

## Influencia de la proporción sexual de adultos de *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) sobre la reproducción de la especie en laboratorio

R. OBALLE, H. K. ALDEBIS, C. SANTIAGO-ÁLVAREZ y E. VARGAS OSUNA

Entre las dificultades que presenta la cría del noctuido *Helicoverpa armigera* (Hübner) destaca el bajo porcentaje de hembras fértiles que caracteriza a las poblaciones de esta especie mantenidas en condiciones de insectario. En este trabajo se estudia la influencia de las proporciones sexuales de los adultos en el rendimiento reproductivo de la especie.

Adultos recién emergidos son agrupados en ponederos según diferentes proporciones sexuales y mantenidos durante toda su vida en condiciones de insectario. La mayor cantidad de huevos se obtiene en la combinación 4 hembras: 4 machos, con diferencias significativas respecto de las combinaciones 2:4 y 1:4, y la mayor fecundidad de hembras en las combinaciones 1:4 y 3:4. Las combinaciones 3:4 y 2:4 dan el mayor porcentaje de ponederos con puesta fértil. Se concluye que la combinación más adecuada para la cría de la especie es 3 hembras: 4 machos.

R. OBALLE, H. K. ALDEBIS, C. SANTIAGO-ÁLVAREZ y E. VARGAS OSUNA: Unidad de Entomología Agrícola y Forestal. Departamento de Ciencias y Recursos Agrícolas y Forestales. E.T.S.I.A.M. Universidad de Córdoba. Apartado 3048. 14080 Córdoba, España.

**Palabras claves:** *Helicoverpa armigera*, reproducción, proporciones sexuales, cría.

### INTRODUCCIÓN

El lepidóptero noctuido *Helicoverpa armigera* (Hübner) es una especie cosmopolita y polífaga que causa notables pérdidas en la agricultura de diversos países de Europa, Asia, África y Oceanía (CAYROL, 1972; CARTER, 1984). En España sus daños se extienden por todo el territorio nacional, Península y Archipiélagos, y los más importantes son causados en los cultivos de tomate, algodón y maíz, principalmente en frutos y otros órganos en crecimiento de las plantas (DOMÍNGUEZ, 1989).

En el Sur de España las poblaciones larvarias de *H. armigera* están sometidas al control natural ejercido por depredadores, parasitoides (CABELLO GARCÍA, 1986; CA-

BELLO, 1989; OBALLE *et al.*, 1995) y patógenos (OBALLE, 1997). Para evaluar la potencialidad de los enemigos naturales como agentes de control biológico de *H. armigera*, es indispensable el establecimiento de un método de cría del fitófago que permita la disponibilidad de suficiente número de insectos sanos y vigorosos. Además, las posibilidades de aplicación práctica de algunos de estos agentes, en particular los de mayor especificidad como los baculovirus, dependen en gran medida del desarrollo de un método eficaz de cría de *H. armigera* que reduzca el coste de la producción de éstos para su uso experimental y comercial.

La cría de *H. armigera* presenta dificultades, no sólo por el canibalismo de las larvas (TWINE, 1971), sino también por la gran sen-

sibilidad de la especie a la consanguinidad, hecho que origina en las sucesivas generaciones una rápida pérdida de vigor que se manifiesta por un descenso de los índices reproductivos y una mayor susceptibilidad a enfermedades. Si a ello añadimos el bajo porcentaje de hembras fértiles característico de las poblaciones de *H. armigera* mantenidas en insectario (POITOUT, 1969; COLVIN *et al.*, 1994), es fácil comprender la importancia clave de la reproducción para la cría continuada de la especie.

La mayoría de los autores que han estudiado la biología de *H. armigera* en condiciones controladas utilizan para la reproducción grupos de adultos en un número equilibrado de machos y hembras (SALAMA y ABDALLAH, 1976; MOURIKIS y VASSILAINA-ALEXOPOULOU, 1969; GRIFFITH y HASKELL, 1988). Proporciones sexuales favorables a algunos de los dos sexos pueden influir, sin embargo, en el potencial reproductor de los adultos, como se ha señalado para otros noctuidos (KEHAT y GORDON, 1977).

El presente trabajo tiene por objeto determinar las proporciones sexuales óptimas para obtener el mayor rendimiento reproductivo en la cría de *H. armigera* en condiciones de insectario.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Los adultos utilizados proceden de la población de *H. armigera* establecida a partir de larvas recogidas sobre cultivos de algodón, maíz, tomate y alfalfa. La cría de la especie se lleva a cabo en condiciones de insectario ( $26 \pm 2$  °C, HR  $60 \pm 5$  % y fotoperíodo 16 h, L: 8 h, O) siguiendo la metodología descrita por OBALLE (1977). Las larvas son alimentadas con dieta semisintética (POITOUT y BUES, 1974).

Para el ensayo se utilizan adultos recién emergidos pertenecientes a la décima generación de laboratorio, que son agrupados en ponederos según diferentes proporciones sexuales (ver cuadro 1) y mantenidos toda su vida en las condiciones de insectario. Los

ponederos son cilindros de papel de filtro, de 12 cm de diámetro y 24 cm de altura, cuyas bases son trozos de papel de filtro de 15 cm  $\times$  15 cm. El alimento para los adultos se suministra diariamente en pequeños recipientes de plástico que contienen solución acuosa de miel al 10%. Como sustrato para la puesta se utiliza un trozo de algodón depositado en la base del ponadero. Diariamente se recoge la puesta y los huevos son contados con la ayuda del microscopio estereoscópico. En las observaciones se anotan las fechas de muerte de cada uno de los adultos y las hembras muertas se diseccionan en solución salina de Belar para conocer el número de espermátóforos presentes en la *bursa copulatrix*.

Los datos obtenidos se someten a análisis de la varianza y para la separación de medias se utiliza el test MDS.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el cuadro 1 se indica, para cada una de las combinaciones de adultos, la media del número total de huevos recogidos de los ponederos durante el período de oviposición de las hembras. En todos los ponederos hubo puesta, alcanzándose el valor máximo en los correspondientes a la combinación 4 hembras: 4 machos, con diferencias significativas respecto de las combinaciones 2:4 y 1:4. El número medio de huevos por hembra estuvo comprendido entre 585 y 1227 huevos, valores que no difieren mucho de los obtenidos por otros autores bajo diferentes condiciones de cría (MOURIKIS y VASSILAINA-ALEXOPOULOU, 1968; EL-GUINDY *et al.*, 1978-1979). La combinación 1:4 fue la que obtuvo un mayor número de huevos por hembra, con diferencias significativas respecto a todas las demás a excepción de la 3:4.

En las combinaciones formadas con 4 hembras, es mayor el porcentaje de las que copulan conforme aumenta el número de machos presentes en el ponadero, hasta alcanzar el valor de 25% (8 de 32) en la combinación 4:4. Esta proporción sigue crecien-

Cuadro 1.—Oviposición y copulaciones para diferentes proporciones sexuales de adultos de *Helicoverpa armigera*

Proporción n ♀♀: n ♂♂	N	N.º de huevos por		N.º de ♀♀c/♀♀	Número de espermatozoides/♀ c	
		Ponedero	Hembra		Media	Intervalo
4 : 1	8	2893 a	723 bc	2/32	1'0	
4 : 2	8	2339 ab	585 c	3/32	2'7	1-4
4 : 3	7	2960 a	740 bc	7/28	1'3	1-2
4 : 4	8	3052 a	763 bc	8/32	1'6	1-3
3 : 4	8	2779 a	926 ab	12/24	1'2	1-2
2 : 4	8	1694 bc	847 bc	11/16	1'7	1-3
1 : 4	7	1227 c	1227 a	5/7	1'6	1-3

N = número total de ponederos

♀♀c = hembras copuladas

Medias, en cada columna, seguidas de la misma letra indica que no hay diferencias significativas al 5%

do en las combinaciones formadas por 4 machos a medida que se reduce el número de hembras, llegando al 71'4% (5 de 7) en la combinación 1:4 (cuadro 1).

La media de espermatozoides por hembra no difirió significativamente entre las distintas combinaciones. Las hembras copuladas presentaron de 1 a 4 espermatozoides (cuadro 1), aunque la mayoría tenían un solo espermatozoide, tal y como ha sido señalado por MOURIKIS y VASSILAINA-ALEUXOPOULOU (1968). Estos autores concluyen que un sólo espermatozoide es suficiente para la puesta de un considerable número de huevos fértiles. En los noctuidos *Spodoptera littoralis* (Boisduval) y *Earias insulana* Boisduval se ha comprobado también que la transferencia de un sólo espermatozoide puede permitir a la hembra la puesta de huevos fértiles durante toda su vida (KEHAT y GORDON, 1977; VARGAS OSUNA, 1985).

Las combinaciones 3:4 y 2:4 fueron las que dieron una mayor proporción de ponederos con puesta fértil (7 de 8), mientras que en el resto de las combinaciones esta proporción fue mucho más baja. Este índice reproductivo se considera de primer orden para un alto rendimiento en la cría, dada la baja proporción de hembras con puesta fértil que caracteriza a esta especie en condicio-

nes de insectario (POITOUT, 1969; COLVIN *et al.*, 1994).

Entre los ponederos con puesta fértil de distintas combinaciones de apareamiento, no hubo diferencias significativas en el número medio de huevos, tanto si se considera por ponedero como por hembra. La combinación 4:3 tuvo el máximo número de huevos por ponedero (3524 huevos), mientras que el mayor número de huevos por hembra correspondió a la combinación 1:4, seguida de la 3:4 (cuadro 2). Estos valores son muy similares a los obtenidos considerando todos los ponederos de cada combinación (cuadro 1), lo que sugiere que en esta especie la fertilización de la hembra no es un factor que afecte decisivamente a su fecundidad.

En el cuadro 3 se indican los períodos de preoviposición y de oviposición obtenidos en los ponederos con puesta fértil. El período de preoviposición de las distintas combinaciones estuvo comprendido entre 1,7 y 3,0 días, valores considerados normales en esta especie (ABUL-NASR *et al.*, 1976; EL-GUINDY *et al.*, 1978-1979; ARMES *et al.*, 1992). Los períodos de oviposición presentaron una alta variabilidad en cada combinación, con valores medios de 15'0 a 21'3 días. Otros autores obtienen períodos de oviposición considerablemente más bajos

Cuadro 2.—Oviposición en los ponaderos con puesta fértil para diferentes proporciones sexuales de adultos de *Helicoverpa armigera*

Proporción $n_{\text{♀}} : n_{\text{♂}}$	N	Número medio de huevos	
		Por ponadero	Por hembra
4 : 1	1	2083	701
4 : 2	1	2448	612
4 : 3	3	3524	881
4 : 4	3	3372	843
3 : 4	7	2982	994
2 : 4	7	1736	868
1 : 4	3	1517	1517

N: número de ponaderos con puesta fértil.

(ABUL-NASR *et al.*, 1976; ARMES *et al.*, 1992), probablemente debido a la utilización por éstos de sacarosa al 10%, en lugar de miel, como fuente de alimentación de los adultos. El período de puesta fértil fue también muy variable entre los ponaderos de cada una de las combinaciones, pero en todas ellas fue lo suficientemente amplio para permitir una adecuada disponibilidad de larvas.

Las longevidades de las hembras y de los machos en los ponaderos con puesta fértil (cuadro 4) no fueron afectadas significativamente por las proporciones sexuales. En general, los machos fueron más longevos

que las hembras, lo que ha sido también señalado por ARMES *et al.* (1992). EL-GUINDY *et al.* (1978-1979), sin embargo, encontraron una mayor longevidad de las hembras, probablemente debido al diferente tipo de dieta utilizada por estos autores para la cría larvaria.

Teniendo en cuenta los resultados anteriores, la combinación de 4 hembras: 3 machos hay que descartarla como óptima dado su bajo rendimiento en número de ponaderos con puesta fértil, a pesar de la alta fecundidad de las hembras. Sin embargo, las combinaciones 3:4 y 2:4 al mismo tiempo que conservan esta cualidad dan altas proporcio-

Cuadro 3.—Períodos, en días, de preoviposición, oviposición y puesta fértil en ponaderos con puesta fértil para diferentes proporciones sexuales de adultos de *Helicoverpa armigera*

Proporción $n_{\text{♀}} : n_{\text{♂}}$	N	Período de preoviposición		Período de oviposición		Período de puesta fértil	
		Media	Intervalo	Media	Intervalo	Media	Intervalo
4 : 1	1	2,0		15,0		13'0	
4 : 2	1	3,0		18,0		14,0	
4 : 3	3	2,0	1 - 3	19,3	18-21	15,0	14 - 16
4 : 4	3	1,7	1 - 2	18,7	18-20	12,0	8 - 15
3 : 4	7	1,8	1 - 3	21,3	17-28	12,4	10 - 17
2 : 4	7	1,8	1 - 3	16,1	14-20	9,4	5 - 17
1 : 4	3	1,7	1 - 2	17,7	12-23	8,7	8 - 10

N: número de ponaderos con puesta fértil.

Cuadro 4.-Longevidades, en días, de adultos de *Helicoverpa armigera* en los ponederos con puesta fértil según diferentes proporciones sexuales

Proporción n ♀♀ : n ♂♂	Hembras			Machos		
	N	Media	Intervalo	N	Media	Intervalo
4 : 1	4	18,2	3-27	1	24,0	–
4 : 2	4	20,5	19-23	2	27,0	19-35
4 : 3	12	18,8	9-27	9	19,9	13-26
4 : 4	12	18,8	10-29	12	20,6	9-34
3 : 4	21	21,6	9-40	28	21,3	10-29
2 : 4	14	17,6	9-30	28	20,9	4-37
1 : 4	3	21,7	17-25	12	17,6	13-26

nes de ponederos con puesta fértil, lo que aumenta el rendimiento de la cría y permite mantener mayor diversidad genética en las sucesivas generaciones. Entre estas dos combinaciones, la más adecuada para la cría de la especie es la 3:4, pues con ella se consigue un mejor aprovechamiento de los adultos al aproximarse más a las proporciones sexuales equilibradas que se obtienen en

la cría de esta especie en condiciones de insectario.

#### AGRADECIMIENTOS

Este trabajo forma parte del Proyecto AIR-C792-0386 financiado por la Unión Europea.

#### ABSTRACT

OBALLE, R.; ALDEBIS, H. K.; SANTIAGO-ÁLVAREZ, C. and VARGAS-OSUNA, E., 1998: Influence of adult sex ratio in the reproduction of *Helicoverpa armigera* (Hübner) in laboratory. *Bol. San. Veg. Plagas*, 24(3): 519-524.

The laboratory colonies of the noctuid *Helicoverpa armigera* (Hübner) are characterized by low percentages of fertile females. We have studied the effect of the adult sex ratio on some reproductive parameters of this species.

Newly emerged adults were confined in different sex ratios and maintained during their lifetime in insectary conditions. The highest number of eggs was obtained from 4 females: 4 males combination, with significant differences respect to 2:4 and 1:4, and the highest fecundity in the number of eggs per female occurred in the 1:4 and 3:4 combinations. A high number of jars with viable eggs was found in the 3:4 and 2:4 groups. The most suitable adult combination for rearing of this species is 3 females: 4 males.

**Key words:** *Helicoverpa armigera*, reproduction, sex ratio, rearing.

## REFERENCIAS

- ABUL-NASR, S. E.; AWADALLAH, K. T. y ABU-BAKR, H. E., 1976: Effect of different diets on the development and fecundity of the corn earworm, *Heliothis armigera* Hbn. (Lepid., Noctuidae). *J. Applied Entomol.*, **81**: 285-291.
- ARMES, N. J.; BOND, G. S. y COOTER, R. J., 1992: The laboratory culture and development of *Helicoverpa armigera*. *Natural Resources Institute Bulletin*, **57**: 21 pp.
- CABELLO GARCÍA, T., 1986: Especies de *Trichogramma* (Hym.: Trichogrammatidae) parásitas de *Heliothis armigera* Hub. (Lep.: Noctuidae) en Andalucía (I). *Bol. San. Veg. Plagas*, **2**: 323-333.
- CABELLO, T., 1989: Natural enemies of noctuid pests (Lep., Noctuidae) on alfalfa, corn, cotton and soybean crops in Southern Spain. *J. Appl. Ent.*, **108**: 80-88.
- CARTER, D. J., 1984: Pest Lepidoptera of Europe with special reference to the British Isles. (K.A. Spencer, Ed.). Junk Publishers. Dordrecht: 431 pp.
- CAYROL, R. A., 1972: Famille des Noctuidae. En *Entomologie appliquée a l'Agriculture*. (A.S. Balachowsky, Ed.) Tome II. Lépidoptères. Vol. 2. Masson et Cie. Paris: 1.431-1.444.
- COLVIN, J.; COOTER, R. J. y PATEL, S., 1994: Laboratory mating behavior and compatibility of *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) originating from different geographical regions. *J. Econ. Entomol.*, **87**: 1.502-1.506.
- DOMÍNGUEZ, F., 1989: *Plagas y enfermedades de las plantas cultivadas*. 8ª edición. Mundi Prensa. Madrid.
- EL-GUINDY, M. A.; ELGHAR, M. R. A.; EL FATTAH, M. I. A. y ISSA, Y. N., 1978-1979: Laboratory mass rearing of the bollworm, *Heliothis armigera* Hbn. on natural and artificial diets. *Bull. Soc. ent. Egypte*, **62**: 161-174.
- GRIFFITH, J. S. R. y HASKELL, P. T., 1988: Culture of *Heliothis armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) using novel group rearing techniques and a semi-artificial diet. *Tropical Pest Management*, **34**: 349-355.
- KEHAT, M. y GORDON, D., 1977: Mating ability, longevity and fecundity of the spiny bollworm, *Earias insulana* (Lepidoptera: Noctuidae). *Ent. exp. & appl.*, **22**: 267-273.
- MOURIKIS, P. A. y VASSILAINA-ALEUXOPOULOU, P., 1968: The behaviour of adults of *Heliothis armigera* (Hbn.) (Lep., Noctuidae) under laboratory conditions. *J. Appl. Ent.*, **66**: 36-41.
- MOURIKIS, P. A. y VASSILAINA-ALEUXOPOULOU, P., 1969: Notes on the rearing on semisynthetic diet of the cotton bollworm *Heliothis armigera* (Hbn.). *Ann. Inst. Phytopath. Benaki, N.S.*, **9**: 46-53.
- OBALLE, R., 1997: Selección de agentes bióticos autóctonos para el control biológico de las plagas de *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae). Tesis Doctoral. Universidad de Córdoba. 210 pp.
- OBALLE, R.; VARGAS OSUNA, E.; LYRA, J. R. M. y SANTIAGO-ÁLVAREZ, C.; 1995: Secuencia de aparición de parasitoides en poblaciones larvarias de lepidópteros que atacan al algodón en el Valle del Guadalquivir. *Bol. San. Veg. Plagas*, **21**: 659-664.
- POITOUT, S., 1969: La consanguinité chez les lépidoptères Noctuidae. Mise en evidence de son importance dans la conduite d'élevages en condition artificielles. *Ann. Zool. Écol. Anim.*, **1**: 245-264.
- POITOUT, S. y BUES, R., 1974: Élevage des chenilles de vingthuit especes de lépidoptères Noctuidae et de deux especes d'Arctiidae sur milieu artificiel simple. Particularités de l'élevage selon les especes. *Ann. Zool. Écol. Anim.*, **6**: 431-441.
- SALAMA, A. E. y ABDALLAH, S. A., 1976: Mass-rearing of *Heliothis armigera* (Hbn.) larvae on a simple semi-artificial diet. *Bull. Soc. ent. Egypte*, **60**: 1-6.
- TWINE, P. H., 1971: Cannibalistic behaviour of *Heliothis armigera* (Hubn.). *Queensland J. Agricultural and Animal Sciences*, **28**: 153-157.
- VARGAS OSUNA, E., 1985: La reproducción de *Spodoptera littoralis* (Lepidoptera: Noctuidae) y sus alteraciones por el Virus de la Poliedrosis Nuclear (VPN) (Baculoviridae: *Baculovirus*). Tesis Doctoral. Universidad de Córdoba. 175 pp.

(Recepción: 7 enero 1998)

(Aceptación: 30 marzo 1998)