

CAPTURA DE MACHOS DE *Plutella xylostella* (L.) (LEPIDOPTERA: PLUTELLIDAE) EN TRAMPAS CEBADAS CON FEROMONA SEXUAL SINTÉTICA

CAPTURE OF *Plutella xylostella* (L.) (LEPIDOPTERA: PLUTELLIDAE) MALES USING TRAPS BAITED WITH SYNTHETIC SEXUAL PHEROMONE

Humberta Gloria Calyecac-Cortero, Juan Cibrián-Tovar y Benjamín Barrios-Díaz

Especialidad de Entomología y Acarología. Instituto de Fitosanidad. Colegio de Postgraduados. 56230. Montecillo, Estado de México. (hcalyecac@colpos.colpos.mx)

RESUMEN

El uso de feromonas para el manejo de insectos plaga representa una alternativa al uso de plaguicidas pues éstos causan efectos negativos en la salud, el ambiente y la generación de resistencia. En este trabajo se evaluó el efecto del tipo de trampa, color y altura de colocación de la misma y la dosis de feromona sexual sintética en la captura de machos de la palomilla dorso de diamante. La evaluación se llevó a cabo en col *Brassica oleracea* var. *capitata* durante dos periodos de cultivo. Se evaluaron tres tipos de trampas: recipientes de plástico de 2 L y 3.785 L con agua jabonosa y trampa comercial pegajosa tipo ala (Pherocon®). Los colores evaluados fueron verde y transparente. Las alturas de trampa utilizadas fueron 25 y 60 cm. Las dosis de feromona sintética comparadas fueron 0, 0.5 y 1.0 mg, usando liberadores tipo tapón de caucho. En invierno se evaluaron 0.5 y 1.0 mg de feromona por liberador, trampas de recipiente de plástico verde y transparente de 2L y trampas de 3.785 L, colocando todas las trampas a una altura de 25 cm. En primavera se evaluaron los tres tipos de trampas, además de las mismas dosis y alturas de 25 y 60 cm. La vida útil de la base pegajosa de la trampa comercial de tipo ala fue de 58 días durante el invierno y 41 días durante la primavera. Las mayores capturas en invierno se obtuvieron con las trampas de 3.785 L con agua jabonosa, con 1.0 mg de feromona por liberador ($p=0.05$); y en primavera, con las mismas trampas pero con una dosis de 0.5 mg de feromona por liberador con las trampas a 25 cm de altura ($p=0.05$). El color de las trampas no influyó en la captura de palomillas ($p=0.05$).

Palabras clave: *Brassica oleracea* var. *capitata*, captura, palomilla dorso de diamante, Z-11-hexadecenal, Z-11-hexadecenil acetato.

INTRODUCCIÓN

P*lutella xylostella* (L.) afecta el rendimiento y calidad de las crucíferas, debido a los daños directos e indirectos que provoca al alimentarse del follaje y a la contaminación del producto comercial con sus desechos (Talekar y Shelton, 1993).

Recibido: Octubre, 2000. Aprobado: Enero, 2002.

Publicado como ARTÍCULO en *Agrociencia* 36: 83-91. 2002.

ABSTRACT

The use of pheromones in pest management represents an alternative to the use of pesticides causing negative effects on human health and the environment, as well as generating resistance to pesticides. In this investigation, the effects of type, color and height of traps, as well as doses of synthetic sexual pheromone in the capture of male diamondback moths were evaluated. The experiment was carried out on cabbage *Brassica oleracea* var. *capitata* during two seasons. Three different types of trap were evaluated: 2 L and 3.785 L plastic containers with soapy water, and a winged sticky commercial trap (Pherocon). Green and transparent were the evaluated colors. Traps were tested at heights of 25 and 60 cm, and 0, 0.5 and 1.0 mg doses of synthetic pheromone were assessed using rubber dispensers in each type of trap. During winter, doses of 0.5 and 1.0 mg pheromone were tested, using green and transparent plastic containers of 2L, and 3.785 L traps, placing all the traps at a height of 25 cm. During spring all three types of trap and the same doses were evaluated, setting the traps at heights of 25 and 60 cm. The life span of the glue in the commercial trap was 58 days during winter and 41 days in the spring. During winter the largest captures were obtained in 3.785 L plastic containers with soapy water, using a dosis of 1.0 mg of pheromone per dispenser ($p=0.05$), whereas in spring the greatest captures were obtained using the same type of trap placed at a height of 25 cm, with 0.5 mg of pheromone ($p=0.05$). The color of the trap did not influence the capture of the moths ($p=0.05$).

Key words: *Brassica oleracea* var. *capitata*, capture, diamondback moth, (Z)-11-hexadecenal, (Z)-11-hexadecenyl acetate.

INTRODUCTION

P*lutella xylostella* (L.) affects the yield and quality of the crucifers, due to the direct and indirect damage it provokes as it feeds on the leaves, while contaminating the commercial product with its waste (Talekar and Shelton, 1993).

The effectiveness of sexual pheromones in pest control is modest, compared to that of insecticides. However, these modifiers of insect behavior are valuable, because they can be added to the numerous methods employed

La efectividad de las feromonas sexuales en el control de insectos es modesta en comparación con los insecticidas. No obstante, estas sustancias modificadoras del comportamiento insectil son valiosas porque se pueden adicionar a los numerosos métodos que tiene el entomólogo para el manejo de plagas agrícolas (Cibrián-Tovar, 1999). Con el uso de las feromonas sexuales se puede disminuir poblaciones de insectos plaga, detectar la presencia de insectos de interés agrícola, conocer el comportamiento de las poblaciones de plagas y tomar decisiones sobre el uso adecuado de los insecticidas (Mora *et al.*, 1990). Los objetivos de esta investigación fueron: Evaluar la captura de machos de *P. xylostella* (L.) con tres tipos de trampas; comparar las capturas de esta especie utilizando tres cantidades de feromona y dos colores de trampa; confirmar la altura adecuada de las trampas sobre el nivel del suelo; evaluar la vida útil de la base de trampas pegajosas comerciales; y comparar la captura de las trampas con feromona sexual en dos fechas de cultivo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El trabajo se llevó a cabo en el rancho Guadalupe del municipio de Acatzingo, Puebla, ubicado entre 188° 56' 48" –190° 06' 18" N y 92° 34' 18" –97° 49' 54" O, a 2144 m, con clima C (W₀) (W) templado subhúmedo con lluvias en verano (García, 1981); la temperatura media anual oscila entre 12 y 18 °C y la precipitación del mes más seco es menor de 40 mm (Anónimo, 1987).

Liberadores

Se utilizaron liberadores tipo tapón de caucho natural color rojo, los cuales se limpiaron en un sistema soxlet con hexano grado cromatográfico. Se prepararon liberadores con 0, 0.5 y 1 mg de feromona sexual sintética, compuesta por los estándares analíticos: Z-11 hexadecenal y Z-11-hexadecenil acetato (Sigma®) en proporción 7:3, usando 250 mL de hexano grado cromatográfico por liberador. La feromona se colocó en los liberadores con microjeringas Microliter® #720. El material de cristalería fue lavado con jabón libre de fosfatos Extran®, enjuagado con agua destilada, acetona y hexano, esterilizado en una estufa Blue M®. Todo lo anterior se realizó en el Laboratorio de Ecología Química, del Instituto de Fitosanidad del Colegio de Postgraduados.

Experimentos

El primer experimento se realizó en el invierno, desde el 7 de noviembre de 1999 al 30 de enero de 2000. Se empleó col híbrida (*Brassica oleracea* var. *capitata*) de la variedad Stone Head (Neuman Seed Co). Se evaluaron 12 tratamientos: recipiente plástico de 2 L de capacidad (Figura 1), color verde y transparente, con 0, 0.5 y 1.0 mg

by the entomologist for the control of agricultural pests (Cibrián-Tovar, 1999). With the use of sexual pheromones, populations of insect pests can be reduced, the presence of insects of agricultural interest may be detected, the behavior of pest populations can be learned, and decisions can be made regarding the adequate use of insecticides (Mora *et al.*, 1990). The objectives of this study were: To evaluate the capture of male *P. xylostella* (L.) using three types of traps; to compare the captures of this species using three quantities of pheromone and two colors of trap; to confirm the best height for placing the traps; to evaluate the life span of commercial sticky traps; and to compare the capture of the traps with sexual pheromone in two growing seasons.

MATERIALS AND METHODS

Area of Study

The work was carried out at the Guadalupe ranch in the town of Acatzingo, Puebla, located between 188° 56' 48" –190° 06' 18" N and 92° 34' 18" –97° 49' 54" E, at 2144 meters, with a subhumid temperate climate C (W₀) (W) with rain in summer (García, 1981); the average annual temperature fluctuates between 12 and 18 °C and the precipitation of the driest month is less than 40mm (Anonymous, 1987).

Dispensers

Red natural rubber dispensers of the bottle stopper type were used, cleaned in a Soxhlet system with chromatographic grade hexane. Dispensers were prepared with 0, 0.5 and 1 mg of synthetic sexual pheromone, composed by the analytical standards: Z-11 hexadecenil acetate (Sigma®) in a proportion of 7:3, using 250mL of chromatographic grade hexane per dispenser. The pheromone was applied to the dispensers with Microliter® #720 microsyringes. The glassware was washed with Extran® brand phosphate free soap, rinsed with distilled water, acetone and hexane, and sterilized in a Blue M® oven. All of the above was carried out in the Laboratorio de Ecología Química, of the Instituto de Fitosanidad of the Colegio de Postgraduados.

Experiments

The first experiment was made in winter, from November 7, 1999, to January 30, 2000. Hybrid cabbage (*Brassica oleracea* var. *capitata*) of the Stone Head variety (Neuman Seed Co.) was used. Twelve treatments were assessed: green and clear plastic containers with a 2L capacity (Figure 1), with 0, 0.5 and 1.0 mg of pheromone per dispenser; clear plastic containers with a capacity of 3.785L (Figure 2), with 0, 0.5 and 1.0 mg of pheromone per dispenser; and winged sticky traps (Figure 3), with 0, 0.5 and 1.0 mg of pheromone per dispenser.

Traps were set a month after transplanting, at a height of 25 cm from the ground and 20 m distance between them. Weekly counts were made of the capture in each trap, changing the soapy water and cleaning the glue from each trap.

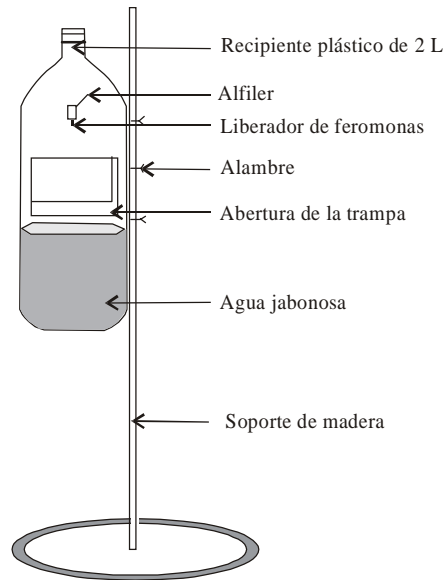


Figura 1. Trampa de recipiente plástico transparente de 2 L con agua jabonosa.

Figure 1. Transparent 2 L plastic trap with soapy water.

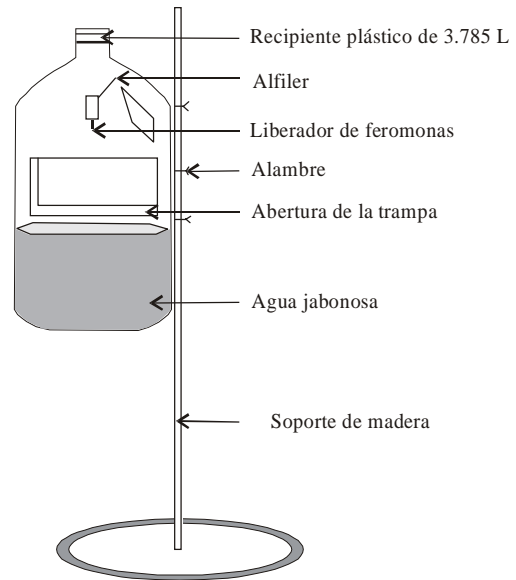


Figura 2. Trampa de recipiente plástico transparente de 3.785 L con agua jabonosa.

Figure 2. Transparent 3.785 L plastic trap with soapy water.

de feromona por liberador; recipiente plástico de 3.785 L de capacidad (Figura 2), transparente, con 0, 0.5 y 1.0 mg de feromona por liberador; y trampa pegajosa tipo ala (Figura 3), con 0, 0.5 y 1.0 mg de feromona por liberador.

Las trampas se colocaron un mes después del trasplante, a 25 cm del nivel del suelo y a 20 metros de distancia entre ellas. Se realizaron conteos semanales de las capturas por trampa, cambiando el agua jabonosa y limpiando el pegamento de cada una de las trampas.

El segundo experimento se realizó en la primavera, del 19 de marzo al 28 de mayo de 2000. Se empleó col híbrida (*Brassica oleracea* var. *capitata*) de la variedad San Juan (Takii Co). Las trampas se colocaron un mes después del trasplante. Se evaluaron 18 tratamientos: recipiente plástico de 2 L, transparente, con 0, 0.5 y 1.0 mg de feromona por liberador y dos alturas 25 y 60 cm sobre el nivel del suelo; recipiente plástico de 3.785 L, transparente, con 0, 0.5 y 1.0 mg de feromona por liberador y dos alturas 25 y 60 cm por arriba del nivel del suelo; y trampa pegajosa tipo ala, con 0, 0.5 y 1.0 mg de feromona por liberador y dos alturas 25 y 60 cm por arriba del nivel del suelo.

Diseño experimental y análisis estadístico

En ambos experimentos se utilizó un diseño completamente al azar con un arreglo factorial y tres repeticiones. Se calcularon los promedios de captura de cada trampa por cada periodo de evaluación. Se llevó a cabo una transformación de los datos de las medias a raíz cuadrada para homogeneizar las varianzas. Se realizó un análisis de varianza y comparación de medias mediante la prueba de Tukey, utilizando el paquete estadístico SAS® (1998), con un nivel de significancia de 5%.

The second experiment was carried out in the spring, from March 19, 2000 to May 28, 2000. Hybrid cabbage (*Brassica oleracea* var. *capitata*) of the San Juan variety (Takii Co.) was used. The traps were set a month after transplanting. Eighteen treatments were evaluated: 2 L transparent plastic containers, with 0, 0.5 and 1.0 mg of pheromone per dispenser and at two different heights, 25 and 60 cm from the ground; 3.785 L transparent plastic containers with 0,0.5 and 1.0 mg of pheromone per dispenser at two heights, 25 and 60 cm above ground level, and winged sticky commercial traps, with 0,0.5 and 1.0 mg of pheromone per dispenser at two heights, 25 and 60 cm from the ground.

Experimental design and statistical analysis

In both experiments a completely randomized design was used with a factorial arrangement and three repetitions. The average capture of every trap was calculated for each evaluation period. The data means were transformed to square root in order to homogenize the variances. A variance analysis and comparison of averages were made by means of the Tukey test, using SAS statistical package (1998), with a significance level of 5%.

RESULTS AND DISCUSSION

Winter period

In this period the most numerous captures were made with the 3.785 L plastic trap with soapy water, using dispensers which contained 1mg of sexual pheromone: an average of 100.7 moths a week were captured 81 days after transplanting. These results were similar to those

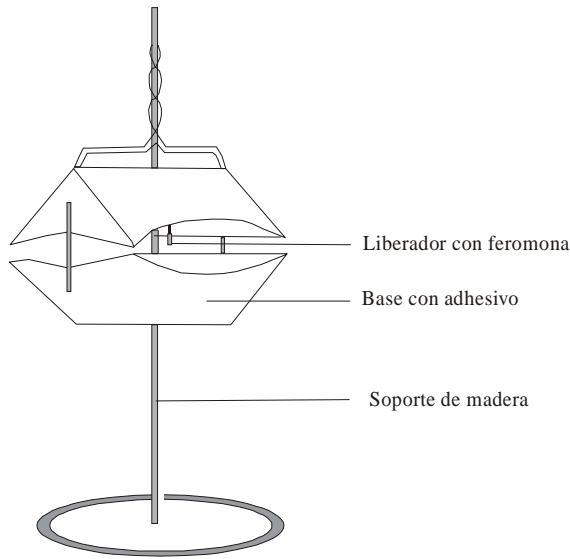


Figura 3. Trampa comercial pegajosa tipo ala, marca Pherocon® (Trécé Incorporated).

Figure 3. Winged, sticky commercial trap (Pherocon®). (Trécé Incorporated).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Periodo de invierno

En este periodo se obtuvieron mayores capturas con la trampa de plástico de 3.785 L con agua jabonosa, usando liberadores que contenían 1 mg de feromona sexual; se capturaron un promedio de 100.7 palomillas por semana 81 días después del trasplante. Estos resultados fueron similares a los obtenidos por Mora *et al.* (1990), quienes capturaron 92 machos por trampa por semana con trampas con agua jabonosa de 3.785 L, colocadas a 20 cm. En la Figura 4 se observa el comportamiento, en el tiempo, de los promedios de capturas semanales para cada tratamiento.

Las trampas se colocaron 30 días después del trasplante, y a 88 días del mismo la captura fue mínima debido a que el adhesivo de estas trampas se saturó con las escamas de las palomillas, restos de otros insectos y polvo, por lo que la vida útil de una base pegajosa comercial fue de 58 días.

Con las trampas con recipiente plástico de 2 L se obtuvieron mayores capturas (palomillas por semana) usando liberadores con 1 mg de feromona sexual: un promedio de 73.3 en las trampas con recipiente verde y 72 en las trampas con recipiente transparente (Figura 4).

Al principio, las trampas con liberadores de 0.5 y 1.0 mg de feromona tuvieron capturas similares; a los 61 días después del trasplante las capturas de las trampas con liberadores con 0.5 mg empezaron a disminuir drásticamente

obtained by Mora *et al.* (1990), who captured 92 males per trap per week using 3.785L containers with soapy water, set at a height of 20 cm. In Figure 4 we can observe the means of weekly captures for each treatment.

The traps were set 30 days after transplanting. Eighty-eight days after transplanting, the capture was minimal, because the adhesive of these traps became saturated with the scales of the moths, remains of other insects and dust. As a result, the life span of a commercial sticky base was 58 days.

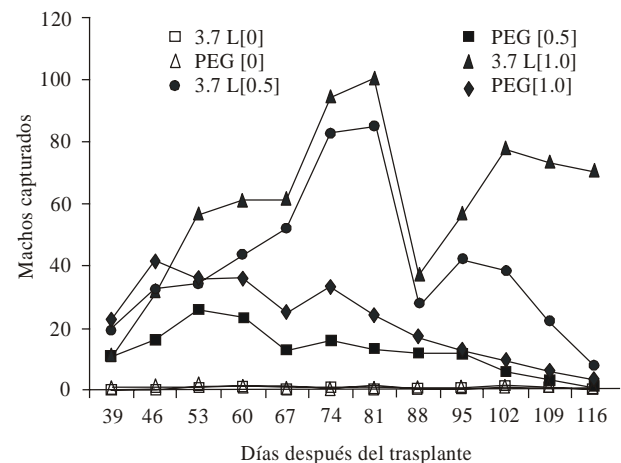
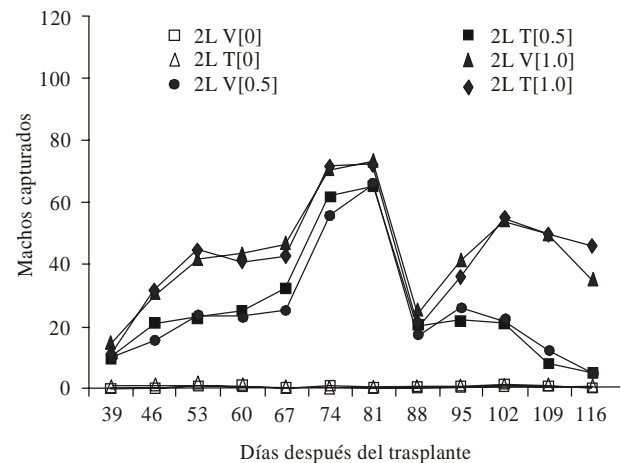


Figura 4. Captura de machos de *P. xylostella* utilizando tres tipos de trampa, dos colores de un tipo de trampa y dos cantidades de feromona por liberador. 2 L = Recipiente de 2 L; 3.7 L = Recipiente de 3.785 L; PEG = Trampa pegajosa; V = Verde; T = Transparente; [0] = 0 mg de feromona; [0.5] = 0.5 mg de feromona; [1.0] = 1.0 mg de feromona.

Figure 4. Capture of *P. xylostella* males using three types of trap, two colors of one type of trap and two quantities of pheromone per dispenser. 2 L = 2 L container; 3.7 L = 3.785L container; PEG = sticky traps; V = green; T = clear; [0] = 0 mg of pheromone; [0.5] = 0.5 mg of pheromone; [1.0] = 1.0 mg of pheromone.

y al final la captura fue insignificante. Las trampas con liberadores con 1.0 mg tuvieron buenas capturas hasta el final del experimento.

La densidad poblacional de la plaga fue baja al inicio del experimento y se observó otra disminución a los 88 días después del trasplante (Figura 4); esto se debió a dos aplicaciones de insecticidas hechas para controlar *P. xylostella*: la primera 31 días después del trasplante y la segunda 83 días después del mismo. Además, la población disminuyó desde el primer corte de col (15 días antes del último muestreo), similar a la declinación de la densidad de población al finalizar la cosecha de las crucíferas observada por Kuwahara *et al.* (1995) y por Barrantes y Rodríguez (1996).

En el Cuadro 1 se observa que la trampa con mejores capturas fue la de recipiente plástico con 3.785 L y agua jabonosa. El color de la trampa no influyó en la captura, ya que los promedios de captura en trampas de recipiente plástico verde y transparente de capacidad de 2 L no son diferentes ($p=0.05$).

Estos resultados concuerdan con los de García (2000), quien menciona que las trampas que matan al insecto dentro de un líquido tienen una mayor capacidad de captura que aquellas que capturan a los insectos en una superficie adhesiva. Por otra parte, Mora *et al.* (1990) concluyen que al incrementarse la capacidad de las trampas con soluciones, los insectos pueden quedar atrapados incrementándose la captura; otra ventaja es que las trampas con agua jabonosa son de menor costo que las trampas pegajosas, de fácil adquisición y menos llamativas, por lo tanto es menor el riesgo de que sean sustraídas del campo.

Los resultados del Cuadro 2 muestran que con los liberadores con 1.0 mg de feromona se obtuvieron las mayores capturas ($p=0.05$). En relación con lo anterior,

Cuadro 1. Promedio total de machos de *P. xylostella* capturados por tipo de trampa por semana en el invierno (12 semanas)[†].

Table 1. Total average of *P. xylostella* males captured per trap type per week in winter (12 weeks)[†].

Tipo de trampa	Promedio de machos capturados [‡]
Agua jabonosa, recipiente de 3.785 L	26.13 a
Agua jabonosa, recipiente de 2.0 L, verde	17.36 b
Agua jabonosa, recipiente de 2.0 L, transparente	17.12 b
Pegajosa tipo ala	9.06 c

[†] El promedio se calculó tomando en cuenta la captura de todas las trampas del mismo tipo, aun cuando éstas tuvieron diferente cantidad de feromona por liberador ♦ The average was calculated taking into account the capture of all the traps of the same type, even when different amounts of pheromone per dispenser were used.

[‡] Los promedios con la misma letra no son significativamente diferentes (Tukey, $p=0.05$) ♦ Averages with the same letter are not significantly different (Tukey, $p=0.05$).

Greater captures (moths per week) were obtained with traps of 2 L plastic containers using dispensers with 1mg of sexual pheromone: an average of 73.3 in the traps with the green container and 72 in the traps with the clear container (Figure 4).

At the beginning the traps with dispensers containing 0.5 and 1.0 mg of pheromone presented similar captures; 61 days after transplanting the captures of the traps with dispensers containing 0.5 mg began to diminish drastically, and towards the end, the capture was insignificant. The traps with dispensers containing 1.0 mg obtained good captures until the end of the experiment.

The population density of the pest was low at the initial stage of the experiment, and a further decrease was observed 88 days after transplanting (Figure 4). This was a result of two applications of insecticides to control *P. xylostella*: the first was applied 31 days and the second 83 days after transplanting. In addition, the population diminished after the first cutting of cabbage (15 days before the last sample), which is similar to a decline in the population density at the end of the crucifer harvest, observed by Kuwahara *et al.* (1995) and by Barrantes and Rodríguez (1996).

In Table 1 it can be observed that the trap with the best captures was the 3.785 L plastic container with soapy water. The color of the trap did not affect the amount, as the average capture in 2 L traps of green and clear plastic do not differ ($p=0.05$).

These results coincide with those obtained by García (2000), who mentions that the traps that kill the insect in a liquid have a greater capacity for capture than those which entrap the insect on a sticky surface. Furthermore, Mora *et al.* (1990) conclude that when the capacity of the traps is increased with solutions, the insects may be trapped, thus increasing the capture; another advantage is that the traps with soapy water are less expensive than the sticky traps, easily acquired and less visible, and are therefore less likely to be stolen.

The results in Table 2 show that the greatest captures were obtained with dispensers containing 1.0 mg of pheromone ($p=0.05$). Regarding this, Zilahi-Balog *et al.* (1995) observed that when the quantity of pheromone per dispenser is incremented up to a certain limit and under certain climatic conditions, greater captures are obtained.

Spring period

In this period the greatest captures were obtained in traps with soapy water in the 3.785 L container with 1 mg of pheromone per dispenser, set at a height of 25 cm, with an average of 425 moths per week 79 days after transplanting (Figure 5). In this respect, Barrantes and Rodríguez (1996) observed a greater capture 100 days

Cuadro 2. Promedio total de machos de *P. xylostella* capturados por trampas con liberadores con diferentes cantidades de feromona sexual en 12 semanas[†].

Table 2. Total average of *P. xylostella* males captured by traps with dispensers containing different quantities of sexual pheromone in 12 weeks[†].

Cantidad de feromona por liberador	Promedio de machos capturados [¶]
1.0 mg	41.1 a
0.5 mg	25.1 b
0 mg	0.8 c

[†] El promedio se calculó tomando en cuenta la captura de todas las trampas con la misma cantidad de feromona por liberador, aun cuando los liberadores estuvieron colocados en diferentes tipos de trampas
[¶] The average was calculated taking into account the capture of all the traps with the same quantity of pheromone per dispenser even when dispensers were placed in different types of traps.

[¶] Los promedios con la misma letra no son significativamente diferentes (Tukey, $p=0.05$) ♦ Averages with the same letter are not significantly different (Tukey $p=0.05$).

Zilahi-Balog *et al.* (1995) observaron que al incrementar la cantidad de feromona por liberador, hasta un cierto límite y en ciertas condiciones climáticas, se obtienen mejores capturas.

Periodo de primavera

En este, las mayores capturas se obtuvieron en las trampas con agua jabonosa en recipientes de 3.785 L con 1 mg de feromona por liberador, colocadas a 25 cm del nivel del suelo, con un promedio de 425 palomillas por semana a los 79 días después del trasplante (Figura 5). Al respecto, Barrantes y Rodríguez (1996) observaron una mayor captura 100 días después del trasplante. De manera similar a los resultados de Kuwahara *et al.* (1995 y 1996), hubo una menor captura de machos al iniciar la cosecha.

En todo este lapso la mayor captura total fue de 1815.7 palomillas promedio por trampa en 70 días, cantidad superior a la captura máxima de 1813.5 palomillas por trampa en 89 días observado por Ying (1986).

En este período la vida útil de una base de trampa pegajosa comercial fue 41 días, ya que después de 72 días del trasplante la captura fue mínima (las trampas se colocaron 30 días después); el adhesivo se saturó con gran cantidad de polvo por estar en la época de tolvaneras, con escamas de las palomillas y restos de otros insectos.

Desde el inicio del experimento las trampas con liberadores con 0.5 mg tuvieron capturas altas, a diferencia de aquellas con liberadores con 1.0 mg, las cuales inicialmente tuvieron capturas mínimas, y sólo 20 días después de colocadas empezaron a capturar un mayor número de palomillas (Figura 5). Lo anterior puede deberse (Chow, 1990), a que cuando el ambiente se satura

after transplanting. As in the results of Kuwahara *et al.* (1995 and 1996), there was a smaller capture of males at the start of the harvest period.

In the entire spring period, the greatest total capture was an average of 1815.7 moths per trap in 70 days, which is larger than the maximum of 1813.5 moths per trap in 89 days observed by Ying (1986).

In this period the life span of a commercial trap sticky base was 41 days, as after 72 days from planting the capture was minimal (the traps were placed 30 days after transplanting), and the adhesive of the traps became saturated with a great quantity of dust from the seasonal dust storms, with scales of the moths and remains of other insects.

From the beginning of the experiment, the traps with dispensers containing 0.5 mg of pheromone obtained high captures, compared with the traps with dispensers containing 1.0 mg, which initially caught minimal quantities, and not until 20 days after placing the traps did they begin to capture a greater number of moths (Figure 5). The above may be due to what Chow (1990) mentions: when the atmosphere is saturated with pheromone, a phenomenon of interference and saturation of the signal occurs in the insects, due to the sensorial adaptation of the peripheral receptors, the habituation at the level of the central nervous system, or to a combination of both mechanisms (Cardé and Minks, 1995). This phenomenon was not noticed in the winter period because the temperatures are lower, and therefore the volatilization of the pheromonal components is lower compared to the spring period when temperatures are higher. Concerning this, Suckling *et al.* (1999) mention that there is an elevated concentration of pheromone from the dispenser in the atmosphere when temperatures are high.

Forty-nine days after having placed the traps, the captures with dispensers containing 0.5 mg began to diminish drastically, and at the end, the amount was insignificant, whereas the traps with dispensers containing 1.0 mg obtained good captures toward the end of the experiment (Figure 5). This is because the two components of the sexual pheromone of this insect are volatile substances, and even when this type of dispenser permits the gradual release of these components into the atmosphere, at a certain point the substances are used up and no response is obtained from the insect to which the signal is directed.

As in the winter period, the population density of the pest was low at the beginning of the experiment; it descended at 58 and 85 days after transplanting as a result of the application of insecticides 25, 54 and 80 days after transplanting. Furthermore, as in experiment 1, a decrease in the population was observed at the first cutting of cabbage (15 days before the last sampling).

con feromonas se presenta un fenómeno de interferencia y saturación de la señal en los insectos, debido a la adaptación sensorial de los receptores periféricos, a la adaptación a nivel del sistema nervioso central o a una combinación de ambos mecanismos (Cardé y Minks, 1995). Este fenómeno no ocurrió en el periodo de invierno debido a que las temperaturas son más bajas y, por tanto, la volatilización de los componentes feromonales es menor, comparada con la volatilización a las temperaturas mayores de la primavera. Suckling *et al.* (1999) mencionan que en el ambiente hay una alta concentración de feromona proveniente del liberador cuando se presentan altas temperaturas.

Después de 49 días de colocadas las trampas, las capturas con liberadores de 0.5 mg empezaron a disminuir drásticamente y al final la captura fue insignificante, mientras que las trampas con liberadores con 1.0 mg obtuvieron buenas capturas hacia el final del experimento (Figura 5). Lo anterior se debe a que los dos componentes de la feromona sexual de este insecto son sustancias volátiles, y aun cuando el tipo de liberador permite que sean liberados paulatinamente al ambiente, llega el momento en que se agotan las sustancias y no se obtiene respuesta del insecto al cual está dirigida la señal.

Al igual que en el período de invierno, la densidad poblacional de la plaga fue baja al inicio del experimento; descendió a los 58 y a los 85 días después del trasplante debido a que se aplicaron insecticidas a los 25, 54 y 80 días después del trasplante. También, al igual que en el experimento 1, se observó una disminución de la población desde el primer corte de col (15 días antes del último muestreo).

En el Cuadro 3 se observa que la trampa con agua jabonosa de recipiente plástico con capacidad de 3.785 L, tuvo las mejores capturas, resultado similar al obtenido en el invierno. Ello se puede atribuir a la diferencia en capacidad del recipiente (3.786 vs 2 L).

Los resultados en el Cuadro 4 muestran que los liberadores con 0.5 mg de feromona obtuvieron los mayores promedios de capturas ($p=0.05$).

En el Cuadro 5 se observa que las mayores capturas se obtuvieron con la altura de trampa de 25 cm, lo que coincide con lo reportado por Mora *et al.* (1990) quienes observaron las mayores capturas con trampas a 20 cm del suelo. Baker *et al.* (1982) y Reddy y Urs (1997) obtuvieron mejores capturas colocando trampas pegajosas a 30 cm de altura. En relación con lo anterior, Suckling *et al.* (1999) demostraron que la concentración de la feromona en la atmósfera cercana al liberador decrece al incrementar la altura.

Finalmente, comparando los resultados de las capturas de ambos periodos, en invierno la máxima captura fue de 100.66 palomillas por trampa por semana, 81 días después del trasplante; en la primavera 79 días después

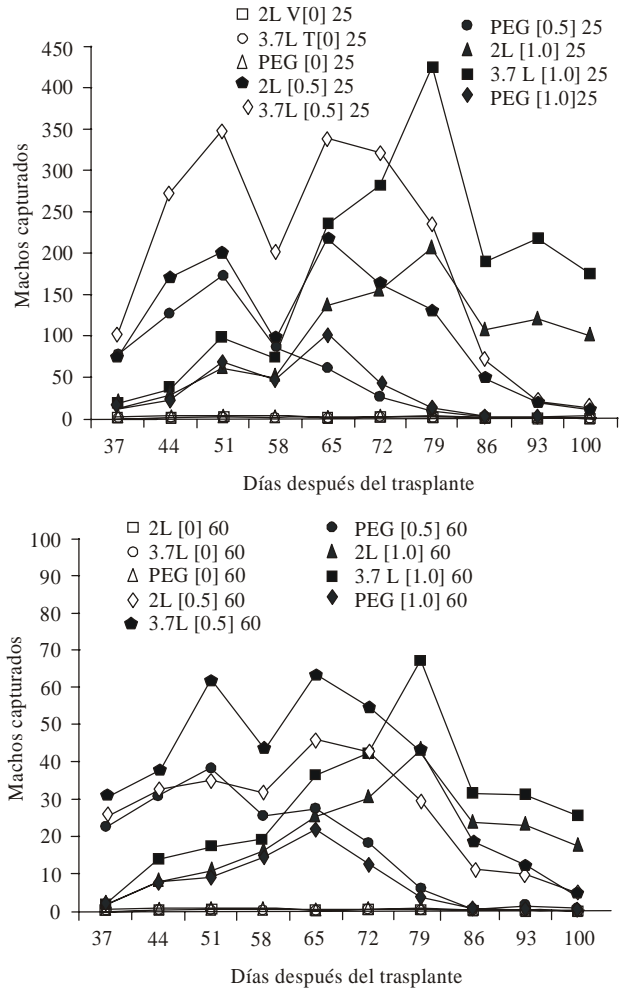


Figura 5. Captura de machos de *P. xylostella* utilizando tres tipos de trampa, dos cantidades de feromona por liberador y dos alturas de trampa. 2 L = Recipiente de 2 L; 3.7 L = Recipiente de 3.785 L; PEG = Trampa pegajosa; [0] = 0 mg de feromona; [0.5] = 0.5 mg de feromona; [1.0] = 1.0 mg de feromona; 25 = 25 cm de altura; 60 = 60 cm de altura.

Figure 5. Capture of *P. xylostella* males using three types of trap, two quantities of pheromone per dispenser and two traps heights. 2 L = 2 L container; 3.7 L = 3.785 L container; PEG = sticky trap; [0] = 0 mg of pheromone; [0.5] = 0.5 mg of pheromone; [1.0] = 1 mg of pheromone; 25 = 25 cm height; 60 = 60 cm height.

In Table 3 it can be observed that the trap with soapy water in the 3.785 L plastic container presented the best captures, similar to those obtained during the winter period. This can be attributed to the difference in capacity of the recipients (3.785 vs 2 L).

The results in Table 4 show that the dispensers containing 0.5 mg of pheromone obtained the highest means of capture ($p=0.05$).

In Table 5, it is shown that the greatest captures were obtained with a trap height of 25 cm, which is similar to

Cuadro 3. Promedio total de machos de *P. xylostella* capturados por tipo de trampa en la primavera (10 semanas)[†].**Table 3. Total average of *P. xylostella* captured per trap type in spring (10 weeks)[†].**

Tipo de trampa	Promedio de machos capturados [¶]
Agua jabonosa, recipiente de 3.785 L	44.9 a
Agua jabonosa, recipiente de 2.0 L	28.2 b
Pegajosa tipo ala	12.1 c

[†] El promedio se calculó tomando en cuenta la captura de todas las trampas del mismo tipo, aun cuando éstas tuvieron diferente cantidad de feromona por liberador ♦ The average was calculated taking into account the capture of all the traps of the same type, even when they contained different amounts of pheromone per dispenser.

[¶] Los promedios con la misma letra no son significativamente diferentes (Tukey, $p=0.05$) ♦ Averages with the same letter are not significantly different (Tukey, $p=0.05$).

Cuadro 4. Promedio total de machos de *P. xylostella* capturados por trampas con liberadores con diferentes cantidades de feromona sexual en 12 semanas[†].**Table 4. Total average of *P. xylostella* males captured in traps with dispensers containing different amounts of sexual pheromone in 12 weeks[†].**

Cantidad de feromona por liberador	Promedio de machos capturados [¶]
0.5 mg	61.3 a
1.0 mg	46.8 b
0 mg	0.7 c

[†] El promedio se calculó tomando en cuenta la captura de todas las trampas con la misma cantidad de feromona por liberador, aun cuando fueron colocadas en diferentes trampas ♦ The average was calculated taking into account the capture of all the traps with the same quantity of pheromone per dispenser, even when placed in different types of traps.

[¶] Los promedios con la misma letra no son significativamente diferentes (Tukey, $p=0.05$) ♦ Averages with the same letter are not significantly different (Tukey, $p=0.05$).

del trasplante se registró una captura máxima de 425 machos de *P. xylostella* por trampa por semana.

CONCLUSIONES

Al aumentar la capacidad del recipiente plástico de las trampas con agua jabonosa se incrementa la capacidad de captura, y al cambiar el agua jabonosa saturada de palomillas las trampas funcionan en forma continua. Esto no sucede con las trampas pegajosas tipo ala en las que la base pegajosa se satura y deteriora rápidamente. El color de las trampas no tiene influencia en la captura de *Plutella xylostella*. Debido a las altas temperaturas de la primavera, la feromona se volatilizó rápidamente provocando saturación en el ambiente, lo que no sucedió en el invierno. Por lo tanto, es recomendable utilizar mayor

Cuadro 5. Promedio semanal total de machos de *P. xylostella* capturados con trampas colocadas a diferente altura en la primavera[†].**Table 5. Weekly total average of *P. xylostella* males captured in traps placed at different heights in spring[†].**

Altura de trampa (cm)	Promedio de machos capturados [¶]
25	49.6
60	10.8

[†] El promedio se calculó tomando en cuenta la captura de todas las trampas colocadas a la misma altura, aun cuando estas fueron de diferente tipo y tuvieron diferente cantidad de feromona por liberador ♦ The average was calculated taking into account the capture of all the traps placed at the same height, even when they were of different types and contained different amounts of pheromone per dispenser.

[¶] Los promedios con la misma letra no son significativamente diferentes (Tukey, $p=0.05$) ♦ Averages with the same letter are not significantly different (Tukey, $p=0.05$).

the results reported by Mora *et al.* (1990), who observed the greatest captures with traps placed at 20 cm above the ground. Baker *et al.* (1982) and Reddy and Urs (1997) found better captures placing sticky traps 30 cm from the ground. With respect to the above, Suckling *et al.* (1999) demonstrated that the concentration of pheromone in the atmosphere near the dispenser decreases when the height is increased.

Finally, comparing the results of the captures in both periods, in winter the maximum was 100.66 moths per trap per week, 81 days after transplanting. In spring, a maximum of 425 *P. xylostella* males per trap per week was registered.

CONCLUSIONS

When the capacity of the plastic container is increased with soapy water, the capacity of capture is greater, and when the soapy water saturated with moths is changed, the traps function continuously. This does not occur with the winged sticky traps, in which the sticky base becomes saturated and deteriorates rapidly. The color of the traps has no influence on the capture of *Plutella xylostella*. As a result of the high spring temperatures, the pheromone is rapidly volatilized, causing saturation in the atmosphere, which does not occur in winter. Therefore, it is recommendable to use a greater quantity of pheromone per dispenser in winter and a smaller quantity in spring, placing the traps at a height similar to that of the crop in order to obtain better captures.

—End of the English version—



cantidad de feromona por liberador en invierno y menor cantidad en primavera, colocando las trampas a una altura similar a la del cultivo para obtener mejores capturas.

LITERATURA CITADA

- Anónimo, 1987. Los municipios de Puebla. Colección Enciclopedia de los Mapas de México. SEGOB. México. 589 p.
- Baker, P. B., A. M. Shelton, and J. T. Andalaro. 1982. Monitoring of diamondback moth (Lepidoptera: Yponomeutidae) in cabbage with pheromones. *J. Econ. Entomol.* 75: 1025-1028.
- Barrantes, J. A. y C. L. Rodríguez. 1996. Abundancia estacional y daño de *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae) en el cultivo de repollo, durante la época seca en Alfaro Ruiz, Alajuela, Costa Rica. *Manejo Integrado de Plagas* 39: 17-24.
- Cardé, R.T. and A. K. Minks. 1995. Control of pests by mating disruption: successes and constraints. *Annu. Rev. Entomol.* 40: 559-585.
- Cibrián-Tovar, J. 1999. Feromonas y su importancia en el manejo de plagas. *In: Hortalizas, Plagas y Enfermedades.* Anaya R., S. y J. Romero N. (eds.). Trillas, México. pp: 435-460.
- Chow, Y. 1990. The disruption effect of the synthetic sex pheromone and its analogues on diamondback moth in the field. *In: Abstracts of the II International Workshop on the Management of Diamondback Moth and other Crucifer Pests.* Asian Vegetable Research and Development Center. Tainan, Taiwan. pp: 199-225.
- García, E. 1981. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köpen. Offset Larios, México. 456 p.
- García M., J. 2000. Pruebas de efectividad biológica con el empleo de feromonas. *In: Temas Selectos en Fitosanidad y Producción de Hortalizas.* Bautista M., N., A. D. Suárez V. y O. Morales G. (eds.). Colegio de Postgraduados, Instituto de Fitosanidad. México. pp: 24-29.
- Kuwahara, M., P. Keinmeesuke, and Y. Shirai. 1995. Seasonal trend in population density and adult body size of the diamondback moth, *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Yponomeutidae), in Central Thailand. *Applied Entomol. and Zool.* 30: 551-555.
- Kuwahara, M., P. Keinmeesuke, and Y. Shirai. 1996. Monitoring field populations with pheromone trap and seasonal trend of adult body size of the diamondback moth, *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Yponomeutidae), in Central Thailand. *JIRCAS J.* 3: 17-22.
- Mora, N., C. L. Rodríguez y C. S. Lépez. 1990. Evaluación de trampas de feromona sexual en la captura de machos de *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Plutellidae) en repollo (*Brassica oleracea* var. *capitata*). *Manejo Integrado de Plagas* 16: 23-27.
- Reddy, G. V. P., and K. C. D. Urs. 1997. Mass trapping of diamondback moth *Plutella xylostella* in cabbage fields using synthetic sex pheromones. *International Pest Control* 39: 125-126.
- SAS Institute. 1988. SAS® Language Guide for Personal Computers, release 6.03 Edition. SAS Institute, Cary, N.C. USA. 1028 p.
- Suckling, D. M., S. R. Green, A. R. Gibb and G. Karg. 1999. Predicting atmospheric concentration of pheromone in treated apple orchards. *J. Chem. Ecol.* 25: 117-139.
- Talekar, N. S., and A. M. Shelton. 1993. Biology, ecology and management of the diamondback moth. *Annu. Rev. Entomol.* 38: 275-301.
- Ying, C. Q. 1986. Application of sex pheromone of *Plutella xylostella* to forecasting. *Plant Prot.* 12: 15-28.
- Zilahi-Balogh, G. M.G., N. P. D. Angerilli, J. H. Borden, M. Meray, M. Tulung, and D. Sembel. 1995. Regional differences in pheromone responses of diamondback moth in Indonesia. *International J. Pest Management* 41: 201-204.