

DEDICATORIA

A MIS PADRES

Que incondicionalmente me dan su amor, apoyo, consejos y regaños en cada etapa de mi vida. Alejandro y Antonia

A MIS HERMANOS

Por sus buenos consejos, por el gran apoyo que me brindan, y la admiración que en cada uno de ellos tengo. Margarita, Alejandra, Ernesto, Adriana y Karla.

AGRADECIMIENTOS

A DIOS por estar conmigo en cada momento.

A la Universidad Autónoma de San Luis Potosí.

A la Facultad de Agronomía.

A mi asesor el Dr. Ovidio Díaz Gómez, por la confianza y sobre todo la paciencia que me tuvo, ya que sembró en mí la decisión de que si uno de verdad desea realizar una meta en su vida SE PUEDE LOGRAR...

A mis revisores por su tiempo y paciencia:

M.C. Carlos Villar Morales.

Ing. José Alfonso Cedillo Martínez.

A mi asesora externa y amiga: M.C. Sara Alejandra Patiño Arellano.

A los profesores que en realidad se interesaban por transmitirme el verdadero amor por la agroecología, y se preocuparon por dejar en mí cada uno su percepción.

A mis compañeros de la facultad, con los que viví momentos inolvidables y lo que aprendí de cada uno de ellos.

A mi novio casi marido jeje por compartir conmigo esta gran etapa universitaria, la paciencia, el apoyo y sobre todo su grandísimo amor y corazón que no deja de sorprenderme cada día; **LUPILLO ... TE AMO!!!!**

INDICE

DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTOS.....	iv
CONTENIDO.....	v
ÍNDICE DE CUADROS.....	vi
INDICE DE FIGURAS.....	vii
RESUMEN.....	viii
SUMMARY.....	ix
INTRODUCCION.....	1
Objetivo.....	2
Hipótesis.....	2
REVISION DE LITERATURA.....	3
La Palomilla Dorso de Diamante, <i>Plutella xylostella</i> L.....	3
Feromonas Sexuales.....	5
Trampas Contra Insectos.....	8
Tipos de Trampas.....	8
MATERIALES Y METODOS.....	11
RESULTADOS.....	13
Tipo de Trampa para Captura de <i>P. xylostela</i>	13
Altura de Colocación de Trampa.....	14
Fluctuación Poblacional de <i>P. xylostella</i>	17
DISCUSION.....	18
CONCLUSIONES.....	21
LITERATURA CITADA.....	22

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
1	Efecto del tipo de trampa cebada con feromona sexual sobre el número de machos de <i>P. xylostella</i> capturados.....	13
2	Promedio de machos capturados de <i>P. xylostella</i> por tipo de trampa con feromona sexual.....	14
3	Efecto de la altura de colocación de trampa de bandeja con feromona sexual, sobre el número de machos de <i>P. xylostella</i> capturados.....	14
4	Promedio de machos capturados de <i>P. xylostella</i> por altura de colocación de trampa cebadas con feromona sexual.....	15

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura		Página
1	Promedio de machos capturados por tipo de trampa en cada muestreo.....	14
2	Machos de <i>P. xylostella</i> capturados por fecha de muestreo con feromona sexual en trampas de bandeja colocadas a diferente altura....	16
3	Tendencias polinómicas y ecuaciones de la captura de machos de <i>P. xylostella</i> por muestreo con feromona sexual en trampas de bandeja colocadas a diferente altura.....	17
4	Fluctuación poblacional de <i>P. xylostella</i> en el cultivo de la coliflor en San Luis Potosí.....	17

RESUMEN

La palomilla dorso de diamante (PDD) *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Plutellidae) es la plaga más importante de las crucíferas. Reduce severamente el rendimiento y la calidad de las cosechas. Con el uso de las feromonas sexuales se puede detectar la presencia de insectos de interés agrícola, conocer el comportamiento de las poblaciones de plagas y tomar decisiones sobre el uso adecuado de medidas de control y disminuir poblaciones de insectos plaga. Para ello, el diseño de trampa es básico, porque permite llevar a cabo el monitoreo y manejo de las plagas, pero debe cumplir con características relacionadas con el comportamiento del insecto, el bajo costo, la especificidad, duración, forma, tamaño y color. Por lo tanto, en este trabajo de investigación se estudió que tipo de trampa y a qué altura se hace más eficiente la captura de machos de la palomilla dorso de diamante. El trabajo se realizó en dos etapas: de mayo a julio de 2009 para tipo de trampa, y de septiembre a noviembre del mismo año para altura de trampa. Se evaluaron tres tipos de trampa: dos con agua, denominadas de bandeja y económica, y una de ala con pegamento; a las cuales se les aseguro el dispositivo liberador de feromona sexual de *P. xylostella* el mismo que se cambiaba cada 30 días. Para evaluar el mejor tipo de trampa se utilizó un diseño de bloques al azar con tres tratamientos y cuatro repeticiones. El trabajo sobre altura de colocación de trampas constó de cuatro tratamientos y cuatro repeticiones. Cada 8 días se revisaron las trampas y se contabilizó el número de PDD capturadas por tipo de trampa y altura de colocación de la trampa. Las mayores capturas se obtuvieron con la trampa de agua denominada bandeja y la trampa que menores capturas obtuvo fue la de ala con pegamento. Respecto al estudio sobre altura de colocación de la trampa, se presentan las tendencias polinómicas y ecuaciones de la captura de machos de *P. xylostella* por muestreo con feromona sexual en trampas de bandeja, colocadas a diferente altura, y se concluye que altura que mayores capturas obtuvo fue la trampa que se mueve en función al desarrollo del cultivo, pero siempre de 10 a 20 cm por encima de la cubierta vegetal. También se presenta la dinámica de población de los machos capturados.

SUMMARY

The diamond back moth (DBM), *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Plutellidae) is the most important plague of the cruciferous. Severely reduces the performance and the quality of crops. With the use of sexual pheromones it can detect the presence of insects of agricultural interest, knowing the behavior of populations of pests and take decisions on the use of appropriate control measures and reduce populations of insect pest. To do this, is basic the design of trap, because allows to carry out the monitoring and management of pests, but must comply with the behavior of the insect-related features, low-cost, specificity, duration, form, size and color. Therefore, in this research work, studied type of trap and at what height becomes more efficient capture of diamond back moth male. The work was performed in two stages: may-july 2009 for kind of trap, September-november same year to height of trap. Were evaluated three kind of trap: two with water, denominated economic and tray and one of wing with glue; to which I assure sexual pheromone releasing device of *P. xylostella* the same who change every 30 days. To evaluate the better kind of trap a design of blocks randomly with three treatments and four repetitions was used. The work on height of placement of traps featured four treatments and four repetitions. Every 8 days reviewed traps and I count the number of DBM captured by type of trap and the height placement trap. Biggest catches were obtained with water called tray trap and the minor catches trap obtained was the wing with glue. With regard to the study on height of the trap placement, are polynomial trends and equations of the capture of males *P. xylostella* by sampling with sexual pheromone in tray traps, placed at different heights, and concludes height that larger catches obtained was the trap that moves in function to the development of cultivation, but always from 10 to 20 centimeters above the vegetation cover. Also presents the dynamics of population of the captured males.

INTRODUCCIÓN

La palomilla dorso de diamante (PDD), *Plutella xylostella* L. (Lepidóptera: Plutellidae), es una de las plagas más importantes de las crucíferas, reduce severamente el rendimiento y la calidad de la cosecha, y tiene la característica de desarrollar fácilmente poblaciones resistentes a insecticidas sintéticos y biológicos que se usan para su combate (Cortez y Macías, 2007). Tiene un efecto directo al dañar follaje y flores e indirecto al contaminar con su presencia y excremento el producto comercial que se cosecha (Díaz, 1992).

La PDD se encuentra distribuida en todo el mundo; aunque es más importante en las regiones tropicales y subtropicales (Rueda y Shelton, 1996). En zonas templadas, la PDD no puede sobrevivir el invierno y coloniza las regiones productoras de crucíferas al final de la estación de cultivo o por medio de las plántulas de trasplante que vienen de regiones subtropicales (Rueda y Shelton, 1996).

Los adultos de dorso de diamante normalmente están listos para aparearse al anochecer del mismo día de su emergencia y las hembras necesitan realizar al menos una cópula para quedar debidamente fecundadas. De las hembras apareadas, 90% oviposita huevecillos fértiles durante el mismo día de su emergencia, esto significa que este porcentaje de palomillas realiza la cópula con éxito inmediatamente (Bujanos y Mejía, 2007).

El uso de trampas con feromonas para el manejo de insectos plaga representa una alternativa al uso de plaguicidas, ya que éstos causan efectos negativos en la salud, el ambiente y generan resistencia (Calyecac *et al.*, 2002). Con el uso de las feromonas sexuales se pueden disminuir poblaciones de insectos plaga, y cuando se combinan con trampas, también detectan la presencia de insectos de interés agrícola, se conoce el comportamiento de las poblaciones y se toman decisiones sobre el uso adecuado de los insecticidas (Mora *et al.*, 1990).

El tipo de trampa que se use con la feromona es un factor importante, así como su diseño es básico para llevar a cabo el monitoreo y manejo de las plagas; además, debe cumplir con características relacionadas con el comportamiento del insecto, bajo costo, especificidad, duración, forma, tamaño y color (Cardé y Elkinton, 1984).

Por lo tanto, en este trabajo de investigación se estudiaron tres tipos de trampas y diferentes alturas de colocación de las mismas, para hacer más eficiente la captura de machos de la palomilla dorso de diamante *P. xylostella* L. con fines de detección y monitoreo para manejo de la densidad de población en áreas productivas de crucíferas en San Luis Potosí, México.

Objetivos

1. Evaluar que tipo de trampa con feromona sexual es más eficiente para capturar los adultos macho de *P. xylostella* L. en campo.
2. Determinar si la altura de colocación de las trampas con feromona, influye sobre el número de machos de *P. xylostella* L. capturados en el cultivo de coliflor.

Hipótesis

1. Las trampas que matan al insecto dentro de un líquido, tienen una mayor capacidad de captura que aquellas que atrapan a los insectos en una superficie adhesiva.
2. La altura de colocación de las trampas con feromona sexual, influye en la captura de machos de la PDD en el cultivo de coliflor.

REVISIÓN DE LITERATURA

La Palomilla Dorso de Diamante, *Plutella xylostella* L

La palomilla dorso de diamante (PDD), *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Plutellidae), es una de las plagas más importantes de las crucíferas, reduce severamente el rendimiento y la calidad de la cosecha, y tiene la característica de desarrollar fácilmente poblaciones resistentes a insecticidas sintéticos y biológicos que se usan para su combate (Cortez y Macías, 2007).

Es un insecto que ataca las especies cultivadas y silvestres de crucíferas como la col o repollo (*Brassica oleracea* var. *viridis*), brócoli (*B. oleracea* var. *italica*), coliflor (*B. oleracea* var. *botrytis*) y col de Bruselas (*B. oleracea* var. *gemmifera*) que son hospedantes altamente susceptibles, aunque también se alimenta de rábano (*Raphanus sativus*) y mostaza (*Sinapis alba*). Varios estudios han demostrado que también las especies de crucíferas preferenciales para *P. xylostella* incluyen a: *Brassica pekinensis*, *B. juncea*, y *B. rapa*. *Plutella 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).

Actualmente se ha reportado que es “Multiresistente” a diversos tipos de insecticidas convencionales de los grupos toxicológicos organofosforados, carbamatos y piretroides, además, ha sido una de las primeras especies agrícolas reportada como resistente a la toxina del *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki*, lo que la hace una especie excepcional en su género. De igual manera, el uso intensivo de insecticidas orgánico-sintéticos conduce en algunos casos a dejar residuos inaceptables que originan rechazos de producto, envenenamientos de agricultores y aplicadores, reducción de enemigos naturales e incrementos en los costos de producción (IRAC, 2012).

El adulto mide 8 a 10 mm de largo y es color café grisáceo. Cuando las alas están en reposo en vista dorsal esta tiene la una marca que asemeja a tres diamantes (Monroy, 2010).

Los adultos descansan durante el día debajo de las hojas de las plantas y al atardecer y durante la noche son muy activas, lo que les permite buscar pareja para la cópula (la cual dura una hora), y las feromonas producidas por la hembra atraen al macho. Tanto

hembra como macho se alimentan del néctar de las flores de las plantas de la familia Brassicaceae. Debido al pequeño tamaño que poseen, el viento las puede transportar a grandes distancias y caer en cultivos o plantas silvestres e invernar en estos y también lo puede hacer en plantas de cultivo abandonados. El adulto puede desplazarse hasta 3 m en forma horizontal sin corrientes de aire y su sitio de descanso no es más alto a 1,5 m del piso. También se ha observado que, el adulto está asociado con ciclos lunares, donde los picos de actividad de vuelo son después de la luna nueva y alrededor de la luna llena (Monroy, 2010).

La hembra a los dos o tres días post apareamiento oviposita entre 18 a 245 huevecillos color amarillo brillante de uno en uno o en grupo en el envés de las hojas. La incubación dura de 2 a 8 días (Monroy, 2010)

La larva mide hasta 1 cm de largo cuando está bien desarrollada; la coloración varía desde amarillo recién eclosionada hasta verde oscuro cuando madura, pasando por 5 instares larvarios (Monroy, 2010).

La larva causa defoliación o minas en las hojas. Las de primer instar se alimentan del tejido esponjoso en la superficie de la hoja, formando minas superficiales que aparecen como numerosas marcas blancas; principalmente se alimentan sobre el envés de las hojas, haciendo agujeros pequeños dando un efecto de “tiro de munición” en todas las hojas. Todo el tejido de la hoja lo consumen excepto las nervaduras. El último instar larvario es la fase más voraz y causa más daño que los primeros instares. Al crecer la larva, consume brotes tiernos e inflorescencias. Cuando las larvas son molestadas se retuercen y se dejan caer de un hilo de seda. Al pasar el peligro regresan a su lugar de alimentación por este mismo medio. Las lluvias son un factor de mortalidad alta en los primeros instares, pues son fácilmente arrastrados por las gotas y flujos de agua en la planta. El desarrollo durante esta fase es de 14 días (Díaz *et al.*, 2009).

La pupa se protege con el hilado de un cocón de seda que se adhiere a los tallos y las hojas de la planta. En este estado el insecto está bien protegido y adherido a la planta (hojas y tallos), provocando contaminación del producto vegetal en su comercialización y posible rechazo por consumidores. El tiempo en este estado es de una a dos semanas (Monroy, 2010).

El ciclo completo de huevo a adulto puede variar de acuerdo a las condiciones climáticas y área geográfica, completando el desarrollo de 3 a 6 semanas. En México puede completar hasta 10 generaciones al año, en otros países con clima tropical hasta 19 generaciones al año (Monroy, 2010).

Dependiendo de la temperatura esta dañina plaga puede completar el ciclo de vida en una a dos semanas. En los trópicos el ciclo de vida es mucho más corto en zonas costeras que en las montañas. Es más problemática como plaga en la época seca. En la temporada de lluvias las larvas son removidas de las plantas por los fuertes aguaceros. En algunos países no recomiendan sembrar la col en la época seca ya que la incidencia de la plaga es tan alta que es muy difícil de controlar (EcuRed, 2010).

Los adultos de dorso de diamante normalmente están listos para aparearse al anochecer del mismo día de su emergencia y las hembras necesitan realizar al menos una cópula para quedar debidamente fecundadas. El 90 por ciento de las hembras ovíparas huevecillos fértiles durante el mismo día de su emergencia, esto significa que este porcentaje de palomillas realiza la cópula con éxito inmediatamente (Bujanos y Mejía, 2007).

Los gusanos se alimentan de las hojas de repollo, rábano y brócoli. Los gusanos de PDD prefiere alimentarse debajo de la hoja sin tocar las venas y a veces debajo la superficie superior de la hoja intacta. A medida que las hojas crecen los pequeños hoyos se agrandan, dejando la planta llena de agujeros. Los gusanos también se pueden alimentar de los cogollos de las plantas jóvenes limitando el crecimiento de éstas. En brócoli y coliflor el daño es indirecto ya que la PDD se alimenta de las hojas y no de las cabezas florales que son comerciales. Algunas veces los gusanos y el capullo se esconden en las cabezas de brócoli y pueden ser descartadas del mercado de exportación. La PDD es la plaga más importante del repollo (Rueda y Shelton, 1996).

Feromonas Sexuales

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).

Muchos insectos se comunican entre sí por medio de sonidos, pero la mayoría lo hace por medio de olores. Se trata de sustancias llamadas feromonas que son secretadas por un individuo y son percibidas por otro individuo de la misma especie, el cual reacciona ante el olor con un comportamiento específico y fijo. Hay feromonas que sirven para atraer individuos del sexo opuesto (feromonas sexuales); otras, para producir agregamientos o concentraciones de insectos de la misma especie (feromonas de agregamiento), para señalar el camino que deben seguir otros individuos, o para provocar alarma y dispersión entre la población. La obediencia ciega del insecto a la feromona abre muchas posibilidades para manejar a voluntad su comportamiento (Cisneros, 2008).

Los primeros usos prácticos se han logrado con feromonas sexuales cuya ocurrencia es común entre los insectos.

Las feromonas sexuales han sido estudiadas especialmente en lepidópteros. En menor proporción en Coleópteros y otros órdenes de insectos. Las hembras emiten las feromonas y los machos son capaces de percibir las a distancias muy grandes. Gracias a las feromonas sexuales los machos pueden ubicar a una hembra distante decenas o centenas de metros (Osorio, 1996).

Hay dos modalidades para el uso de las feromonas sexuales que han logrado ser sintetizadas y comercializadas. En primer lugar, se utilizan como agentes atrayentes para trampas y cebos. La segunda forma de uso consiste en producir la "confusión de los machos" mediante la inundación o saturación de grandes áreas con el olor de feromonas sexuales. El exceso de feromonas en el medioambiente evita que los machos detecten la feromona secretada por las hembras y, consecuentemente, pierden la capacidad de encontrar pareja (Cisneros, 2008).

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 (Calyecac *et al.*, 2002).

Las feromonas en agricultura se utilizan habitualmente para el control de vuelos y periodos de actividad, su objetivo es determinar la fecha de emergencia y actividad de

los adultos de numerosos lepidópteros y dípteros que pueden originar pérdidas en diversos cultivos.

Las principales ventajas de las feromonas son: Elevado potencial de atracción de machos de la especie deseada (especificidad), son inocuas para el hombre y para los insectos beneficiosos, tienen un mantenimiento estable de esta capacidad a lo largo de un tiempo razonable (homogeneidad de los niveles de liberación), respetan el equilibrio biológico de los cultivos, no dejan residuos tóxicos en los frutos, reducen el empleo de insecticidas y se adquieren a un precio razonable (PLAN PROTECT, S.L., 2010.)

Según Laborde (1985), desde el punto de vista aplicado, existen cuatro campos de actividad en donde las sustancias químicas de comportamiento pueden ser utilizadas para el combate de los insectos perjudiciales a la agricultura, como son: Monitoreo de insectos y control de insectos.

a) Aislado

Como un medio para detectar la presencia del insecto en un área, o bien su distribución. Para estudios de densidad de poblaciones. Permite obtener parámetros de la abundancia del insecto bajo estudio, así como las épocas de mayor o menor abundancia. Tal conocimiento facilita la aplicación correcta de las medidas convencionales usadas.

Control de insectos

b) Trampeo intensivo. Para la destrucción masiva del insecto. Los insectos son atraídos hacia sitios específicos donde son atrapados y eliminados con la utilización de trampas aéreas envenenadas o bien con la utilización de otros dispositivos especiales. Cibrian-Tovar (1999) mencionan que el trampeo masivo consiste en capturar una especie plaga selectivamente para disminuir su población a un nivel bajo en el que no cause daño, y el rango de aplicación de este método está restringido a la protección de cultivos en los que el uso de insecticidas es difícil o indeseable.

Interrupción del apareamiento. Como un medio de combate al confundir a los machos y evitar que localicen a las hembras. Tal procedimiento reduce significativamente la capacidad reproductiva del insecto. Esta técnica es denominada de confusión y más reciente interrupción del apareamiento (Navarro, 2011).

Trampas Contra Insectos

Las trampas son dispositivos que atraen a los insectos para capturarlos o destruirlos. Comúnmente se utilizan para detectar la presencia de los insectos o para determinar su ocurrencia estacional y su abundancia, con miras a orientar otras formas de control. Ocasionalmente, las trampas pueden utilizarse como método directo de destrucción de insectos. El uso de trampas tiene las ventajas de no dejar residuos tóxicos, de operar continuamente, de no ser afectadas por las condiciones agronómicas del cultivo y, en muchos casos, de tener un bajo costo de operación. Una limitación en el uso de las trampas es que no se conocen agentes atrayentes para muchas plagas importantes. También es una limitación el hecho de actuar solamente contra los adultos y no contra las larvas que son las formas en que muchos insectos causan los daños (Cisneros, 2008).

Las trampas consisten básicamente en una fuente de atracción, que puede ser un atrayente químico o físico (la luz), y un mecanismo que captura a los insectos atraídos (Cisneros, 2008).

Tipos de Trampas

Trampas pegajosas de colores. Muchos insectos son atraídos por una diversidad de colores, la selección de los colores depende de la longitud de onda de luz que se relacione con los ojos de los insectos. Las trampas consisten en plásticos de un determinado color, untados con alguna sustancia pegajosa para atrapar al insecto. Se utiliza para detectar la presencia de los insectos y para determinar su ocurrencia estacional y su abundancia. También pueden utilizarse como método directo de destrucción de insectos (Cisneros, 2008).

Las trampas consisten en pedazos de plástico amarillo cubiertos con una sustancia pegajosa. También se pueden usar bolsas amarillas de plástico (14 x 21cm.), las que son más fáciles de armar y son más económicas. Hay trampas fijas colocadas en el campo con marcos o estacas, y trampas móviles (mantas) que el agricultor pasa periódicamente sobre el cultivo. La sustancia pegajosa puede ser un pegamento especial de larga duración (tanglefoot, stickem) o simplemente aceites o grasas vegetal o mineral.

Se estima un doble efecto de estas trampas:

-Un efecto al reducir la población de insectos adultos.

-Un efecto indirecto al contribuir a preservar los enemigos naturales, por el no uso de plaguicidas.

Las desventajas de las mantas o trampas móviles es que también se atrapan diversos controladores biológicos.

Trampas de luz. Diversos insectos nocturnos son atraídos por la luz blanca o negra. El fenómeno se practica hace mucho tiempo pero no se conoce exactamente la razón de este comportamiento. Fluorescentes son colocados en trampas con embudo, de tal manera que los insectos luego de ser atraídos, ingresan al embudo y quedan atrapados. La fuente de luz puede ser un foco común de filamento de tungsteno, un tubo fluorescente de luz blanca o un tubo de luz ultravioleta. También se tiene buena experiencia con un mechero casero, debajo del cual se pone una bandeja de agua. Cualquiera que sea el objetivo, la ubicación de la trampa y la altura son factores importantes para su eficiencia. Las trampas luminosas son más eficientes viento abajo (Fernández, 1992). El sistema de captura de los insectos está formado por superficies de impacto, un embudo y un recipiente donde caen los insectos. El recipiente varía, según se desee mantener a los insectos vivos o muertos. En este caso basta usar un recipiente que contenga agua con aceite, keroseno o petróleo.

Trampas con atrayentes. Los atrayentes son sustancias que orientan al insecto hacia la fuente que emite el olor. Hay dos tipos de atrayentes:

-Los relacionados con los olores alimenticios.

-Los relacionados con olores de atracción sexual entre los insectos.

Los atrayentes alimenticios pueden ser extractos de la planta, frutas maduras y trituradas, harina de pescado y otras materias igualmente complejas. Las sustancias más simples generalmente son productos de descomposición orgánica, como el amonio, aminos, sulfuros y ácidos grasos. Las trampas se colocan en el lado de donde viene el viento (Cisneros, 2008).

Trampas con feromonas sexuales. Hay muchos insectos que se comunican entre sí por medio de sonidos, pero la mayoría lo hace por medio de olores, emitiendo sustancias llamadas feromonas (Cibrian-Tovar, 1999).

Las feromonas sexuales pueden ser usadas de dos formas:

-Para realizar la evaluación o seguimiento de la plaga. En este caso se colocan las trampas se colocan trampas con un emisor de la feromona y se realizan conteos cada cierto tiempo, generalmente cada semana.

-Para inundar un campo y provocar la desorientación de los machos. En este caso se liberan las feromonas mediante dos métodos: mochila o adhesión.

La utilización, cada día más común, de las trampas cebadas con feromonas sexuales sintéticas de diversas especies de insectos, potenciales plagas de cultivos agrícolas, ha supuesto una auténtica revolución en los avisos agrícolas que se ven enormemente favorecidos por el conocimiento de los vuelos y niveles de población de esos virtuales insectos nocivos. Sin embargo el conocimiento de la presencia, cantidad relativa y fluctuación de los adultos que pueden ofrecer los controles de esas trampas sexuales, resultan con frecuencia difíciles debido a la variable especificidad de la sustancia feromonal empleada como atrayente (Rubio y Llamas 1990).

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en dos etapas durante los meses de mayo a julio de 2009 para tipo de trampa, y de septiembre a noviembre del mismo año para altura de trampa en una localidad, en los ranchos "La Victoria" y "la Barda", ubicados a 22° 10' 17" de latitud N, y 100° 53' 29" de longitud W, a un costado de la carretera a San Pedro, Municipio de San Pedro, San Luis Potosí. La altura sobre el nivel del mar del sitio es de 1844 m. La temperatura media anual es de 17.1 °C, con 362 mm de precipitación pluvial.

Para evaluar el mejor tipo de trampa se utilizó un diseño de bloques al azar con tres tratamientos y cuatro repeticiones.

El trabajo sobre altura de colocación de trampas constó de cuatro tratamientos y cuatro repeticiones.

Las trampas se ubicaron a 30 m de distancia entre sí, se utilizó la feromona sexual de palomilla dorso de diamante, cuyos componentes básicos son: Z-11-hexadecenol, Z-11-tetradecenol, Z-11-hexadecenil acetato, y Z-11-hexadecenal; los dispositivos liberadores de los componentes se cambiaron cada 30 días.

Los tipos de trampas fueron tres: dos con agua, denominadas de bandeja y económica, y una de ala con pegamento. La trampa de bandeja fue descrita por Rojas *et al.* (2006) y modificada en sus dimensiones. Constó de dos recipientes de plástico, uno de color azul de 40 cm de diámetro, por 14 cm de profundidad, de 10 L de capacidad que contenía 8 L agua con 2% de detergente Roma® disuelto, y otro recipiente cilíndrico de 20 cm de diámetro por 25 cm de profundidad, de 4 L de capacidad, con dos aberturas laterales de 7 x 10 cm cada una, el cual se invirtió y se colocó dentro del primer recipiente y en su base se fijó con un alfiler el liberador impregnado con la feromona. La segunda trampa, la económica, se hizo con material reciclable y consistió de un envase de plástico, que se utiliza para contener jugo o leche, de un galón de capacidad, con dos aberturas laterales en la parte superior, en forma de trapecio (7 x 4 x 12 cm), y una en la parte media del bote (3 x 14 cm); se le colocó de 0.5 a 1 L de agua con 2% de detergente Roma®; el liberador quedó suspendido de la tapa perforada con un alambre de 11 cm de longitud. La tercera fue una de ala con pegamento (Consep®), y se le aseguró el dispositivo liberador de feromona.

Las alturas de colocación de trampas fueron: Tratamiento 1, una trampa al ras de la superficie del suelo; tratamiento 2, a 25 cm de la superficie del suelo; tratamiento 3, a 50 cm y tratamiento 4, a una altura variable, que iba aumentando conforme el desarrollo de la planta. Cada trampa de bandeja se colocó en una plataforma de madera puesta sobre un poste de diferente tamaño, para ubicarla en la altura adecuada. Todos los postes de las trampas se enterraron para asegurar las alturas y evitar que fuesen tiradas por el viento.

Para la evaluación de los tratamientos se realizó un conteo por semana de los adultos machos recolectados en cada trampa. Los muestreos se llevaron a cabo preferentemente por la tarde, entre las 14:00 y las 18:00 horas.

Los datos de captura, en el trabajo sobre el tipo de trampa, fueron sometidos a un análisis de varianza de medidas repetidas o de Datos Longitudinales, con una estructura de covarianza de Toeplitz.

Los datos de captura, en el trabajo sobre altura de colocación de la trampa, fueron sometidos a un análisis de varianza de medidas repetidas o de Datos Longitudinales, con una estructura de covarianza de Huynh-Feldt.

RESULTADOS

Tipo de Trampa para Captura de *P. xylostella*

Durante el periodo de evaluación de mayo a julio, para estudiar el efecto de los tres tipos de trampas, se realizaron 9 muestreos de campo, en los que se capturaron 18,472 machos de *P. xylostella*, con un promedio de 2,052.44 palomillas macho capturadas por fecha de muestreo.

Los datos fueron analizados con un análisis de varianza de medidas repetidas con una estructura de covarianza de Toeplitz. Los resultados muestran que hay una diferencia significativa entre los 3 tipos de trampas ($F = 253.63$, $P < 0.0001$) y entre las diferentes fechas de muestreo ($F = 21.35$, $P < 0.0001$) (Cuadro 1).

Cuadro 1. Efecto del tipo de trampa cebada con feromona sexual sobre el número de machos de *P. xylostella* capturados.

Fuente de variación	G. L.	F. C.	Probabilidad (Pr > F)
Tipo de trampa	2	253.63	0.0001
Semanas	8	21.35	0.0001

G.L. Grados de libertad; F.C. Valor de F calculada.

La prueba de contrastes muestra que existe diferencia significativa en el promedio de machos capturados de *P. xylostella* por el tipo de trampa. Las trampas de ala de pegamento tuvieron el menor número de capturas, mientras que las de bandeja capturaron el mayor número de palomillas (Cuadro 2).

El promedio de machos capturados por tipo de trampa en cada muestreo se especifican en la Figura 1. Se puede apreciar que en todos los muestreos, las trampas de bandeja capturaron más adultos machos que los otros dos tipos de trampa. Las trampas de ala con pegamento son las que capturaron el menor promedio a lo largo de la mayoría de los muestreos.

Cuadro 2. Promedio de machos capturados de *P. xylostella* por tipo de trampa con feromona sexual.

Tratamientos	Estimado	Error Estándar	g. l.	Valor de t	Prob. (Pr > t)
Bandeja – Económica	91.85	6.33	9.00	14.49	<.0001
Bandeja - Ala	140.57	6.33	9.00	22.18	<.0001
Económica - Ala	48.71	6.33	9.00	7.69	<.0001

G.L. Grados de libertad; t Valor de t calculada; Prob. Probabilidad.

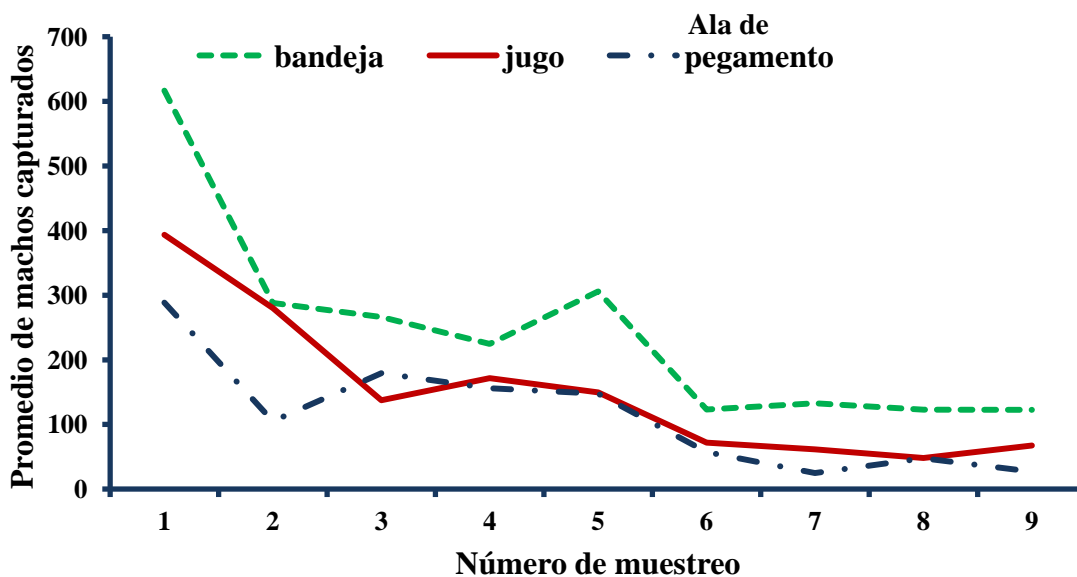


Figura 1. Promedio de machos capturados por tipo de trampa en cada muestreo

Altura de Colocación de Trampa

Existe diferencia significativa en el número de machos de *P. xylostella* capturados en las 4 alturas de colocación de las trampas de bandeja con feromona sexual ($F = 5.78$, $P < 0.01$) (Cuadro 3).

Cuadro 3. Efecto de la altura de colocación de trampa de bandeja con feromona sexual, sobre el número de machos de *P. xylostella* capturados.

Fuente de variación	G. L.	F. C.	Probabilidad (Pr > F)
Altura de trampa	3	5.78	0.0001
Fecha de muestreo1	1	43.42	0.0001
Fecha de muestreo2	1	54.14	

G.L. Grados de libertad; F.C. Valor de F calculada.

La prueba de contrastes entre las diferentes alturas de colocación de la trampa de bandeja, muestra que existe diferencia significativa en el promedio de machos capturados de *P. xylostella*. Las trampas colocadas a una altura variable, que se movieron respecto al desarrollo del cultivo, tuvieron el máximo número de capturas, mientras que las ubicadas a 50 cm de la superficie del suelo capturaron el menor número de palomillas adultas macho (Cuadro 4).

Cuadro 4. Promedio de machos capturados de *P. xylostella* por altura de colocación de trampa cebadas con feromona sexual.

Tratamientos	Estimado	Error Estándar	G. L.	Valor de t	Probabilidad (Pr > t)
25 cm – 50 cm	1.34	3.82	12.00	0.35	0.7318 NS
25 cm - Suelo	5.11	3.82	12.00	1.34	0.2052 NS
25 cm – Variable	14.39	3.82	12.00	3.77	0.0027 *
50 cm – Suelo	3.77	3.82	12.00	0.99	0.3423 NS
50 cm – Variable	13.05	3.82	12.00	3.42	0.0051 *
Suelo – Variable	9.27	3.82	12.00	2.43	0.0318 *

G.L. Grados de libertad; t Valor de t calculada.

El promedio de palomillas machos capturadas a las diferentes alturas de colocación de las trampas de bandeja en cada muestreo se especifican en la Figura 2. Se puede apreciar que a lo largo de las fechas de muestreo, las trampas que se movieron con el desarrollo vegetativo del cultivo mantienen capturas más constantes que los otros niveles. Las ubicadas a 25 cm de la superficie del suelo aparentan capturar más adultos,

sin embargo en las comparaciones fueron menos eficientes que las trampas que se movían semanalmente. Las trampas ubicadas a 50 cm de la superficie fue el tratamiento que capturó el menor promedio a lo largo de la mayoría de los muestreos.

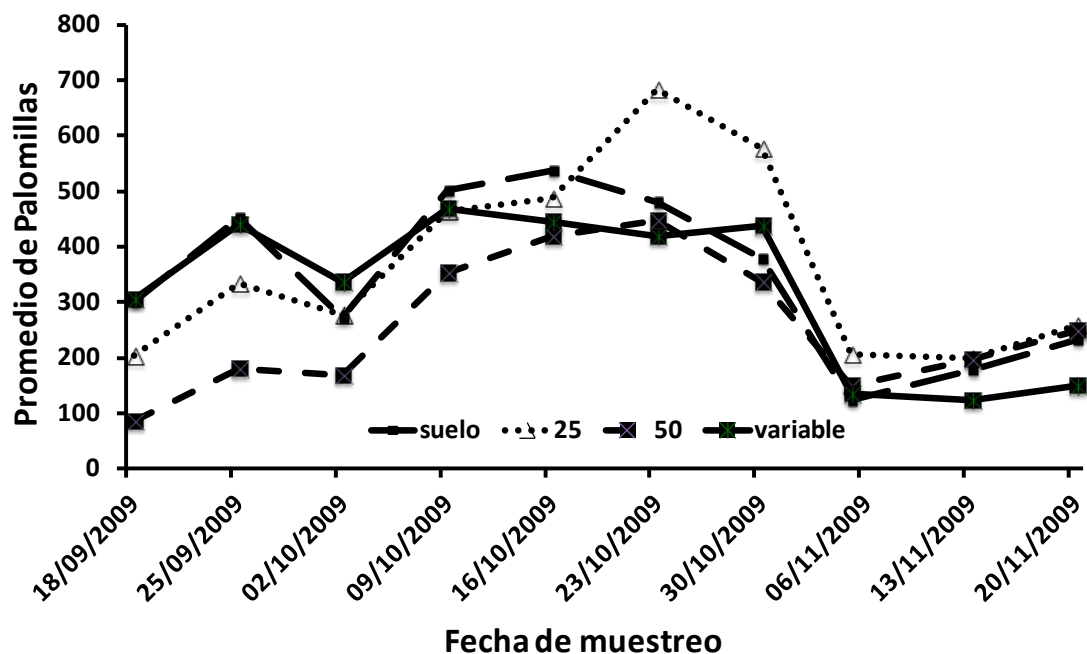


Figura 2. Machos de *P. xylostella* capturados por fecha de muestreo con feromona sexual en trampas de bandeja colocadas a diferente altura.

La Figura 3 muestra las tendencias polinómicas y ecuaciones de la captura de machos de *P. xylostella* por muestreo. Puede apreciarse que la mejor tendencia de las capturas es la representada por el modelo $y = -2.6307x^2 + 21.742x + 63.225$ con un factor alto de correlación ($R^2 = 0.7157$) que corresponde a las trampas que se movían conforme al desarrollo del cultivo. Todas las líneas de tendencia corresponden a un modelo parabólico, pero sus factores de correlación son iguales a 0.5. Lo anterior confirma la importancia de variar con el desarrollo fenológico del cultivo, la altura de ubicación de las trampas con feromona.

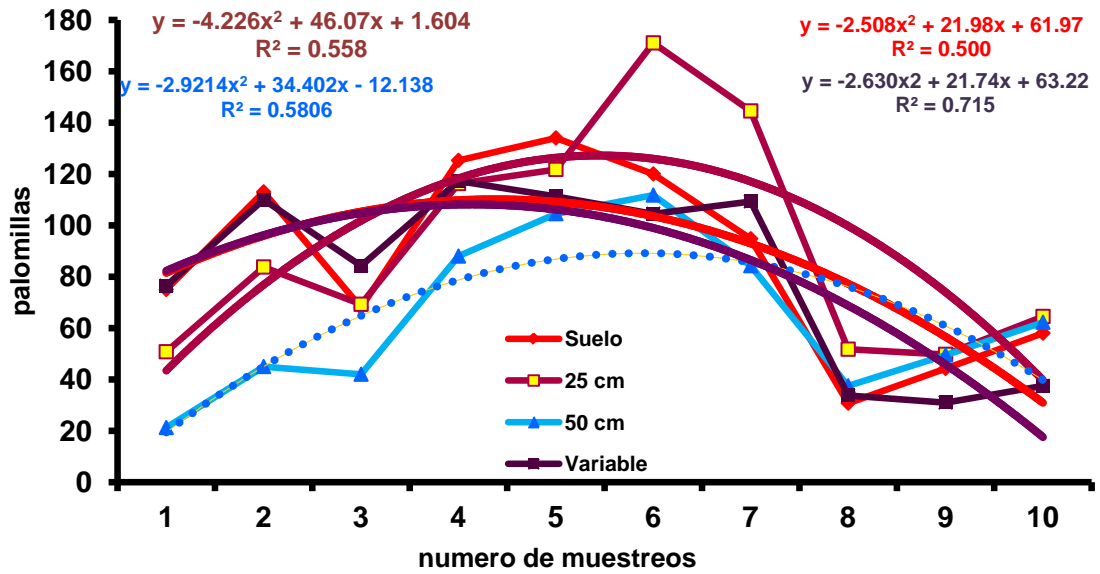


Figura 3. Tendencias polinómicas y ecuaciones de la captura de machos de *P. xylostella* por muestreo con feromona sexual en trampas de bandeja colocadas a diferente altura.

Fluctuación Poblacional de *P. xylostella*

Respecto a la fluctuación poblacional de las palomillas recolectadas en las trampas, se observó un pico de máxima captura el 29 de mayo, y posteriormente hubo un repunte el 26 de junio. Se aprecia que la mayor densidad de población de adultos ocurre durante el mes de mayo, luego tiene una fuerte tendencia a disminuir la densidad por trampa durante los meses de junio y julio (Figura 4).

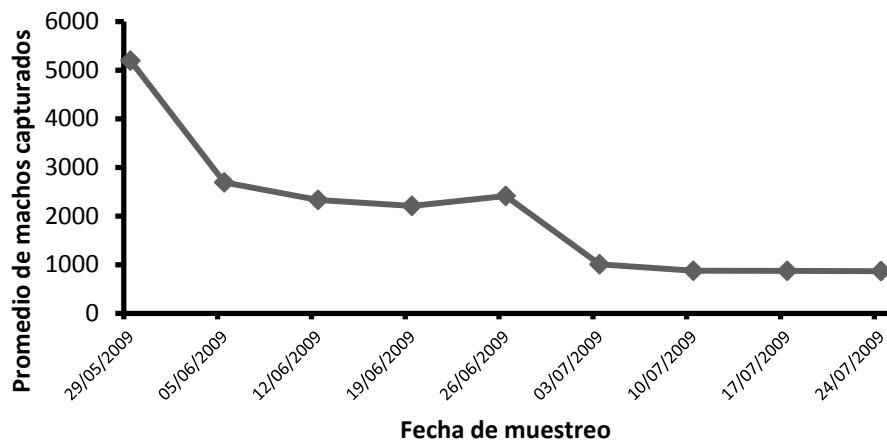


Figura 4. Fluctuación poblacional de *Plutella xylostella* en el cultivo de coliflor en San Luis Potosí.

DISCUSIÓN

El diseño de trampa es un componente esencial en cualquier sistema de monitoreo o trampeo masivo (Wall 1990). En este estudio el diseño de trampa afectó las capturas de adultos machos de *P. xylostella*. Las trampas de bandeja con agua fueron más efectivas que la económica, un envase reciclado de jugo o leche de un galón y que la de ala de Scentry®. Varios trabajos de investigación han mostrado que las trampas de agua capturan más insectos machos que otros tipos en diferentes especies (Dickerson & Hoffman 1977; Thompson *et al.* 1987; Downham *et al.* 2004; Herman *et al.* 2005). Por ejemplo, Herman *et al.* (2005), trabajando con la palomilla de la papa, *Phthorimaea operculella* (Zeller), concluyeron que las trampas de agua capturaron en promedio 4 veces más machos que las trampas con pegamento y casi 15 veces más que las trampas de embudo. En contraste, Kehat *et al.* (1981) señalan que las trampas de embudo impregnadas con feromona sexual o con hembras vírgenes de gusano bellotero, *Earias insulana* (Boisduval), capturaron significativamente más machos que las trampas de agua impregnadas con los mismos componentes feromonales.

Las trampas de agua usadas en el presente experimento son muy económicas, aproximadamente \$40.00 (\$3.00 USA) cada una, son fáciles de colocar en campo y de mantener, son resistentes al sol, la lluvia, y a vientos fuertes. Las trampas de económicas, elaboradas con envases reciclables de un galón, pueden ser consideradas como una segunda opción para monitoreo de *P. xylostella* en las áreas productoras de crucíferas de San Luis Potosí. Es la más económica de todas las evaluadas y la menos susceptible de ser robada. Sin embargo, es conveniente considerar que la efectividad puede disminuir en temporadas de altas temperaturas y baja humedad relativa porque se evapora el agua (Herman *et al.* 2005). En nuestro experimento la disminución del contenido de agua en este tipo de trampa ocurrió principalmente en el mes de mayo, esto pudo afectar su desempeño en campo. Esta situación puede ser resuelta con revisiones en periodos más cortos, por ejemplo dos veces por semana.

Los resultados de máximas capturas en trampas de bandeja con agua, también concuerdan con los de García (2000) y con los de Patiño (2010). El primer autor consigna 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. Mientras que la segunda concluye que la trampa tipo bandeja, cebada con feromona sexual, fue la más eficiente en la captura de *Copitarsia decolora* (Guenée), por lo que ésta es una buena opción para el muestreo apropiado de esta plaga en coliflor

Por otro lado, Mora *et al.* (1990) señalan que al aumentar la capacidad del recipiente plástico de las trampas con agua jabonosa, se incrementa la capacidad de captura. Esto no sucede con las trampas pegajosas tipo ala, como la de Scentry®, en las que la base pegajosa se satura y se deteriora rápidamente. Lo anterior también se observó en nuestro trabajo de investigación, independientemente de la especie de cultivo, fechas de experimentación y que además se trabajó con un volumen de agua diferente que los autores citados. Otra ventaja de las trampas con agua jabonosa, es el menor costo comparado con las de ala con pegamento. La de Scentry® se estima un costo de \$4.00 USA actualmente. Otra ventaja de las de bandeja es que son de fácil adquisición y menos llamativas, por lo tanto es menor el riesgo de que sean sustraídas del campo (Calyecac *et al.*, 2002).

La altura de colocación de las trampas cebadas con feromonas sexuales, el otro componente evaluado en el presente trabajo de investigación, también mostró efectos significativos sobre el número de machos de *P. xylostella* capturados. Un efecto similar a este lo obtuvieron Downham *et al.* (2004) al usar trampas de embudo para monitoreo de adultos de *Maruca vitrata* F, a diferentes alturas, 20 cm, 120 cm y 170 cm. Señalan que se capturan más machos en trampas colocadas a 120 cm de la superficie del suelo. Situación similar a la observada por Malo *et al.* (2004), quienes consignan que la eficiencia de las trampas Scentry^R para captura de gusano cogollero *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith). Los autores señalan que el trampeo fue afectado por la altura de localización de las trampas Scentry®, mientras que las trampas de bandeja con agua no son afectadas por la altura de colocación. Lo anterior muestra una posible interacción entre el diseño de trampa y la altura de colocación.

El efecto diferenciado de las capturas de machos adultos, en trampas cebadas con feromonas sexuales, colocadas a diferente altura, puede reflejar la altura natural de la actividad de vuelo o zona de preferencia de algunas especies de insectos (Downham *et al.*, 2004).

En cambio un resultado diferente al observado en nuestro trabajo fue el obtenido por Herman *et al.* (2005), quienes mencionan que no existe diferencia significativa en la captura de machos de *P. operculella* con trampas pegajosas colocadas a 0.3 m y 1.0 m de la superficie del suelo. También Calyecac *et al.* (2002), en su trabajo realizado con *Plutella xylostella*, probaron diferentes trampas y alturas de colocación donde señalan que la mejor altura es la de 25 cm sobre el suelo.

Respecto a la fluctuación poblacional, el mayor número de machos fue capturado en el muestreo del mes de mayo y disminuyeron de manera gradual durante junio y julio. Una posible explicación a esta significativa reducción de las capturas puede ser factores climáticos, específicamente la presencia de lluvias por la tarde y noche en el mes de julio. *P. xylostella* es una especie de hábitos crepusculares y nocturnos (Nakahara *et al.*, 1986), por lo tanto la lluvia afecta el comportamiento de vuelo y se capturan menos machos bajo estas condiciones climatológicas, lo que incluso, se ha propuesto como una opción para manejo de la plaga, mediante la implementación de un sistema de riego por aspersión que funcione durante la tarde noche (Talekar *et al.*, 1986).

CONCLUSIONES

*El tipo de trampa cebada con feromona sexual que capturo mayor cantidad de adultos machos de *Plutella xylostella*, en el cultivo de coliflor, fue la de bandeja, siendo esta una buena opción para monitoreo y trampeo masivo por su bajo costo y fácil manejo.

*La altura de ubicación de las trampas de bandeja cebadas con feromona sexual que capturaron la mayor cantidad de adultos machos, fue la que se movió conforme al desarrollo vegetativo del cultivo, pero colocada siempre entre 10 y 20 cm sobre la cubierta vegetal.

LITERATURA CITADA

- Bujanos M. R., y C. Mejía A. 2007. Palomilla Dorso de Diamante *Plutella xylostella* (L.) en el Bajío, México. [http://www.siafeg.com/Estudios %20de%20Riesgo/Estudios/Estudio_Palomilla.htm](http://www.siafeg.com/Estudios%20de%20Riesgo/Estudios/Estudio_Palomilla.htm). (Fecha de consulta 13 junio 2011).
- Calyecac, C.G.H., J Cibrian T. y B Barrios D. 2002. Captura de machos de *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae) en trampas cebadas con feromona sexual sintética. *Agrociencia* 36: 83-91.
- Cardé, R. T. & J. S. Elkinton. 1984. Field trapping with attractants: methods and interpretation. In: *Techniques in pheromone research*. H. E. Hummel & T. A. Miller (eds.). Springer-Verlag. New York, USA. Pp. 111-129.
- Cisneros, F. H. 2008. Control etológico de plagas. [http://www.agrifoodgateway.com/drupal/sites/default/ files/articles/control-etologico-de-plagas.pdf](http://www.agrifoodgateway.com/drupal/sites/default/files/articles/control-etologico-de-plagas.pdf), (fecha de consulta 03 agosto 2011).
- Cortez M., E. y J. Macias C. 2007. Parasitismo natural de la palomilla dorso de diamante *Plutella xylostella* (L.) en canola (*Brassica napus* L.), en el norte de Sinaloa, Mexico. *Agrociencia* 41: 347-354.
- Díaz G. O., Pineda G. S., Patiño A. S. A., Jarquin G. R. 2009. Manejo Integrado de Plagas de Crucíferas en San Luis Potosi. 1: 10-12 p.
- Díaz G. O. 1992. Susceptibilidad de la Palomilla Dorso de Diamante *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Yponomeutidae) a insecticidas organosintéticos y microbiales. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados. México. 100 p.
- Dickerson, W. A., and Hoffman, J. D. 1977. Water pheromone trap for adult cabbage looper (Lepidoptera: Noctuidae). *J. Kansas Entomol. Soc.* 50: 234-237.
- Downham, M. C. A., Tamò, M., Hall, D. R., Datinon, B. Adetonah, S., and Farman, D. I. 2004. Developing pheromone traps and lure for *Maruca vitrata* in Benin, West Africa. *Entomol. Exp. Appl.* 110: 151-158.
- EcuRed. 2010. http://www.ecured.cu/index.php/Polilla_de_la_col. (Fecha de consulta 16 junio 2011).
- Fernandez, R.F. 1992. Las trampas de luz para caza de insectos. *Zapateri Rev Aragon. Entomol.* 1:79-90.
- 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.) C. de Postgraduados, Instituto de Fitosanidad. México. Pp 24-29.
- Herman, T. J. B., Clearwater, J. R., and Triggs, C. M. 2005. Impact of pheromone trap design, placement and pheromone blend on catch potato tuber moth. *New Zealand Plant Prot.* 58: 219-223.
- Insecticide Resistance Action Committee (IRAC). 2012. Mode of action and classification of insecticides. (Accesada 6 Abril 2012) <http://eclassification.iraconline.org/>.
- Kehat, M., Gothilf, S., Dunkelblum, E., and Greenberg, S. 1981. Captures of *Earias insulana* males in water traps and dry funnel traps baited with synthetic pheromone or virgin females. *Phytoparasitica* 9: 149-151.
- Laborde, 1985. Palomilla dorso de diamante en el Bajío: Control mediante un programa integral regional. Chapingo Mex. 148 p.
- Malo, E. A., Bahena, F., Miranda, M. A., and Valle-Mora, J. 2004. Factors affecting the trapping of males of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) with pheromones in Mexico. *Florida Entomol.* 87: 288-293.
- Monroy L. M. 2010. Palomilla dorso de diamante (*Plutella xylostella* L.): biología y control. www.agri-nova.com (consulta: 15 abril, 2010).
- 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.
- Nakahara L.M., Mchugh J, Otsuka C.K., Funusaki G.Y. y L.A.I. Py. 1986. Integrated control of diamondback moth and other insect pests using an overhead sprinkler system, an insecticide and biological control agents on watercress farm in Hawaii. p. 403 - 413. *In* : Talekar NS and Griggs TD eds. *Proceedings First International Workshop, Diamondback moth management*. Shanhua, Taiwan : AVRDC. 1985.
- Navarro S. L. 2011. Uso de feromonas para monitoreo de picudo del chile *Anthonomus eugenii* Cano, *Revista horticultivos*, Editorial agro Síntesis, S.A. de C.V., Publicación mensual, P.25, <http://www.horticultivos.com/component/content/>

article/49-front-page/182-uso-de-feromonas-para-monitoreo-de-picudo-del-chile-anthonomus-eugenii-cano, (Fecha de consulta 27 julio 2011).

- Osorio O. R. ,1996. Uso de feromonas en el control de plagas agrícolas, memoria del curso de: control alternativo de insectos plaga, Tepozotlan, Edo. De México.
- Patiño, A. S. A. 2010. Eficiencia del tipo de trampa cebada con feromona sexual y altura de colocación, para la captura de *Copitarsia decolora* (Guenée) en coliflor. Tesis de Licenciatura. Fac. de Agronomía, U.A.S.L.P. México.
- PLANPROTECT, S.L. 2010. Uso de feromonas, <http://www.Planprotect.com/index.php/es/feromonas>, (fecha de consulta 01 agosto 2011.)
- Rojas, J. C., L. Cruz L., E. A. Malo, O. Díaz G., G. Calyecac & J. Cibrián T. 2006. Identification of sex pheromone of *Copitarsia decolora* (Lepidoptera: Noctuidae). J. Econ. Entomol. 99: 797-802.
- Rubio, M., J. E. y S. Llamas, 1990: Tratamiento, diferenciación y control de las capturas realizadas en trampas cebadas con feromonas sexuales sintéticas de lepidópteros potencialmente nocivos a las plantas cultivadas. *Bol. San. Veg. Plagas*,16 (1): 371-379
- Rueda, A., A. M. Shelton. 1996. Palomilla Dorso de Diamante (DDM). (©Cornell University.1996) <http://www.nysaes.cornell.edu/ent/hortcrops/spanish/dbm.html>. Fecha de consulta: 1 de febrero de 2010.
- Talekar N. S., Lee S. T y Huang S. W. 1986. Intercropping and modification of irrigation method for the control of diamondback moth. p. 145 - 152. In : Talekar NS and Griggs TD eds. *Proceedings First International Workshop, Diamondback moth management*. Shanhua, Taiwan : AVRDC,. 1985.
- Talekar, N. S. and A.M. Shelton. 1993. Biology, ecology, and management of the diamondback moth. *Annu. Rev. Entomol.* 38: 275-301.
- Thompson, D. C., Capinera, J. L., and Pilcher, S. D. 1987. Comparison of an aerial water-pan pheromone trap with traditional trapping techniques for the European corn borer (Lepidoptera: Pyralidae). *Environ. Entomol.* 16: 154-158.
- Wall, C. 1990. Monitoring and spray timing, pp. 39-66 In A. R. Justum and R. F. S. Gordon [eds.], *Insect pheromones and plant protection*, John Willey & Sons, New York.