

## INTERACCIÓN INTRAGREMIAL ENTRE *Nesidiocoris tenuis* (HEMIPTERA: MIRIDAE) y *Orius laevigatus* (HEMIPTERA: ANTHOCORIDAE) SOBRE EL CONSUMO DE HUEVOS DE *Spodoptera exigua* (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE)

Miguel Aragón-Sánchez<sup>1</sup>✉, Luis Rubén Román-Fernández<sup>1</sup>, Agustín Aragón-García<sup>2</sup>, Betzabeth Cecilia Pérez-Torres<sup>2</sup>, Vicente Santiago Marco-Mancebón<sup>1</sup> e Ignacio Pérez-Moreno<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Departamento de Agricultura y Alimentación. Universidad de La Rioja, Calle Madre de Dios 51, Logroño (La Rioja) España.

<sup>2</sup>Centro de Agroecología, Instituto de Ciencias, BUAP. Edificio VAL. 1. Km 1.7 carretera a San Baltazar Tetela. C. P. 72690. San Pedro Sacachimalpa, Puebla. México.

✉ Autor de correspondencia: [chiva\\_mas@hotmail.com](mailto:chiva_mas@hotmail.com)

**RESUMEN.** Actualmente está aumentando el interés por conocer la forma en que los depredadores se relacionan con su medio, lo que incluye relaciones entre los propios depredadores y entre ellos y sus presas. *Nesidiocoris tenuis* y *Orius laevigatus* son dos depredadores utilizados de forma exitosa en cultivos hortícolas para el control de numerosas especies plaga. El objetivo de este trabajo ha sido analizar la influencia de la densidad de huevos de la presa *Spodoptera exigua* en la interacción intragremial de estas dos especies depredadoras y establecer en qué medida dicha interacción afecta a su potencial de control de la plaga. Se encontró que la interacción intragremial entre *N. tenuis* y *O. laevigatus* con respecto a su capacidad de consumo de presa fue positiva a baja densidad de huevos de *S. exigua*, y negativa a alta densidad de huevos. Así mismo, la interacción ocasionó un aumento de la mortalidad de ambos depredadores, con independencia de la densidad de presa. Estos resultados deben de ser considerados para la utilización conjunta de estos depredadores en estrategias de control biológico de plagas, concretamente de *S. exigua*.

**Palabras clave:** Control biológico, Hemiptera, Capacidad depredadora, Lepidoptera.

### Intragremial interaction between *Nesidiocoris tenuis* (Hemiptera: Miridae) and *Orius laevigatus* (Hemiptera: Anthocoridae) about consumption *Spodoptera exigua* (Lepidoptera: Noctuidae) eggs

**ABSTRACT.** There is currently growing interest in knowing how predators relate to their environment, which includes relationships between the predators themselves and between them and their prey. *Nesidiocoris tenuis* and *Orius laevigatus* are two predators successfully used for control numerous pest species in horticultural crops. In this work the objective was analyze the influence of the prey *Spodoptera exigua* eggs density in intragremial interaction these two predators species and establish what extent they interaction affect the control pest potential. The intragremial interaction between *N. tenuis* and *O. laevigatus* was positive with regard they consumption capacity, at low *S. exigua* eggs density, and at high eggs density was negative. Likewise, the interaction occasion a high mortality of the two predators, regardless of the density of prey. These results should be considered for the joint use of these predators in biological control pests strategies, specifically of *S. exigua*.

**Keywords:** Biological control, Hemiptera, Predator capacity, Lepidoptera.

## INTRODUCCIÓN

La presencia habitual de agentes de control biológico provoca, con frecuencia, interacciones en los nichos ecológicos de las especies involucradas, siendo algunas de ellas determinantes para el éxito de esta estrategia de control. Este es el caso de las interacciones intragremiales entre depredadores, en las que la competencia por los recursos explotados y la disminución de sus hábitats juegan un importante papel a la hora de determinar la capacidad depredadora de cada especie (Evans *et al.*, 2011; Roy *et al.*, 2012). En los últimos tiempos está aumentando el interés

por analizar el papel que juegan los efectos indirectos de las interacciones que tienen lugar dentro y entre gremios, en la estructura y evolución de las comunidades naturales. Gran parte de los trabajos realizados sobre estas interacciones se han centrado en analizar la evolución de las poblaciones de depredadores en función de la diversidad de presas (Kajita *et al.*, 2006; White *et al.*, 2006; Paredes *et al.*, 2015). Sin embargo, un tipo de efectos indirectos que ha recibido poca atención es el que se refiere a cómo las interacciones entre poblaciones de diferentes especies de depredadores afectan a las poblaciones de presas. Según Soluk y Collins (1988), existen tres tipos de interacciones posibles entre depredadores: neutra (donde el consumo de presa por cada depredador no se ve influido por la presencia de los otros depredadores), negativa (en la que el consumo de presa por cada depredador es inferior a la que tendría en ausencia de los otros depredadores) y positiva (en la que el consumo de presa por cada depredador es superior a la que tendría en ausencia de los otros depredadores). La eliminación de un depredador que interactúa negativamente puede tener, por tanto, un efecto de aumento de consumo de presas porque la eficacia mejorada de los depredadores restantes ejercerá un efecto compensatorio.

*Spodoptera exigua* (Hübner, 1808) es una plaga cosmopolita que ataca a más de 35 especies cultivadas, siendo considerada como una de las plagas más importantes a nivel mundial, sobretodo en hortícolas (Capinera, 1999; Viñuela *et al.*, 2000; Ehler, 2007). *Nesidiocoris tenuis* (Reuter) y *Orius laevigatus* (Fieber, 1860) son depredadores utilizados de forma exitosa en cultivos hortícolas, alimentándose de numerosas especies plaga (Chambers *et al.*, 1993; Urbaneja *et al.*, 2005; Van Lenteren, 2012), por lo tanto, estudiar la interacción que ocurre entre estos dos depredadores al ser liberados en el campo, puede ser de gran utilidad en el contexto del Manejo Integrado. En el presente trabajo, se llevó a cabo un bioensayo con el objetivo de analizar la influencia de la densidad de los huevos de la presa *S. exigua* en la interacción intragremial de estas dos especies depredadoras, y establecer en qué medida dicha interacción afecta a su potencial de control de la plaga.

## 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 *N. tenuis*, *O. laevigatus* y *S. exigua*, como para el desarrollo de todos los bioensayos, se utilizaron cámaras climatizadas. En todos los casos, la temperatura fue de  $25 \pm 1$  °C, la humedad relativa del  $60 \pm 10$  %, y el fotoperiodo de 16:8 (L:O).

Se estableció poblaciones de los depredadores *N. tenuis* y *O. laevigatus*, a partir de insectos comercializados por la empresa Biobest (Bélgica). 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 en 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). Las pupas se colocaban en el 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, en su tapa 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 la dieta semisintética propuesta por Poitout y Bues (1970) hasta completar su desarrollo larvario. A continuación, se separaban las pupas, depositándolas en los recipientes evolucionarios anteriormente descritos.

Para el desarrollo del bioensayo, se utilizaron plantas de pimiento (*Capsicum annuum* L.) var. Dulce Italiano, con una altura aproximada de 10 cm. Cada unidad experimental consistió en una jaula formada por una planta de pimiento cubierta con un vaso cilíndrico de plástico invertido, de 12 cm de diámetro y 15 cm de alto. Cada vaso disponía de cinco orificios de 2 cm de diámetro, cubiertos con tela de visillo, para permitir la ventilación y evitar la condensación de agua. En la base del tallo de la planta, a nivel del borde superior de la maceta, se colocó una lámina de acetato con un orificio en su centro, de modo que el tallo de la planta encajara en el mismo. Así mismo, se utilizó cinta adhesiva para tapar cualquier abertura por donde pudieran escapar los insectos.

En cada una de las jaulas se introdujeron dos hembras y dos machos de *S. exigua*, con el propósito de que las hembras ovipositaran sobre la planta. Al cabo de 24 horas se retiraron los adultos y se contó el número de huevos puestos. Con ayuda de un pincel se retiró el exceso de huevos, en función de la densidad de presa requerida para cada tratamiento. En este sentido, se establecieron dos densidades de huevos de *S. exigua*: densidad alta (60 huevos/planta) y densidad baja (30 huevos/planta). Para evaluar la interacción entre poblaciones se utilizaron adultos de *N. tenuis* (N) y *O. laevigatus* (O) de más de cinco días de edad para evitar el periodo de preoviposición. A partir de las colonias de ambas especies, se individualizaron adultos y se mantuvieron en ayunas durante 24 horas. Pasado este tiempo se introdujeron en las jaulas descritas con la planta y los huevos de la presa. Después de 24 horas se retiraron los depredadores y se procedió a realizar el conteo de huevos consumidos, así como de los individuos muertos. Se realizaron ocho tratamientos en total. Dos tratamientos control (uno por cada especie depredadora), en los que, por cada jaula, se introdujeron dos hembras y dos machos de la especie correspondiente, sin huevos de *S. exigua*. Cuatro tratamientos para evaluar el consumo de huevos de *S. exigua* por parte de cada uno de los dos depredadores, tanto a baja como a alta densidad de presa. También en este caso, se introdujeron dos hembras y dos machos por jaula. Dos tratamientos para establecer las interacciones tanto a alta como a baja densidad de presa, y en los que se introdujeron dos hembras y dos machos de cada una de las especies por jaula.

La predicción del consumo de presa para cada una de las interacciones se analizó utilizando un modelo simple, derivado de la suma de probabilidades de consumo por parte de cada depredador y asumiendo las condiciones de espacio finito y riesgo de las presas (Soluk y Collins, 1988; Pérez-Guerrero *et al.*, 2015). La ecuación matemática para dicha predicción tiene la siguiente expresión: Predicción de consumo de presa =  $(P_s + P_o - P_s P_o) N_p$ . Dónde:  $P_s$ : es la probabilidad de consumo de huevos por el depredador A;  $P_o$ : es la probabilidad de consumo de huevos por el depredador B;  $N_p$ : es el número total de huevos ofrecidos.

Para estimar las probabilidades de consumo de huevos por parte de cada especie depredadora se utilizó la fórmula propuesta por Mendenhall (1979):

$$P = \frac{Pc}{Np}$$

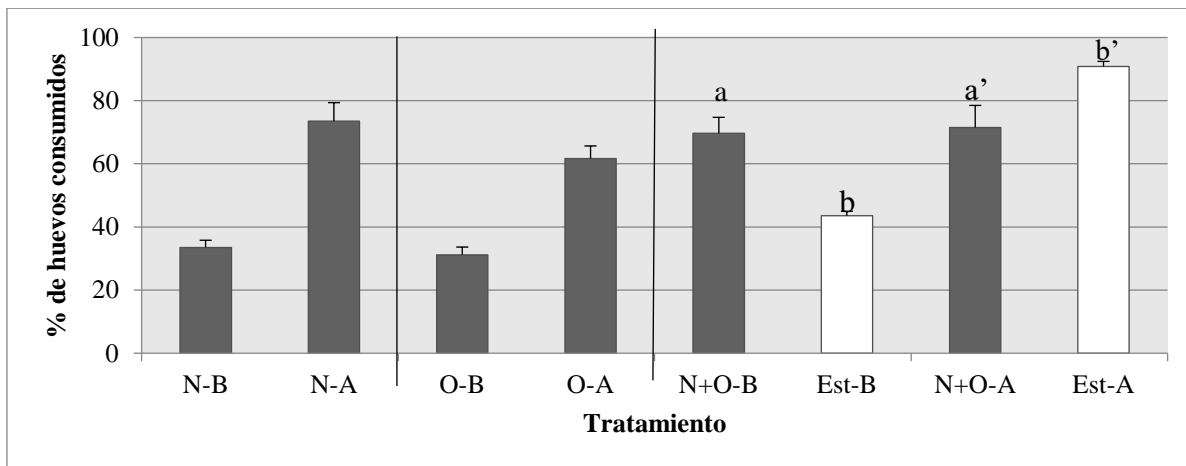
Dónde:  $P$ : es la probabilidad de consumo;  $Pc$ : es el número de presas consumidas;  $Np$ : es el número total de presas ofrecidas.

Para comparar las medias de consumo real de huevos obtenidas en la interacción de dos depredadores (consumo real) y el consumo de huevos estimado para la interacción (consumo estimado) se utilizó el test *t* de Student para muestras pareadas.

Para comparar las medias de los consumos obtenidos para cada especie, así como las mortalidades sufridas por los depredadores en los diferentes tratamientos, se utilizó el test F de Análisis de la Varianza (ANOVA), seguido del test de comparaciones múltiples de Tukey ( $\alpha=0,05$ ), considerando la robustez respecto a las hipótesis de normalidad y de homocedasticidad. Los test se llevaron a cabo utilizando el programa STATGRAPHICS Centurion XVII.I.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

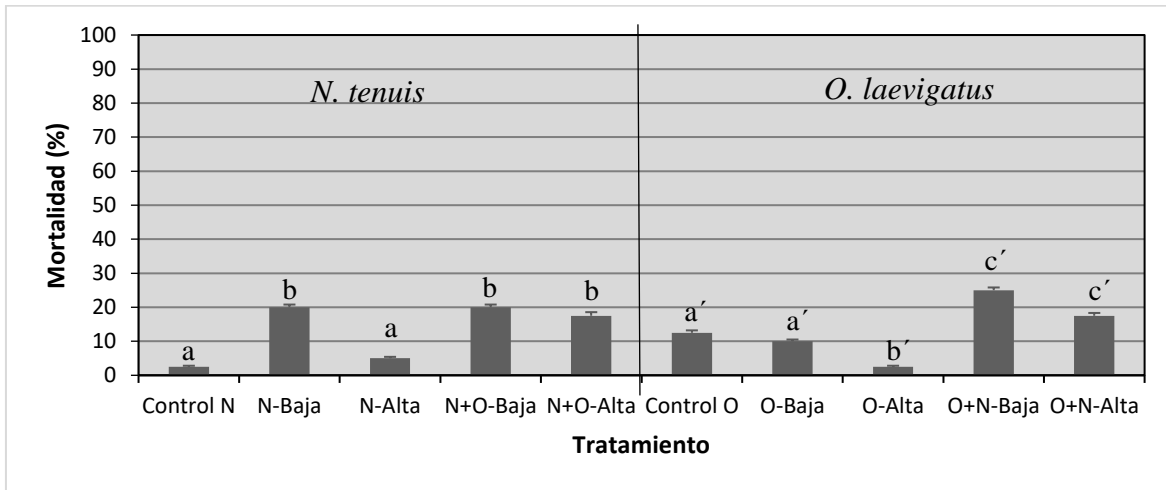
En la figura 1 se observa el porcentaje de huevos de *S. exigua* consumidos por *N. tenuis* y por *O. laevigatus* a cada una de las densidades de presa ofrecidas, tanto cuando se encontraban solos como cuando interaccionan ambas especies. Al considerar el consumo de huevos de *S. exigua* en la interacción entre *N. tenuis* y *O. laevigatus* a baja densidad, se observa que el consumo de ambos depredadores es significativamente mayor respecto al consumo estimado ( $t=24,29$ ;  $df=1$ ;  $P=0,0001$ ), lo que indica que la interacción intragremial es positiva. Sin embargo, al aumentar la densidad de presa, esta interacción se vuelve negativa, ya que el consumo observado es significativamente menor que el estimado ( $t=7,24$ ;  $df=1$ ;  $P=,0149$ ). Esta interacción negativa está indicando que, al aumentar la densidad de plaga, estos depredadores no aumentan su capacidad de consumo, esto puede estar influenciando a que ambas especies entran en una competencia por los recursos debido a la diferencia de familias, ya que la existencia de una interacción de modo semejante a como ya había sido observado por otros autores entre *N. tenuis* y depredadores de su misma familia Miridae, tales como *M. pygmaeus* (Moreno-Ripoll *et al.*, 2012; Perdakis *et al.*, 2014; Sharifian *et al.*, 2015), se reporta que el potencial depredador de *N. tenuis*, o no se vio afectado, o aumentó con la presencia de los otros depredadores.



**Figura 1.** Porcentaje de huevos de *S. exigua* consumidos (media $\pm$ et) por adultos de *N. tenuis* (N) y *O. laevigatus* (O) y en la interacción entre ambas especies (N+O). Consumo estimado para la interacción (Est); en todos los casos, tanto con alta (-A) como con baja (-B) densidad de presa. Diferentes letras indican diferencias significativas entre las medias de los consumos reales y las medias de los consumos estimados ( $P<0.05$ ; test *t* de Student para muestras independientes).

En la figura 2 se representa la mortalidad de *N. tenuis* registrada en los diferentes tratamientos realizados. Se observa cómo, con la densidad baja de huevos de *S. exigua*, y la combinación con *O. laevigatus* fueron significativamente mayores que cuando se encontraba solo y en alta

densidad. ( $F=2,21$ ;  $df=4$ ;  $P=0,0119$ ). De la misma forma, en la figura 2, se observa la mortalidad de *O. laevigatus* en los diferentes tratamientos llevados a cabo. Se observa cómo aumenta la mortalidad de este depredador al estar en interacción con *N. tenuis*, y disminuye significativamente cuando se encuentra solo, con la presa, tanto a baja como a alta densidad ( $F=2,56$ ;  $df=4$ ;  $P=0,0251$ ).



**Figura 2.** Mortalidad (media+et) de *N. tenuis* solo (N) y en interacción con *O. laevigatus* (+O), y de *O. laevigatus* solo (O) y en interacción con *N. tenuis* (+N), a baja y alta densidad de huevos de *S. exigua*. Dentro de cada depredador, diferentes letras indican diferencias significativas entre las medias de los tratamientos correspondientes ( $P<0.05$ ; test de ANOVA y de Tukey HSD).

## CONCLUSIÓN

Considerando la capacidad de consumo de huevos de *S. exigua*, entre *N. tenuis* y *O. laevigatus* tuvo lugar un tipo de interacción intragremial que dependió de la densidad de dicha presa, de modo que fue positiva cuando la densidad fue baja y negativa cuando fue alta. Así mismo, la mortalidad de ambos depredadores, independientemente de la densidad de presa, aumenta al estar en interacción. Estos resultados deben de ser considerados para la utilización conjunta de estos depredadores en estrategias de control biológico de plagas.

## 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

- Capinera, J. L. 1999. Beet armyworm, *Spodoptera exigua* (Hübner) (Insecta: Lepidoptera: Noctuidae). *University Of Florida IFAS Extension*. 105: 1-4.
- Chambers, R. J., Long, S. y Helyer, N. L. 1993. Effectiveness of *Orius laevigatus* (Hemiptera: Anthocoridae) for the control of *Frankliniella occidentalis* on cucumber and pepper in the UK. *Biocontrol Science and Technology*. 3:295-307
- 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.
- Evans, E. W., Soares, A. O. y Yasuda, H. 2011. Invasions by ladybugs, ladybirds, and other predatory beetles. *Biocontrol*. 56:597-611.

- Kajita, Y., Takano, F., Yasuda, H. y Evans, E. W. 2006. Interactions between introduced and native predatory ladybirds (Coleoptera: Coccinellidae): Factors influencing the success of species introductions. *Ecological Entomology*. 31:58-67.
- Mendenhall, W. 1979. *Introduction to probability and statistics*. 5<sup>th</sup> ed. Duxbury Press. Belmont, California. 744 p.
- Moreno-Ripoll, R., Agustí, N., Berruezo, R. y Gabarra, R. 2012. Conspecific and heterospecific interactions between two omnivorous predator on tomato. *Biological Control*. 62:189-196.
- Paredes, D., Cayuela, L., Gurr, G.M. y Campos, M. 2015. Single best species or natural enemy assemblages? A correlational approach to investigating ecosystem function. *BioControl*. 60:37-45.
- Perdikis, D., Lucas, E., Garantonakis, N., Giatropoulos, A., Kitsis, A., Maselou, D., Panagakis, S., Lampropoulos, P., Paraskevopoulos, A., Lykouressis, D. y Fantinou, A. 2014. Intraguild predation and sublethal interactions between two zoophytophagous mirids, *Macrolophus pygmaeus* and *Nesidiocoris tenuis*. *Biological Control*. 70:35-41.
- Pérez-Guerrero, S., Gelan-Begna, A. y Vargas-Osuna, E. 2015. Compatibility of *Orius laevigatus* and *Cheiracanthium pelagicum* for predation on *Helicoverpa armigera* eggs: effects of density and day/night activity on intraguild predation. *BioControl*. 60:783-793.
- Poitout, S. y Bues, R. 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.
- Roy, H. E., Adriaens, T., Isaac, N. J. B., Kenis, M., Onkelinx, T., San Martin, G., Brow, P. M. J., Hautier, L., Poland, R., Roy, D. B., Comont, R., Eschen, R., Frost, R., Zindel, R., Van Vlaenderen, J., Nedved, O., Peter, H., Gregoire J. C., De Biseau, J. C. y Maes, D. 2012. Invasive alien predator causes rapid declines of native European ladybirds. *Diversity and Distributions*. 18:717-725.
- Sharifian, I., Sabahi, Q. y Khoshabi, J. 2015. Functional response of *Macrolophus pygmaeus* (Rambur) and *Nesidiocoris tenuis* (Reuter) feeding on two different prey species. *Archives of Phytopathology and Plant Protection*. 48(17-20):910-920.
- Soluk, D. A. y Collins, N. 1988. Synergistic Interactions between Fish and Stoneflies: Facilitation and Interference among Stream Predators. *Nordic Society Oikos*. 52(1):94-100.
- Urbaneja, A., Ripollés, J. L., Abad, R., Calvo, J., Vanaclocha, P., Tortosa, D., Jacas, J. A. y Castañera, P. 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 estate of commercial augmentative biological control: plenty of natural enemies, but a frustrating lack of uptake. *Biocontrol*. 55:1-20.