



# UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO

## FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS

**Uso de Kairomonas y feromonas como alternativa en el manejo integrado de la palomilla dorso de diamante (*Plutella xylostela* L.) en el cultivo de brócoli en la región norte de Guanajuato, México.**

TESIS

QUE COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
INGENIERO AGRÓNOMO FITOTECNISTA

**PRESENTA:**

**HORACIO FIGUEROA MACEDO**

**ASESOR EXTERNO:**

**DR. FRANCISCO JAVIER BELTRAN CABRERA**

**ASESORES INTERNO:**

**DR. JESÚS RICARDO SANCHEZ PALE**

**DR. ÁLVARO CASTAÑEDA VILDÓZOLA**



Campus universitario “El Cerrillo”, Cerrillo Piedras Blancas, Toluca, Estado de México, Abril de 2023.

## ÍNDICE

|  | Pág. |
|--|------|
| Resumen  | iii  |
| Jutificación   | V    |
| I INTRODUCCIÓN   | 1    |
| II Objetivos   | 5    |
| II.1 Objetivos específicos   | 5    |
| III Revisión de literatura   | 6    |
| III.1 Importancia agrícola y económica del brócoli en México y el estado | 6    |
| III.2 Importancia de la palomilla  | 8    |
| III.3 Aspectos generales de <i>Plutella xylostela</i> (L)                | 9    |
| III.4 Atrayentes como método de control                                  | 19   |
| IV Materiales y métodos  | 23   |
| IV.1 Ubicación del ensayo  | 23   |
| IV.2 Establecimiento del ensayo  | 24   |
| IV.3 Tratamientos a evaluar  | 24   |
| IV.4 Descripción de los tratamientos                                     | 25   |
| IV.4.1 Acttra plutela  | 25   |
| IV.4.2 Noctovi   | 25   |
| IV.4.3 Imidacloprid  | 26   |
| IV.4.3.4 Metomilo  | 26   |
| IV.4.3.5 Cidetrack   | 26   |
| IV.4.4 Mantenimiento de los tratamientos                                 | 27   |
| IV.5 Muestreo  | 29   |
| IV.6 Análisis de datos   | 29   |
| V Resultados   | 31   |
| VI Discusión   | 41   |
| VII Conclusiones   | 46   |
| VIII Literatura consultada   | 47   |

## RESUMEN

El brócoli es una verdura compuesto por una gran variedad de vitaminas y minerales, con gran contenido de folato o ácido fólico (Vitamina B), el cual es necesario para el crecimiento y división celular. En México, es considerada una de las hortalizas de mayor importancia por la superficie sembrada, los ingresos y la mano de obra que genera. La principal zona productora se ubica en el estado de Guanajuato, seguido de Michoacán y Puebla. Su producción se ve afectada por una serie de plagas, entre las que destaca la palomilla dorso de diamante, considera la como la más difícil en cuestión de un manejo, que, aunque no afecta el rendimiento, tiene efectos indirectos al contaminar el producto comercial que se cosecha. Por lo que es imprescindible buscar alternativas que eviten que dicha palomilla no represente un riesgo al producto cosechado. Una alternativa, es el uso de kairomonas y/o feromonas. Por lo que el presente trabajo, tuvo como objetivo evaluar el efecto de ACCTRA PLUTELA combinado o no con noctovi más insecticida. El ensayo se estableció en dos localidades del estado de Guanajuato. En cada tratamiento se evaluaron 12 repeticiones en las cuales se contabilizó el número de hembras adultas capturadas. De los conteos obtenidos, se estimó el área bajo la curva para cada tratamiento por localidad. Los valores del área bajo la curva se analizó en un diseño de bloques al azar por localidad, y en serie de experimentos considerando las dos localidades. Los resultados indicaron que en ambas localidades existieron picos poblacionales de aproximadamente 20 días, aunque fue la localidad de Obrajuelos la que presentó la mayor densidad poblacional; el atrayente a base de ACTTRA PLUTELLA + imidacropid presentó la mayor cantidad promedio de hembras adultas capturadas durante todo el desarrollo del experimento en poblaciones altas de la hembra, mientras que en poblaciones bajas el mejor tratamiento fue ACTTRA

PLUTELLA + METOMILO. Sin embargo, el análisis combinado indicó que ACTTRA PLUTELLA + imidacproprid presentó la mayor captura.

**Palabras clave:** ACCTRA PLUTELLA, NOCTOVI, Área bajo la curva, *P. xylostella*.

## ABSTRACT

Broccoli is a vegetable that contains a wide variety of vitamins and minerals, with high contents of folate and folic acid (Vitamin B), which are necessary for cell growth and division. In Mexico, it is considered one of the most important vegetable crops due to the area cultivated, income, and employment generated. The main broccoli-producing region is located in the state of Guanajuato, followed by Michoacán and Puebla. Its production is affected by a variety of pests. One of the main pests is the diamondback moth; it is considered one of the most difficult to manage and, although it does not affect yield, it has indirect effects since it contaminates the commercial product that is harvested. It is therefore critical to find alternatives to prevent this moth from presenting a risk to the harvested product. One option is the use of kairomones and/or pheromones. Therefore, the objective of this work was to evaluate the effect of ACCTRA PLUTELLA, alone or in combination with NOCTOVI and insecticide. The experiment was established in two localities in the state of Guanajuato. In each treatment, we evaluated 12 replicates in which we counted the number of adult females captured. From the counts obtained, we estimated the area under the curve for each treatment and locality. The area under the curve values were analyzed in a randomized block design by locality and in the series of experiments considering both localities. The results indicated that in both localities there were population peaks of approximately 20 days, although it was the Obrajuelos locality that

presented the highest population density. The attractant using ACTTRA PLUTELLA + imidacloprid presented the largest average number of adult females captured throughout the experiment in high populations of females, while in the low populations the best treatment was ACTTRA PLUTELLA + methomyl. However, the combined analysis indicated that ACTTRA PLUTELLA + imidacloprid had the highest capture.

**Key words:** ACCTRA PLUTELLA, NOCTOVI, Area under the curve, *P. xylostella*.



## JUSTIFICACIÓN

El brócoli es uno de los llamados súper alimentos, la población mundial crece rápidamente y la gente demanda alimentos sanos y nutritivos. Se ha descubierto que el brócoli es altamente vitamínico y tiene propiedades que ayudan a combatir las células cancerígenas y retrasa el envejecimiento. Las diferentes regiones hortícola de México destacan por la producción de esta hortaliza con fines de exportación, además de un constante incremento en la demanda interna por parte de consumidores. Por otra parte, las superficies sembradas van en aumento debido a la alta demanda de brócoli y en consecuencia los problemas con plagas también, lo cual lleva a implementar diferentes alternativas de manejo, en especial de aquel control que represente poco impacto en la salud del consumidor y menor daño al medio ambiente. Una de las principales plagas que aquejan al cultivo, se encuentra la llamada palomilla dorso de diamante. Su control se ha basado en el uso de productos de síntesis química, algunas alternativas biológica y recientemente el uso de feromonas, kairomonas, alomonas, etc. En todas ellas se busca que su uso sea una alternativa para obtener y ofrecer productos inocuos, que cada día son más relevantes. Derivado de lo anterior, con el desarrollo de la presente investigación se pretende ofrecer información del uso y aplicación de kairomonas, feromonas de atracción sexual y feromonas de confusión sexual contra de la palomilla dorso de diamante *Plutella xylostela* L., con el objetivo de generar información que propicie su implementación dentro un programa de control y por ende, la disminución de población de la palomilla.

## I. INTRODUCCION

El brócoli es una verdura que pertenece a la familia de las Crucíferas y está compuesto por una gran variedad de vitaminas y minerales, además presenta gran contenido de folato o ácido fólico (Vitamina B), el cual es necesario para el crecimiento y división celular. Su consumo previene defectos del tubo neural durante el embarazo, es importante tener presente que la cocción de este vegetal produce pérdida importante de ácido fólico, y es por ello que se recomienda prepararlo al vapor para disminuir su pérdida (Cazabonne, 2010).

El brócoli contiene más calcio que la leche, lo cual hace pensar que esta verdura podría bien ser un sustituto de dicho producto, en caso de que no se logre adquirir; su alto contenido de potasio y escasez de sodio producen efectos diuréticos favoreciendo la eliminación del exceso de líquidos del organismo y resultando beneficioso en caso de hipertensión y retención de líquidos, así como en caso de oliguria. Su alto contenido en fibra previene el estreñimiento, contribuye a reducir las tasas de colesterol en la sangre y ayuda al buen control de la glicemia en las personas que tienen diabetes. En crudo, esta verdura tiene alto contenido en compuestos de azufre que pueden irritar el tejido renal; por lo que, se recomienda que personas con problemas renales se abstengan de consumirla de esta forma. Al igual que en las personas que sufren de hipotiroidismo, ya que esta planta frena la absorción de yodo y disminuye el funcionamiento de la glándula tiroidea (Cazabonne, 2010).

A nivel mundial, se producen 24.2 millones de toneladas, China es el principal productor, aporta 40%; México es quinto lugar con 2.1% con un consumo per cápita de 1.1 kg,

mientras que Estados Unidos más de 5 kg al año, con una población de más de 300 millones representa un mercado con alto potencial. En México, se siembran 31,900 hectáreas de brócoli, lo que representa 3.3% de la producción de hortalizas. En el 2016, el volumen de producción fue de 507,482 ton, de las cuales Guanajuato ocupó el primer lugar con 320,268 ton; seguido de Michoacán 48,456 ton; Puebla 41,258 ton; Jalisco 25,436 ton; Sonora 15,854 ton, y otros. La zona del Bajío es una de las regiones más productivas de México, Guanajuato es una entidad agrícola importante con una gran diversidad de cultivos, destacando los granos: maíz, sorgo, trigo, cebada; frutas: fresa, arándano, zarzamora, frambuesa, y hortalizas: brócoli, coliflor, espárragos, pimiento, chile. El brócoli es una de las hortícolas de mayor importancia por la superficie sembrada, los ingresos y la mano de obra que genera. De la producción de brócoli en México, 70% se destina a la exportación, siendo Estados Unidos su principal destino así como Canadá, Japón y algunos países de Europa (Zilli, 2018).

Uno de los insectos-plaga que ataca a los cultivos de crucíferas en Guanajuato es la palomilla dorso de diamante la cual se considera la más difícil en cuestión de un manejo, que aunque no afecta el rendimiento, tiene efectos indirectos al contaminar el producto comercial que se cosecha. En esta región la plaga se registró desde la década de los setenta, sin embargo, fue hasta mediados de la década de los ochenta cuando se convirtió en una seria amenaza para estos cultivos, lo que obligo a los productores a asperjar semanalmente mezclas múltiples de químicos para su control con resultados poco eficientes, además de ser uno de los pioneros en el uso de agentes de control biológico (Webb *et al.*, 2016).

El adulto de la palomilla es pequeño y delgado con antenas muy largas y pronunciadas. Es de color café grisáceo y tiene una banda amplia, de color crema o café claro en su parte



dorsal. La banda tiene contricciones, las cuales forman un patrón en forma de diamante. Cuando se observa lateralmente, la punta de las alas parece alargarse ligeramente hacia arriba. Los huevos son de forma ovalada y aplanada, de color amarillo a verde pálido, y miden aproximadamente 0.02 pulgadas de largo y 0.01 pulgadas de ancho. Hay cuatro estadios larvales. Incluso las larvas, de tipo polipoda, en el último estadio son bastante pequeñas y muy activas. Las larvas se retuercen violentamente si se les molesta y se dejan caer de la hoja quedando suspendidas por un hilo de seda. El cuerpo se estrecha hacia ambos extremos y el quinto par de pseudopatas (patas abdominales) sobresale de la parte posterior. Después del primer estadio, que es incoloro, las larvas obtienen una coloración verdosa. Las larvas empupan dentro de un capullo suelto en las hojas inferiores o externas o en las inflorescencias de coliflor y brócoli (Webb *et al.*, 2019).

La hembra deposita sus huevos sobre el envés de la hoja, de forma individual o en grupos de dos o tres. Al cabo de unos días, los huevos eclosionan, las larvas comienzan a alimentarse del envés de la hoja. La etapa larval puede durar de 10 días a un mes, dependiendo de la temperatura. Larvas de la palomilla dorso de diamante se alimentan más lento a temperaturas por debajo de 50°F (10 °C), el crecimiento de la población es más rápido a temperaturas superiores a 80°F (26.6 °C). El estado de pupa de tipo obtecta ocurre dentro de un capullo holgado y transparente el cual es usualmente adherido al envés de las hojas. En climas cálidos, el estado de pupa puede completar su desarrollo en 3 o 4 días. En el sur de la Florida, la palomilla de dorso de diamante es más abundante durante los meses de diciembre a febrero o marzo y puede atacar en cualquier momento durante el ciclo del cultivo. Para finales de mayo, el conteo de palomillas en trampas de feromonas se disminuye a casi cero. El conteo de palomillas puede aumentar de mitad de otoño hasta

comienzos del invierno, pero su actividad es limitada durante esa época. Las poblaciones se desarrollan en malezas silvestres, como la mostaza silvestre, antes de trasladarse a las plantaciones de repollo y otras crucíferas plantadas en invierno y a comienzos de la primavera. Desde mitades de invierno y durante la primavera, cuando esta plaga causa daños severos, la palomilla de dorso de diamante puede causar pérdidas de hasta 70% en la ausencia de medidas de control. Las poblaciones pueden disminuir después de lluvias fuertes (Webb *et al.*, 2019).

Plantas en cualquier estadio de crecimiento pueden ser atacadas. Las larvas producen pequeños hoyos en las hojas, aunque las larvas más grandes hacen orificios de mayor tamaño. Las larvas jóvenes con frecuencia se alimentan de una de las superficies de la hoja dejando una capa delgada similar a una “ventana” en la epidermis de la hoja. Las larvas de la palomilla de dorso de diamante también atacan la cabeza del repollo en desarrollo. El daño resultante deforma la cabeza del repollo y permite la entrada de patógenos descomponedores (Niño y Smith, 2019). Ante la necesidad de disponer de alternativas de control de *P. xylostela* L., con menor impacto al consumidor, se ha iniciado el uso de la feromona de atracción sexual y la kairomona, como ACTTRA PLUTELLA, con la finalidad de realizar el control, manejo y la disminución de poblaciones de la palomilla dorso de diamante (*Plutella xylostela* L), en especial en el estado de Guanajuato, ya que se considera como la plaga principal de las crucíferas, disminuyendo numerosamente la producción, calidad y en casos extremos la devastación de dicho cultivo. Por lo que el presente trabajo, tiene por objetivos:

## **II. Objetivo General**

Evaluar el efecto de la Kairomona en localidades productoras de brócoli del norte y bajo del Estado de Guanajuato.

### **II.1 Objetivos específicos**

- Evaluar la eficiencia de captura de adultos hembras en trampas de tipo garrafa de los diferentes tratamientos de la kairomona ACTTRA PLUTELLA en mezcla con un insecticida.
- Determinar la curva de progreso en la captura de adultos hembra de la palomilla dorso de diamante presentes a lo largo del ciclo del cultivo en la Zona Norte y bajo del estado de Guanajuato.
- Comparar la incidencia de la palomilla dorso de diamante en la zona del bajo, como en la zona norte del estado de Guanajuato.

### III. REVISIÓN DE LITERATURA

#### III.1 Importancia agrícola y económica del brócoli en México y el estado

La producción a nivel mundial de coliflor y brócoli o brécol, en 2010 alcanzó los 18.165 millones de toneladas en un área cosechada de 1 millón 64 mil hectáreas y, la producción registró una tasa de crecimiento media anual (TCMA) de 1.96% durante el periodo de 2000 a 2010. China es el principal productor de esta hortaliza a nivel mundial, durante 2010 concentró 41.54%; le siguen India (32.97%), España (2.81%), Italia (2.35%), Francia (2.04%) y Pakistán (1.73%), la TCMA de 2000 a 2010 más alta fue la registrada por Pakistán con 4.76% e Italia la inferior con -1.9%. México participa, en el contexto mundial con un 0.44% de la producción y presentó una TCMA negativa durante el periodo citado de 12.59% (Hernández *et al.*, 2016).

Durante 2009, el comercio internacional de coliflor y brócoli se desarrolló como sigue, las exportaciones de los diez países más importantes ascendieron a las 842 mil toneladas, lo que representó un 88.3% del total mundial y un 4.2% de la producción; el principal exportador durante ese año fue España con 25.38%, seguido por Francia (16.54%), México (11.01%), Estados Unidos (9.42%), China (6.22%) y Ecuador (5.77%). El valor de las exportaciones mundiales ascendió a los 964.8 millones de dólares. Los cinco principales países importadores en 2009 fueron Canadá, Reino Unido, Alemania, Francia y Malasia, que en conjunto alcanzaron las 375 mil toneladas (51.58% de las importaciones totales), demandando 19.34%, 12%, 9.08%, 5.77% y 5.39%, respectivamente. Las importaciones mexicanas de coliflor y brócoli representaron, durante el año citado, un 0.97% del total mundial y en el periodo de 2000 a 2009 decrecieron a una TCMA de 2.9%. A nivel

mundial las importaciones de coliflor y brócoli crecieron, durante el periodo citado, a un ritmo de 3.8% anual, siendo el país con la mayor tasa de crecimiento Canadá (13.11%), seguido de Italia (9.89%), Dinamarca (6.99%) y República Checa (6.44%), mientras que Alemania registró un decremento en sus importaciones de 2.45%; en suma, las importaciones mundiales alcanzaron las 728 mil toneladas y un valor de 788.7 millones de dólares (FAO, 2012).

De la producción de brócoli en México, 70% se destina a la exportación, siendo Estados Unidos su principal destino así como Canadá, Japón y algunos países de Europa. En el 2016, el volumen de producción fue de 507,482 t, de las cuales Guanajuato ocupó el primer lugar con 320,268 t, seguido de Michoacán 48,456, Puebla 41,258 t, Jalisco 25,436, Sonora 15,854 t y otros (Zilli, 2018).

La zona del Bajío es una de las regiones más productivas de México, Guanajuato es una entidad agrícola importante con una gran diversidad de cultivos, destacando los granos como maíz, sorgo, trigo, cebada; en frutas destaca la fresa, arándano, zarzamora, frambuesa, y hortalizas sobresale con brócoli, coliflor, espárragos, pimiento, chile (Zilli, 2018).

El brócoli es una de las hortalizas de mayor importancia en Guanajuato por la superficie sembrada, los ingresos y la mano de obra que genera. El brócoli es el principal producto agrícola que Guanajuato exporta, con expectativas de crecimiento, representando una buena oportunidad para productores, comercializadores y la agroindustria, a través de programas estatales cuyo objetivo es contribuir a la sustentabilidad agrícola y mejorar el nivel de vida de los habitantes (Zilli, 2018).

En el contexto nacional, el 56% de la producción de brócoli se genera en el ciclo primavera-verano, mientras que el restante 44% en el otoño-invierno. Tres estados (Guanajuato 59%, Michoacán 13% y Jalisco 9%) obtienen poco más del 80% de este cultivo. La superficie sembrada de brócoli del año agrícola 2020, fue de 34 mil 472.21 hectáreas, de las cuales se obtuvieron 614.436 mil toneladas a nivel nacional. El estado de Guanajuato aportó 69.95% de dicha producción, seguido a distancia por Puebla, Sonora y Michoacán (SIAP, 2020). Del total de brócoli durante 2019, ascendió a 24,116 hectáreas; de las cuales un 94.8% se encuentran bajo riego y el resto se sembró bajo temporal (5.2%). Guanajuato concentró la mayor superficie sembrada bajo riego con 63.8% (21,717.49 hectáreas), le siguieron Puebla (7.68%), Jalisco (3.37%), , Michoacán (3.07%), y Sonora (3.02%) que en conjunto sumaron 6,027 hectáreas (SIAP, 2020). Durante el año citado, la reducida superficie sembrada en temporal se concentró en los estados de Michoacán (93.44%) y Puebla (5.97%), alcanzando en conjunto 1,166 hectáreas; de 1980 a 2010 el estado de Guanajuato sólo registró superficie sembrada de brócoli bajo temporal en 1984 y 2003 con 8 y 17 hectáreas, respectivamente (SAGARPA-SIAP, 2012).

### **III.2 Importancia de la palomilla**

Desde la introducción y uso extensivo de los insecticidas organosintéticos a fines de la década de los cuarenta, la palomilla dorso de diamante se consideraba una plaga de importancia secundaria; sin embargo, con el amplio uso de los insecticidas a mediados de la década de los cincuenta, fueron eliminados los insectos benéficos naturales más importantes (Talekar y Shelton, 1993). Una de las causas por las que la palomilla dorso de diamante causa severos daños es debido a la falta de fauna benéfica, especialmente parasitoides, por el uso intensivo de insecticidas y a su baja capacidad para establecerse

rápidamente en nuevas áreas productoras, así como para emigrar a otras áreas ubicadas a grandes distancias en donde no existe suficiente control biológico asociado. La palomilla dorso de diamante fue el primer insecto-plaga en el mundo que desarrolló resistencia hacia el DDT (diclorodifeniltricloroetano) y se reporta esta especie como el primer insecto que desarrolló resistencia al insecticida microbiano *Bacillus thuringiensis* (Anónimo, 2018).

En 1990, Tabashnik *et al.*, reportaron esta especie como el primer insecto que desarrolló resistencia al insecticida microbiano *Bacillus thuringiensis*. En México la palomilla dorso de diamante causa daños indirectos por contaminación del producto cosechado en las principales regiones productoras de crucíferas, entre las que se encuentra la región centro-occidental del país, particularmente los estados de Aguascalientes Guanajuato y Querétaro. Aunque Esta plaga fue registrada por primera vez en México en 1960 atacando el cultivo de col en el Valle de Yaqui, Sonora. (Carrillo *et al.*, 1966).

### **III.3 Aspectos generales de *Plutella xylostella* (L.)**

También conocida como polilla de las crucíferas. Se trata de una pequeña mariposa de color gris pardo y una línea sinuosa cuyos hábitos son crepusculares y nocturnos. Las larvas tienen un color blanquecino primero y verde claro después. Aunque en las primeras fases estas orugas se alimentan de tejido foliar causando pequeños y numerosos agujeros, en los últimos periodos de gran voracidad atacan los brotes terminales, es decir, el futuro cogollo comestible, siendo entonces muy importante el daño causado a las plantaciones (Maroto, 1997 citado por Nebreda, 2005).

Las larvas de esta plaga pasan por cuatro instares larvales; por lo general las larvas de primer y segundo instar minan entre las capas cerosas epidermales de las hojas, mientras que las larvas del tercer y cuarto instar se alimentan principalmente por el envés, consumiendo toda la lámina foliar. Los cuatro instares larvales duran de 10 a 24 días, dependiendo de la temperatura, (aproximadamente 178 unidades calor acumuladas arriba de 7.3°C) (Bujanos y Marín, 2001).

*P. xylostella* (L) es el insecto plaga más destructivo de las brassicáceas en todo el mundo y ha desarrollado resistencia a la mayoría de los insecticidas sintéticos aplicados a campo, haciendo a menudo difícil su control. Un importante recurso para su regulación poblacional es el control biológico natural y el uso de feromonas (Sánchez y Arregui, 2010).

Dicha plaga causa anualmente un costo estimado para su manejo de un billón de dólares (Talekar y Shelton, 1993) en el sur de estados unidos la palomilla dorso de diamantes es uno de los insectos plaga más abundantes y perjudiciales que atacan a los cultivos de crucíferas (Edelson *et al.*, 1993). Durante 1997 en california la presencia de la palomilla en la cosecha de brócoli, col y coliflor ocasionó pérdidas por más de seis millones de dólares (Shelton *et al.*, 2000).

Es originaria del área del mediterráneo, centro de origen de las más importantes especies de plantas de la familia de las crucíferas; esta plaga está presente en todas las partes del mundo donde se cultivan crucíferas y se estima que es la especie cosmopolita más universalmente distribuida del orden Lepidóptera. La palomilla dorso de diamante se alimenta básicamente de plantas de la familia de las crucíferas, entre las que se encuentran los cultivos de col (*Brassica. oleácea* var. *capitata*), coliflor (*B. oleracea* var. *botrytis*), brócoli (*B. oleracea*



var itálica), rábano (*Raphanus sativus*), nabo (*B. rapapekinensis*), col de Bruselas (*B. oleracea* var. *gemminifera*), col china (*B. rapavar pekinensis*), mostaza (*B. juncea*) y colza (*B. napus*) (Talenkar y Shelton, 1993).

En la India la palomilla dorso de diamante puede reducir hasta un 52 % el rendimiento, y que infestaciones tempranas tiene la mayor repercusión (Chelliah y Srinivasan, 1986) Brunner y Stevens (1986) señalan que en ensayos realizados en malasia se disminuye el rendimiento a la mitad cuando no se aplica una medida de control químico. En Florida las pérdidas en rendimiento pueden ser incluso mayores, ya que el porcentaje del producto comercializable se puede reducir a 2.5 % (Jansson *et al.*, 1997) y hasta 11% (Leibee y Capinera, 1995).

En México la plaga más importante de las crucíferas es la palomilla dorso de diamante (Laborde, 1992). Durante 1988, se estimaron pérdidas económicas causadas a las empresas procesadoras de 10,200 toneladas y en total se estiman pérdidas directas por el rechazo del producto de cerca de 30 mil millones de pesos (Bújanos, 2000).

Antes de la introducción y uso extensivo de los insecticidas sintéticos a finales de los 40's, la palomilla dorso de diamante se consideraba una plaga de importancia secundaria en las crucíferas. Sin embargo, con el amplio uso de los insecticidas a mediados de los 50's, se eliminaron los principales benéficos naturales. A partir de 1953, la palomilla dorso de diamante fue el primer insecto plaga de los cultivos agrícolas en el mundo que desarrollo resistencia al DDT y ahora en muchos países ha desarrollado resistencia a varios insecticidas sintéticos usados comúnmente en el campo (Talekar y Shelton, 1993).

En México se reportó en 1960 en cultivos de col en el valle del yaqui, Sonora, mientras que en la región del bajo su presencia se registró en 1970 (Marín y Bújanos, 2001). Esta especie adquirió importancia como plaga en México a partir de la década de los 80's cuando se incrementó el uso de insecticidas para el control de plagas en crucíferas (Bautista, (2000) citado por Zárate, 2013). Sin embargo, no es hasta 1987 cuando se convierte en una seria amenaza a tal intensidad que hubo varios campos de pérdida total. Durante estos años se asperjo hasta por 15 ocasiones, usando mezclas múltiples y con baja eficiencia de control (Laborde, 1992).

El control químico ha sido cada vez menos eficiente en zonas donde se realizan frecuentes aspersiones, debido a la habilidad de este insecto, de que bajo fuerte presión de aplicaciones acorta su ciclo de vida, oviposita más copiosamente y aumenta su porcentaje de eclosión (Talekar, 1986; Laborde, 1992). El potencial reproductivo, la alta fecundidad, el número de generaciones, los periodos de cultivo que son todo el año y las aplicaciones frecuentes de insecticidas son factores que influyen en el desarrollo de resistencia (Talekar y Sherton, 1993).

Se tienen reportes de resistencia de la palomilla dorso de diamante a 51 insecticidas en 17 países (Georghiou y Lagunes, 1991).

Una de las razones para que la palomilla dorso de diamante se considera como la plaga más importante de las crucíferas, es su habilidad y rápido desarrollo de resistencia a todos los insecticidas usados para su control (Hill y Foster, 2000). De hecho, a partir de 1993 la palomilla dorso de diamante ha sido el único insecto conocido que ha desarrollado resistencia a las Bt-toxinas en el campo (Shelton *et al.*, 1993; Legaspiel *et al.*, 2000).

Altos niveles de resistencia en el campo de la palomilla dorso de diamante a insecticidas piretroides, organofosforados y carbamatos, han sido reportados en diferentes partes del mundo como en el sur de Texas (Magaro y Edelson, 1990).

### **Clasificación taxonómica**

La palomilla dorso de diamante de acuerdo con Borror *et al.* (1989), está clasificada de la siguiente manera:

Reino: Animal

Filo: Artrópoda

Clase: Insecta

Orden: Lepidoptera

Suborden: Ditrysia

Superfamilia: Yponomeutoidea

Familia: Plutelidae

Género: *Plutella*

Especie: *P. xylostella* L.

## **Ciclo de vida**

*P. xylostella* es una plaga cosmopolita y de amplia distribución mundial, muy importante en los trópicos y sub-trópicos, y posee hábitos migratorios (Pastrana, 2004), en respuesta a la duración del foto período. El número de generaciones anuales depende de las condiciones ambientales cuyo número puede variar de 4 a 20. No posee diapausa invernal (Wakisaka *et al.*, 1990) aunque su ciclo durante las épocas de bajas temperaturas se alarga.

La palomilla dorso de diamante es una plaga que presenta metamorfosis completa; es decir, pasa por los estadios biológicos de huevecillo, larva, pupa y adulto (Bújanos y Marín, 1996).

La hembra oviposita poco más de 200 huevecillos en forma individual, formando pequeños grupos de 2 o 3 en el envés y peciolos de las hojas, en los tallos y floretes (Bújanos y Marín, 1996). Los huevecillos tardan en eclosionar de tres a nueve días dependiendo de la temperatura ambiental (Marín y Bújanos, 2001).

Las larvas pasan por cuatro etapas de desarrollo larval llamadas también instares larvales. Después de la eclosión de los huevecillos, las larvas inician inmediatamente su alimentación en el follaje; por lo general las larvas de primer y segundo instar minan las capas cerosas epidérmicas de las hojas, consumiendo los tejidos del mesofilo esponjoso. Las de tercer y cuarto instar se alimentan por el envés, consumiendo de toda la lámina foliar, excepto la capa cerosa del haz, creando con esto pequeñas ventanas en las hojas (Bújanos y Marín, 2001).

Dependiendo de la temperatura, los cuatro instares larvales duran de 10 a 24 días (Marín y Bújanos, 2001). Al final del cuarto instar cuando han terminado su periodo de alimentación,

inician su estado prepupal (Bújanos y Marín, 1996). Durante el estado de prepupa la larva teje un cocón blanco dentro del cual se transforma en pupa; esta estructura la adhieren firmemente a diferentes partes de la planta (Bújanos *et al.*, 1993). Las pupas tardan entre 5 y 13 días para transformarse en adultos dependiendo de la temperatura (PROAIN, 2020).

Los adultos se alimentan del néctar de las flores y de las gotas de agua que la humedad forma en las hojas (Bújanos *et al.*, 1993).

Las hembras necesitan al menos una copulación para quedar debidamente fecundada (Bújanos *et al.*, 1993).

El ciclo biológico de la palomilla dorso de diamante dura de 19 a 28 días, la cual pasa por los estadios biológicos de huevecillo, larva, pupa y adulta (CESAVEG, 2010).

El promedio de la duración de los diferentes estados del ciclo biológico de esta especie, calculados en días, se muestran en el cuadro 1; estos datos indican que durante los meses comprendidos entre abril y agosto, el ciclo biológico se completa en un menor número de días y consecuentemente esto significa mayor número de generaciones en el cultivo (Bújanos *et al.*, 1993).

**Cuadro 1:** Promedio de la duración del ciclo biológico de la palomilla dorso de diamante *Plutella xylostela* (L) en días.

| Estadios                 | Meses |    |     |     |     |     |     |     |    |     |     |     |
|--------------------------|-------|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|-----|-----|-----|
|                          | E     | F  | M   | A   | M   | J   | J   | A   | S  | O   | N   | D   |
| Huevecillos              | 7.9   | 8  | 5.9 | 4.6 | 3.4 | 4.4 | 4.5 | 4.8 | 5  | 5.3 | 7   | 9.2 |
| larva 1                  | 5.5   | 5  | 4.1 | 3.2 | 2.8 | 3   | 3.2 | 3.4 | 4  | 3.7 | 4.9 | 6.4 |
| larva 2                  | 3.8   | 4  | 2.8 | 2.2 | 1.9 | 2.1 | 2.2 | 2.3 | 2  | 2.5 | 3.7 | 4.4 |
| larva 3                  | 4.3   | 4  | 3.2 | 2.5 | 2.1 | 2.4 | 2.4 | 2.6 | 3  | 2.9 | 3.8 | 5   |
| larva 4                  | 7.1   | 7  | 5.3 | 4.1 | 3.5 | 3.9 | 4   | 4.3 | 5  | 4.7 | 6.3 | 8.2 |
| Pupa                     | 11    | 11 | 8.3 | 6.5 | 5.6 | 6.2 | 6.4 | 6.8 | 7  | 7.5 | 9.9 | 13  |
| total de fases inmaduras | 40    | 38 | 30  | 23  | 20  | 22  | 23  | 24  | 27 | 27  | 35  | 46  |

El crecimiento, desarrollo y reproducción de la palomilla dorso de diamante está regulado por el calor acumulado en el día, calor que se mide en unidades calor (UC). En el cuadro 2; se muestra el ciclo biológico de la palomilla dorso de diamante y sus requerimientos térmicos por estado biológico, tomando como temperatura base 7.3 °C (Bújanos *et al.*, 1993).

**Cuadro 2.** Ciclo biológico de la palomilla dorso de diamante *Plutella xylostela* (L) en el tiempo fisiológico del insecto.

| <b>Estado de desarrollo</b> | <b>Unidades calor (arriba de 7.3°C)</b> |
|-----------------------------|---|
| Huevecillo                  | 68.9                                    |
| Larva                       |   |
| primer instar               | 49.4                                    |
| segundo instar              | 34.6                                    |
| tercer instar               | 37.5                                    |
| cuarto instar               | 56.7                                    |
| Pupa                        | 93.1                                    |
| total de fase inmadura      | 340.2                                   |
| longevidad de adulto        |   |
| Hembra                      | 255.5 +- 21.7                           |
| Machos                      | 278.4 +-29.5                            |
| periodo pre-productivo      | 16.5 +-5.9                              |
| Fecundidad                  |   |
| n° de huevecillos           | 224.4 +- 16.9                           |

La palomilla dorso de diamante necesita acumular en promedio 16.5 UC para su periodo de preoviposición, la incubadora de los huevecillos se da a las 60 UC, el desarrollo larvario se completa a las 178 UC y la pupación requiere 23 UC. En total requiere de 340.2 UC (Bújanos *et al.*, 1993).

Este insecto plaga puede mantener altas densidades de población todo el año en las regiones tropicales y subtropicales donde las condiciones de temperatura fluctúan entre los 15 y 30 °C (Proain, 2020), puede observarse hasta 20 generaciones y estar presentes todos los instares de la palomilla al mismo tiempo (Talekar y Shelton, 1993), mientras que en regiones templadas puede completar 3 generaciones anuales (Proain, 2020). En Taiwán se presentan de 2 a 3 generaciones durante el ciclo del cultivo y es capaz de completar 18 a 21 generaciones en un año, presentando generaciones traslapadas, y en Hawái se pueden presentar de 12 a 17 generaciones por año.

En México esta plaga se encuentra presente durante todo el año, pero las poblaciones se incrementan de marzo, abril y mayo (Proain, 2020).

### **Descripción morfológica**

Los huevos ovalados y aplanados de *Plutella xylostella* son amarillos o verdes claro al principio y luego más oscuros. Son depositados solos o en pequeños grupos de 2 a 10 huevos tanto en el haz como en el envés de las hojas, preferentemente en depresiones y, rara vez, en tallos o pecíolos (koppert, 2020)

La larva puede presentar diferentes colores según sea su alimento; desde verde claro a hasta azulado, con la capsula cefálica más clara y moteado de color oscuro, con finos pelos negros y rectos. Mide alrededor de 1mm en el primer instar y hasta 10 o 12 cuando madura. Se distingue fácilmente debido a que las falsas patas del segmento 10 se prolonga hacia atrás en la parte final del abdomen formando una “V” característica cuando está en reposo (koppert, 2020).



La pupa de la palomilla dorso de diamante (*Plutella xylostella*) está cubierta de un capullo sedoso, poco denso y blanco, que normalmente se forma en las hojas más bajas o externas. Suele pegarse a las hojas y se esconde frecuentemente en las hendiduras cercanas a la yema. En la coliflor y el brócoli, la pupación también puede ocurrir en las cabezas florales. Al principio, la pupa es de un color de blanco rosado a amarillo rosado y cambia a marrón antes de emerger como adulto (koppert, 2020).

El adulto es delgado, de color marrón grisáceo y con antenas pronunciadas. Las alas posteriores son estrechas y apuntan hacia el vértice (koppert, 2020) . El macho presenta sobre su parte dorsal un patrón de coloración blanco cremoso con forma de tres diamantes los cuales se distinguen cuando las alas están plegadas, las alas anteriores de estos tienen pequeños puntos negros en sus márgenes que le dan una coloración café oscura resaltando la figura de los diamantes, de ahí el nombre común (Bújanos *et al.*, 1993). En las hembras, los dos tercios superiores de las alas delanteras son de color ocre claro y las marcas son similares a las de los machos. El tórax presenta una banda ancha de color crema o marrón claro a lo largo de la misma, que a veces se estrecha formando uno o varios diamantes de color claro, de allí el nombre de palomilla dorso de diamante. Las polillas tienen un vuelo débil y se dispersan, por término medio, solo 13 a 35 m dentro de un cultivo; sin embargo, pueden ser transportadas por el viento, debido a lo cual pueden recorrer 400 a 500 km por noche (koppert, 2020).

#### **III.4 Atrayentes como método de control**

Las feromonas son sustancias químicas producidas y segregadas al exterior por un individuo, y percibidas olfativamente por otros individuos de su misma especie, en los

cuales producen un cambio en su pauta de comportamiento o en su proceso de desarrollo. Las feromonas se clasifican según la función que realizan o el comportamiento que desencadenan: sexuales, de alarma, de agregación, de marcado, etc. siendo las feromonas sexuales las más utilizadas en el control de plagas (Anecpla, 2009).

De entre los usos semioquímicos encontramos a:

A) Monitoreo:

- Obtención de información
- La presencia o no del insecto plaga
- Determina el biofix
- Cantidad aproximada de la población de adultos en una área determinada en un momento determinado
- Comportamiento dentro del predio donde comienza la invasión y como se esta moviendo.
- Proporciona una curva de crecimiento con el que se establecen proyecciones.
- Apoya a la aplicación de tratamiento en tiempo y forma

B) Trampeo masivo:

- Ayuda en el control del insecto
- Consiste en colocar de 6-12 trampas por ha y atrapar grandes cantidades de adultos machos de tal forma que esto interfiera en el desarrollo normal de la población.

C) Confusión sexual:

- Coadyuba en el control del insecto

- Consiste en saturar el agroecosistema de feromona sexual, para evitar el apareo de adultos y con ello, evitar la descendencia. La concentración de la feromona en el ambiente oculta los rastros de la hembra.

D) Atraer y eliminar:

Proporcionar cierto grado de control del insecto

Los semioquímicos tienen las siguientes presentaciones comerciales:

1. Feromonas en presentación líquida
2. Micro capsula: pequeñas partículas (1-100µm) que contiene la feromona al centro cubierta por una membrana y permite una lenta liberación.

En el caso de las Kairomonas:

- las palomillas detectan los atrayentes florales vía sensores en las antenas.
- Vuela y aterriza sobre los atrayentes
- Los sensores en los tarsos reconocen el alimento
- Estimula la alimentación (Ramos, 2020).

Para el monitoreo de los adultos (densidad de población y patrones de emergencia) se pueden utilizar trampas con feromona o atrayente sexual sintético. Una de las trampas más efectivas para la captura de adultos de dorso de diamante es la "tipo ala", la cual consiste de dos cartones que se sujetan mediante un alambre, y un cebo o tapón de caucho impregnado con la feromona sexual, que se coloca entre los dos cartones. El cartón inferior de la trampa tiene una cubierta pegajosa en donde quedan atrapados los machos de la palomilla. Las

trampas se colocan en lugares accesibles en los lotes de producción y es recomendable hacer los conteos de machos atrapados diariamente, o bien, dos veces por semana, en una trampa por lote de producción para conocer la fluctuación poblacional de los adultos. (Ramos, 2020).



**Figura 1.** Trampa tipo ala.

## IV. MATERIALES Y MÉTODOS

### IV.1 Ubicación del ensayos

Se realizaron dos ensayos, el primero se estableció en la localidad de Obrajuelos, Municipio de Apaseo el Grande, Guanajuato, está situado -100.558056 longitud (dec) 20.594167 latitud (dec), la localidad se encuentra a una mediana altura de 1810 metros sobre el nivel del mar ., de enero a abril de 2020 y el segundo en la localidad de San Pedro se localiza en el Municipio San Miguel de Allende del Estado de Guanajuato México y se encuentra en las coordenadas Longitud -100.642778, latitud 21.043333, a una altura de 2,000 metros sobre el nivel del mar. Ambos ensayos se realizaron de abril a agosto.

### **Clima:**

En Obrajuelo la temporada templada dura 2.2 meses, del 6 de abril al 11 de junio, y la temperatura máxima promedio diaria es más de 28 °C. El mes más cálido del año en Obrajuelo es mayo, con una temperatura máxima promedio de 29 °C y mínima de 13 °C.

La temporada fresca dura 2.3 meses, del 27 de noviembre al 6 de febrero, y la temperatura máxima promedio diaria es menos de 24 °C. El mes más frío del año en Obrajuelo es enero, con una temperatura mínima promedio de 5 °C y máxima de 22 °C

En San Pedro, la temporada de lluvia es caliente y mayormente nublada y la temporada seca es cómoda y parcialmente nublada. Durante el transcurso del año, la temperatura generalmente varía de 4 °C a 28 °C y rara vez baja a menos de 1 °C o sube a más de 31 °C.

## **IV.2 Establecimiento del ensayo**

Se estableció del 17 de febrero al 22 de febrero del 2020 en Obrajuelo y del 22 de febrero al 28 de febrero del 2020 en la comunidad de San Pedro.

## **IV.3 Tratamiento a Evaluar:**

- 1) ACTTRA PLUTELA + Imidacloprid
- 2) ACTTRA PLUTELA + Imidacloprid + NOCTOVI
- 3) ACTTRA PLUTELA + Metomilo
- 4) ACTTRA PLUTELA + Metomilo + NOCTOVI

En todos los tratamientos y durante todo el ciclo de las dos parcelas se utilizó CIDETRACK, que es la feromona de confusión sexual la cual consiste en confundir a los adultos de la palomilla dorso de diamante evitando el apareamiento, dicha feromona trabaja en conjunto con la feromona de atracción sexual y la kairomona (alimento) incrementando la captura de machos y hembras adultos en el cultivo. Se colocaron 56 segmentos por parcela. Cada segmento separado a 13.5 m a lo largo del surco. La captura con este atrayente es exclusivamente para adultos macho con el uso de trampas de ala con pegamento y feromonas.

Para los cuatro tratamientos se colocaron 12 repeticiones en cada uno de los ensayos, es decir se utilizaron 48 garrafas en la periferia y centro del cultivo para la captura de hembras

adultas. Los tratamientos se colocaron de forma continua alrededor de la parcela, que permitió contabilizar las 15 repeticiones.

#### **IV.4 Descripción de los tratamientos**

##### **IV.4.1 ACTTRA PLUTELA**

Es un atrayente alimenticio extraído de plantas, oleoresina + estimulantes alimenticios en una concentración de 25%, el resto son ingredientes inertes 75% (Cherrys, 2023).

Es un líquido viscoso blanquecino de olor característico, no tóxico, constituido de compuestos volátiles de plantas y azúcares (Cherrys, 2023).

De la misma manera en que las plantas atraen al insecto hembra para alimentarse del néctar y polen, que son sus fuentes de energía y proteína necesarias para su desarrollo y sobre todo en la etapa de la pre-oviposición, ACTTRA PLUTELLA disuelta en agua atrae a las palomillas hembras de dorso de diamante *Plutella xylostella* (L) durante 1 semana. ACTTRA PLUTELLA reduce las poblaciones de *Plutella xylostella* (L) en toda la gama de las crucíferas (cherrys, 2023).

##### **IV.4.2 NOCTOVI**

Es un atrayente alimenticio en una concentración del 30%, conformado por kairomonas + estimulantes alimenticios, el otro 70 % son inertes. Las palomillas reaccionan a compuestos volátiles liberados por las flores y las plantas, comienzan a volar hacia la fuente de liberación, buscando néctar y polen de las flores (ISCA, 2023).

Se utiliza la mezcla de NOCTOVI con insecticida como un poderoso atrayente para matar a las palomillas (ISCA, 2023).

### **IV.4.3 Imidacloprid**

Es un insecticida tóxico por contacto y por ingestión, que altera las funciones neurofisiológicas de los artrópodos, con una probada eficacia en el control de insectos chupadores (Portal Tecnoagricola, 2023a).

#### **IV.4.3.4 Metomilo**

Es un insecticida tóxico por contacto y por ingestión presentando acción sistemática. El contacto directo es el método más efectivo de control por que penetra rápidamente en el organismo del insecto a través de la cutícula o de las membranas intersegmentales. Los efectos tóxicos del contacto directo son evidentes en pocos minutos, y el máximo control es alcanzado dentro de los dos días del tratamiento. La ingestión de tejidos de la planta tratados o la succión de su savia también resulta ser una vía sumamente eficaz (Portal Tecnoagricola, 2023b).

#### **IV.4.3.5 CIDETRACK**

Si bien no fue parte de un tratamiento específico, este se utilizó para la captura de machos, con la finalidad de evitar apareamiento dentro de la parcela, además de confundir a la hembra en la búsqueda de alimento, la cual encontró en los tratamientos de evaluación.



CIDETRACK es un meso dispersor en forma de tira de plástico flexible, de 20 cm de longitud con una concentración de 1.56 gr. de ingrediente activo por pieza. Libera de forma lenta y controlada la feromona: Z-11 hexadecenal y Z-11hexadecenyl acetate, que modifica el comportamiento de los machos de *Plutella xylostella* (L) en la reproducción e interrumpe el proceso de apareamiento durante un largo periodo (> 60 días). CIDETRACK DBM ha demostrado en ensayos anteriores ser capaz de lograr confusión sexual a PDD a dosis de 80,100 y 120 meso dispersores por ha. Se usaron trampas de ala impregnadas con pegamento, y en el centro se ubica la feromona de atracción sexual (Pherocon DBM) para la captura de los machos que originalmente se confundieron con CIDETRACK (Ramos, 2020).

Algunos investigadores refieren que la palomilla de dorso de diamante generalmente hace vuelos cortos < 10 m y en patrón de zigzag entre las camas del cultivo.

En el trampeo masivo el monitoreo de adulto, se deben de colocar de 6-8 trampas por ha, distribuidas estratégicamente en el cultivo (Certis belchim, 2021).

#### **IV.4.4 Mantenimiento de los tratamientos**

Se utilizaron garrafas y bidones lavados con agua y jabón para evitar residuos de su contenido original. A cada bidón se le hicieron tres ranuras en las caras laterales de unos 20 x 20 cm aproximadamente con la navaja tipo suiza, de la mitad hacia arriba dejando espacio para poder colocarle el producto de nuestro interés.

En la colocación del CIDETTRACK, se utilizó un tutor de madera, meter a precion dentro del meso dispersor para su armados. Estos se colocan a 12 metros uno de otro (siguiendo el surco) hasta salir el surco, después se cuentan doce metros o doce surcos a la derecha o izquierda para poder colocar el otro y volver a repetir el proceso. En cada puntos se realizó la colocación y llenado de las garrafas. Las mezclas deben hacerse con el equipo de protección como son guantes tipo látex y cubre bocas, esto es para evitar el contacto con los insecticidas ya que son tóxicos (Cetis belchim, 2021).

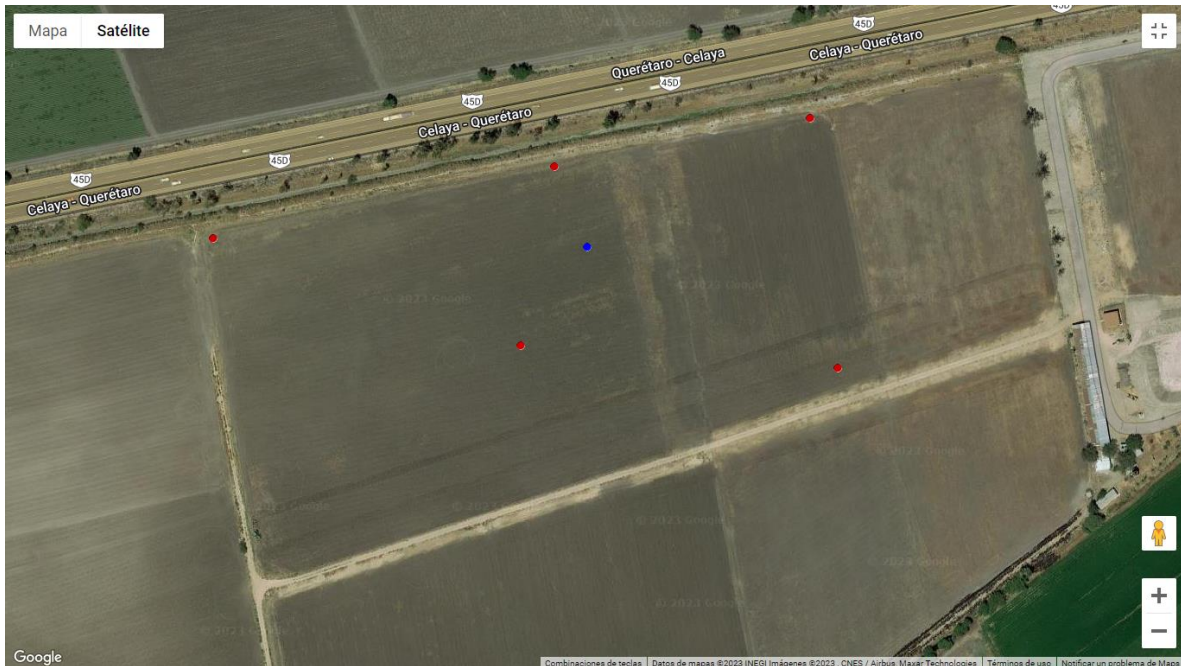
Respecto a ACTTRA PLUTELLA, se realizó el marcado y llenado de 4 garrafas de 20 litros con los productos, se le suministro 2 litros de ACTTRA PLUTELLA a cada una de las garrafas, a la primera se le agrego 50 ml de imidacloprid y se le complemento con agua corriente; a la segunda se le agrego 500 ml de NOCTOVI + 50 ml de imidacloprid + el complemento con agua corriente. A la tercera se le agrego 40 gr de metomilo + el complemento de agua corriente. A la cuarta se le agrego 500 ml de NOCTOVI + 40 gr de metomilo + el complemento de agua. Se agito durante 5 minutos para asegurarnos de que la mezcla quedara homogéneamente.

El llenado de los bidones se realizó a los cuatro días después de la colocación, mientras que el primer monitoreo se realizó al segundo día después de su llenado. Los monitoreos se realizaron dos veces a la semana y el relleno con el producto se realizó una vez a la semana.

#### **IV.5 Muestreo**

La siembra se realizó el 27 de enero del año 2020, a los 15 días posteriores a la siembra es decir el día 10 de febrero se colocaron los puntos de liberación de la feromona CIDETACK DBM meso. Para su colocación de los meso dispersores fue de manera equidistante, aproximadamente de 14 m, tienen una pequeña ranura en el centro de ella, el cual se le coloca una vara de madera de 60-80 cm aproximadamente intercalados en hileras de las plantas. El 3 de febrero, se colocaron 6 trampas de tipo ala que contiene la feromona sexual para el monitoreo y trampeo masivo de los machos de la palomilla dorso de diamante *Plutella xylostela* (L), cargada en un septo de caucho de diferentes colores, de 2 cm de largo y de liberación controlada. Envasado en empaque individual de aluminio herméticamente sellado.

Se colocaron 4 trampas de tipo ala en la periferia y 2 al centro del lote para tener una idea sobre la presencia de la palomilla dorso de diamante ( *Plutella xylostela* ) (las trampas fueron geo posicionadas y dadas de alta en la app feroTECTION para la realización de un mapa).



**Figura 2.** Mapa de la ubicación de las trampas tipo ala

El monitoreo se realizó tres veces a la semana en cada una de las localidades, a una altura de trampa de 1 a 1.5 m. Los septos se cambiaron cada 4 semanas.

#### **IV.6 Análisis de datos**

Los datos obtenidos sobre la presencia y/o captura por fecha de la palomilla dorso de diamante *Plutella xylostela*, en campo con las trampas de ala, como la captura directa de garrafa se registraron, cuantificaron y graficaron en la app feroTECTION.

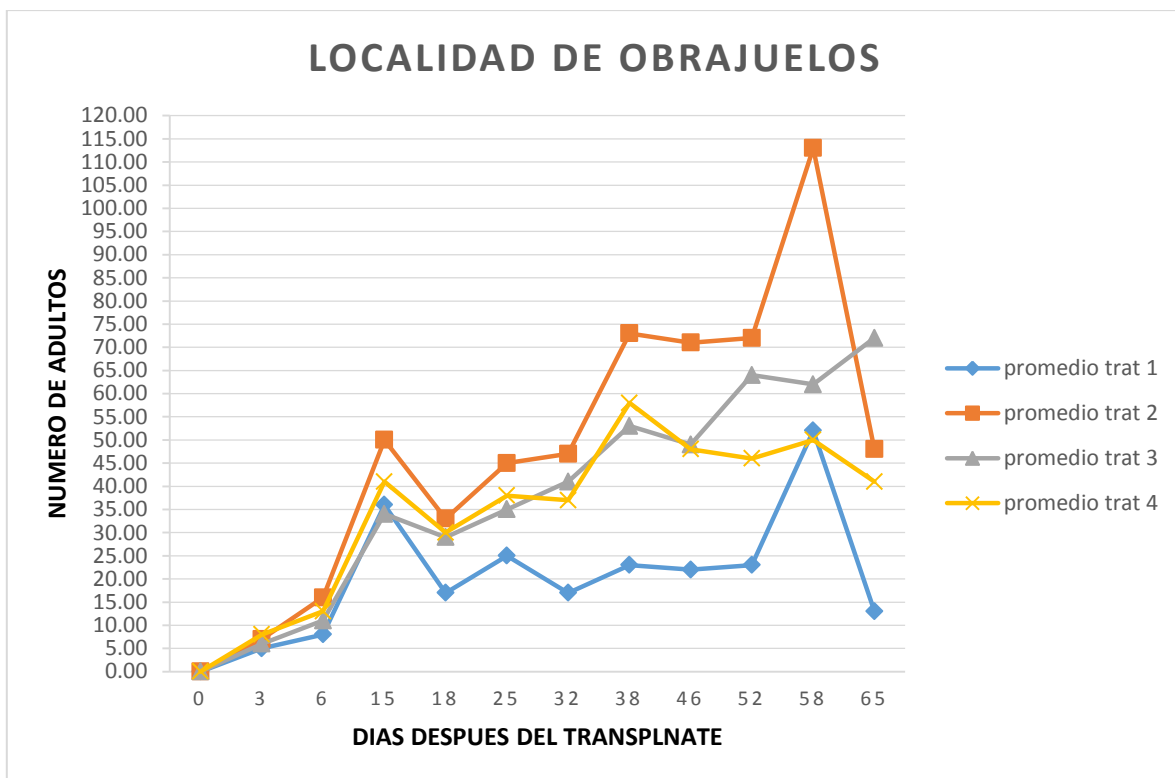
Los valores de adultos capturados en cada repetición por tratamiento se analizaron para calcular el área bajo la curva de progreso del insecto (ABCP) a través del tiempo por unidad experimental a través del programa R empleando la librería Agricolae. El resultado obtenido del área bajo la curva por repetición se sometió a un análisis de varianza

(ANOVA) para determinar la posible diferencia significativa entre los tratamientos. Para cada fecha de muestreo, se determinó el promedio de adultos capturados por tratamiento y graficaron para visualizar su comportamiento a través del tiempo.

Para los análisis por fecha de muestreo y del ABCP donde se detectó diferencia estadística, se procedió al análisis de separación de medias con la prueba de Tukey  $p \leq 0.05\%$ . Todos los análisis se realizaron con el programa SAS System ver. 9.2 Cary, N. C. USA.

## V. RESULTADOS

La presencia de la palomilla dorso de diamante en el cultivo de brócoli fue continua durante todo el tiempo que se desarrolló el experimento. El comportamiento temporal de la captura de hembras de la palomilla dorso de diamante para la localidad de Obrajuelo con el uso de diferentes tratamientos se indica en la figura 3 y sus valores promedio de captura por cada fecha de muestreo (Cuadro 2). La densidad fue obtenida y registrada en la app de población capturadas superan el nivel de los 15 ejemplares, desde los 6 días después del trasplante, también existió un incremento en las poblaciones, el primero a los 15 días después del trasplante, el segundo a los 38 días después del trasplante y un tercero a los 58 días después de trasplante, éste último disminuyó la población de la palomilla evaluados para la localidad de Obrajuelo, Guanajuato.



**Figura 3.** Progreso temporal de la palomilla dorso de diamante en los cuatro tratamientos.

El total de hembras adultas capturadas a través del tiempo se indican en el cuadro 2 y 2<sup>a</sup> para la localidad de Obrajuelo y para la localidad de San Pedro.

**Cuadro 2.** Cantidad total de hembras adultos capturados en cada muestreo (días después del trasplante) en la localidad de Obrajuelos.

| Tratamiento   | Días Después del Trasplante |     |     |     |     |     |     |     |     |     |      |     |
|---------------|-----------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|
|               | 0                           | 3   | 6   | 15  | 18  | 25  | 32  | 38  | 46  | 52  | 58   | 65  |
| tratamiento 1 | 0                           | 60  | 104 | 439 | 204 | 308 | 210 | 281 | 261 | 279 | 630  | 163 |
| tratamiento 2 | 0                           | 92  | 203 | 600 | 396 | 545 | 569 | 879 | 858 | 871 | 1361 | 573 |
| tratamiento 3 | 0                           | 83  | 142 | 418 | 356 | 429 | 503 | 638 | 597 | 769 | 750  | 869 |
| tratamiento 4 | 0                           | 100 | 166 | 498 | 362 | 466 | 454 | 703 | 580 | 550 | 603  | 495 |

\*Total de hembras adultos capturados en 15 trampas por cada tratamiento.

**Cuadro 2a.** Cantidad total de hembras adultos capturados en cada muestreo (días después del trasplante) en la localidad de San Pedro.

| Tratamiento   | Días después del trasplante |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|---------------|-----------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|               | 0                           | 3   | 6   | 15  | 18  | 25  | 32  | 38  | 46  | 52  | 58  | 65  |
| Tratamiento 1 | 0                           | 235 | 155 | 160 | 126 | 162 | 109 | 179 | 188 | 183 | 305 | 245 |
| Tratamiento 2 | 0                           | 39  | 54  | 154 | 103 | 54  | 119 | 90  | 181 | 77  | 154 | 69  |
| Tratamiento 3 | 0                           | 49  | 196 | 334 | 310 | 219 | 297 | 111 | 84  | 248 | 53  | 55  |
| Tratamiento 4 | 0                           | 73  | 103 | 51  | 125 | 90  | 38  | 67  | 103 | 234 | 111 | 174 |

\*Total de hembras adultos capturados en 15 trampas por cada tratamiento.

El análisis de varianza del valor del área bajo la curva de la captura de hembras de PDD para la localidad de Obrajuelo indicó diferencia altamente significativa entre los tratamientos evaluados (Cuadro 3).



**Cuadro 3.** Resultados del análisis de varianza del área bajo la curva de las capturas de DDP a través del tiempo en la comunidad de Obrajuelo, Municipio de Guanajuato.

| <b>F.V</b>  | <b>G.L</b> | <b>Valor de F</b> | <b>Pr&gt;F</b><br><b>y significancia</b> |
|-------------|------------|-------------------|--|
| Modelo      | 14         | 3.24 **           | 0.0027**                                 |
| Tratamiento | 3          | 5.59              | 0.0167*                                  |
| Repetición  | 11         | 2.60 *            | 0.0033 **                                |
| Error       | 33         |                   |  |
| Total       | 47         |                   |  |
| Media       |            | 2583.00           |  |
| C.V         |            | 48.03             |  |

\*\* Altamente significativo ( $P \leq 0.01$ ); \*Significativo ( $P \leq 0.05$ ); N/S No significativo. C.V.: Coeficiente de variación.

La separación de medias de la captura DDP con los diferentes tratamientos indicó que el atrayente a base de ACTTRA PLUTELLA + imidacropid presentó la mayor cantidad de hembras adultas capturadas durante todo el desarrollo del experimento (Cuadro 4), seguido del tratamiento de ACTTRA PLUTELLA + metomilo + noctovi y ACTTRA PLUTELLA + metomilo, que fueron estadísticamente iguales en la captura de hembras, aunque numéricamente el tratamiento de ACTTRA PLUTELLA + metomilo fue menor (Cuadro 4).

**Cuadro 4.** Separación de medias del área bajo la curva de incidencia de hembras de la palomilla dorso de diamante del tiempo capturado en los diferentes tratamientos de captura para la comunidad de Obrajuelos, Municipio de Apaseo el grande, Guanajuato.

| <b>Tratamiento</b>                      | <b>Valor del área bajo la curva</b> |
|---|-------------------------------------|
| ACTTRA PLUTELLA + IMIDACROPID           | 3568.7 a*                           |
| ACTTRA PLUTELLA + METOMILO + NOCTOVI    | 2736.4 ab                           |
| ACTTRA PLUTELLA + METOMILO              | 2517.5 ab                           |
| ACTTRA PLUTELLA + IMIDACROPRID +NOCTOVI | 1509.4 b                            |

\*Valores con la misma letra en la columna indican igualdad en términos estadísticos (Tukey  $\alpha$  0.05).

La combinación de ACTTRA PLUTELLA + imidacropid + noctovi arrojó la menor cantidad de hembras capturadas, y estadísticamente diferente a los otros tres tratamientos (Cuadro 5). Fue evidente que el uso de la kairomona noctovi en esta localidad no tuvo un efecto significativo en la captura de hembras de PPD (Cuadro 5).

### **Localidad San Pedro**

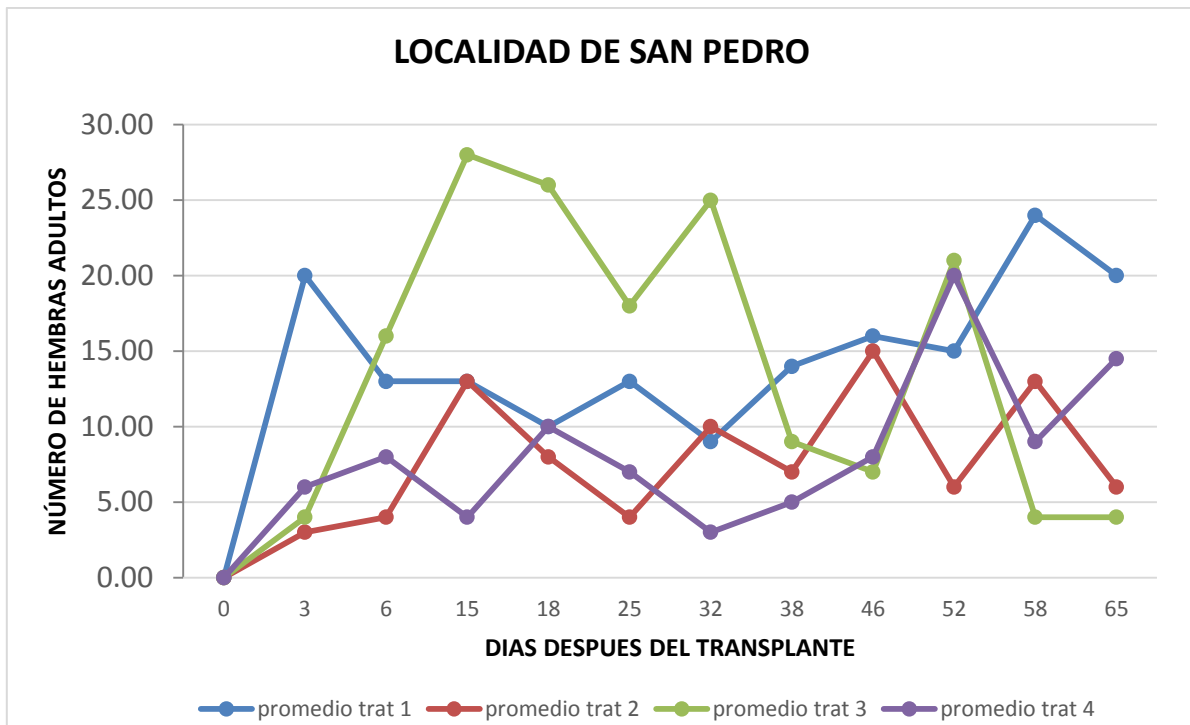
Para esta localidad, las capturas de hembras indicaron una menor presencia (Figura 4) respecto a lo determinado en la localidad de Obrajuelo (Figura 1). Los valores promedio de

captura por cada tratamiento por fecha de muestreo se indican en el Cuadro 5. En esta localidad, se visualizan, aunque no muy evidentes, tres picos poblaciones, el primero a los 15 días después del trasplante, el segundo a los 32 (en tratamiento 2 y 3) y un tercero a los 52 días después del trasplante, evidenciando ciclos de vida de duración de la plaga cercanos a los 20 días. El ciclo de mayor abundancia fue a los 15 días después del trasplante. Los datos de hembras adultas capturadas a través del tiempo se indican en el cuadro 5.

**Cuadro 5.** Valores promedio de adultos hembras capturados en las diferentes fechas de muestreo para cada tratamiento.

| No. Tratamiento | Días después del trasplante |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|-----------------|-----------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
|                 | 0                           | 3  | 6  | 15 | 18 | 25 | 32 | 38 | 46 | 52 | 58 | 65 |
| Tratamiento 1   | 0                           | 20 | 13 | 13 | 10 | 13 | 9  | 14 | 16 | 15 | 24 | 20 |
| Tratamiento 2   | 0                           | 3  | 4  | 13 | 8  | 4  | 10 | 7  | 15 | 6  | 13 | 6  |
| Tratamiento 3   | 0                           | 4  | 16 | 28 | 26 | 18 | 25 | 9  | 7  | 21 | 4  | 4  |
| Tratamiento 4   | 0                           | 6  | 8  | 4  | 10 | 7  | 3  | 5  | 8  | 20 | 9  | 15 |

\*Valores promedio obtenido de 15 trampas (repeticiones) por tratamiento.



**Figura 4.** Progreso temporal de la palomilla dorso de diamante en los cuatro tratamientos evaluados para la localidad de San Pedro, Guanajuato.

Sin embargo, los valores de captura estuvieron muy por debajo de los determinados en la comunidad de Obrajuelos. Los únicos tratamientos que estuvieron por arriba de las 15 hembras capturadas fueron el 1 y 3, mientras que el tratamiento 4, únicamente lo superó a los 52 DDT. El tratamiento 3, fue el que presentó la mayor captura de hembra en el periodo de 6 a los 32 DDT, mientras que el tratamiento 1, presentó la mayor captura desde los 38 hasta los 65 DDT (Figura 4).

El análisis de varianza para esta localidad indicó la existencia de diferencia altamente significativa para tratamientos, en la captura de la DDP y diferencia significativa para el factor modelo (Cuadro 6); mientras que en las repeticiones no mostro diferencia significativo en la captura de hembras de la DDP en la comunidad de San Pedro.

**Cuadro 6.** Resultados del análisis de varianza para la variable de hembras de DDP capturas en la localidad de San Pedro a través del tiempo.

| <b>F.V</b>  | <b>G.L</b> | <b>Valor de F</b> | <b>Pr&gt;F</b><br><b>y significancia</b> |
|-------------|------------|-------------------|--|
| Modelo      | 14         | 2.12*             | 0.0380*                                  |
| Tratamiento | 4          | 7.35              | 0.0007**                                 |
| Repetición  | 12         | 0.69              | 0.7369 <sup>n.s</sup>                    |
| Error       | 33         |                   |  |
| Total       | 47         |                   |  |
| Media       |            | 755.39            |  |
| C.V         |            | 40.16             |  |

\*\* Altamente significativo ( $P \leq 0.01$ ); \*Significativo ( $P \leq 0.05$ ); <sup>n.s.</sup> No significativo

La separación de medias del valor del área bajo la curva de la incidencia de DDP indicó que los tratamientos ACTTRA PLUTELLA + METOMILO, presentó el número más bajo de hembras capturadas (Cuadro 7), mientras que los tratamientos de ACTTRA PLUTELLA + METOMILO + NOCTOVI Y ACTTRA PLUETLLA + IMIDACRIPID + NOCTOVI,

fueron numéricamente similares mientras que el tratamiento de ACTTRA PLUTELLA + IMIDACROPID (Cuadro 7), fue estadísticamente el segundo tratamiento que menor capturas de hembra de DDP obtuvo en todo el tiempo que se realizó el ensayo (Figura 2).

**Cuadro 7.** Separación de medias del área bajo la curva, de la incidencia de palomilla dorso de diamante durante el tiempo de captura en los tratamientos evaluados para la localidad de

| Tratamiento                             | Valor del Área bajo la curva |
|---|------------------------------|
| ACTTRA PLUTELLA + METOMILO + NOCTOVI    | 977.5* a                     |
| ACTTRA PLUTELLA + IMIDACROPID + NOCTOVI | 943.8 a                      |
| ACTTRA PLUTELLA + IMIDACROPID           | 552 b                        |
| ACTTRA PLUTELLA +METOMILO               | 509.4 b                      |

San Pedro, Municipio de San Luis de la Paz, Guanajuato.

\*Valores con la misma letra en la columna indican igualdad en términos estadísticos (Tukey 0.05)

El análisis de varianza combinado indicó la existencia de diferencia significativa entre localidades y su interacción con la localidad (Cuadro 8) y significancia para los tratamientos evaluados, así como entre repeticiones, por lo que al menos un tratamiento se comportó de manera diferente a los demás.

**Cuadro 8.** Valores del análisis de varianza combinado de los valores de las capturas de hembra la DDP considerando las dos localidades.

| <b>F.V</b>            | <b>G.L</b> | <b>Valor de F</b> | <b>Pr&gt;F<br/>y significancia</b> |
|-----------------------|------------|-------------------|------------------------------------|
| Modelo                | 29         | 6.46              | <.0001 **                          |
| Localidad             | 1          | 98.26             | <.0001**                           |
| Rep (Loc)             | 22         | 2.49              | 0.0023**                           |
| Tratamiento           | 3          | 3.95              | 0.0118**                           |
| Localidad*Tratamiento | 3          | 7.43              | 0.0002**                           |
| Error                 | 66         |                   |                                    |
| Total                 | 95         |                   |                                    |
| Media                 |            | 1669.19           |                                    |
| C.V                   |            | 54.11             |                                    |

\*\* Altamente significativo ( $P \leq 0.01$ ); \*Significativo ( $P \leq 0.05$ ); N/S No significativo.

La separación de las medias de las dos localidades evaluadas, presentó una cantidad numéricamente notoria en la captura de hembras de DDP, prevaleciendo en mayor cantidad en Obrajuelos (Cuadro 9) que fue estadísticamente diferente a la localidad de San Pedro,

**Cuadro 9.** Separación de medias para la variable Área bajo la curva por localidades de la captura de hembras de la palomilla dorso de diamante, considerando el análisis combinado de los tratamientos evaluados.

| <b>Localidad</b> | <b>Área bajo la curva</b> |
|------------------|---------------------------|
| Obrajuelos       | 2583.0 a*                 |
| San Pedro        | 755.4 B                   |

\*Valores con la misma letra en la columna indican igualdad en términos estadísticos (Tukey 0.05)

Al evaluar el efecto combinado expresado de los distintos tratamientos en las dos localidades, indicó que el tratamiento ACTTRA PLUTELLA + IMIDACROPRID es estadística y numéricamente diferente a los demás tratamientos, al presentar la mayor cantidad de hembras capturadas a través del tiempo, y en ambas localidades (Cuadro 10). Por otro lado, los tratamientos ACTTRA PLUTELLA + METOMILO + NOCTOVI Y ACTTRA PLUTELLA + METOVILO fueron similares entre ellos, en términos estadísticos, pero diferentes al tratamiento ACTTRA PLUTELLA + IMIDACRIPRID + NOCTOVI que presentó la menor captura de hembras de DDP. Es decir, el comportamiento de cada uno de los tratamientos fue similar y consistente en las dos localidades evaluadas.



**Cuadro 10.** Separación de medias para los valores del área bajo la curva obtenidos para cada uno de los tratamientos evaluados considerando el análisis combinado de las dos localidades (Obrajuelos y San Pedro)

| <b>Tratamiento</b>                      | <b>Media</b> |
|---|--------------|
| ACTTRA PLUTELLA + IMIDACROPID           | 2060.7 a     |
| ACTTRA PLUTELLA + METOMILO + NOCTOVI    | 1857.0 ab    |
| ACTTRA PLUTELLA + METOMILO              | 1532.5 ab    |
| ACTTRA PLUTELLA + IMIDACROPID + NOCTOVI | 1226.6 b     |

\*Valores con la misma letra en la columna indican igualdad en términos estadísticos (Tukey 0.05)

Es pertinente considerar que en este análisis combinado, la presencia de NOCTOVI en combinación con Imidacloprid más la kairomona, expresó una menor captura de hembras, que cuando estuvo el insecticida solo. Aunque un efecto contrario se determinó con el uso del insecticida metomilo (Cuadro 10).

## VI. Discusión

Durante el desarrollo de la presente investigación se encontró una constante presencia de PDD (palomilla dorso de diamante) a través del tiempo, en el cultivo de brócoli en las dos localidades evaluadas, que confirma que es una de las plagas prevalecientes, de gran importancia económica en este cultivo y de las más persistentes (Bucio, 2022) en el Bajío desde 1970, fecha en que se reporta afectando brassicáceas en el bajío (Uribe, 2010). Su daño es de forma indirecta al pupar sobre los floretes lo que daña la estética y calidad del producto comercial (Bujanos *et al.*, 2013), por lo que las medidas de manejo preventivo de daños es evitar que los adultos pupen, para lograrlo, es necesario evitar su ingreso a parcelas, una de las posibles alternativas de prevención es el uso de feromonas, kairomonas, repelentes, etc., así como monitoreos constantes de su posible presencias.

Dentro del manejo de PDD se ha incluido una serie de alternativas, como es el uso del control químico (Ferreira *et al.*, 2020), con microorganismos de control biológico (Zárate *et al.*, 2013) y estrategia de captura masiva con feromonas sintéticas (Calyecac-Cortero *et al.*, 2002). En este sentido, los resultados encontrados en la presente investigación con el atrayente a base de ACTTRA PLUTELLA + IMIDACLORPRID + NOCTOVI presentó la mayor cantidad promedio de hembras adultas capturadas, tal resultado está en concordancia con lo reportado por Ansari *et al.* (2008) que indican a Imidacloprid como un insecticida para ser considerada como una medida preventiva de la PDD en la zona del Bajío, e integrarse dentro del manejo integrado del insecto plaga. En las dos localidades evaluadas se determinó que el uso de ACTTRA PLUTELLA fue la que presentó la mayor captura de adultos, complementada con un insecticida y la kairomona NOCTOVI.

En este sentido, el tratamiento (ACTTRA PLUTELLA + imidacproprid) resulta adecuado y eficiente cuando se exigen inspecciones estrictas del impacto de dichas prácticas de manejo, así como en la búsqueda de alternativas para manejar adecuadamente las plagas dentro de un contexto económico, social y ecológico (Barrera-Urzua *et al.*, 2006). Sin embargo, también es necesario proponer combinar este tratamiento con el uso de agente de control biológico, tal como lo menciona Bertolaccini *et al.* (2010) que indican que un adecuado manejo tanto de *P. xylostella* como de los parasitoides podrían contribuir a disminuir los daños de esta plaga clave en cultivos de brasicáceas.

La toma de decisiones para el inicio del control químico en campo, inicia con el monitoreo de adultos para determinar la densidad poblaciones y los patrones de emergencia, para lo cual se utilizan trampas con feromona o atrayente sexual sintético (Anexo técnico, 2017), y para su inicio se considera que la cantidad de adultos capturados por trampa para iniciar la aplicación de cualquier medida de control es de 15 (Anexo técnico, 2017). En este sentido, desde la fecha de los 6 días después del trasplante se obtuvieron capturas de hembras que superaron la captura de 15 ejemplares con las trampas en la localidad de Obrajuelos, indicativo que el insecto prevalece en niveles que requieren control químico, pero que por la captura ejercida por la trampa y su muerte por el insecticida, nos permite indicar que ACTTRA PLUTELLA + imidacproprid es adecuado para ambas funciones. Además, es factible de adecuarse o combinarse con otra medida que se pudiera incorporar como es el uso de la técnica del insecto estéril (Wee, 2016). Si bien en la localidad de San Pedro, solo en marcadas fechas se rebasó la cantidad de 15 ejemplares, se presentó el mismo efecto de ACTTRA al tener mismo efecto de atracción, aunque con diferente insecticida como es

metomilo. Por lo que este insecticida, aparentemente resulta de mayor utilidad cuando se tiene bajas poblaciones de PDD.

Las diferencias en la cantidad de adultos capturados por localidad, podría deberse, ya sea a que las condiciones climatológicas en la localidad de Obrajuelos favorecieron a la plaga, en especial la temperatura al ser un insectos termo dependiente (Ferreyra, 2021), al igual que en dicha comunidad las parcelas junto al predio fueron cosechadas durante el ciclo vegetativo del cultivo, razón por la cual se asume una posible migración de la palomilla dorso de diamante al predio en donde se desarrolló el experimento, o bien, a que la parcela se encuentra ubicada en una zona donde se siembra gran cantidad de brócoli; contrario a San Pedro que se ubica en el norte del Estado de Guanajuato en donde las siembras de brócoli están distanciadas o separadas entre ellas.

En este mismo sentido, existen experiencias alentadoras como lo reportan Chen *et al.* (2017) que corroboran nuestros resultados al mencionar que las trampas de feromona sexual son herramientas excepcionales disponibles en el manejo integrado de plagas durante muchos años y proporciona un enfoque para el monitoreo y control de la población de *Plutella xylostella* (L)

En Obrajuelo, se observó que, en los tratamientos donde se utilizó metomilo, se presentó la menor captura de hembras, por lo que se infiere que este insecticida no es una buena opción para este tipo de monitoreo y captura, posiblemente por su intenso olor que ejerza un efecto de repelencia o bien por la mayor densidad de población que se presentó en esta localidad.

Resultados contrastante a nuestros resultados, los indica Ovalle (1989) quien menciona que metomilo es un excelente controlador de la PDD. En estudios de resistencia a metomilo se

ha encontrado que su resistencia es la menos común de encontrarse cuando se comparó con indoxacarb, abamectina, lufenuron y diafenthiuron (Santos *et al.*, 2011). Pero su efectividad en el control de esta plaga ha sido cuestionado, e incluso se menciona como inefectivo en algunas poblaciones del insecto en Brasil (Da silva *et al.*, 2022). Por otro lado, Hu y Zhao (2003) indican que metomilo expresó la menor toxicidad al parasitoide *Cotesia plutellae* de *P. xylostella*, por lo que sugiere su uso cuando se integren medidas con el uso de parasitoides.

Donaldo *et al.* (1999) indicaron que al estimar la efectividad de insecticidas con el programa Abbot, clorfluazuron fue el insecticida de mayor efectividad al ocasionar el 76% de mortalidad de PDD, con relación al testigo. Los de menor control fueron ciflutrin, metamidofos y fenvalerato con 28%, 43% y 44% respectivamente. Metomilo dio un control intermedio de 55%. En evaluaciones de calidad del repollo cosechado indicó que metomilo, ciflutrin y fenvalerato presentaron altos niveles de daño (Donaldo *et al.*, 1999). Por otro lado, la mortalidad larval media obtenida en los insecticidas carbamatos tuvo misma tendencia que en los insecticidas piretroides, con metomilo que redujo los instares primero y segundo con volumen de 600 y 1000 L de agua/ha, en el tercero y cuarto instares se tuvo baja mortalidad (Donaldo *et al.*, 1999). Aunque si se desea realizar un programa de manejo integrado de plagas, combinando el uso de insecticidas y enemigos naturales, no se recomienda el uso de los insecticidas metamidofos, metomilo y cipermetrina (Molina *et al.*, 1999).

También fue vidente que el uso de la kairomona noctovi en la comunidad de Obrajuelo no tuvo un efecto significativo en la captura de hembras de PPD, posiblemente a la menor densidad del adulto presente en el desarrollo del presente trabajo. Sin embargo en diferentes reportes se ha considerado como una herramienta eficaz para atraer hembras de DDP, tal como lo mencionan Murali- Baskaran *et al.* (2018) su efecto en la captura de hembra, reducir la distancia de vuelo y fomentar la aparición de parasitoides como of *T. semifumatum* y *T. chilonis*.

En este mismo sentido, Wee (2016) desarrolló un atrayente de kairomonas derivado del huésped *Brassica oleraea* con gran efectividad para atraer hembras vírgenes como apareadas; por lo que se considera como una herramienta de monitoreo útil para las hembras de la palomilla dorso de diamante en programas de manejo integrado de plagas en toda el área que tienen un componente de técnica de insectos estériles (SIT), además de ser un alternativa dentro del manejo integrado de la plaga que conduzca a reducciones en el uso de insecticidas y los aleje de la aplicación preventiva convencional de insecticidas de amplio espectro.

Las trampas cebadas con atrayentes o feromonas sexuales son ampliamente utilizadas en diferentes programas de manejo integrado de plagas, su uso se intensificó mediante el descubrimiento, aislamiento y síntesis de compuestos. Estos resultados muestran que se puede utilizar el atrayente alimenticio comercial y la feromona sexual como cebadores para la captura de adultos de *S. exigua*, lo cual ayuda a determinar cuando y donde está presente la plaga, estimando su dinámica poblacional y en base a esa información establecer los momentos precisos de aplicación (González *et al.*, 2012).

Ante los resultados encontrados, con el uso de un tipo de insecticida, es necesario implementar prácticas de manejo de la resistencia a esos y a otros plaguicidas si se quiere mantener la susceptibilidad de la plaga a los mismos (Rodríguez-Rodríguez *et al.*, 2022), como puede ser el uso de Spinosad (Barrera-Urzuza *et al.*, 2006).

## VII. CONCLUSIÓN

El tratamiento a base de ACTTRA PLUTELLA + IMIDACLOPID permitió una mayor captura de hembra de la palomilla dorso de diamante en el cultivo de brócoli, en ambas localidades.

La presencia de NOCTOVI en combinación con insecticida más la kairomona, siempre expreso una menor captura de hembras.

En la zona del bajío se determinó mayor presencia de adulto hembra de *Plutella xylostela* L., respecto a la zona norte del Estado de Guanajuato



## VIII. LITERATURA CONSULTADA

Alekar, N. S. and Shelton, A., M. 1993. Biology, ecology and management of the diamondback moth. *Annus. Rev. entomol.* 38: 275-301.  
<https://doi.org/10.1146/annurev.en.38.010193.001423>

Anecpla. 2009. Feromonas: atracción fatal. Blog.(I). Disponible en:  
<http://www.anecpla.com/blog-anecpla-267#.X3PCn9S23IV>. Fecha de consulta: 09 de septiembre del 2009.

Anexo técnico, para el manejo integrado de la palomilla dorso de diamante *Plutella xylostella* en Guanajuato. 2017. Comité Estatal de Sanidad vegetal del estado de Guanajuato. Disponible en:  
[https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/682009/AP\\_NDICE\\_T\\_CNICO\\_PARA\\_EL\\_MANEJO\\_INTEGRADO\\_DE\\_LA\\_PDD\\_EN\\_GUANAJUATO\\_compress.ed.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/682009/AP_NDICE_T_CNICO_PARA_EL_MANEJO_INTEGRADO_DE_LA_PDD_EN_GUANAJUATO_compress.ed.pdf). Fecha de consulta: 16 de diciembre de 2022.

Ansari, M. S., Ahmed, T.; Ali, H.; Gulrez, H. 2008. Effect of imidacloprid on development of *Plutella xylostella*. *Annals of Plant Protection Sciences* 16(2): 341-316.  
Disponible en: . Fecha de consulta: 19 de abril de 2023.

Arias R., P. R. 2000. Evaluación de tres plaguicidas en diferentes dosificaciones para el control de la palomita dorso de diamante (*Plutella xylostella* L.) en brócoli (*Brassica oleracea* var. itálica), con uso de nivel crítico de aplicación en Barcena,

Villa Nueva. Tesis Ing. Agr. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía, 62 pp.

Anonimo. 2018. Palomilla dorso de diamante. de el blog de hydro environment. Disponible en: <https://hidroponia.mx/palomilla-dorso-de-diamante>. Fecha de consulta: 19 de octubre del 2019.

Barrera-Urzúa, R. Bujanos-Muñiz, R., Rodríguez-Maciel, J. C., Mora-Aguilera. G. y Martínez-Téllez. M. A. 2006. Susceptibilidad a insecticidas en poblaciones de *Plutella xylostella* (L.) (LEPIDOPTERA: PLUTELLIDAE) del estado de Guanajuato, México. *Agrociencia* 40: 355-362.

Bertolaccini, I. Sánchez, D. y Arregui, C. 2010. Incidencia de algunos factores naturales de mortalidad de *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae), en el área centro-este de Santa Fe, Argentina. *Horticultura Argentina* 29(68): 20-24

Brunner, E., and Stevens, P.F.E. 1986. The control of diamondback moth with Thuricide. In Talekar, N. S. and Griggs, T. D. (ed.) *Diamondback Moth Management: proceedings of the first international workshop*. Asian Vegetable Research and Development Center, Shanhua, Taiwan, 213-217.

Bucio, A. C. A. 2021. Evaluación de *Barbarea vulgaris* (Brassicaceae) como cultivo trampa para el control de *Plutella xylostella* (Plutellidae: Lepidoptera) en el cultivo de crucíferas en el estado de Guanajuato. Tesis de Licenciatura. Instituto tecnológico del Valle de Morelia. Morelia, Mich. Disponible en: <https://rinacional.tecnm.mx/jspui/handle/TecNM/4359>. Fecha de consulta: 16 de diciembre de 2022.

Bujanos, M., R., A. Marín J., F. Galván C., y K.F. Byerly M. 1993. Manejo integrado de la palomilla dorso de diamante; *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Yponomeutidae) en el Bajío, México. SARH-INIFAP-PIAFEG-APFVG. Publicación Especial Núm. 4. PM Intergraphic. San Miguel de Allende, Guanajuato, México. 36 p.

Bujanos, M., R. 2000. Manejo integrado de plagas en crucíferas. In: Temas Selectos en Fitosanidad y Producción de Hortalizas. Bautista, N., A.D. Suárez, y O. Morales (eds). CP-IFIT. Montecillo, México. 173 p.

Bujanos, M. R. y Marín, A J. 1996. Plagas de los cultivos de crucíferas en el Bajío. México. Publicaciones especiales del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigación Regional del Centro (INIFAP). Campo Experimental Bajío. Celaya, Guanajuato. México. (2): 1-34.

Bujanos, M. R. y Marín, A. 2001. Insectos plaga de brócoli y coliflor y sus enemigos naturales en la región del bajío, México. Publicación especial número 2. INIFAP

Carrillo, S. 1966. Lista de Insectos en la Colección Entomológica del INIA. Primer suplemento. INIA. SAG. México. Folleto no. 14. 133 p.

Cazabonne, C. 2010. “El brócoli (*Brassica oleracea*)”. Periódico La Jornada. Disponible en: <http://.lajornadanet.com/diario/archivo/2010/mayo/26/9.html>. Fecha de Consulta: 22 de noviembre de 2019.

Certis belchim. 2021. Cidetrak CM MESO. Disponible en:  
[https://www.certiseurope.es/fileadmin/ES/Descargas/Ficha\\_tecnica/Ficha\\_tecnica\\_y\\_uso\\_seguro\\_CIDETRAK\\_CM\\_MESO.pdf](https://www.certiseurope.es/fileadmin/ES/Descargas/Ficha_tecnica/Ficha_tecnica_y_uso_seguro_CIDETRAK_CM_MESO.pdf). Fecha de consulta: 19 de abril de 2023.

Chen, D., Dai, J., y Han, S. 2017. Identification of the pheromone biosynthesis genes from the sex pheromone gland transcriptome of the diamondback moth, *Plutella xylostella*. Scientific Reports. 7: 16255. Disponible en:  
<http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12773/12766/UPqucarg.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Fecha de consulta: Diciembre de 2022.

Chelliah, S. and Srinivasan, K. 1986. Bioecology and Management of Diamondback moth in India. In Diamondback moth Management. (ed. Talekar, N.S. and Griggs, T.D.,) Proceedings of 1st International Workshop 1985, AVRDC, Taiwan, pp. 63–76.

Da Silva, W.R., Pereira, R.C., Mendonça, L.V.P., Peçanha, L.S., de Sales Abreu, L.M., Abib, P.H.N., Samuels, R.I., Picanço, M.C. and Silva, G.A. 2022. Lethal and sublethal effects of insecticides used in the management of *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae) on the predator *Cycloneda sanguinea* L. (Coleoptera: Coccinellidae). Pest Manag Sci, 78: 4397-4406. <https://doi.org/10.1002/ps.7060>

Edelson, J. V., Magaro, J. J. y Browning, H. 1993. Control of insect pests on broccoli in southern Texas: A comparison between synthetic organic insecticides and biorational treatments. Journal Entomology Sci. vol. 28, No 2 . 1993. Disponible en:  
<https://watermark.silverchair.com/0749-8004->

[28\\_2\\_191.pdf?token=AQECAHi208BE49Ooan9kkhW\\_Ercy7Dm3ZL](#). Fecha de consulta: 19 de abril de 2023.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 2012. faostat Statistical Databases. Disponible en: <http://faostat.fao.org/site/351/default.aspx>, Fecha de consulta: 30 de Junio de 2020.

Ferreira, E.A., de Souza, S.A., Domingues, A., Da Silva, M.M.M., Monteiro-Padial I.M.P., de Carvalho, E.M., Cardoso, C.A.L., da Silva, S.V., Mussury, R.M. 2020. Phytochemical Screening and Bioactivity of *Ludwigia* spp. in the Control of *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae). *Insects* 11(9): 596. <https://doi.org/10.3390/insects11090596>.

Ferreira, T.E.E. 2021. Desarrollo termo-dependiente de *Plutella xylostella*, una plaga agrícola del cinturón verde de la ciudad de Córdoba. Tesina. CREAN: Centro de Relevamiento y Evaluación de Recursos Agrícolas y Naturales. Córdoba. Argentina. Disponible en: <https://rdu.unc.edu.ar/bitstream/handle/11086/21852/TESINA%20EFRAIN%20FERREYRA%20TOLEDO%20%281%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Fecha de consulta: 19 de abril de 2023.

Georghiou, G. P., and A. Lagunes-Tejeda. 1991. The occurrence of resistance to pesticides in arthropods. An index of cases reported through 1989. FAO, Rome. 318 p.

González, A.; Altesor, P.; Sellanes, C. y Rossini, C. 2012. Aplicación de feromonas sexuales en el manejo de lepidópteros plaga de cultivos agrícolas. *In: temas selectos*

en ecología química de insectos. Rojas, J. C. y Malo, E. A. (Eds). Primera edición. ECOSUR. Tapachula, Chiapas, México. 343-360 pp.

Hernández-Martínez, J. 2016. La producción de brócoli bajo riego en Guanajuato, México: 1980-2011. *Análisis Económico*, XXXI (78): 77-91. [fecha de Consulta 23 de Septiembre de 2020]. ISSN: 0185-3937. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=413/41347447005>. Fecha de Consulta: Septiembre de 2020.

Hill, T. A and Foster, R. E. 2000. Effect of Insecticides on the Diamondback Moth (Lepidoptera: Plutellidae) and Its Parasitoid *Diadegma insulare* (Hymenoptera: Ichneumonidae). *Journal of Economic Entomology*, Volume 93 (3): 763–768,

Hu, J., Zhao, S. 2003. Selective toxicities of several insecticides to the diamondback moth such as *Plutella xylostella* and its parasitoids, *Cotesia plutellae* and *Oomyzus sokolowskii*. *Journal of Fujian Agriculture and Forestry University (Natural Science Edition)* 32(4): 443-446.

Jansson, R., Peterson, R., Mookerjee, P., Halliday, W., Argentine, J., & Dybas, R. (1997). Development of a Novel Soluble Granule Formulation of Emamectin Benzoate for Control of Lepidopterous Pests. *The Florida Entomologist* 80(4): 425-443. doi:10.2307/3495607

Koppert Biological Systems (2020). Koppert Mexico. Control de plagas. Palomilla dorso de diamante (*Plutella xylostella* L). Disponible en: <https://www.koppert.mx/retos/orugas/palomilla-dorso-de-diamante/>. Fecha de Consulta: 12 de marzo de 2021.

- Laborde, C. J. A. 1992. La palomilla dorso de diamante en el Bajío: control mediante un programa integral regional en: Anaya, R., N. y Bautista, M. Manejo fitosanitario de las hortalizas en México. CP, Chapingo, México.
- Legaspi, B. C. Jr.; Liu, T-X and Sparks, A. N. Jr. 2000. Occurrence of the diamondback moth and its parasitoids in the Lower Rio Grande Valley of Texas. *Subtropical Plant Science* 52: 47–51.
- Leibee, G. L. and Capinera, J. L. 1995. Pesticide resistance in Florida insects limits management optional. *Florida Entomology*. 78 (3):382-399
- Marín, J. A. y Bújanos. M. R. 2001. Insectos Plaga de Brócoli y Coliflor y sus Enemigos Naturales en la Región de el Bajío, México. Inifap Produce, publicación especial número (2). 24 p.
- Magaro, J. J.; and Edelson, J. V. 1990. Diamondback Moth (Lepidoptera: Plutellidae) in South Texas: A Technique for Resistance Monitoring in the Field, *Journal of Economic Entomology* 83 (4): 1201–1206.
- Marín A., & Bújanos R. 2001. Insectos Plaga de Brócoli y Coliflor y sus Enemigos Naturales en la Región del Bajío México. México: Instituto Nacional De Investigación Forestales Agrícolas Y Pecuarias (inifap) Celaya . 47 p.
- Mora, M.D. 1999. Evaluación de alternativas de manejo *Plutella xylostela* L. en el cultivo de repollo (*Brassica oleracea* var. Capitata) en honduras. Tesis de Licenciatura. Escuela agrícola panamericana. Disponible en:

<https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/0a98bd42-0d7b-4804-a11a-6a744252a74f/content>. Fecha de consulta: Enero 2023.

Molina, M.A. 1999. Evaluacion de insecticidas botanicos, biologicos y sinteticos sobre *Trichogramma pretiosum*, *Diadegma insulare*, *Chrysoperla carnea* e *Hippodamia convergens*. Tesis de licenciatura, escuela Agrícola Panamericana departamento de protección vegetal, Honduras. Disponible en: <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/06e21ba0-3abb-4a39-8afe-afb2ff45d890/content>. Fecha de consulta: Enero de 2023.

Murali-Baskaran, R. K. , Sharma, K. C., Kaushal, P., Kumar, J., Parthiban, P., Senthil-Nathan, S., Mankin, R. W. 2018. Papel de la kairomona en el control biológico de plagas de cultivos-Una revisión. Patología Fisiológica y Molecular de Plantas 101:3-15, <https://doi.org/10.1016/j.pmpp.2017.07.004>.

Nebreda, H., M. 2005. Dinámica poblacional de insectos homópteros en cultivos de lechuga y brócoli, identificación de parasitoides asociados y evaluación de alternativas físicas de control. Tesis doctoral. Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Complutense de Madrid. Madrid. Pp. 11-17

Ovalle, G.O.E. 1989. Determinación de Resistencia de *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Plutellidae) a insecticidas Comunes en Honduras. Tesis de licenciatura. Universidad del Zamorano. Honduras. Disponible en:



<https://bdigital.zamorano.edu/items/54877420-a260-40f5-b0ec-6fd1dceb338d>. Fecha de consulta: 16 de diciembre de 2022.

Portal Tecnoagricola, 2023a. Imidacloprid. Disponible en: <https://www.buscador.portaltecnogricola.com/vademecum/mex/producto-tecnico/8250/IMIDACLOPRID>. Fecha de consulta: 19 de abril de 2023.

Portal Tecnoagricola, 2023b. Metomilo. Disponible en: <https://www.buscador.portaltecnogricola.com/vademecum/mex/producto-tecnico/8301/METOMILO>. Fecha de consulta: 19 de abril de 2023.

Pastrana, J. A. 2004. Los Lepidópteros Argentinos. Sociedad Entomológica Argentina Ediciones. San Miguel de Tucumán, Argentina. 334 pp.

Perrin, R. M. 1980. The role of environmental diversity in crop protection effects of temporal and spatial diversity in agroecosystems on phytophagous insects, diseases, weeds and natural enemies. *Journal of Environmental, Protection and Ecology* 2 (2): 77-114.

Proain. 2020. Ciclo biológico de la palomilla dorso de diamante. Disponible en: <https://proain.com/blogs/notas-tecnicas/ciclo-biologico-de-la-palomilla-dorso-de-diamante>. Fecha de consulta: 12 de marzo de 2021.

Ramos, R. 2020. Las feromonas y su uso en la agricultura. Disponible en <https://prezi.com/p/g4jqueuogcsh/las-feromonas-y-su-uso-en-la-agricultura/> FEROMMIS Cultivos libres.

Rodríguez-Rodríguez J.F., Cerna-Chávez, E., Ochoa-Fuentes, Y.M., Landeros-Flores, J., Guevara-Acevedo, L.P. 2022. Susceptibilidad a plaguicidas de la polilla de las crucíferas (*Plutella xylostella* L.) (Lepidoptera: Plutellidae) en el centro de México. ITEA-Información Técnica Económica Agraria 118(1): 5-18. <https://doi.org/10.12706/itea.2021.014>.

SAGARPA-SIAP (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación-Servicio de Información Agroalimentaria y Pesca). 2012. Sistema de Información del Sector Agrícola: 1980-2011. Disponible en: <http://www.siap.sagarpa.gob.mx/>. Fecha de consulta: 19 de agosto de 2019.

Salas, M.D.; B. Mendoza; E. Salazar & V. M. Rivera. 1993. Supervivencia y reproducción de la palomilla dorso de diamante en crucíferas. Turrialba. 43(4): 242-246

SIAP (Sistema de Información Agrícola y Pecuaria). 2012. Anuario Estadístico de la Producción Agrícola, año 2019. Disponible en: <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/>. Fecha de consulta: 3 de diciembre de 2020.

SIAP (Sistema de Información Agrícola y Pecuaria). 2020. Anuario Estadístico de la Producción Agrícola, año 2019. Disponible en: <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/>. Fecha de consulta: 3 de diciembre de 2020.

Sánchez y Arregui, C. 2010. Incidencia de algunos factores naturales de mortalidadde *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae), en el área centro este de Santa Fe, Argentina. Horticultura Argentina 29(68): 20-24

- Shelton, A. M., Wyman, J. A., Cushing, N. L., Apfelbeck, K., Dennehy, T. J., Mahr, S. E. R. and Eigenbrode, D. 1993. Insecticide resistance of diamond back moth (Lepidoptera: Plutellidae) in North America. *J. Econ. Entomol.* 86: 11-19.
- Shelton, A. M., Tang, J. D., Roush, R. T., Metz, T. D. and Earle, E. D. 2000. Field tests on managing resistance to Bt- engineered plants. *Nat. Biotechnol.* 18: 339-342.
- Santos, H.V, de Siqueira, H.A.A., da Silva, J.E., de Farias, M.J.D.C. 2011. Insecticide resistance in populations of the diamondback moth, *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae), from the state of Pernambuco, Brazil. *Neotrop. entomol.* 40 (2): 264-270. <https://doi.org/10.1590/S1519-566X2011000200017>.
- Uribe, J. 2010. Control biológico de larvas de *Plutella xylostella* (L) en col *Brassica oleraceae* L. var. capitata en Ixmiquilpan. Michoacán, México. Tesis de Licenciatura. Instituto tecnológico del Valle de Morelia. Morelia, Mich.
- Tabashnik, B. E.; Schwartz, J. M., Finson, N., Johnson, M.W. 1992. Inheritance of resistance to *Bacillus thuringiensis* in diamondback moth (Lepidoptera: Plutellidae). *Journal of Economic Entomology* 85 (4): 1046–1055, <https://doi.org/10.1093/jee/85.4.1046>
- Talekar, N. S. 1986. Diamondback moth management: proceeding of the first international work-shop. Asian Vegetable Research and Development Center, Shanhua, Taiwan. p. 241-438.

Talekar, N. S. and Shelton, A. M. 1993. Biology, Ecology, and Management of the Diamondback Moth. Annual Review of Entomology 38:275-301  
<https://doi.org/10.1146/annurev.en.38.010193.001423>

Wakisaka, S.; R. Tsukuda & F. Nakasuji. 1990. Effects of natural enemies, rain fall, temperature host plants on survival and reproduction of diamond back moth. Diamond back moth and the crucifer pest. In: Proceedings of the 2nd. International work shop. Taiwan.1:15-26.

Webb, S. E., Niño, A. and Smith, H.A. 2019. Manejo de Insectos en Crucíferas (Cultivos de Coles) (Brócoli, Repollo, Coliflor, Col, Col Rizada, Mostaza, Rábano, Nabos). IFAS EXTENSION, 1: 30.

Wee, S. L. 2016. Effects of Conspecific Herbivory and Mating Status on Host Searching and Oviposition Behavior of *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae) in Relation to Its Host, *Brassica oleracea* (Brassicales: Brassicaceae). Florida Entomologist 99(sp1): 159-165.

Zarate, M.W. 2013. Diadegma insulare como Alternativa de Manejo Biológico de *Plutella xylostella* L. en Brócoli *Brassica oleracea* variedad itálica. Tesis de Licenciatura. Departamento de Parasitología. Universidad Agraria Antonio Narro, Saltillo, Coah., Mex. Disponible en:  
<http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/4373/T19838%20ZARATE%20MARTINEZ,%20WILLIAM%20%20TESIS.pdf?sequence=1>

Fecha de consulta: Enero de 2023.

Zilli, C., R. 2018. México, quinto productor mundial de brócoli. El economista (I) pág. 18-19.