

Efecto de la amputación de antenas en machos y hembras, de la presencia de planta y de la concentración de feromona en el apareamiento de *Sesamia nonagrioides* Lef.

M. EIZAGUIRRE, L. ASÍN, D. DEL RÍO, C. LÓPEZ y A. SANS

Se ha estudiado en laboratorio algunos de los factores que pueden influir en el apareamiento de los individuos de *Sesamia nonagrioides* Lef., como son la presencia de antenas en los individuos de ambos sexos, la presencia de plantas de maíz y la concentración de feromona sintética en el ambiente. Se ha visto que la amputación de antenas a las hembras no tiene ningún efecto sobre el porcentaje de apareamiento, mientras que la amputación de antenas a los machos lo reduce totalmente. La presencia de feromona sintética en el ambiente reduce significativamente el acoplamiento, siendo esta reducción mayor cuanto mayor es la dosis de feromona. En estos experimentos también se demuestra que cuanto mayor es la densidad de población menor es la reducción del acoplamiento. Finalmente, se ha observado que no hay diferencias de apareamiento con o sin plantas.

M. EIZAGUIRRE, L. ASÍN, D. DEL RÍO, C. LÓPEZ y A. SANS: Área de Protección de Cultivos. Centro UdL-IRTA. Rovira Roure, 177. 25198 LLEIDA.

Palabras clave: *Sesamia nonagrioides*, feromona sexual, confusión sexual, pruebas de laboratorio, antenas, plantas de maíz, densidad de población.

INTRODUCCIÓN

Actualmente, uno de los métodos alternativos al uso de insecticidas convencionales que se están estudiando para el control de plagas es la confusión sexual. Este método consiste en la aplicación de una gran cantidad de feromona sexual en el ambiente, de forma que el macho de la especie quede confundido, no pueda localizar a la hembra y de esta forma evitar el apareamiento.

Sesamia nonagrioides Lef. es una plaga del maíz, que juntamente con *Ostrinia nubilalis* Hbn., se conocen como los taladros del maíz y constituyen probablemente las plagas más importantes de este cultivo en toda el área mediterránea.

El descubrimiento de la feromona sexual de esta especie (SRENG *et al.*, 1985; MAZOMENOS, 1989), hizo pensar en la posible

aplicación de la confusión sexual para el control de la especie. Ahora bien, antes de la aplicación en campo del método es interesante comprobar la viabilidad del método en condiciones de laboratorio.

En este trabajo se estudia el papel de las antenas de los individuos, tanto hembras como machos, en el comportamiento de encuentro y apareo, y la influencia de la presencia de feromona sintética y plantas en el apareamiento.

MATERIAL Y MÉTODOS

Insectos

La cría de *S. nonagrioides* se ha realizado con un cultivo continuo con dieta artificial según el método descrito por EIZAGUIRRE y

ALBAJES (1992). Las pupas se separaron por sexos y se mantuvieron aisladas hasta la emergencia de los adultos.

Efecto de la presencia de antenas en los individuos

En este experimento se evaluó el efecto de la presencia de antenas en los individuos sobre el apareamiento. Las condiciones utilizadas fueron: a) amputación de antenas a machos, b) a hembras, c) a ambos o d) a ninguno de los sexos. Para cada una de las pruebas se empleaban 5 machos y 5 hembras de 1-2 días de vida. Los adultos eran introducidos en jaulas de reproducción de PVC transparente de 50 x 50 x 50 cm. En el interior de las jaulas se colocaba una planta de maíz. De cada una de las condiciones se realizaron 4 repeticiones.

Para amputar las antenas se sometían los individuos a una temperatura de -35°C durante 3 minutos, con lo que se conseguía que permaneciesen inmóviles el tiempo suficiente para amputarles las antenas mediante unas tijeras de punta fina. Todos los individuos eran sometidos al proceso de enfriamiento, aunque no se les fuera a amputar las antenas, para controlar el posible efecto del frío sobre la viabilidad.

Cada prueba tenía una duración de 3 días. Al cabo de los mismos, se congelaban las hembras y una vez muertas se procedía a comprobar si habían estado fecundadas, mediante el control de la presencia de espermátóforos en la bursa copulatrix.

La jaulas de reproducción, antes de empezar otro experimento en ellas, eran lavadas para eliminar así los posibles restos de feromona que pudiesen impregnar sus paredes.

Efecto de la presencia de feromona sintética

En este experimento se pretendía estudiar el efecto de confusión sexual de dife-

rentes concentraciones de feromona. Para ello se crearon dos ambientes en los cuales habían dos concentraciones distintas de feromona sintética y otro, el testigo, en el que no había presencia de feromona. Se establecieron tres densidades distintas de población; 1 pareja, 2 parejas y 4 parejas de individuos.

Con estas dos variables: concentración de feromona y densidad de población, se realizaron experimentos con todas las combinaciones posibles, realizándose 4 repeticiones de cada combinación.

Los experimentos se realizaron en tres habitaciones-cámaras de ambiente controlado, una de las cuales era el testigo (con un tamaño de $7,75 \times 2,65 \times 2,47$ m) y las otras dos tenían una concentración de feromona cada una, las cuales eran una el doble de la otra. La dosis de la cámara 1 ($3,41 \times 2,25 \times 2,22$ m) era de $3,2 \text{ mg/m}^3$, que equivale a 80 g/ha. La dosis de la cámara 2 ($2,26 \times 2,24 \times 2,20$ m) era el doble, o sea, de $6,4 \text{ mg/m}^3$ equivalente a 160 g/ha, con el fin de evaluar el efecto de la concentración de feromona en el apareo. Para el cálculo de las concentraciones de feromona se supuso una altura del cultivo de maíz de 2,5 m.

La feromona se aplicó con los difusores colgados a una altura de 1,80 m, mediante alambre de 2 mm de espesor. Los difusores eran de resina blanda de PVC cargada con un 4% en peso de componentes de feromona sexual. Los difusores utilizados fueron fabricados por SEDQ S.A. La feromona sexual de síntesis estaba compuesta por: Z11-16:Ac (69%), Z11-16:OH (8%), Z11-16:Ald (8%) y 12:Ac (15%).

Los individuos se introdujeron en jaulas de cartón de $0,43 \times 0,44 \times 0,45$ m, con tres ventanas de rejilla plástica, que contenían plantas de maíz y solución azucarada que servía de alimento a los adultos. Los adultos permanecían en la jaula por espacio de dos noches. Después las hembras eran congeladas y posteriormente diseccionadas con el propósito de constatar la presencia de espermátóforo en la bursa copulatrix, lo que sería indicativo de su población.

Efecto de la presencia de plantas

Para evaluar la influencia de la planta en el apareo se realizaron 12 repeticiones, 4 en cada cámara, de experimentos en los cuales se introducían en las jaulas 4 parejas de individuos. Esta vez en las jaulas sólo había solución azucarada, no había planta. Los resultados de estas repeticiones se compararon con los de las 12 realizadas con planta y 4 parejas.

Los datos sobre la proporción de hembras acopladas se transformaron según la transformación de Bliss: $\arcsin \sqrt{x}$. Estos datos transformados se sometieron a un análisis de varianza (ANOVA) y separación de medias mediante el método del intervalo múltiple de Duncan ($P < 0,05$). Los datos fueron analizados de forma independiente para cada factor estudiado.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Efecto de la presencia de antenas en los individuos

Los resultados (figura 1) confirman que si son amputadas las antenas a los machos, y por tanto no pueden percibir la feromona sexual de las hembras, no se produce apareamiento. En cambio, si es a las hembras a las que se les amputa las antenas, no se produce ningún efecto sobre el porcentaje de apareamiento. El apareamiento en condiciones testigo (machos y hembras con antenas) llega al 70%. Cuando son amputadas las antenas a todos los individuos de los dos sexos o a los machos solos el porcentaje de apareamiento es nulo. En cambio, si sólo se amputan las antenas a las hembras el porcentaje de apareamiento (65%) no difiere estadísticamente del testigo.

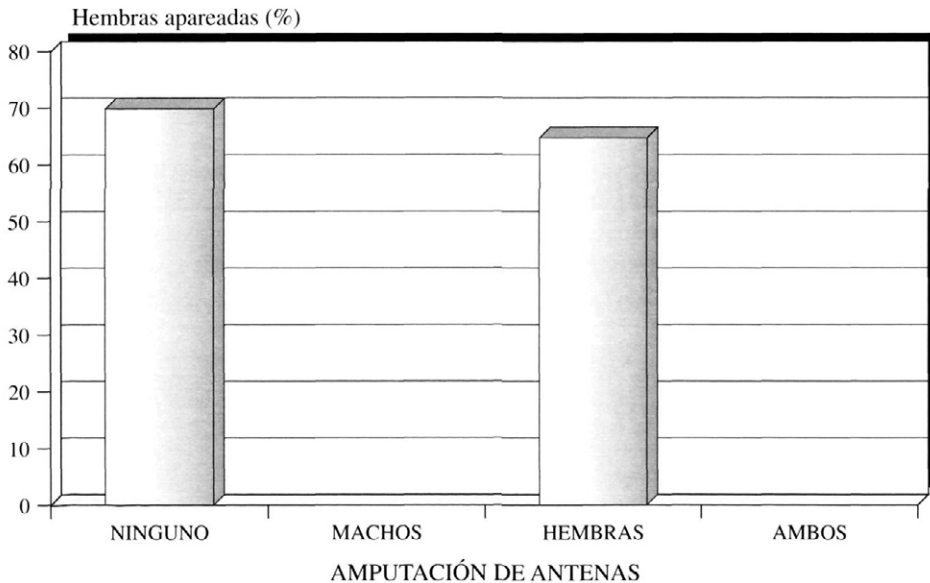


Fig. 1.—Acoplamiento (%) de hembras de *Sesamia nonagrioides* en función de la presencia de antenas en los individuos. En abscisas se indica el sexo de los individuos a los que se amputó las antenas.

Para cada una de las pruebas se empleaban 5 machos y 5 hembras de 1-2 días de vida.

Los adultos eran introducidos en jaulas de $50 \times 50 \times 50$ cm. En el interior de las jaulas se colocaba una planta de maíz. Se realizaron 4 repeticiones para cada condición.

Por tanto, y como era de prever, la feromona sexual producida por la hembra de la especie posee un papel fundamental en el apareo y posterior fecundación. En cambio, las hembras parece que no utilizan ningún estímulo olfativo en el apareo, ya que la amputación de las antenas a las mismas no ocasiona descenso significativo en el porcentaje de apareamiento.

Una de las restricciones que podría tener la confusión sexual sería que cuando los machos estuvieran confundidos en una atmósfera saturada de feromona sintética y por tanto incapaces de localizar a las hembras, fueran estas las que pudieran localizar a los machos mediante la detección de una posible feromona sexual producida por los machos. Los resultados de estas pruebas indican que las hembras son incapaces de localizar a los machos cuando a estos se les ha eliminado la posibilidad de localizar a las hembras al amputarles las antenas.

Otro factor restrictivo para el método de confusión sexual sería que los individuos de

los dos sexos pudieran encontrarse utilizando otro tipo de estímulos, como podrían ser los visuales. Los resultados también demuestran que los machos no utilizan con efectividad ningún otro tipo de estímulo para localizar a las hembras.

Efecto de la presencia de feromona sintética

En la figura 2 se indica el porcentaje de hembras apareadas, según la densidad de población en cada jaula, en las tres condiciones de concentración de feromona (testigo, dosis 1= 80 g/ha y dosis 2= 160 g/ha). Lo que se nos muestra es una estimación de la influencia que ejerce la concentración de feromona sintética sobre la aptitud de apareo de *S. nonagrioides*.

Con una pareja en cada jaula, no se produce un solo apareo en las cámaras con feromona sintética en el ambiente, ya sea la dosis 1 o la 2. Por contra hay hasta un 63%

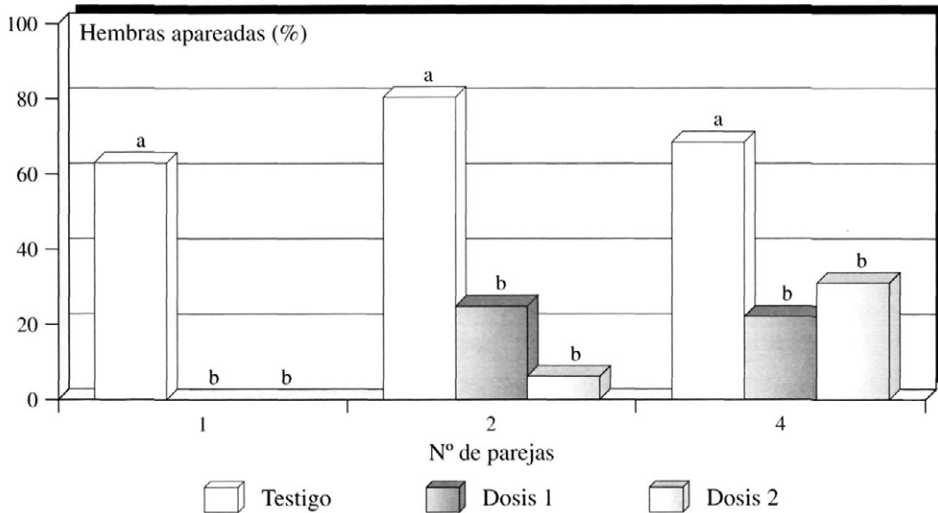


Fig. 2.—Acoplamiento (%) de hembras de *Sesamia nonagrioides* según la concentración de feromona para tres densidades de población diferentes (1, 2 y 4 parejas por jaula). Dentro de cada número de parejas, la primera columna corresponde a la cámara testigo; la segunda a la cámara con una dosis de feromona equivalente a 80 g/ha (dosis 1) y la tercera columna corresponde a la cámara con una dosis de feromona 160 g/ha (dosis 2). Dentro de cada número de parejas las columnas con la misma letra no son significativamente distintas según el test de Duncan ($p < 0,05$).

de apareamiento en el testigo. Cuando en las jaulas hay una densidad de dos parejas, el porcentaje de apareamiento en el testigo continua siendo muy superior al de las cámaras con feromona (81%). Por su parte, no hay diferencias significativas entre la dosis equivalente a 80 g/ha (25%) y la dosis equivalente a 160 g/ha (6%). Para el ensayo con 4 parejas por jaula, los resultados de apareamiento en el testigo siguen siendo altos (69%), continuando siendo muy superiores a las condiciones con feromona (22% para la dosis baja y 31% para la dosis alta).

Estos resultados muestran que no se produce una diferencia en la confusión sexual producida por las dos concentraciones de feromona sintética que hay en las cámaras 1 y 2 (80 y 160 g/ha respectivamente). Esto podría indicar que la diferencia de cantidad entre las dos cámaras no produce efecto en la inhibición del acoplamiento de *S. nonagrioides*. Lo que si que se aprecia claramente es que la presencia de estas concentraciones de feromona disminuye sensiblemente el porcentaje de acoplamiento de *S. nonagrioides*, lo que confirma las suposiciones de que la confusión sexual puede ser un método de control a utilizar con esta especie. En los ensayos de campo de PERDIGUER *et al.* (1992), no se puede llegar a esta conclusión, lo cual podría ser debido a que las concentraciones de feromona usadas en esos ensayos eran demasiado bajas o, tal y como se apunta, las poblaciones de *S. nonagrioides* demasiado altas.

Hay que destacar que no se ha producido ni un solo apareamiento en las cámaras 1 y 2, que eran las que tenían feromona, en los ensayos que se han realizado con una única pareja en cada jaula. En cambio, cuando en el ambiente no había feromona sintética, este grupo de adultos (los colocados en parejas únicas) se ha apareado notablemente.

En la cámara testigo el aumento de densidad de población no afecta al número de acoplamientos. Sin embargo, cuando hay feromona sintética en el ambiente, el aumento de población aumenta el número de acoplamientos. Se observa como en la cá-

mara 1 la mayor diferencia se produce entre el grupo de 1 pareja y el de 2 parejas, mientras que en la cámara 2, con una dosis mayor de feromona, la mayor diferencia se da entre el grupo de 2 parejas y el de 4. Esto podría ser debido a que la concentración de feromona necesaria para causar confusión, es mayor cuanto mayor sea la densidad de población. En un espacio con una densidad de población determinada, la posibilidad de un encuentro casual a una distancia determinada entre macho y hembra tiene un valor determinado, que aumentara al aumentar la población. Teniendo en cuenta esto y asumiendo que un macho podría detectar a una hembra por sus feromonas a una distancia que seria inversamente proporcional a la concentración de feromona sintética en el ambiente, se podría deducir que esta concentración de feromona sintética actuaría de un modo más efectivo en densidades relativamente pequeñas, que en densidades relativamente grandes. Este razonamiento llevaría a la conclusión de que, cuando se llega a densidades de población muy grandes, la técnica de confusión sexual pierde efectividad.

Esta perdida de efectividad ya ha sido descrita para otras especies en las que se ensaya la técnica de confusión sexual: *Cydia pomonella* (L.) (HOWELL *et al.*, 1992), *Adoxophyes orana* (CHARMILLOT y PASQUIER, 1992), además BOSCHERI *et al.* (1992), CARDÉ *et al.* (1977), MANI y SCHWALLER (1992) y PFEIFFER *et al.* (1993) señalan la alta densidad de población como un factor que reduce la efectividad de la técnica de confusión sexual en control de plagas.

Helicoverpa zea (CARPENTER y SPARKS, 1982) se vale de la visión para localizar a las hembras y acoplarse posteriormente y este método podría aducirse para explicar el aumento del acoplamiento en este ensayo, pero según se ha visto en el apartado anterior no se da esta posibilidad para *S. nonagrioides*, demostrando que la visión, como único recurso para encontrar a la hembra, no es suficiente para que el macho se acople con la hembra.

Efecto de la presencia de plantas

En la figura 3 se puede observar que en la cámara testigo (sin feromona) no hay diferencias de apareamiento entre las jaulas con planta y las jaulas sin planta. En ambos casos el porcentaje de apareo es muy alto, llegando al 81%. Esto indica que *S. nonagrioides* no necesita la planta para aparearse.

En la figura 3 se observa como sólo en el caso de las pruebas en la cámara 2 (dosis 2 = 160 g/ha), existe diferencia de acoplamiento entre las dos condiciones, jaulas con planta y jaulas sin planta. No se produce ningún acoplamiento en las jaulas sin planta huésped, mientras que en las que sí la tienen hay hasta un 50% de acoplamiento. En el testigo los resultados son idénticos para las dos condiciones (81% de acoplamiento). En la cámara 1 hay algo más de acoplamiento en jaula con planta (38%), que en las jaulas sin planta (31%), pero la diferencia no es significativa.

Esta falta de diferencia entre las dos condiciones (con planta y sin planta), puede im-

plicar que, a diferencia de lo descrito en otras especies como *Heliothis virescens* (ELLIS y BRIMACOMBE, 1980), la hembra de *S. nonagrioides* no necesita la planta huésped para realizar la llamada al macho.

¿Por qué se dan estos resultados? Podría suceder que en el caso de la dosis 2 la planta de maíz actuara de punto de reunión de los individuos. Sabemos que *S. nonagrioides* realiza la puesta en plantas de maíz; por lo tanto, es lógico suponer que esta actúe atrayendo los adultos, acercando a machos y hembras entre sí. En presencia de plantas, el azar, aunque importante, no lo sería tanto como en ausencia de ella. Sin planta el vuelo del macho resultaría aleatorio, sin objetivo definido. El encuentro con la hembra vendría condicionado por la casualidad, y por la concentración de feromona en un grado mayor que en presencia de planta. En este caso la concentración de feromona jugaría un papel decisivo y, por lo tanto, las variaciones de ésta condicionarían directamente el número de acoplamientos.

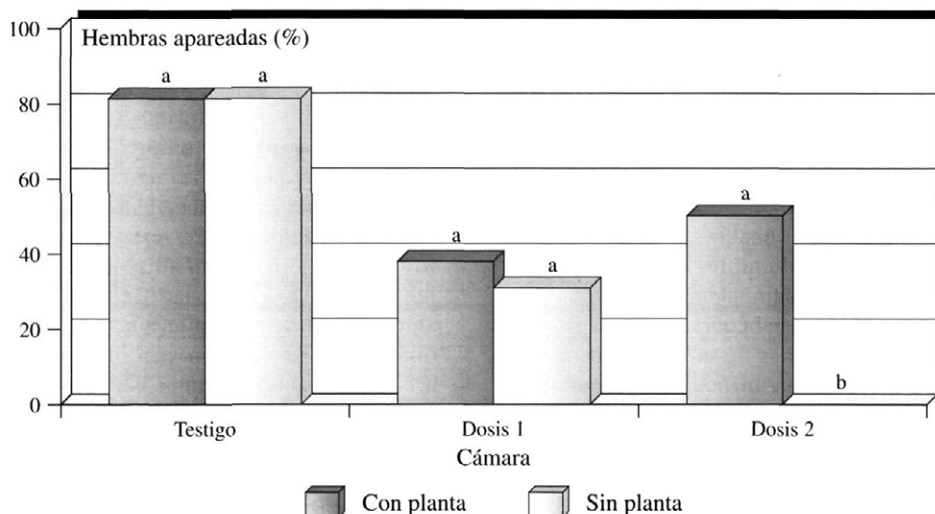


Fig. 3.—Acoplamiento (%) de hembras de *Sesamia nonagrioides* según la presencia de planta en la jaula.

Para cada dosis de feromona, la primera columna corresponde a ensayos en presencia de planta y la segunda en ausencia de ella. Todos los experimentos se han llevado a cabo en jaulas con 4 parejas.

Dentro de cada cámara las columnas con la misma letra no son significativamente distintas según el test de Duncan ($p < 0,05$).

ABSTRACT

EIZAGUIRRE, M.; ASÍN, L.; DEL RÍO, D.; LÓPEZ, C. y SANS, A., 1998: Effect of antenna amputation in males and females, presence of plant and pheromone concentration on mating of *Sesamia nonagrioides* Lef. *Bol. San. Veg. Plagas*, 24(Adenda al n.º 2): 443-450.

Some factors that can influence on the mating of *Sesamia nonagrioides* Lef., as the presence of antennae in the individuals from both sexes, the presence of maize plants and the pheromone concentration in the environment, have been studied in laboratory. Antenna amputation to females has no effect on the mating percentage, whereas the antenna amputation to males reduces it totally. The presence of synthetic pheromone in the environment reduces significantly the mating, being this reduction higher as higher is the pheromone dose. In these experiments, it is also showed that when the population density is high, the reduction of mating is lower. Finally, there is no differences on mating with or without plants.

Key words: *Sesamia nonagrioides*, sex pheromone, mating disruption, laboratory tests, antennae, maize plants, population density.

REFERENCIAS

- BOSCHERI, S.; RIZOLLI, W. y PAOLI, N., 1992: Experience with mating disruption for control of the codling moth and leafroller at the Laimburg experiment station (South Tirol-Bolzano). *Bull. OILB-SROP* 15(5): 81-87.
- CARDÉ, R. T.; BAKER, T. C. y CASTROVILLO, P. J., 1977: Disruption of Sexual Communication in *Laspeyresia pomonella* (Codling Moth), *Grapholita molesta* (Oriental Fruit Moth) and *G. prunivora* (Lasser Appleworm) with Hollow Fiber Attractant Sources. *Entomol. Exp. Appl.* 22: 280-288.
- CARPENTER, J. E. y SPARKS, A. N., 1982: Effects of Vison on Mating Behaviour of the Male Corn Earworm. *J. Econ. Entomol.* 75: 248-250.
- CHARMILLOT, P. J. y PASQUIER, D., 1992: Charmillot, & Pasquier, 1992. Comparaison de trois diffuseurs pour la lutte par la technique de confusion sexuelle contre la tordeuse de la pelure *Adoxophyes orana*. F.v.R. *Bull. Soc. Entomol. Suisse* 65: 107-113.
- EIZAGUIRRE, M. y ALBAJES, R., 1992: Diapause induction in the stem corn borer *Sesamia nonagrioides* (Lepidoptera: Noctuidae). *Entomol. Gen.* 17: 277-283.
- ELLIS, P. E. y BRIMACOMBE, L. C., 1980: The mating behaviour of the Egyptian cotton leafworm moth, *Spodoptera littoralis* (Boisd.). *Anim. Behav.* 28: 1239-1248.
- HOWELL, J. F.; KNIGHT, A. L.; UNRUH, T. R.; BROWN, D. F.; KRYSAN, J. L.; SELL, C. R. y KIRSCH, P. A., 1992: Control of codling moth in apple and pear with sex pheromone-mediated mating disruption. *J. Econ. Entomol.* 85(3): 918-925.
- MANI, E. y SCHWALLER, F., 1992: Results of 12 years experience to control codling moth, *Cydia pomonella* L. by mating disruption. *Bull. OILB-SROP* 15(5): 76-80.
- MAZOMENOS, B. E., 1989: Sex pheromone components of corn stalk borer, *Sesamia nonagrioides* (Lef.). Isolation, identification and field tests. *J. Chem. Ecol.* 11: 1241-1247.
- PERDIGUER, A.; GIMENO, F.; AGUILAR, L.; EIZAGUIRRE, M.; RIBA, M. y SANS, A., 1992: Ensayos de confusión sexual en *Sesamia nonagrioides*. *Invest. Agr.: Prod. Prot. Veg.* 7(2): 253-260.
- PFEIFFER, D. G.; KAAKEH, W.; KILLIAN, J. C.; LACHANCE, M. W. y KIRSCH, P., 1993: Mating disruption for control of damage by codling moth in Virginia apple orchards. *Entomol. Exp. Appl.* 67: 57-64.
- SRENG, I.; MAUME, B. y FREROT, B., 1985: Analyse de la sécrétion phéromonale produite par les femelles vierges de *Sesamia nonagrioides* (Lef.) (Lépidoptère, Noctuidae). *C.R. Acad. Sci. Ser. III Sci. Vie* 301(9): 439-442.

(Recepción: 7 enero 1998)
(Aceptación: 18 marzo 1998)

