefing *et al.*, 2009; Lin *et al.*, 2009; Bujanos y Ramos, 2015). Debido al daño directo (alimentación de la savia de la plantas), *B. cockerelli* puede causar pérdidas de entre 80 y 90% en la producción de tomate fresco (Liu y Trumble, 2006; Bernal, 2011). Para el control de este insecto, los agricultores realizan hasta 15 aplicaciones de insecticidas químicos de amplio espectro. Sin embargo, este método de control no ha sido satisfactorio debido a la alta capacidad de *B. cockerelli* para desarrollar resistencia. Ante este contexto, es necesario encontrar alternativas ambientalmente seguras en el manejo de esta plaga. Los extractos vegetales, a base de pirul *Schinus molle* (Sessé & Moc.) (Landro-Valenzuela *et al.*, 2022), los hongos entomopatógenos *Bauveria bassiana* (Balsamo), *Metarhizium anisopliae* (Metchnikoff Sorokin) y *Paecilomyces fumosoroseus* (Wize) (<http://agrobionsa.com>), así como el parasitoide *Tamarixia triozae* (Burks) (Hymenoptera: Eulophidae) (<https://www.koppert.mx>) tienen gran potencial para ser utilizados en el manejo de *B. cockerelli* (Tamayo-Mejía *et al.*, 2015).

Por otro lado, desde su registro en México, se han estudiado diversos aspectos de *E. varians*; entre ellos, su ciclo de vida, características biológicas y reproductivas (Pineda *et al.*, 2016; Mena-Mociño *et al.*, 2021), capacidad de consumo y preferencia de depredación sobre huevos e instares ninfales de *B. cockerelli* (Pineda *et al.*, 2020; Mena-Mociño *et al.*, 2021), respuesta funcional (Cortes-Piñon, 2017), potencial como depredador en condiciones de semicampo y susceptibilidad hacia distintos insecticidas (Pérez-Aguilar *et al.*, 2018, 2019), así como el efecto de dietas naturales y artificiales sobre sus parámetros biológicos y demográficos (Palma-Castillo, 2019; Palma-Castillo *et al.*, 2019). En el Laboratorio de Entomología Agrícola (LEA) del Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (IIAF) de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH) se ha establecido la cría de *E. varians* utilizando huevos de *Sitotroga cerealella* Olivier 1789 (Lepidoptera: Gelechiidae) como presa alternativa. Sin embargo, el costo y disponibilidad de este alimento dificulta el mantenimiento de este depredador. Por lo tanto, es necesario encontrar fuentes alimenticias más accesibles que complementen la nutrición de este depredador, reduzcan los costos de su mantenimiento y optimicen su proceso de cría. En este estudio, se evaluó, bajo condiciones de laboratorio, el efecto de una solución de azúcar sobre los parámetros biológicos (longevidad y sobrevivencia) de los adultos de este depredador, así como la sobrevivencia ninfal y proporción de sexos de su descendencia.

## MATERIALES Y MÉTODO

**Material vegetal.** Las plantas de tomate (tipo Saladette, variedad Río Grande) procedieron de semillas germinadas en un semillero de unicel de 200 celdas. Para disponer de plantas en los experimentos, cada cuatro días se trasplantaron, individualmente, 30 plántulas de 28 días de edad en vasos de unicel de 1 L de capacidad, los cuales contenían tierra de encino. Las plantas se regaron cada vez que fue necesario y se fertilizaron cada tercer día con una solución que contenía 8 g de una mezcla de fertilizante (14-20-8; N-K-P) y micronutrientes, tales como Boro 0.01%, Cobre 0.02%, Hierro 0.05%, Manganeso 0.05%, Molibdeno 0.01% y Zinc 0.02%. Las plantas se mantuvieron en un invernadero ventilado (120 m<sup>2</sup>), a una temperatura de entre 16 y 40 °C, 65% de humedad relativa (HR) y un fotoperiodo de ~14:10 h (luz:oscuridad) en el IIAF de la UMSNH, ubicado en El Trébol, Tarímbaro, Michoacán.

**Cría de *B. cockerelli* y *E. varians*.** Los individuos de *B. cockerelli* y *E. varians* que se utilizaron en los experimentos provinieron de crías que se han mantenido bajo condiciones ambientales (~26° C, 56% de HR y ~12:12 h [L:O]) en el LEA del IIAF de la UMSNH. Ambas colonias no tuvieron antecedentes de exposición a insecticidas químicos.

Las ninfas y adultos de *B. cockerelli* se mantuvieron en tres jaulas de madera (50 × 50 × 50 cm) cubiertas con tela de organza. Cada jaula contenía en su interior cuatro plantas de tomate (~30 cm de altura con cuatro a cinco hojas bien desarrolladas) que sirvieron como sustrato de oviposición. Las plantas de tomate se remplazaron cada tercer día. Los individuos de *E. varians* se mantuvieron sobre plantas de tomate en una jaula similar a la descrita anteriormente que contenía cuatro plantas de tomate. Las ninfas y adultos de este depredador se alimentan con huevos de *S. cerealella* (Bio-Bichs® de México, S.A de C.V., Uruapan, Michoacán), los cuales se colocaron sobre tiras de cinta adhesiva (Scotch®; 10 × 1.8 cm).

**Influencia de la concentración de azúcar en los parámetros biológicos de *E. varians*.** Se ensayaron dos tratamientos, los cuales contenían las siguientes combinaciones de alimento: i) ninfas de tercer instar (N3) de *B. cockerelli* + una solución de azúcar al 5% y ii) ninfas N3 de *B. cockerelli* + una solución de azúcar al 10%. En ambos casos, se utilizó azúcar refinada.

**Longevidad y sobrevivencia de adultos de *E. varians* de la primera generación (F1).** Los escenarios de los experimentos consistieron en una planta de tomate (~10-15 cm de altura con cuatro hojas bien desarrolladas) donde se colocaron 40 ninfas N3 de *B. cockerelli* + solución al 5% o 10% (según el tratamiento correspondiente) (= una repetición). La planta de tomate se cubrió con un vaso de 1 L de capacidad con tres orificios recubiertos con tela de organza. Posteriormente, se introdujeron dos hembras + dos machos de *E. varians* (<3 d de edad). Las ninfas N3 de *B. cockerelli* se colocaron sobre las hojas de la planta de tomate con la ayuda de un pincel de cerdas finas y la solución de azúcar (5% o 10%) se colocó en tubos Eppendorf® de 1.5 ml cubiertos con algodón, los cuales se sujetaron en la parte media del tallo de la planta de tomate. Las ninfas de *B. cockerelli* y las soluciones de azúcar se remplazaron cada 48 h para asegurar que el estado biológico de la presa fuera siempre de tercer instar, así como evitar el desarrollo de hongos. Se realizaron 10 repeticiones por tratamiento. Las plantas de tomate se remplazaron cada cuatro días hasta la muerte de los adultos de *E. varians*. Los adultos del depredador se observaron cada 24 h hasta su muerte para determinar su sobrevivencia y longevidad.

**Sobrevivencia ninfal y proporción sexual de la generación F2.** Derivado de los ensayos anteriores, seis días después de cada exposición, las plantas de tomate de cada tratamiento se observaron diariamente para registrar la emergencia de las ninfas de *E. varians*. De los dos tratamientos, solución al 5% y solución al 10%, se individualizaron 73 y 83 de estas ninfas emergidas (<3 h de edad), en cajas Petri (9 cm de diámetro × 1.5 cm de altura) con un foliolo de tomate. Para evitar la deshidratación, el peciolo del foliolo de tomate se envolvió con un trozo de algodón húmedo. Con base al desarrollo de las ninfas de *E. varians*, el alimento se colocó sobre los foliolos de tomate de la siguiente forma: 5, 10, 15, 20 y 25 ninfas N3 de *B. cockerelli* + solución azucarada al 5% o al 10% (según el tratamiento correspondiente) para las ninfas N1, N2, N3, N4 y N5 de *E. varians*, respectivamente. Los foliolos de tomate, así como el alimento, se reemplazaron cada tercer día. Cada caja Petri se selló con papel Parafilm® para evitar el escape de los insectos. Las ninfas del depredador se revisaron cada 24 h para registrar la presencia de la exuvia (cambio de instar) o la muerte de estas. Después de la emergencia de los adultos se determinó su proporción de sexos.

**Análisis de datos.** Los datos de longevidad de los adultos de la F1 y proporción sexual de la F2 se analizaron con el procedimiento de modelos lineales generalizados (GLM) y las medias se separaron con la metodología de mínimos cuadrados (LSMEANS) ( $P < 0.001$ ) (SAS/STAT versión 8.1; SAS Institute, Cary, NC). Los resultados se presentan como la media ± EE (error estándar). Las curvas de supervivencia de adultos de la generación F1 y ninfas de la generación F2 de *E. varians* se analizaron con el método Kaplan-Meier y se compararon con la prueba de Bonferroni ( $P < 0.05$ ).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

**Longevidad y sobrevivencia de los adultos de *E. varians* de la F1.** Los bajos costos económicos para la cría de enemigos naturales es un factor favorable en el control biológico de insectos (De Clercq, 2004; Vandekerckhove *et al.*, 2006). Una parte fundamental en los sistemas de cría de los enemigos naturales es la nutrición y, para ello, se contempla el uso de alimentos suplementarios (mantequilla, jalea real, levaduras, diversos extractos de plantas, miel de abeja en polvo, entre otros) para que estos enemigos naturales alcancen el mejor acondicionamiento físico y el máximo potencial reproductivo. Los primeros estudios relacionados con crías de insectos depredadores se enfocaron a la alimentación suplementaria para maximizar algunos de sus parámetros biológicos (Thompson, 1999). Sin embargo, en míridos depredadores pocos autores han evaluado la importancia de los azúcares en la biología de estos, a pesar de que muchas especies de míridos zoofitófagos, como lo es *E. varians*, tienen preferencia por alimentarse de tejidos vegetales, tales como flores y brotes tiernos, de donde posiblemente obtienen azúcares (Urbaneja-Bernat *et al.*, 2013).

**Cuadro 1.** Longevidad (días  $\pm$  EE) de adultos de la generación F1 de *E. varians* alimentados con dos concentraciones de azúcar.

Tratamiento	Longevidad de adultos de <i>E. varians</i>	
	Hembras	Machos
N3 <i>B. cockerelli</i> + solución al 5%	20.9 $\pm$ 3.13aA	24.25 $\pm$ 4.43aA
N3 <i>B. cockerelli</i> + solución al 10%	15.25 $\pm$ 2.39aA	21.6 $\pm$ 3.88aA

Medias seguidas por la misma letra dentro de cada columna (minúsculas) y cada fila (mayúsculas) no son estadísticamente diferentes (GLM, LSMEAN;  $P > 0.05$ ).

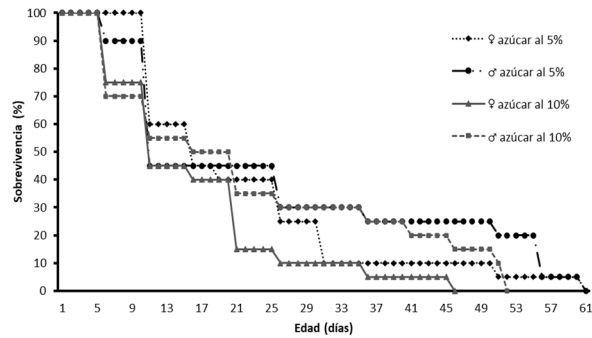
En el presente estudio, la concentración de azúcar (5 y 10%) no afectó significativamente la longevidad de los adultos de este depredador ( $F = 0.18$ ;  $gl = 3,76$ ;  $P = 0.673$ ). Sin embargo, las hembras y machos que se alimentaron con la solución al 5% vivieron 0.7 y 0.89 veces más respecto a las hembras y machos alimentados con solución al 10% (Cuadro 1). Estos resultados concuerdan con lo reportado por Pineda *et al.* (2016), quienes proporcionaron una dieta basada en huevos de *S. cerealella* y obtuvieron una longevidad de 17 y 22 días en machos y hembras de *E. varians*, respectivamente. De igual forma, Palma-Castillo *et al.* (2019) registraron una longevidad de 21 días para los machos de *E. varians* cuando se alimentaron únicamente con una mezcla de ninfas N2 y N3 de *B. cockerelli* o una mezcla de ninfas N2 y N3 de *B. cockerelli* + huevos de *S. cerealella*, mientras que la longevidad de las hembras fue de 18 y 22 días, para estas mismas dietas, respectivamente. Sin embargo, estos mismos autores reportaron que cuando el depredador se alimentó con una mezcla de ninfas N2 y N3 de *B. cockerelli* + huevos de *S. cerealella* + una solución de azúcar al 5%, la longevidad de machos y hembras fue de 37 y 46 días, respectivamente. En *Nysius hutton* White, 1788 (Hemiptera: Lygaeidae), la longevidad de las hembras incrementó proporcionalmente (3.9, 4.8 y 6.6 veces) con el aumento de la concentración de azúcares en su dieta (2, 5 y 10%, respectivamente) en comparación con las hembras que se alimentaron solo con agua (Wei, 2001).

La sobrevivencia de los adultos de la generación F1 de *E. varians* tampoco fue afectada por la concentración de azúcar ( $\chi^2 = 5.58$ ;  $gl = 3$ ;  $P = 0.1334$ ). Las curvas de sobrevivencia de los machos alimentados con la solución de azúcar al 5% indicaron que los individuos tienen 100% de probabilidad de sobrevivir en los primeros cinco días de vida, similar a lo registrado para las hembras y machos alimentados con la solución de azúcar al 10%. Posteriormente, la sobrevivencia decreció gradualmente para ambos tratamientos, alcanzando el 50% de su población aproximadamente a los 11 días (Figura 1). Sin embargo, las hembras alimentadas con la solución de azúcar al 5% mantienen este 100% de probabilidad de sobrevivencia hasta el día 10 y posteriormente decreció hasta alcanzar el 60% de su población en el día 11 (Figura 1).

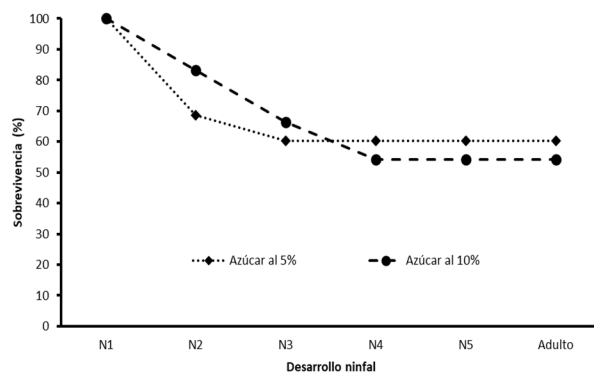
La sobrevivencia máxima de al menos un individuo macho o hembra alimentados con la solución de azúcar al 5% alcanzó los 60 días, mientras que machos y hembras alimentados con la solución de azúcar al 10% alcanzó los 51 y 45 días, respectivamente (Figura 1). Lo cual es similar a l estudio de Palma-Castillo *et al.* (2019) sobre hembras y machos de esta misma especie alimentados con una mezcla de ninfas N2 y N3 de *B. cockerelli* + huevos de *S. cerealella* + solución de azúcar al 5%. Cuya sobrevivencia decreció a partir del día 27 y 12, en hembras y machos respectivamente; en ambos casos, la sobrevivencia disminuyó gradualmente hasta los 63 y 67 días para cada sexo, respectivamente. Sin embargo, cuando *E. varians* se alimentó solamente de una mezcla de ninfas N2 y N3 de *B. cockerelli*, la sobrevivencia de las hembras y machos decreció a partir del día 10 para ambos sexos, hasta los 32 y 37 días, respectivamente. Por otro lado, las hembras de *Dicyphus maroccanus* Wagner, 1951 (Hemiptera: Miridae) alimentadas con ninfas N2-N3 de la mosca blanca, *Bemisia tabaci* (Gennadius, 1889) (Hemiptera: Aleyrodidae), o huevos de *Ephestia kuehniella* (Zeller, 1879) (Lepidoptera: Pyralidae) presentaron una disminución gradual de la sobrevivencia a partir de los 25 y 28 días, respectivamente (Mena-Mociño, 2016).

**Sobrevivencia ninfal y proporción de sexos de la generación F2.** Diversos autores han estudiado el efecto del alimento sobre la sobrevivencia y el tiempo de desarrollo de distintas especies de insectos (De Clercq y Degheele, 1992; Iriarte y Castañé, 2001; Calvo *et al.*, 2018) y se ha observado que la calidad nutricional que estos proporcionan afectan el desarrollo (Aubry *et al.*, 2015). En este estudio, la concentración de azúcar no afectó la sobrevivencia de ninfas de *E. varians* ( $\chi^2 = 0.1007$ ;  $gl = 1$ ;  $P = 0.751$ ). La formación de adultos, derivados de las ninfas alimentadas con la solución de azúcar al 5% y 10% fue de 60.27% y 54.21%, respectivamente (Figura 2). La mayor mortalidad de ninfas en ambos tratamientos se registró en el primer y segundo instar (Figura 2). Estos resultados son similares a los obtenidos en ninfas de *Nesidiocoris tenuis* (Reuter, 1895) (Hemiptera: Miridae), 70% de las cuales alcanzaron el estado adulto al alimentarse con huevos de *E. kuehniella* + una solución de azúcar al 17.1% (Urbaneja-Bernat *et al.* 2013).

La dieta utilizada en el presente estudio se puede considerar como de alta calidad, según la clasificación de Aubry *et al.* (2015). Estos autores clasificaron la calidad de las dietas en cuatro categorías con relación al porcentaje de individuos que alcanzan el estado adulto: dietas de alta, media y baja calidad cuando más del 50%, entre 30-50% y <30% de los individuos alcanzan el estado adulto, respectivamente. Cuando no existe emergencia de adultos se considera una dieta inapropiada.



**Figura 1.** Sobrevivencia de hembras (♀) y machos (♂) de la generación F1 de *E. varians* alimentados con ninfas N3 de *B. cockerelli* + solución de azúcar al 5% (azúcar al 5%) o ninfas N3 de *B. cockerelli* + solución de azúcar al 10% (azúcar al 10%).



**Figura 2.** Sobrevivencia de ninfas de *E. varians* de la generación F2 alimentadas con ninfas N3 de *B. cockerelli* + solución de azúcar al 5% (azúcar al 5%) o ninfas N3 de *B. cockerelli* + solución de azúcar al 10% (azúcar al 10%).

La concentración de azúcar afectó significativamente la proporción de sexos de la generación F2 de *E. varians* ( $F = 8.28$ ;  $gl = 3,174$ ;  $P < 0.0001$ ). La proporción de sexos de este depredador fue 2:1 (macho:hembra) para ambos tratamientos (Cuadro 2). Existe poca información sobre el efecto que puede causar el tipo de alimento en la proporción de sexos de míridos depredadores. Generalmente, la proporción de sexos en una población de insectos es 1:1 (macho:hembra); sin embargo, cuando esta proporción se sesga hacia alguno de los sexos puede repercutir en los parámetros de vida, dependiendo de la fisiología reproductiva y comportamiento de la especie (Sheldon y West, 2002; Gou *et al.*, 2019). En *Campyloneuropsis infumatus* (Carvalho, 1947) (Hemiptera: Miridae) la proporción de sexos fue muy desbalanceada (1:4 y 1:13 [macho: hembra]) cuando se alimentaron con huevos + larvas de *Tuta absoluta* (Meyrick 1917) (Lepidoptera: Gelechiidae) y únicamente con huevos de este insecto, respectivamente (Bueno *et al.*, 2013; Silva *et al.*, 2016).

**Cuadro 2.** Proporción de sexos de los adultos de la generación F2 de *E. varians* alimentados con dos concentraciones de azúcar.

Tratamiento	Proporción de la descendencia de <i>E. varians</i>	
	Hembras	Machos
N3 <i>B. cockerelli</i> + solución al 5%	29.54 ± 6.95aB	70.45 ± 6.95aA
N3 <i>B. cockerelli</i> + solución al 10%	35.55 ± 7.21aB	64.44 ± 7.21aA

Medias seguidas por la misma letra dentro de columnas (minúsculas) y filas (mayúsculas) no son estadísticamente diferentes (GLM, LSMEAN;  $P > 0.05$ ).

## CONCLUSIONES

El mírido depredador *E. varians* se alimentó de las soluciones de azúcar al 5% y 10% como dieta complementaria a su presa natural, ninfas de *B. cockerelli*. Aunque la concentración de azúcar no afectó significativamente la longevidad de los adultos, así como la sobrevivencia de ninfas y de adultos; en general, los individuos alimentados con la solución al 5% presentaron valores más altos en estos parámetros de vida. Esto podría indicar que *E. varians* no requiere de altas concentraciones de carbohidratos. Sin embargo, es necesario realizar más estudios para determinar la concentración óptima de azúcar que maximice los parámetros biológicos de este depredador debido a que ambas concentraciones ensayadas afectaron la proporción de sexos a favor de los machos.

## AGRADECIMIENTOS

A la Coordinación de la Investigación Científica de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo por los financiamientos otorgados.

## LITERATURA CITADA

- Aubry, O., D. Cormier, G. Chouinard and E. Lucas. 2015. Influence of plant, animal and mixed resources on development of the zoophytophagous plant bug *Campylomma verbasci* (Hemiptera: Miridae). *Biocontrol Science and Technology*, 25(12): 1426-1442. <https://doi.org/10.1080/09583157.2015.1061098>
- Ayala, J. L., H. Grillo y E. R. Vera. 1982. Enemigos naturales de *Heliothis virescens* (Fabricius) (Lepidoptera: Noctuidae) en las provincias centrales de Cuba. *Centro Agrícola*. 9: 3–14.
- Bernal, R. C. R. 2011. Manejo integrado de *Paratrioza (Bactericera) cockerelli*. Pp. 19-25. In: Memorias del curso de plagas y enfermedades en hortalizas. Fundación Produce Sinaloa, SAGARPA. Sinaloa, México.
- Bueno, V. H. P., J. C. van Lenteren, J. C. Lins Jr, A. M. Calixto, F. C. Montes, D. B. Silva, L. D. Santiago y L. M. Pérez. 2013. New records of *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) predation by Brazilian Hemipteran predatory bugs. *Journal of Applied*

*Entomology*, 137: 29-37. <https://doi.org/10.1111/jen.12017>

- Bujanos, M. R. y C. Ramos. 2015. El psílido de la papa y tomate *Bactericera* (=Paratrioza) *cockerelli* (Sulc) (Hemiptera: Triozidae): ciclo biológico; la relación con las enfermedades de las plantas y la estrategia del manejo integrado de plagas en la región del OIRSA. Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria. San Salvador, El Salvador. 48pp.
- Calvo, F. J., A. Torres, E. J. González and M. B. Velázquez. 2018. The potential of *Dicyphus hesperus* as a biological control agent of potato psyllid and sweetpotato whitefly in tomato. *Bulletin of Entomological Research*, 108(6): 765-772. <https://doi.org/10.1017/S0007485318000020>
- Cortes-Piñon, E. 2017. Respuesta funcional del depredador *Engytatus varians* (Distant) (Hemiptera: Miridae) a diferentes densidades de ninfas de *Bactericera cockerelli* (Sulc.) (Hemiptera: Triozidae) en hojas de jitomate. Tesis de Licenciatura. Instituto Tecnológico del Valle de Morelia. Morelia, Michoacán, México. 38 pp.
- De Clercq, P. and D. Degheele. 1992. A meat-based diet for rearing the predatory stinkbugs *Podisus maculiventris* and *Podisus sagitta* [Het.: Pentatomidae]. *Entomophaga*. 37(1): 149-157. <https://doi.org/10.1007/BF02372983>
- De Clercq, P. 2004. Culture of natural enemies on factitious foods and artificial diets. In: Capinera, J.L. (Ed.), *Encyclopedia of Entomology*, Vol. I. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, pp. 650–652.
- Garzón T. J. A. 2002. Asociación de *Paratrioza cockerelli* Sulc. con enfermedades en papa (*Solanum tuberosum*) y tomate (*Lycopersicon lycopersicum* Mil. Ex. Fawnl) en México. Pp. 79–87. In: *Memoria del Taller sobre Paratrioza cockerelli (Sulc.) como plaga y vector de fitoplasmas en hortalizas*. Culiacán, Sinaloa, México..
- Garzón, T. J. A., O. G. Cárdenas, R. Bujanos, A. Marín, A. Becerra, S. Velarde, C. Reyes, M. González y J. L. Martínez. 2009. Asociación de Hemiptera: Triozidae con la enfermedad “Permanente del tomate” en México. *Agricultura Técnica en México*, 35(1): 58-69.
- Gou, Y., G. Wang, P. Quandahor, Q. Liu and C. Liu. 2019. Effects of sex ratio on adult fecundity, longevity and egg hatchability of *Bradysia difformis* Frey at different temperatures. *Plos one*, 14(6): 1-9. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0217867>
- Hansen, A. K., J. T. Trumble, R. Stouthamer and T. D. Paine. 2008. A new Huanglongbing species, "*Candidatus Liberibacter psyllauros*", found to infect tomato and potato, is vectored by the psyllid *Bactericera cockerelli* (Sulc). *Applied and Environmental Microbiology*, 74(18): 5862-5865. <https://doi.org/10.1128/AEM.01268-08>
- Iriarte, J. y C. Castañé. 2001. Artificial rearing of *Dicyphus tamaninii* (Heteroptera: Miridae) on a meat-based diet. *Biological Control*. 22: 98-102. <https://doi.org/10.1006/bcon.2001.0951>
- Landero-Valenzuela, N., N. Alonso-Hernández, F. Lara-Viveros, N. S. Gómez-Domínguez, et al. 2022. Efficiency of *Schinus molle* essential oil against *Bactericera cockerelli* (Hemiptera: Triozidae) and *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Dryophthoridae). *Agriculture*, 12(4): 554. <https://doi.org/10.3390/agriculture12040554>
- Liefting L. W., P. W. Southerland, L. I. Ward, K. L. Paice, B.S. Weir y G. R. G. Clover. 2009. A new "*Candidatus Liberibacter*" species associated with diseases of solanaceous crops. *Plant Disease*, 93(3): 208-214. <https://doi.org/10.1094/PDIS-93-3-0208>
- Lin H., H. Doddapaneni, J. E. Munyaneza, E. L. Civerolo, V. G. Sengoda, J. L. Buchman y D. C. Stenger. 2009. Molecular characterization and phylogenetic analysis of 16S rRNA from a new "*Candidatus Liberibacter*" strain associated with zebra chip disease of potato (*Solanum tuberosum* L.) and the potato psyllid (*Bactericera cockerelli* Sulc). *Journal of Plant Pathology*, 91(1): 215-219. <http://dx.doi.org/10.4454/jpp.v91i1.646>
- Liu, D. y J. T. Trumble. 2006. Ovipositional preferences, damage thresholds, and detection of the tomato-potato psyllid (*Bactericera cockerelli* Sulc) on selected tomato accessions. *Bulletin of*

- Entomological Research*, 96(2): 197-204. <https://doi.org/10.1079/ber2005416>
- Martínez, A. M., M. Baena, J. I. Figueroa, P. Del Estal, M. Medina, E. Guzmán y S. Pineda. 2014. Primer registro de *Engytatus varians* (Distant) (Hemiptera: Heteroptera: Miridae) en México y su depredación sobre *Bactericera cockerelli* (Šulc) (Hemiptera: Triozidae): una revisión de su distribución y hábitos. *Acta Zoológica Mexicana* (nueva serie), 30(3): 617-624. <https://doi.org/10.21829/azm.2014.30381>
- Mena-Mociño, L. V., S. Pineda, A. M. Martínez, L. J. Palma-Castillo, B. Gómez-Ramos, E. Viñuela and J. I. Figueroa. 2021. Effects of sex ratio on different biological parameters of *Engytatus varians* (Distant) (Hemiptera: Miridae) adults and their offspring: prey preference for *Bactericera cockerelli* (Sulcer) (Hemiptera: Triozidae). *Bulletin of Entomological Research*, 111(6): 733-740. <https://doi.org/10.1017/S000748532100047X>
- Palma-Castillo, L. J. 2019. Evaluación de dietas artificiales en la cría del depredador *Engytatus varians* (Distant): análisis de parámetros biológicos y demográficos. Tesis de Maestría. Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán, México. 60 pp.
- Palma-Castillo, L. J., L. V. Mena-Mociño, A. M. Martínez, S. Pineda, B. Gómez-Ramos, L. M. Chavarrieta-Yáñez and J. I. Figueroa. 2019. Diet and growth parameters of the zoophytophagous predator *Engytatus varians* (Hemiptera: Miridae). *Biocontrol Science and Technology*, 1-11. <https://doi.org/10.1080/09583157.2019.1614531>
- Pérez-Aguilar, D. A., M. A. Soares, L. C. Passos, A. M. Martínez, S. Pineda and G. A. Carvalho. 2018. Lethal and sublethal effects of insecticides on *Engytatus varians* (Heteroptera: Miridae), a predator of *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae). *Ecotoxicology*, 27(6): 719-728. <https://doi.org/10.1007/s10646-018-1954-0>
- Pérez-Aguilar, D. A., A. M. Martínez, E. Viñuela, J. I. Figueroa, B. Gómez, S. I. Morales, A. Tapia y S. Pineda. 2019. Impact of the zoophytophagous predator *Engytatus varians* (Hemiptera: Miridae) on *Bactericera cockerelli* (Hemiptera: Triozidae) control. *Biological Control*, 132: 29-35. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2018.12.009>
- Pineda, S., M. Medina, J. I. Figueroa, T. J. Henry, L. V. Mena-Mociño, J. M. Chavarrieta, B. Gómez, J. M. Valdez, P. Lobit and A. M. Martínez. 2016. Life history, diagnosis, and biological aspects of *Engytatus varians* (Hemiptera: Miridae), a predator of *Bactericera cockerelli* (Hemiptera: Triozidae). *Biocontrol Science and Technology*. 26(8): 1073-1086. <https://doi.org/10.1080/09583157.2016.1185088>
- Pineda S., O. Hernández-Quintero, Y. B. Velázquez-Rodríguez, E. Viñuela, J. I. Figueroa, S. I. Morales and A. M. Martínez. 2020. Predation by *Engytatus varians* (Distant) (Hemiptera: Miridae) on *Bactericera cockerelli* (Sulcer) (Hemiptera: Triozidae) and two *Spodoptera* species. *Bulletin of Entomological Research*, 110: 270-277. <https://doi.org/10.1017/S0007485319000579>
- Sheldon, B. S. and S. A. West. 2002 Sex ratios. Pp. 1040-1044. In: Pagel, M. (Ed.), *Encyclopedia of Evolution*, Vol. 2. Oxford, England: Oxford University Press.
- Silva, D. B., V. H. Bueno, F. C. Montes and J. C. van Lenteren. 2016. Population growth of three mirid predatory bugs feeding on eggs and larvae of *Tuta absoluta* on tomato. *BioControl*, 61(5): 545-553. <https://doi.org/10.1007/s10526-016-9736-1>
- Tamayo-Mejía, F., P. Tamez-Guerra, A. W. Guzmán-Franco and R. Gómez-Flores. 2015. Can *Beauveria bassiana* Bals. (Vuill) (Ascomycetes: Hypocreales) and *Tamarixia triozae* (Burks) (Hymenoptera: Eulophidae) be used together for improved biological control of *Bactericera cockerelli* (Hemiptera: Triozidae)? *Biological Control*. 90: 42-48. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2015.05.014>
- Thompson, S. N. 1999. Nutrition and culture of entomophagous insects. *Annual Review of Entomology*, 44(1): 561-592. <https://doi.org/10.1146/annurev.ento.44.1.561>

- Urbaneja-Bernat, P., M. Alonso, A. Tena, K. Bolckmans and A. Urbaneja. 2013. Sugar as nutritional supplement for the zoophytophagous predator *Nesidiocoris tenuis*. *BioControl*, 58(1): 57-64. <https://doi.org/10.1007/s10526-012-9466-y>
- Vandekerkhove, B., E. van Baal, K. Bolckmans y P. De Clercq. 2006. Effect of diet and mating status on ovarian development and oviposition in the polyphagous predator *Macrolophus caliginosus* (Heteroptera: Miridae). *Biological Control*, 39 (3): 532-538. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2006.06.002>
- Wei, Y. J. 2001. *Nysius huttoni* (Hemiptera: Lygaeidae): life history and some aspects of its biology and ecology in relation to wing development and flight (Unpublished doctoral dissertation). University of Canterbury, New Zealand. 252 pp.
- Wheeler, A. G. Jr. 2001. Biology of the plant bugs (Hemiptera: Miridae). Pests, predators, opportunists. Cornell University Press, Ithaca, New York. 507 pp.