

Ensayo de eficacia de diferentes concentraciones de feromona en el control por confusión sexual de *Chilo suppressalis* Walker (Lepidoptera, Pyralidae)

C. SERRANO, M. J. GIL y F. ALFARO

Se ha estudiado la eficacia de la confusión sexual contra el barrenador del arroz, *Chilo suppressalis* Walker (Lepidoptera, Pyralidae) con diferentes concentraciones de feromona por hectárea. Las concentraciones ensayadas han sido 28 g, 18 g y 10 g por hectárea, usando 70, 45 y 25 difusores respectivamente y con una carga de 400 mg de feromona cada uno. Estas concentraciones fueron comparadas con un testigo con 40 g y 100 difusores por hectárea. La superficie de cada una de las tesis fue de 500 hectáreas.

La evaluación de daños indica que no existen diferencias significativas entre las distintas concentraciones ensayadas. El índice de confusión, o ausencia de capturas en trampas de feromonas dentro de las zonas, fue superior al 98% cuando se utilizaron 100, 70, y 45 difusores por hectárea. Cuando se utiliza la máxima distancia entre difusores (25 difusores y 10 g por hectárea) el índice de confusión decrece hasta un 87%.

C. SERRANO, M. J. GIL y F. ALFARO: Servicio de Sanidad Vegetal. Conselleria de Agricultura y Pesca. Apartado 125. 46460 Silla (Valencia).

Palabras clave: *Chilo suppressalis*, confusión sexual, arroz, feromonas.

INTRODUCCIÓN

Chilo suppressalis Walker (Lepidoptera, Pyralidae) es la plaga más importante del arrozal valenciano (Fig. 1), cultivo que se encuentra localizado en su mayor parte dentro de los límites del Parque Natural de la Albufera. Es por este motivo por lo que en 1987 se planteó el desarrollo de una estrategia de lucha alternativa a los tratamientos aéreos para evitar los posibles riesgos en una zona de alto valor ecológico.

Desde el año 1979 hasta 1986 se ensayaron atrayentes de distintas procedencias y distintos modelos de trampas de captura sin que se obtuviesen resultados positivos. Es en la campaña de 1987 cuando se encuentra la feromona y modelo de trampa adecuado, obteniendo resultados excelentes (CONSE-

LLERIA DE AGRICULTURA Y PESCA, 1988). Después de varios ensayos entre 1987 y 1990 para diseñar una estrategia con feromonas por confusión sexual (BEEVOR *et al.*, 1990; OLMOS *et al.*, 1990), el método queda puesto a punto y desde 1991 hasta la fecha se utiliza a gran escala, poniéndose de manifiesto su gran eficacia y su nulo impacto sobre el medio.

Los resultados obtenidos al final de las campañas anteriores revelan que los índices de daño en las zonas de confusión son muy similares a los de las zonas tratadas con insecticidas, e inferiores a los de las zonas testigo. Los resultados son pues satisfactorios, aunque el método puede estar condenado a verse relegado a una escasa parte de la superficie cultivada debido, principalmente, al coste de su aplicación. Su precio aproximado es casi diez veces superior al del trata-



Fig. 1.—Adulto de *Chilo suppressalis* Walker, el barrenador del arroz.

miento aéreo con insecticidas. Esto ha obligado a que el producto haya sido subvencionado en su totalidad y que se haya restringido su uso a un 10% de la superficie arrocera (desde 1991 hasta 1996 se han cubierto de 1.500 a 2.000 hectáreas cada año de las 15.800 hectáreas cultivadas).

El método aplicado desde 1991 consiste en la colocación de 100 difusores de feromona por hectárea en un marco de 10x10 metros, con una carga de 400 mg por difusor, lo que supone una concentración de 40 g de feromona por hectárea.

Teniendo en cuenta la experiencia de los años anteriores y las investigaciones efectuadas por diversos autores referentes a la cantidad de sustancia necesaria y la distancia entre puntos de difusión (McLAUGHLIN *et al.*, 1972; SHOREY *et al.*, 1972; SHOREY y GASTON, 1974), y concretamente, los trabajos de KANNO y colaboradores sobre el comportamiento sexual de *Chilo suppressa-*

lis (KANNO, *et al.*, 1978, 1980, 1981 y 1982), cabe pensar que es posible la disrupción de la comunicación sexual de los adultos de esta especie a concentraciones más bajas de la actualmente utilizada. Si esto es cierto, podría abarataarse considerablemente el precio de su aplicación manteniendo eficacias similares, lo que ayudaría a incrementar el número de hectáreas protegidas por confusión sexual.

El objeto de este estudio ha sido comprobar la eficacia del método disminuyendo el número de puntos de difusión por hectárea y reduciendo, por tanto, la concentración de feromona por unidad superficie.

MATERIAL Y MÉTODOS

El éxito en el control por confusión sexual depende, principalmente, del tipo de

difusor empleado, de la concentración de feromona difundida por unidad de superficie y de la distancia entre los difusores (KANNO *et al.*, 1982).

Los difusores empleados son de policloruro de vinilo (PVC) en láminas. Este sistema consiste en un triple laminado en el que la capa central es de un polímero absorbente que lleva incorporada la disolución de la feromona y sus aditivos protectores. Las dos capas externas son de PVC flexible (CORK *et al.*, 1989).

El difusor es un cilindro hueco de 85 mm de alto y de 10 mm de diámetro. Este cilindro se coloca en una varilla de madera de 600 mm de longitud y de sección cuadrada de 5 mm de lado (Fig. 2). Los difusores contienen 400 mg de feromona sintética por unidad. La varilla se clava fácilmente en el suelo cuando el terreno está inundado, quedando el difusor a una altura aproximada de 55 cm del suelo.

Estos difusores ya han sido ensayados y garantizan la emisión constante de feromona sintética durante un periodo de 100 días, cubriendo completamente el periodo en que el cultivo es susceptible al ataque de *C. suppressalis* Walker (BEEVOR *et al.*, 1990; OLMOS *et al.*, 1990).

El estudio se ha realizado durante la campaña de 1997 y ha consistido en comparar la eficacia del método de confusión sexual variando el número de difusores por hectárea como resultado de incrementar la separación entre los mismos. Partiendo de la distancia utilizada desde 1991 hasta la fecha, 10 metros, se ha incrementado la separación a 12, 15 y 20 metros. Los marcos



Fig. 2.—Los difusores contienen 400 mg de feromona y se clavan al suelo con una varilla de madera.

de colocación experimentales, el número de difusores y la concentración final por hectárea correspondiente a cada marco se reflejan en el cuadro 1.

Debido a la particularidad del método de confusión sexual, que requiere grandes extensiones para una adecuada efectividad (TANAKA *et al.*, 1987), se eligieron 3 zonas de aproximadamente 500 hectáreas, una zona para cada marco experimental (Fig. 3). El

Cuadro 1.—Superficie, número de difusores, separación entre los difusores, carga por difusor y concentración final de feromona por hectárea de los diferentes marcos

Marco	Separación entre difusores (m)	Superficie (Ha)	Difusores por hectárea	Carga por difusor (mg)	Concentración de feromona por hectárea (g)
10 × 10	10	500	100	400	40
12 × 12	12	500	70	400	28
15 × 15	15	500	45	400	18
20 × 20	20	500	25	400	10

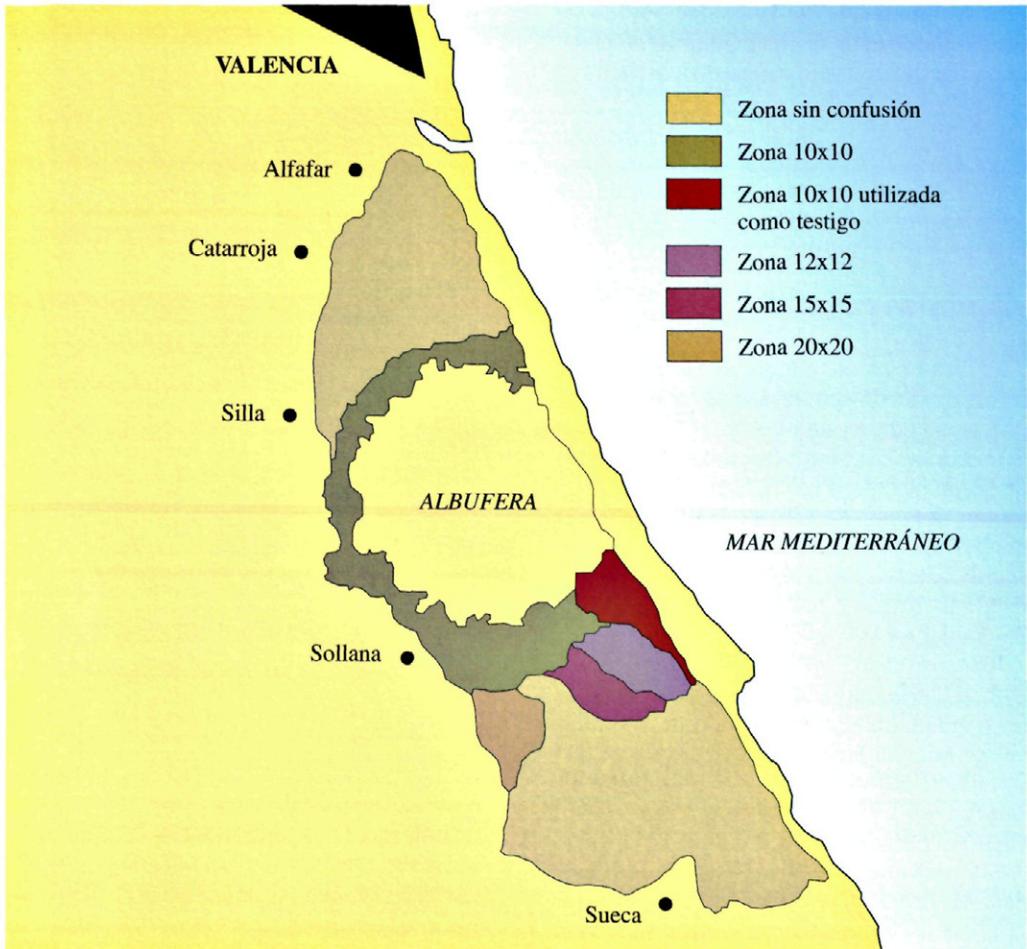


Fig. 3.—Se eligieron tres zonas de aproximadamente 500 hectáreas, una zona para cada marco experimental. El testigo consistió en un área de igual superficie, seleccionada dentro de las 3.700 hectáreas con el marco convencional (10 × 10).

testigo consistió en un área de igual superficie, seleccionada dentro de las 3.700 hectáreas con el marco convencional (10 × 10). Todas las zonas de estudio se dispusieron adyacentes y se eligieron por presentar condiciones homogéneas en cuanto a la aparición y abundancia de ataques de *C. suppressalis* Walker.

Este método requiere también que la colocación de los difusores se realice antes del primer vuelo de adultos (BEEVOR, 1990). Las varillas se quedan en el campo durante

toda la campaña y es raro encontrar sus restos en la campaña siguiente. Su colocación en campo se ha realizado entre el 20 de mayo y el 10 de junio de 1997.

Para la evaluación de la eficacia se realizaron dos muestreos, uno destinado a evaluar los daños de la primera generación (24 de julio) y otro a los de la segunda (11 de septiembre). En cada zona se han seleccionado al azar 8 campos. En cada campo se ha elegido un itinerario, también al azar, y se han realizado 30 tiradas con un bastidor de

madera de 1 m² de superficie (RAMONEDA, 1990). Cada campo se ha considerado como una repetición y se ha medido el nivel de daño según el número medio de cañas atacadas por m² (CAT m²) y el porcentaje de unidades de m² atacadas (%PAT).

Se ha comparado la eficacia del método entre las distintas zonas según los daños observados, tanto para los valores CAT m² como para los %PAT. Para determinar la existencia de diferencias entre las distintas zonas se ha aplicado un ANOVA, tanto para los valores de la primera generación como para los de la segunda. Los valores CAT m² se transformaron según la función log(x+1), mientras que los valores %PAT se transformaron según la función arcosn^{1/p}.

Para calcular el grado de confusión se han colocado 3 trampas indicadoras tipo funnel en cada una de las zonas. Estas trampas se han cebado con 1 mg de feromona a partir de un trozo de los difusores utilizados. El control del grado de confusión se ha basado en la diferencia de capturas entre estas trampas y las trampas control. Las trampas utilizadas como control se han colocado en campos de arroz sin confusión sexual próximos a cada una de las zonas. Cada grupo de 3 trampas indicadoras se comparó con otras 3 trampas de control, estando estas últimas a una distancia mayor de 100 metros de la periferia de cada marco.

Todas las trampas se revisaron cada 2 días, desde la colocación de los difusores hasta el momento de la cosecha (100 días después). La ausencia de capturas en las trampas indicadoras significa que la confusión sexual es del 100% ya que los machos

han sido incapaces de localizarlas. El índice de confusión se ha calculado de la siguiente forma:

$$i = \frac{\sum (C_c - C_i)}{C_c} \times 100$$

donde:

i: índice de confusión

C_c: Capturas en las trampas control

C_i: Capturas en las trampas indicadoras

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El índice de confusión obtenido en los diferentes marcos se refleja en el cuadro 2. En las zonas con los marcos 10 × 10, 12 × 12 y 15 × 15, el número de capturas ha sido muy bajo durante la experiencia y podemos considerar estas capturas debidas al azar. Los individuos capturados corresponden al tercer vuelo, momento en que la cantidad de adultos que sobrevuela la zona es muy alta, lo que aumenta la probabilidad de que un macho encuentre por azar una trampa a pesar de que la confusión sea la adecuada.

Según diversos autores (KANNO *et al.*, 1982; TANAKA *et al.*, 1987), para obtener un control efectivo es importante alcanzar un índice de confusión superior al 90%. Este valor es superado en los marcos arriba mencionados pero no se alcanza en la zona de marco 20 × 20. La disminución de la concentración de feromona al incrementar la distancia entre los difusores a 20 metros permite la captura de adultos en la zona de

Cuadro 2.—Relación de capturas en trampas control e indicadoras de confusión. Índice de confusión para los distintos marcos ensayados

Marco	N.º capturas en zona de confusión	N.º de capturas en el control	Índice de confusión (%)
10 × 10	3	164	98,18
12 × 12	1	374	99,73
15 × 15	1	256	99,61
20 × 20	35	271	87,08

confusión y el índice se sitúa en un 87%. En este caso, los primeros adultos se capturan durante el vuelo de la primera generación (segundo vuelo), apreciándose capturas esporádicas de un pequeño número de individuos durante todo el vuelo y el siguiente. En la figura 4 se puede observar la representación gráfica del número de capturas acumuladas en las trampas indicadoras y en las trampas control. Podemos apreciar que mientras las capturas en la zona control crecen casi de forma exponencial, lo que indicaría un crecimiento de la población, en el caso de las trampas indicadoras no se aprecia tal crecimiento.

La disminución en el índice de confusión observada en las parcelas con menor número de difusores no se refleja en los resultados de los muestreos para evaluar la población. La presencia de daños producidos por las larvas de *C. suppressalis* Walker ha sido muy escasa en todos los marcos ensayados, incluido el marco más amplio.

Al final de la primera generación los daños son insignificantes (cuadro 3). El es-

Cuadro 3.—Cañas atacada por m² (CATm²) y porcentaje de parcelas atacadas (%PAT) al final de la primera generación en los distintos marcos ensayados

Marco	%PAT	CATm ²
10 × 10	0,42	0,004
12 × 12	1,67	0,033
15 × 15	4,17	0,133
20 × 20	0,00	0,000

tado medio evolutivo de la población muestreada fue superior al de la población de los controles sin confusión sexual, lo que nos hace suponer que los escasos focos encontrados corresponden a oviposiciones muy tempranas, realizadas presumiblemente, durante la colocación de los difusores.

Al final de la segunda generación sí aparecen daños pero el número de cañas atacadas es muy bajo en todos los casos estudiados. Lo mismo se observa para el porcentaje de parcelas atacadas (cuadro 4).

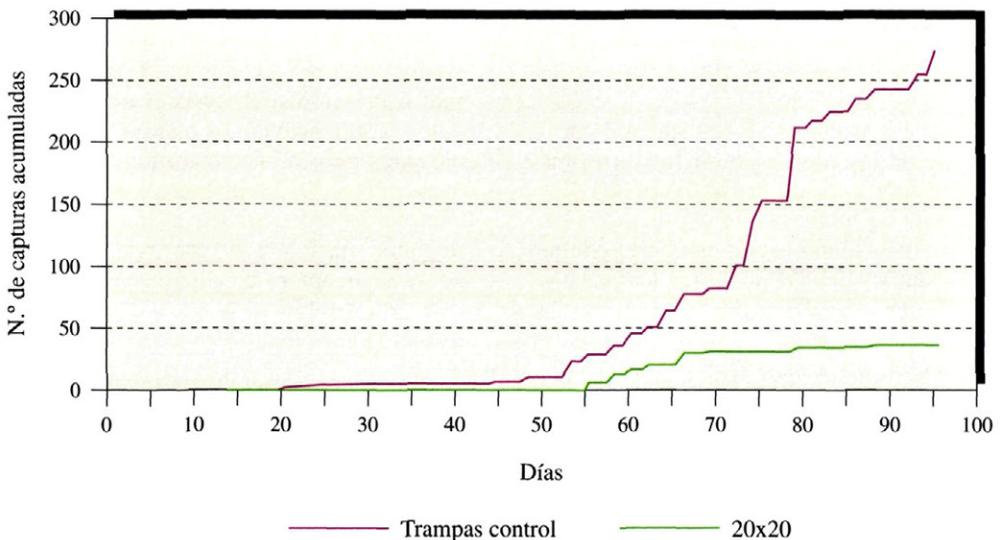


Fig. 4.—Representación gráfica del número de machos capturados (capturas acumuladas) en las trampas situadas dentro de la zona de 20 × 20 y las trampas utilizadas como control para esta zona.

Cuadro 4.-Cañas atacada por m² (CATm²) y porcentaje de parcelas atacadas (%PAT) al final de la segunda generación en los distintos marcos ensayados

Marco	%PAT	CATm ²
10 × 10	35,00	1,12
12 × 12	24,58	0,98
15 × 15	30,83	2,00
20 × 20	25,83	0,76

Estos daños no se consideran importantes ya que se encuentran muy por debajo del umbral de tratamiento: 4,18 para los valores CATm² y 73% para los valores %PAT (RAMONEDA, 1993).

La aplicación de un ANOVA a los valores CATm² y para los valores %PAT indica que no existen diferencias significativas entre los distintos marcos al 95% de confianza ($p = 0,1276$ para el número de cañas ataca-

das por m² y $p = 0,1162$ para el porcentaje de parcelas de m² atacadas).

Por lo tanto, podemos concluir a partir de los daños observados que la disminución del número de difusores por hectárea ensayada no se traduce en una disminución en la eficacia del método, obteniéndose un excelente control de la población incluso cuando se reduce el número de difusores a la cuarta parte. Esto permitiría reducir el precio de la aplicación a una cantidad cuatro veces inferior a la actual, situándose a niveles competitivos con el tratamiento convencional con insecticida.

Sin embargo, la disminución del índice de confusión por debajo del 90% en el caso del marco 20 × 20 nos hace pensar que en años con densidades poblacionales más altas es posible la aparición de más daños ya que la confusión no parece ser muy alta. Por tanto, debería repetirse la experiencia un año más para comprobar que estos resultados se repiten.

ABSTRACT

SERRANO, C.; GIL, M. J. y ALFARO, F., 1998: Efficacy of different synthetic pheromone concentrations in mating disruption technique against *Chilo suppressalis* Walker (Lepidoptera, Pyralidae). *Bol. San. Veg. Plagas*, 24(4): 841-848.

Efficacy of mating disruption against the rice stem borer, *Chilo suppressalis* Walker (Lepidoptera, Pyralidae) with different synthetic pheromone concentrations was studied in paddy fields in Valencia. The different concentrations were 28 g, 18 g and 10 g per hectare, using 70, 45 and 25 evaporators respectively, each one with 400 mg of synthetic pheromone. These concentrations were compared with a control with 40 g and 100 evaporators per hectare. The experimental plots had 500 hectares.

Correlation for the degree of damage by larvae showed no differences between the different concentrations. Highly effective control was observed. An attraction inhibition in the pheromone traps higher than 98% was observed in the case of 100, 70 and 45 evaporators per hectare. When greatest distance between evaporators was used (25 evaporators and 10 g per hectare), attraction inhibition in the pheromone traps was 87%.

Key words: *Chilo suppressalis*, mating disruption, rice, pheromones.

REFERENCIAS

BEEVOR, P. S.; DAVID, H. y JONES, O. T., 1990: Female sex pheromones of *Chilo* spp (Lepidoptera, Pyralidae) and their development in pest control applications. *Insect Sci. Applic.* Vol. 11. No 4/5: 787-794.

CONSELLERIA DE AGRICULTURA Y PESCA, Servicio de Protección de los Vegetales, 1988: Ensayo del sistema de confusión sexual en la lucha contra *Chilo suppressalis* Walk. en el arrozal de Valencia. *Phytoma España*, n.º 3 Noviembre: 30-36.

- CORK, A.; HALL, D. R.; SMITH, J. L. y JONES, O. T., 1989: A new resin formulation for controlled release of insect pheromones. *Controlled release society: 16th Int. Sym. Controlled Released of Bioactive Material*. Chicago USA.
- KANNO, H.; TATSUKI, S.; UCHIUMI, K.; KURIHARA, M.; FUKAMI, J.; FUJIMOTO, Y. y TATSUNO, T., 1978: Disruption of sex attraction in the rice stem borer moth, *Chilo suppressalis* Walker, with components of the sex pheromone and related chemicals. *Appl. Ent. Zool.* **13**: 321-323.
- KANNO, H.; HATTORI, M.; SATO, A.; TATSUKI, S.; UCHIUMI, K.; KURIHARA, M.; FUKAMI, J.; FUJIMOTO, Y. y TATSUNO, T., 1980: Disruption of sex pheromone communication in the rice stem borer moth, *Chilo suppressalis* Walker (Lepidoptera, Pyralidae), with sex pheromone components and their analogues. *Appl. Ent. Zool.* **15**: 465-473.
- KANNO, H. y TATSUKI, S., 1981: Disruption of sex pheromone communication in the rice stem borer moth, *Chilo suppressalis* Walker (Lepidoptera, Pyralidae), with sex pheromone components and they related analogues. *Proc. Symp. Trop. Agr. Res.* **14**: 91-100.
- KANNO, H.; HATTORI, M. y SATO, A., 1982: Release rate and distance of evaporators with Z-11-hexadecenal and Z-5-Hexadecene on disruption of male orientation in the rice stem borer moth, *Chilo suppressalis* Walker (Lepidoptera, Pyralidae). *Appl. Ent. Zool.* **17** (4): 432-438.
- MCLAUGHLIN, J. R.; SHOREY, H. H.; GASTON, L. K.; KAAE, R. S. y STEWART, F. D., 1972: Sex pheromones of Lepidoptera. XXXI. Disruption of sex pheromone communication in *Pectinophora gossypiella* with hexalure. *Environ. Ent.* **1**: 645-650.
- OLMOS, A.; AZNAR, V.; FABREGUES, C. y PERDIGUER, A., 1990: Alternativa a la lucha química contra *Chilo suppressalis* Walker, barrenador del arroz, utilizando feromonas de síntesis. *Resumen del trabajo presentado al 4º Symposium Nacional de Agroquímicos*. Sevilla.
- RAMONEDA, J., 1990: El nivell màxim d'atac econòmicament tolerable i el llindar de tractament del cuc de l'arros *Chilo suppressalis* al Delta de l'Ebre: punts clau per al seu control integrat. *Informe ajut a la recerca Caixa de Barcelona*. 91 pp.
- RAMONEDA, J., 1993: Racionalització de la lluita contra *Chilo suppressalis* al Delta de l'Ebre: Biologia, lluita química i lluita amb feromones. *Estudi per al Servei de Protecció dels Vegetals de la Generalitat de Catalunya*. 152 pp.
- SHOREY, H. H.; KAAE, R. S.; GASTON, L. K. y MCLAUGHLIN, J. R., 1972: Sex pheromones of Lepidoptera. XXX. Disruption of sex pheromone communication in *Trichoplusia ni* as a possible means of mating control. *Environ. Ent.* **1**: 641-645.
- SHOREY, H. H. y GASTON, L. K., 1974: Programs utilizing pheromones in survey or control: the cabbage looper. En *Pheromones*, edit. M. BIRCH, American Elsevier, New York. 495 pp.
- TANAKA, F.; YABUKI, S.; TATSUKI, S.; TSUMUKI, H.; KANNO, H.; HATTORI, M.; USUI, K.; KUIHARA, M.; UCHIUMI, K. y FUKAMI, J. Control effect of communication disruption with synthetic pheromones in paddy fields in the rice stem borer, *Chilo suppressalis* (Walker) (Lepidoptera Pyralidae). *Jpn. J. Appl. Ent. Zool.* **31**: 125-133.

(Recepción: 7 enero 1998)

(Aceptación: 18 marzo 1998)