

PARÁMETROS DE LA TABLA DE VIDA DEL DEPREDADOR *Anthocoris nemoralis* (Fabricius, 1794) (HEMIPTERA: ANTHOCORIDAE) SOBRE HUEVOS DE *Spodoptera exigua* (Hübner, 1808) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE)

Miguel Aragón-Sánchez¹, Luis Rubén Román-Fernández¹, Héctor Martínez-García¹, Agustín Aragón-García², Vicente Santiago Marco-Mancebón¹ e Ignacio Pérez-Moreno¹,

¹Unidad de Protección de Cultivos. Departamento de Agricultura y Alimentación. Universidad de La Rioja, Calle Madre de Dios 51, Logroño (La Rioja) España.

²Centro de Agroecología, Instituto de Ciencias, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.

✉ Autor de correspondencia: miaragon@unirioja.es

RESUMEN. *Anthocoris nemoralis* (Fabricius, 1794) es un depredador con un elevado grado de polifagia, por lo que es utilizado en programas de Control Biológico. Para que un depredador tenga la eficacia deseada, se deben tener en cuenta las interacciones que presenta tanto con las condiciones ambientales como con la presa. El objetivo de este trabajo fue estimar los parámetros de la tabla de vida de *A. nemoralis*, cuando el depredador se alimenta con huevos de *Spodoptera exigua* (Hübner, 1808) y compararlos con los parámetros obtenidos cuando el alimento se basa en huevos de *Ephestia kuehniella* (Zeller, 1879), especie considerada presa para la mayoría de los depredadores polífagos. La alimentación a base de huevos de *S. exigua* produjo un aumento en el periodo de preoviposición, así como una menor fecundidad, fertilidad y longevidad de las hembras de *A. nemoralis*. Si bien aumentó el tiempo de duración del desarrollo embrionario, no se vio afectado el tiempo total de desarrollo de las etapas inmaduras. La alimentación a base de huevos de *S. exigua* no provocó diferencias significativas en la tasa intrínseca de crecimiento (r_m) de *A. nemoralis*, lo que indica que esta plaga constituye una presa adecuada para el mantenimiento de las poblaciones del depredador.

Palabras clave: Control biológico, hemíptera, tasa intrínseca de crecimiento, fertilidad, fecundidad.

Life table parameters of *Anthocoris nemoralis* (Hemiptera: Anthocoridae) predator on *Spodoptera exigua* (Lepidoptera: Noctuidae) eggs

ABSTRACT. *Anthocoris nemoralis* (Fabricius, 1794) is a predator with high poliphagia grade, so it is used in biological control programs, for a predator has the desired effectiveness should take into account the interactions that presents so environmental conditions and with the prey. The objective this work was calculate life table parameters of *A. nemoralis* when they fed with the plague eggs *Spodoptera exigua* (Hübner, 1808) and compare parameters obtained when they fed *Ephestia kuehniella* (Zeller, 1879) eggs. The preoviposition increase feeding *S. exigua* eggs, and the fecundity, fertility and longevity in *A. nemoralis* females was lower. Otherwise, the total time duration of embryonic development is not affected in immature stages. The feeding of *S. exigua* eggs did not cause significant differences in the intrinsic growth rate (r_m) of *A. nemoralis*, indicating that this plague is a suitable prey to maintain predator populations.

Key words: biological control, hemipteran, intrinsic growth rate, fertility, fecundity.

INTRODUCCIÓN

El orden Hemiptera incluye especies depredadoras de importantes plagas agrícolas, siendo la familia Anthocoridae una de las más estudiadas, principalmente, al éxito de su uso como agentes de Control Biológico (CB) en cultivos protegidos (Jacas *et al.*, 2008). A esta familia pertenece la especie *Anthocoris nemoralis* (Fabricius, 1794), que fue introducida en el norte de América desde Europa por su alto potencial dentro del CB (Horton *et al.*, 2004).

El género *Anthocoris* se utiliza en programas de CB mediante las estrategias inundativa y de conservación, con preferencia para el control de psílidos, siendo el principal depredador de

Cacopsylla pyri L. (Hemiptera: Psyllidae) principal plaga en el cultivo del peral (Avilla, 2005; Urbaneja *et al.*, 2005). Al igual que otros antocóridos, *A. nemoralis* es un depredador con un elevado grado de polifagia. Tanto las ninfas como los adultos se alimentan de artrópodos de tegumento blando, como pueden ser numerosas especies de psílidos, trips, pulgones, cochinillas, huevos y pequeñas larvas de lepidópteros y ácaros (Urbaneja *et al.*, 2005).

Una de las características que aumentan el potencial de este depredador es la alta aptitud para el vuelo de los adultos, lo que permite agregarse en las zonas donde la densidad de la presa es más alta y dispersarse fácilmente cuando ésta escasea. Además, tiene una elevada capacidad de búsqueda de sus presas, así para incrementar rápidamente sus poblaciones cuando el alimento es abundante (Avilla, 2005).

Spodoptera exigua (Hübner, 1808) es una plaga cosmopolita que ataca a más de 35 cultivos, siendo considerada como una de las plagas más importantes a nivel mundial en hortalizas y otros cultivos (Capinera, 1999; Viñuela *et al.*, 2000; Ehler, 2007; Aragón y Tapia, 2009). Las larvas consumen el follaje, tallos, en algunos casos, raíces y fruto de la planta huésped. En ocasiones, sus poblaciones son tan elevadas que pueden consumir cientos de hectáreas de cultivos (Metcalf y Flint, 1988).

El CB es una alternativa viable al uso de insecticidas, tanto desde el punto de vista ambiental como económico (Van Lenteren, 2012), ya que los enemigos naturales empleados en el CB pueden reducir las poblaciones de las plagas por debajo del Umbral Económico. La eficacia de estos enemigos naturales depende de una serie de factores que están relacionadas con las condiciones ambientales y con sus interacciones con las presas, dentro de estas interacciones es la capacidad de mantener las poblaciones de cada enemigo natural al consumir una presa determinada, por lo que el objetivo de este trabajo fue estimar los parámetros de la tabla de vida (longevidad, fertilidad y fecundidad) y por tanto la capacidad de incremento poblacional (r_m) de *A. nemoralis* cuando se alimenta de huevos de *S. exigua*.

MATERIALES Y MÉTODO

El trabajo se realizó en las instalaciones de la Unidad de Protección de Cultivos del Departamento de Agricultura y Alimentación de la Universidad de La Rioja, España. Tanto para la cría de *A. nemoralis* y *S. exigua*, como para el desarrollo de todos los bioensayos, se utilizaron cámaras climatizadas. En todos los casos, la temperatura fue de 25 ± 1 °C, la humedad relativa del 60 ± 10 %, y el fotoperiodo de 16:8 (L:O).

Cría de insectos. Se estableció una población del depredador *A. nemoralis*, a partir de insectos comercializados por la empresa Bioplanet Controllo Biologico (Italia). Los individuos eran mantenidos en recipientes prismáticos de plástico transparente de 23.5 x 22.0 x 5.5 cm (largo x ancho x alto), con cuatro orificios de ventilación, de 2 cm de diámetro, en la cubierta superior, que eran sellados con papel filtro. Como fuente de alimentación se utilizaron huevos de *Ephestia kuehniella* (Zeller, 1879) (Lepidoptera: Pyralidae) adquiridos a la empresa Agrobio (Almería, España). Se emplearon vainas frescas de alubia, *Phaseolus vulgaris* L., para mantener la humedad en el interior de los recipientes y como sustrato de oviposición.

La población de *S. exigua* se inició a partir de 50 individuos en estado de pupa procedentes del Departamento de Producción Agraria de la Universidad Pública de Navarra, (España). Para la cría de este insecto, las pupas se colocaban en interior de evolucionarios, recipientes cilíndricos de plástico de 20 cm de altura y 9 cm de diámetro, forrados interiormente con papel filtro. En estos recipientes tenía lugar la emergencia de los adultos, el apareamiento y la puesta de huevos. Los adultos se alimentaron con una solución de miel en agua al 10 %. Una vez iniciada la oviposición, los huevos se trasladaban al interior de cajas cilíndricas de plástico, de 5 cm de altura y 12 cm de

diámetro, que disponían de una capa de papel filtro en su base y dos orificios de ventilación, de 2 cm de diámetro, sellados con papel filtro. En estos recintos tenía lugar el desarrollo embrionario. Tras la eclosión, las larvas se mantenían en recipientes similares a los anteriores y se alimentaban con dieta semisintética propuesta por Poitout y Bues (1970) hasta completar su desarrollo larvario. A continuación, se separaban las pupas, depositándolas en los evolucionarios anteriormente descritos.

Bioensayos. Para determinar los parámetros de la tabla de vida de *A. nemoralis* se realizaron dos bioensayos: uno de referencia, en el que se suministró como alimento exclusivo huevos de *E. kuehniella*, insecto considerado como presa tipo para numerosos enemigos naturales; y un segundo bioensayo en el que el depredador se alimentó solamente de huevos de *S. exigua*. En ambos bioensayos se utilizaron adultos de *A. nemoralis* recién mudados. Para obtener estos adultos, se individualizaron ninfas de quinto estadio (N5) en recipientes cilíndricos de plástico transparente, de 1.5 cm de altura x 3 cm de diámetro, provistos de un orificio de ventilación, de 1 cm de diámetro, cubierto con papel filtro, hasta que alcanzaron el estado adulto. Estos individuos fueron alimentados con huevos de *E. kuehniella* o de *S. exigua*, según fuera la presa utilizada en cada bioensayo. Los adultos se sexaron y se formaron 20 parejas, introduciendo cada una de ellas en una caja rectangular de plástico transparente, de 7 x 5 x 2.5 cm. En cada caja se añadían, como alimento y cada dos días, huevos de *E. kuehniella* o de *S. exigua*, según el bioensayo. Además, en cada recinto se introducía un trozo de vaina fresca de alubia como sustrato de oviposición. Estos trozos de vaina se sellaron con parafina por sus extremos con un doble objetivo: evitar que las hembras ovipositaran en el corte y retrasar su desecación. Los trozos de vaina se reemplazaban cada 72 horas. A su vez, cada 24 horas se contó el número de huevos puestos en cada fragmento de vaina. Se dio por finalizado el bioensayo cuando murió la última hembra.

Para cada bioensayo, se calculó la mortalidad, la fecundidad y la longevidad de las hembras. También se estimó el porcentaje de eclosión de los huevos (fertilidad) aislando una cohorte de ellos, de menos de 24 horas de edad. Por último, se estimó el tiempo de desarrollo y la supervivencia de la descendencia utilizando esa misma cohorte de huevos aislada. Para ello, tras la eclosión, las ninfas se individualizaron en cajas de plástico idénticas a las antes descritas y se alimentaron con huevos de *E. kuehniella* o *S. exigua*, según el caso, hasta que alcanzaron el estado adulto.

Para las comparaciones de medias, cuando fue preciso, se utilizó el test F de Análisis de la Varianza (ANOVA), seguido del test de comparaciones múltiples de Tukey ($p < 0.05$). Los test se llevaron a cabo utilizando el programa STATGRAPHICS Centurion XVI.I. Para el cálculo de los parámetros de la tabla de vida se utilizó el programa informático r_m 2.0 (Taberner *et al.*, 1993).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el cuadro 1 se observan los valores medios del periodo de preoviposición, del número total de huevos puestos por hembra (fecundidad), del porcentaje de huevos eclosionados (fertilidad) y de la longevidad de las hembras adultas de *A. nemoralis*, en cada uno de los dos bioensayos llevados a cabo. El periodo de preoviposición fue menor cuando las hembras del depredador se alimentaron a base de huevos de *E. kuehniella*, con una media de 5.50 días, respecto al obtenido cuando el alimento consistió en huevos de *S. exigua*, con una media de 7.00 días. La dieta a base de huevos de *S. exigua* produjo descensos muy significativos en la fecundidad y en la fertilidad con respecto a los valores obtenidos cuando las presas suministradas fueron huevos de *E. kuehniella* (65.80 frente a 82.80 y 62.28 frente a 85.62, respectivamente). En cuanto a la longevidad de las hembras adultas de *A. nemoralis*, la alimentación basada en huevos de *S. exigua* provocó un descenso de

unos 4 días en comparación con la longevidad obtenida cuando las presas consumidas fueron huevos de *E. kuehniella*.

Cuadro 1. Parámetros biológicos de los adultos de *A. nemoralis* (media \pm e.t.) en función de la presa consumida.

Parámetro	Presa	
	Huevos de <i>S. exigua</i>	Huevos de <i>E. kuehniella</i>
Periodo de preoviposición (días)	7.00 \pm 0.38 a	5.50 \pm 0.50 b
Huevos totales por hembra	65.80 \pm 8.97 a	82.80 \pm 11.94 b
Huevos eclosionados (%)	62.28 \pm 9.57 a	85.67 \pm 13.00 b
Longevidad (días)	23.75 \pm 1.02 a	27.90 \pm 1.57 b
Ratio sexual	0.42	0.47

Dentro de la misma fila, medias seguidas de la misma letra no son significativamente diferentes (Test F de ANOVA, seguido de Tukey; $p < 0.05$).

El tiempo medio de desarrollo y la mortalidad de la progenie de *A. nemoralis* alimentada con huevos de los dos tipos de presas, se muestran en el cuadro 2. La duración media del estado de huevo es significativamente menor para los puestos por hembras alimentadas con huevos de *E. kuehniella* (2.60 días), que para los puestos por hembras alimentadas con huevos de *S. exigua* (3.11 días). Para el tiempo de desarrollo del estado de ninfa de *A. nemoralis*, no se observan, por el contrario, diferencias significativas al comparar entre los dos tipos de presa. Tampoco se observaron diferencias significativas en el tiempo de desarrollo total de los estados inmaduros.

Respecto a los porcentajes de mortalidad de los estados inmaduros de *A. nemoralis*, se observa que cuando la presa es *E. kuehniella* el valor es menor en todos los casos (huevo, ninfa y total de huevo a adulto) que cuando la presa es *S. exigua*.

Los parámetros de la tabla de vida obtenidos para *A. nemoralis*, se presentan en el cuadro 3, en él puede observarse cómo el depredador no mostró diferencias significativas en cuanto a la tasa intrínseca de crecimiento (r_m) al consumir huevos de *E. kuehniella* o huevos de *S. exigua*, ya que hay un solapamiento de los intervalos de confianza de dicho parámetro. En el mismo cuadro se recogen los valores del resto de los parámetros de la tabla en los dos casos investigados.

Cuadro 2. Tiempo de desarrollo (media \pm e.t.) y porcentaje de mortalidad de la progenie de *A. nemoralis* en función de la presa consumida.

Presa	Estado de huevo		Estado de ninfa		Total huevo a adulto	
	<i>E. kuehniella</i>	<i>S. exigua</i>	<i>E. kuehniella</i>	<i>S. exigua</i>	<i>E. kuehniella</i>	<i>S. exigua</i>
Duración del desarrollo (Días)	2.60 \pm 0.06 a	3.11 \pm 0.08 b	14.56 \pm 0.09 a	14.60 \pm 0.21 a	17.14 \pm 0.08 a	16.60 \pm 0.21 a
Mortalidad (%)	19.44	33.75	14.94	28.26	34.38	60.01

Dentro de la misma fila y de cada fase de desarrollo, medias seguidas de la misma letra no son significativamente diferentes.

Los parámetros de la tabla de vida calculados para *A. nemoralis* en función del tipo de dieta muestran, en todos los casos, valores significativamente iguales. Así, la tasa intrínseca de crecimiento (r_m) no muestra diferencias significativas, lo que indica que la alimentación basada en huevos de *S. exigua* no reduce la capacidad de incremento poblacional de *A. nemoralis* respecto a la basada en huevos del pirálido. Dada la calidad como presa, conocida para los huevos de *E. kuehniella*, se puede considerar que también los huevos del noctúido son una presa adecuada.

Cuadro 3. Parámetros de la tabla de vida de *A. nemoralis* en función del tipo de alimentación

	Tipo de presa	
	Huevos de <i>E. kuehniella</i>	Huevos de <i>S. exigua</i>
Tasa intrínseca de crecimiento (r_m) (IC 95 %)*	0.1224 ± 0.05 a (0.1115-0.1332)	0.1180 ± 0.05 a (0.1075-0.1286)
Tasa de reproducción neta (R_o)	27.6319	27.6319
Duración media de generación (T) (días)	27.1157	28.1268
Tasa finita de crecimiento (λ)	1.1302	1.1253
Tiempo de duplicación (TD) (días)	5.6629	2.5511

*IC: Intervalo de confianza para la r_m al 95%

Son pocos los trabajos relacionados con la tasa intrínseca de crecimiento (r_m) realizadas con especies del género *Anthochoris*. Sí existen, en cambio, trabajos con otros antocóridos, como es el caso del publicado por Cocuzza *et al.* (1997). En él, los autores calcularon el valor de la tasa intrínseca de crecimiento de *O. laevigatus* empleando una dieta basada en huevos de *E. kuehniella* y obteniendo una $r_m = 0.105$, no muy diferente de la obtenida en el presente trabajo.

CONCLUSIÓN

El periodo de preoviposición de los adultos de *A. nemoralis* se alarga, la fecundidad y la fertilidad se reducen, cuando son alimentados con huevos de *S. exigua*, en comparación con los valores obtenidos cuando la alimentación está basada en huevos de *E. kuehniella*. Además, la longevidad es menor cuando el depredador utiliza huevos de *S. exigua* como alimento. Por otra parte, el tiempo de duración del desarrollo embrionario aumenta cuando las hembras consumen una dieta a base de huevos de *S. exigua*, con respecto al consumo de huevos de *E. kuehniella*. Sin embargo, no se ve afectado el tiempo medio total de duración del desarrollo de los estados inmaduros. La tasa intrínseca de crecimiento (r_m) de *A. nemoralis* no fue significativamente diferente cuando el depredador se alimentó de huevos de *S. exigua*, respecto a cuando lo hizo de huevos de *E. kuehniella*. Estos resultados indican que *A. nemoralis* podría ser un enemigo natural potencialmente utilizable en el CB de *S. exigua*, aunque muchas otras investigaciones, tanto de laboratorio como de campo, deben ser llevadas a cabo para poder afirmarlo más consistente.

Agradecimientos

Los Autores agradecen al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) por el apoyo otorgado con una beca para la realización de estudios de Doctorado del primer autor.

Literatura Citada

- Aragón, G. A. y R. A. M. Tapia. 2009. *Amaranto orgánico. Métodos, alternativos para el control de plagas y enfermedades*. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Alternativas de Procesos de Participación Social. A. C. Puebla, Pue. 63 p.
- Avilla, J. 2005. Agentes entomófagos de control biológicos de plagas. Pp. 51–65. In: Jacas, J., Caballero, P. y J. Avilla. (Eds.). *El Control Biológico de Plagas y Enfermedades*. La sostenibilidad de la agricultura mediterránea. Publicacions de la Universitat Jaume I.
- Capinera, J. L. 1999. Beet Armyworm, *Spodoptera exigua* (Hübner) (Insecta: Lepidoptera: Noctuidae). *Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences. University of Florida*, Florida, 4 p.
- Cocuzza, G. E., Clercq, P. D., Lizzio, S., Veire, M., Tirry, L., Degheele, D. and V. Vacante. 1997. Life tables and predation activity of *Orius laevigatus* and *O. albidipennis* at three constant temperatures. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 85:189–198.

- Ehler, L. E. 2007. Impact of native predators and parasites on *Spodoptera exigua*, an introduced pest of alfalfa hay in northern California. *Biocontrol*, 52(3): 323–338.
- Jacas, J., Urbaneja, A. y F. García-Marí. 2008. Artrópodos depredadores. Pp. 39–56. In: Jacas, J. y A. Urbaneja (Eds.). *Control biológico de plagas agrícolas*. Phytoma-España. Valencia.
- Horton, D. R., Lewis, T. M. and D. A. Broers. 2004. Ecological and geographic range expansion of the introduced predator *Anthocoris nemoralis* (Heteroptera: Anthocoridae) in North America: Potential for Nontarget effects?. *American Entomologist*, 50(1): 18–30.
- Metcalf, C. L. y W. P. Flint. 1988. Insectos destructivos e insectos útiles. Sus costumbres y su control. 4ª Ed. Continental Edit. México D. F. 1208 p.
- Poitout, S. et R. Bues. 1970. Élevage de plusieurs espèces de Lépidoptères Noctuidae sur milieu artificiel riche et sur milieu artificiel simplifié. *Annales de Zoologie Ecologie Animale*, 2: 79–91.
- Taberner, A., Castañera, P., Silvestre, E. and J. Dopazo. 1993. Estimation of the intrinsic rate of natural increase and its error by both algebraic and resampling approaches. *Computer Applied Biosciences*, 9: 535–540.
- Urbaneja, A., Ripollés, J. L., Abad, R., Calvo, J., Vanaclocha, P., Tortosa, D., Jacas, J. A. y P. Castañera. 2005. Importancia de los artrópodos depredadores de insectos y ácaros en España. *Boletín de Sanidad Vegetal Plagas*. 31: 209–223.
- Van-Lenteren, J. C. 2012. The state of commercial augmentative biological control: plenty of natural enemies, but a frustrating lack of uptake. *Biocontrol*, 51: 1–20.
- Viñuela, E., Adán, A., Smagghe, G., González, M., Medina, M. P., Budia, F., Vogt, H. and P. Del Estal. 2000. Laboratory effects of ingestion of azadirachtin by two pests (*Ceratitis capitata* and *Spodoptera exigua*) and three natural enemies (*Chrysoperla carnea*, *Opius concolor* and *Podisus maculiventris*). *Biocontrol Science and Technology*, 10: 165–177.