



COLEGIO DE POSTGRADUADOS

INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN
EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

CAMPUS MONTECILLO
FITOSANIDAD
ENTOMOLOGÍA Y ACAROLOGÍA

**TASA DE LIBERACIÓN Y CAPTURAS DE *Copitarsia
decolora* CON TRAMPAS DE FEROMONAS**

ISRAEL BARRIENTOS HERNÁNDEZ

T E S I S

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL

PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRO EN CIENCIAS

MONTECILLO, TEXCOCO, EDO. DE MÉXICO
2011

La presente tesis titulada: **TASA DE LIBERACIÓN Y CAPTURAS DE *Copitarsia decolora* CON TRAMPAS DE FEROMONAS.**, realizada por el alumno **ISRAEL BARRIENTOS HERNÁNDEZ**, bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para la obtención del grado de:

**MAESTRO EN CIENCIAS
FITOSANIDAD
ENTOMOLOGÍA Y ACAROLOGÍA**

CONSEJO PARTICULAR

CONSEJERO:



DR. JUAN GIBRIAN TOVAR

ASESOR:



DRA. H. GLORIA CALYECAC CORTERO

ASESOR:



M.C. JORGE VALDEZ CARRASCO

Dedicatoria

A Gaby

Gracias por estar siempre a mi lado y confiar en mí, por ser tan tolerante y amorosa conmigo. Te amo.

A la Familia Hernández Ramírez

Por aceptarme en sus vidas y siempre darme palabras de aliento y pruebas de amor como si tuvieran un hijo más en mí, los quiero muchísimo.

A mis padres y hermanos

Por haberme dado la vida y dado la oportunidad de superarme como profesional. En especial a ti mami por ser el pilar de mi formación, te amo. Gracias hermanos por darme su amor y comprensión.

A mis abuelitos, primos y tíos.

Siempre han sido un ejemplo de lucha constante. Gracias por todo el amor que me han tenido y por todos esos momentos de alegría brindados.

A todos los profesores con los que tuve la oportunidad de tomar clases, que fortalecieron mi formación profesional

Y a todos aquellos que siempre compartieron conmigo momentos de penas y alegrías. Dios los bendiga hoy y siempre.

En especial a Dios por haberme dado la oportunidad de conocerlo mediante su palabra para ser mejor persona e iluminar todos mis días.

Agradecimientos

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), por la beca otorgada para poder realizar mis estudios de Maestría.

Al Colegio de Postgraduados, por brindarme la oportunidad de alcanzar un logro académico trascendente en mi formación Profesional.

A todos los miembros de mi consejo particular, por su apoyo en la realización de este trabajo..

Al Dr. Juan Cibrián. Le agradezco esa gentileza y disposición prestada hacia su servidor. Gracias por todas las facilidades en la realización del trabajo de investigación.

A la Dra. Obdulia Segura León porque me brindó un espacio para ayudarme en el momento cuando lo necesite.

A mis compañeros: Caro, Julio, M.C Julio Velázquez, Fabián por ser seres humanos excelentes y buenos amigos. Gracias por todo su apoyo brindado y por sus consejos.

Al M.C. Jorge Valdéz por toda la ayuda brindada en la toma de fotografías para la identificación de la especie.

CONTENIDO

ÍNDICE DE FIGURAS.....	III
ÍNDICE DE CUADROS.....	IV
RESUMEN.....	V
ABSTRACT.....	VI
I. INTRODUCCIÓN GENERAL.....	VII
II. OBJETIVOS.....	IX

III. CAPÍTULO 1

REVISIÓN DE LITERATURA

1.1 Importancia del brócoli en México.....	1
1.2 Biología del gusano del corazón de la col <i>Copitarsia decolora</i> Guenée.....	1
1.3 Feromonas.....	2
1.3.1 Feromonas sexuales.....	2
1.4 Monitoreo de plagas con feromonas.....	3
1.5 Factores biológicos y operacionales que limitan la efectividad de las feromonas.....	4
1.6 Tipos de liberadores.....	5
1.7 Tasa de liberación de feromonas sexuales de otros géneros de lepidoptera.....	6
1.8 Captura de adultos de otros géneros de lepidoptera.....	6
1.9 Literatura citada.....	8

IV. CAPÍTULO 2.

TASA DE LIBERACIÓN DE LA FEROMONA SEXUAL DE *Copitarsia decolora* (Lepidoptera: NOCTUIDAE) Y CAPTURAS DE MACHOS CON TRAMPAS EN BRÓCOLI

2.1 Introducción.....	11
2.2 Materiales y métodos.....	12
2.2.1 Tasa de liberación.....	12
2.2.2 Identificación de los componentes de la feromona sexual y cálculo de la tasa de liberación de la feromona sexual de <i>C. decolora</i>	14
2.2.3 Análisis estadístico.....	14
2.2.4 Capturas de <i>C. decolora</i>	15
2.2.5 Análisis estadístico.....	15

2.3	Identificación de <i>C. decolora</i>	15
2.4	Resultados.....	16
2.4.1	Tasa de liberación de la feromona sexual de <i>C. decolora</i>	16
2.4.2	Capturas de <i>C. decolora</i>	21
2.4.3	Identificación de <i>C. decolora</i>	23
2.5	Discusión.....	24
2.6	Literatura citada.....	29
V.	CONCLUSIÓN GENERAL	33

ÍNDICE DE FIGURAS

CAPITULO 2

1. Tasa de liberación del Z, 9- Tetradecenil acetato a las dosis evaluadas 1 mg, 5 mg y 10 mg en los dos ciclos de cultivo: a) otoño-invierno y b) primavera-verano..... 18
2. Tasa de liberación del Z, 9- Tetradecenol a las dosis evaluadas 1 mg, 5 mg y 10 mg en los dos ciclos de cultivo: a) otoño-invierno y b) primavera-verano..... 20
3. Capturas de *Copitarsia decolora* registradas durante 64 días en San Andrés Mixquic, en la época de estiaje (noviembre a febrero de 2010) con 3 dosis: 1 mg, 5 mg, 10 mg y el testigo (0 mg)..... 22
4. Capturas de *Copitarsia decolora* registradas durante 64 días en San Andrés Mixquic, en la época de lluvia (mayo a julio de 2010) con 3 dosis: 1 mg, 5 mg, 10 mg y el testigo (0 mg)..... 23
5. Genitalia de *Copitarsia decolora* Guenée en su vista posterior..... 24

ÍNDICE DE CUADROS

CAPITULO 2

1.	Coeficientes de determinación estimados con el modelo exponencial de Mayer y Mitchell (1998), para el cálculo de la tasa de liberación de los componentes de la feromona sexual de <i>Copitarsia decolora</i> ciclo otoño-invierno	16
2.	Coeficientes de determinación estimados con el modelo exponencial de Mayer y Mitchell (1998), para el cálculo de la tasa de liberación de los componentes de la feromona sexual de <i>Copitarsia decolora</i> en el ciclo primavera-verano.....	17
3.	Comparación de medias de la TL promedio del Z,9-14:Ac en los dos ciclos de cultivo evaluados (otoño-invierno y primavera:verano).....	19
4.	Comparación de medias de la TL promedio del Z,9-14:OH en los dos ciclos de cultivo evaluados (otoño-invierno y primavera-verano). Letras diferentes representan diferencias estadísticas ($P \geq 0.05$).....	21
5.	Comparaciones de medias de capturas de machos con trampas cebadas con la feromona sexual de <i>C. decolora</i> tratadas con 1 mg, 5 mg y 10 mg y el testigo (0 mg) de feromona en el ciclo otoño-invierno.....	21
6.	Comparaciones de medias de capturas de machos con trampas cebadas con la feromona sexual de <i>C. decolora</i> tratadas con 1 mg, 5mg y 10 mg y el testigo (0 mg) de feromona en el ciclo primavera-verano.....	22

TASA DE LIBERACION Y CAPTURAS DE *Copitarsia decolora* CON TRAMPAS DE FEROMONAS

Barrientos Hernández Israel

COLEGIO DE POSTGRADUADOS 2011

RESUMEN

Se evaluó la tasa de liberación de la feromona sexual de *Copitarsia decolora* Guenée en dos ciclos del cultivo de brócoli (otoño-invierno y primavera-verano), a las dosis 1 mg, 5 mg y 10 mg, con trampas artesanales. La tasa de liberación (TL) del componente (Z)-9-tetradecenil acetato a dosis de 1mg fue 4.87 µg/d, para 5 mg 6.25 µg/d y en la dosis de 10 mg, 6.82 µg/d. La TL del, (Z)-9-tetradecen-1-ol a la dosis de 1 mg fue 2.99 µg/d, para 5 mg 5.05 µg/d y en la dosis de 10 mg, 5.79 µg/d. En la TL del Z9-14: Ac no hubo diferencias en los ciclos estudiados, otoño:invierno (5.96 µg/d), primavera:verano (5.99 µg/d). Sin embargo en el Z9-14:OH las diferencias estadísticas en los ciclos otoño-invierno (4.70 µg/d) y primavera-verano (4.52 µg/d) hace suponer que las condiciones de temperatura y humedad relativa son factores que afectan la emisión y estabilidad de esta feromona. También se establecieron experimentos para la captura de machos adultos de *C. decolora* a las dosis 1, 5, 10 mg de la feromona sintética de *C. decolora*. La mayor captura (1.4 y 17.64 adultos/trampa/noche) fue con la dosis menor (1 mg), que fue significativamente diferente a 5 mg (1.32 adultos/trampa/noche en época de estiaje y 11.33 en época de lluvia) y 10 mg (0.91 y 6.94 adultos/trampa/noche). Lo que sugiere que el incremento en la dosis no es proporcional a las capturas obtenidas.

Palabras Clave: Semioquímicos, (Z)-9-tetradecenil acetato, (Z)-9-tetradecen-1-ol, Monitoreo

ABSTRACT

The release rate of the sex pheromone of *Copitarsia decolora* Guenée was evaluated in two crop cycles of broccoli (autumn-winter and spring-summer), at doses 1 mg, 5 mg and 10 mg, with traps. The release rate (RR) of the component (Z)-9-tetradecenyl acetate 1mg dose was 4.87 µg / d, 5 mg to 6.25 µg/d and 10 mg, 6.82 µg/d. The TL (Z)-9-tetradecen-1-ol at a dose of 1 mg was 2.99 µg/d, 5 mg to 5.5 µg/d and 10 mg, 5.79 µg/d. In the RR of Z9-14: Ac were no differences in the cycles studied, autumn, winter (5.96 µg/d), spring, summer (5.99 µg/d). However, in the Z9-14: OH statistic differences in autumn-winter cycles (4.70 µg/d) and spring-summer (4.52 µg/d) suggests that the conditions of temperature and relative humidity are factors that affect the emission and stability of this pheromone. Experiments were also established for the capture of adult males of *C. decolora* at doses 1, 5, 10 mg of synthetic pheromone fade The greatest catch (1.4 and 17.64 adults/trap/night) was the lowest dose (1 mg), which was significantly different from 5 mg (1.32 and 11.33 adults/trap/night) and 10 mg (0.91 and 6.94 adults / trap / night). This suggests that increasing the dose is not proportional to the catch.

Key Words: Semiochemical, (Z)-9-tetradecenyl acetate, (Z)-9-tetradecen-1-ol, Monitoring

I. INTRODUCCIÓN GENERAL

Las crucíferas en México constituyen un cultivo importante desde el punto de vista socioeconómico, por la superficie sembrada, ingresos que se obtienen, fuentes de empleo que generan en su proceso de producción y la importancia que adquiere para los productores de México, ya que gran parte del producto cosechado se destina al mercado de exportación, principalmente a E. U. A. Sin embargo también una porción de este producto se destina al mercado nacional ([Suárez-Vargas et al., 2006](#)), tal es el caso del brócoli (*Brassica oleracea var itálica* Penck). Dentro de las principales plagas que atacan este cultivo se encuentra el gusano del corazón de la col *Copitarsia decolora* Guenée.

Esta plaga, es una especie polífaga, ya que se alimenta de diferentes cultivos presentes en México, además de ser cuarentenada para los E.U.A. El principal daño que le ocasiona al brócoli es el que efectúa la larva al alimentarse de la parte interna del tallo de la inflorescencia, hasta secarla, lo cual afecta su rendimiento. No obstante se han tomado medidas para efectuar su control, utilizándose principalmente insecticidas sintéticos organofosforados, además de piretroides, cuando la plaga es detectada ([Rojas, 2006](#)).

Para optimizar el uso de insecticidas, se han realizado estudios de comportamiento reproductivo de *C. decolora* como una estrategia para realizar métodos de control adecuados, con base en la conducta sexual y los factores que afectan el llamado de hembras adultas, lo cual es determinante para establecer un programa de manejo de acuerdo a la plaga en estudio ([Rojas y Cibrián, 1994](#)).

Sin embargo, al percatarse del uso indiscriminado de los insecticidas organosintéticos, se ha optado por utilizar estrategias complementarias para su manejo, entre las que se mencionan el uso de semioquímicos como las feromonas sexuales, las cuales se han empleado en programas de manejo de varias especies de nóctuidos ([Muñiz-Reyes et al., 2007](#)).

El fundamento de esta estrategia de manejo consiste en la atracción del insecto hacia trampas cebadas con los componentes feromonales, previamente identificados y sintetizados, para lo cual se debe contar con un eficiente sistema de monitoreo, que involucra factores como; el diseño de la trampa, ambiente, estado fisiológico, sexo del insecto y condiciones fenológicas del cultivo (Barrera *et al.*, 2006). Otro aspecto importante es determinar las proporciones de los componentes feromonales empleados para monitorear a la población, como lo realizado por Muñiz-Reyes *et al.* (2007), donde probaron bajo condiciones de campo seis proporciones (1:4, 1:10, 1:100, 4:1, 10:1 100:1 Acetato: Alcohol) de la feromona sexual sintética de *C. decolora*, cuyos componentes principales son el (Z)9- Tetradecenol (Z9-14: OH) y (Z)9- Tetradecenil acetato (Z9-14: Ac) la cual se impregnó en septos de caucho dentro de trampas artesanales en cultivo de coliflor (*Brassica oleracea var. botrytis*), y reportan que en los tratamientos con mayor proporción de acetato, la atracción aumenta en los machos de *C. decolora*, con lo cual se concluyó que la proporción 4:1 (Acetato: Alcohol) fue la que capturó mayor número de adultos de esta especie.

De acuerdo con lo realizado por Muñiz-Reyes *et al.* (2007) y a los obtenidos por Del Río *et al.* (2007) en trabajos realizados con *C. decolora*, se pretende explorar la dosis adecuada de mezcla de su feromona sexual empleada para plantear una estrategia de monitoreo que permita disminuir las densidades de población, a un nivel en el cual ya no sea una plaga potencialmente dañina, además de la eficiencia del tipo de trampa y el liberador a utilizar.

II. OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

- Evaluar la tasa de liberación de los componentes de la feromona sexual sintética (Z, 9- Tetradecenil y Z, 9- Tetradecenol en proporción 4:1) de *Copitarsia decolora* a diferentes dosis, así como la captura de machos en el cultivo de brócoli, para emplearlo como estrategia complementaria en el sistema de monitoreo y trampeo masivo.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Evaluar la tasa de liberación de la feromona sexual sintética de *C. decolora* en el Colegio de Postgraduados, ubicado en Montecillo, Estado de México en dos ciclos: otoño- invierno y primavera-verano.

Evaluar la captura de machos de *Copitarsia decolora* con feromona sexual sintética Z, 9- Tetradecenil (Z9-14:Ac) y Z, 9- Tetradecenol (Z9-14:OH), a una proporción 4:1 (Acetato: Alcohol) en tres dosis (1 mg, 5mg y 10mg) en cultivos de brócoli del poblado San Andrés Mixquic, Delegación Tláhuac, Distrito Federal en dos épocas: Estiaje y lluvia.

III. CAPITULO I

REVISIÓN DE LITERATURA

1.1 Importancia del brócoli en México.

El brócoli (*Brassica olerácea Var Itálica* Penk) tiene su origen en Asia Menor y el Mediterráneo (Vavilov, 1992). Este cultivo es el séptimo en importancia a nivel nacional, con una superficie sembrada de 11,566 ha, producción de 162,153 ton. El estado con mayor producción de este cultivo es Guanajuato con 104,235 ton., en el ciclo otoño-invierno de 2009, seguido de Jalisco (17,093 ton), Michoacán (14,580 ton), Sonora (11,871 ton), Baja California (4,066 ton), Aguascalientes (3,100 ton), Puebla (2,682 ton) y el Distrito Federal (2,295 ton), respectivamente (SIAP, 2011). Desde el punto de vista nutricional, aportan grandes cantidades de vitaminas, minerales y proteínas (CESAVEG, 2001), además de tener importancia socioeconómica por ser producto de exportación, además de los ingresos y fuentes de trabajo que genera (Marín y Bujanos, 2001).

1.2 Biología de *Copitarsia decolora*.

El estado de larva pasa por seis instares (Bautista y Flores, 2003), los dos primeros, son de hábitos gregarios y a partir del tercer instar se vuelven de hábitos solitarios, inclusive presentan tendencias caníbales. Posteriormente, la larva completamente desarrollada denominada prepupa se deja caer al suelo y se entierra a una profundidad entre 5 y 10 cm para adquirir el estado pupal, el cual tarda un promedio de 15 a 20 días para la emergencia del adulto. Finalmente, los adultos transitan por un periodo de pre-oviposición entre 2 a 3 días y una vez que adquieren la madurez sexual, realizan la cópula durante la noche. Las hembras ovipositan los huevos en las hojas de sus hospedantes, ya sea de forma individual o en pares y su periodo de incubación varia de 3 a 5 días (Bautista et al., 2003).

1.3 Feromonas

[Karlson y Lüscher \(1959\)](#) propusieron el término "feromona" para los compuestos químicos que permiten a miembros de la misma especie comunicarse entre sí. Este término se deriva del Griego "pherein" (llevar) y "Horman" (excitar, estimular).

Las feromonas son moléculas utilizadas para la comunicación entre los individuos. Son subclases de semioquímicos utilizados para la comunicación dentro de las especies (señales químicas intraespecíficas). Las feromonas fueron originalmente definidas como sustancias secretadas hacia el exterior por un individuo y recibidas por un segundo individuo de la misma especie en la que la reacción específica de su liberación, por ejemplo un comportamiento determinado o proceso de desarrollo ([Wyatt, 2003](#)).

[Jutsum y Gordon \(1989\)](#) definen a las feromonas como aquellos compuestos que transmiten información de la misma especie. Además denominan a estos compuestos como semioquímicos, ya que se emplean para la comunicación intraespecífica e interespecífica.

1.3.1 Feromonas sexuales

Las feromonas sexuales son sustancias volátiles que la hembra libera para atraer al macho, y son dispersadas como vapores por el viento. Normalmente están compuestas por varias sustancias, que aparecen en diferentes proporciones.

Las feromonas sexuales de varias especies de lepidópteros han sido identificadas y su valor práctico ha sido demostrado en programas dirigidos al monitoreo o supresión de poblaciones de insectos plaga.

Adicionalmente se han hecho estudios extensivos para analizar la conducta y evaluar el comportamiento en laboratorio y en el campo. Varios materiales han sido adaptados o desarrollados para aumentar la tasa de liberación de feromonas a un

ritmo controlado e incrementar su efectividad en programas de monitoreo o control. Se han realizado análisis químicos de las glándulas productoras de feromona y volátiles colectados para el llamado de las hembras en adición a estudios del comportamiento y experimento de trapeo en campo han ratificado que las feromonas de lepidópteros consisten de mezclas de dos o más componentes. (Heath, *et al.*, 1986).

1.4 Monitoreo de plagas con feromonas

Wall (1990) expone que cuando se va a desarrollar un sistema de monitoreo de insectos plagas basado en semioquímicos, es importante, desde el principio determinar la finalidad para el que se va a utilizar. La finalidad de su utilidad en la mayoría de los casos es determinar la forma en que este sistema se llevara a cabo, ya que los factores científicos y comerciales juegan un papel importante para definir los objetivos del monitoreo. El primero (factor científico) habla de la importancia de identificar y definir el problema con base en un eficiente sistema de trapeo (presencia o ausencia de la plaga), lo cual se determina de forma cualitativa. Por otra parte se debe tomar en consideración el factor cuantitativo, en el cual se toman los datos de la biología de la plaga y clima del lugar, para poder hacer predicciones sobre la aparición de los estados biológicos del insecto. Para el análisis de riesgos, la interacción trampa-captura y densidad de población o los daños subsecuentes deben ser establecidos.

El segundo factor (factor comercial) se basa en entender la utilidad adecuada de los semioquímicos en el monitoreo, trátase de un profesional que sea capaz de emplear sistemas sofisticados, en contraste con alguien que posee el mínimo de conocimiento, el cual necesita de una asesoría para poder emplearlo.

Un sistema de monitoreo consta de los siguientes componentes: Una fuente de atracción, trampa y lugar de colocación, además el conocimiento sobre la biología de la plaga (Howse *et al.*, 1998). La fuente de atracción consiste básicamente en dos

componentes: el ingrediente activo y el dispositivo de liberación controlada (Liberador).

1.5 Tipos de liberadores

Existen en el mercado diferentes tipos de liberadores como son: viales de polietileno, mechas de algodón, laminados, fibras huecas, membranas, sistemas poliméricos y septos de caucho (Howse *et al.*, 1998).

Fibras huecas. Comprenden los tramos cortos de tuberías termoplásticas, sellados en un extremo y llenos de feromona líquida. El plástico es impermeable y no reacciona con la feromona. La liberación de feromona por medio de las fibras consiste en la evaporación de la interface líquido-aire, por difusión a través de la columna de aire en el extremo abierto de la fibra y la convección fuera de ella (Jutsum and Gordon, 1989). En teoría, la tasa de emisión no es constante sino que disminuye constantemente a medida que se vacía el tubo de feromona. La vida biológicamente efectiva de la formulación puede ser controlada mediante el ajuste de la longitud de la fibra llena.

Cuerda de giro de etiqueta. Es una variedad de fibra de plástico, sellada por ambos extremos y que contiene un canal hueco con feromona y una columna vertebral de alambre, la cual es producida por la compañía Shin Etsu. La cuerda es de unos 15 cm de largo, y debe pegarse con las manos. En comparación con los otros tipos de liberadores, en la cuerda se coloca un depósito inicial muy grande de feromona en un punto, y la dosis más alta por cable proporciona una persistencia relativamente larga de la liberación.

Dispensadores laminados. Estos laminados de plástico de tres capas son producidos por Hercon. La lámina consiste en dos capas de vinilo, intercalando una capa central porosa en donde está la feromona. Los laminados se aplican con adhesivo y el agente espesante a través de equipos especializados o con la mano. La tasa de emisión de las laminas se controla mediante la regulación del espesor de las capas, la proporción de borde de volumen, la concentración de químicos en el

embalse de media capa, la rigidez de las membranas de plástico y aditivos en la formulación (Kydonieus, 1977). La feromona se emite no sólo por difusión a través de las membranas, sino también desde el borde del perímetro de las piezas individuales (Bierl-Leonhardt *et al.*, 1979), sin embargo, las emisiones en condiciones controladas son relativamente constantes durante largos períodos (Bierl *et al.*, 1976, citado por Jutsum and Gordon, 1989).

Microcápsulas. Consisten en pequeñas partículas de la feromona protegida por una cubierta externa de polímero, como la poliamida y poliurea preparados en forma de cápsulas por polimerización interfacial. La emisión de feromonas de estas cápsulas es rápida al principio. Sin embargo, esto es seguido por un período de liberación constante y sostenida, que es la difusión controlada. Las microcápsulas son fáciles de fabricar a gran escala, utilizando tecnología conocida y son fáciles de aplicar en grandes áreas con equipo de aspersión convencional. Además, poseen numerosas variables que pueden ser manipuladas para controlar las características de liberación, por ejemplo, el espesor, la composición de la pared, composición interna y el tamaño de cápsula.

1.6 Factores biológicos y operacionales que limitan la efectividad de las feromonas

De acuerdo a Rechcigl y Rechcigl. (1999) con base en experimentos realizados por varios autores, proponen los factores operacionales que afectan la efectividad de las feromonas. El primero se refiere al tipo de liberador utilizado, el cual debe ser resistente a las condiciones del ambiente y económico para el productor, además de ser biodegradable. Con respecto a los componentes individuales o mezclas utilizadas en el monitoreo, deben ser estables, aunque a menudo presentan diferencias en la volatilidad, de acuerdo las propiedades de cada componente. Otro aspecto a considerar es su tasa de liberación, que debe ser constante y de amplia permanencia. Esto depende de las condiciones climáticas, como la temperatura, lluvia, humedad relativa, estacionalidad (aparición repentina de hembras de la plaga estudiada), entre otros. Su método de aplicación se realiza, considerando la altura

del cultivo y capacidad vuelo del insecto, con varios puntos de liberación por hectárea, sin embargo se desconoce la cantidad liberada del producto, debido a la utilidad del monitoreo. Una de las limitantes que presenta es la altura de aplicación, ya que es difícil de determinar en árboles frutales, lo cual no sucede en áreas donde los cultivos presentan portes bajos, tal es el caso de crucíferas, como el brócoli.

1.7 Tasa de liberación de feromonas en otros géneros de Lepidoptera

Se han realizado experimentos con diferentes géneros de Lepidópteros para determinar la tasa de liberación en condiciones de campo, como lo realizado por [Silk et al. \(1980\)](#) que hicieron investigaciones sobre grupos de hembras del gusano de la yema del abeto en donde obtuvieron tasas de liberación máximas de feromona de 20 a 40 ng (nanogramos) por insecto por noche. Posteriormente, [Leonhardt \(1990\)](#) obtuvo en dispensadores laminados una tasa de liberación de 30ng/h^{-1} en general y no capturó alta cantidad de machos de *Lymantria dispar* entre los años 1983 y 1986.

1.8 Captura de adultos de otros géneros de Lepidoptera

Aunado a la liberación de la feromona, se ha evaluado el efecto que producen los componentes individuales y mezclados para diferentes géneros de palomillas, como lo realizado por [Read y Haines \(1976\)](#) en Nairobi, Kenia que probaron tres componentes para atraer a machos de *Ephestia cautella* (Walker) (Lepidoptera: Phycitidae), los cuales fueron: 1. (Z)-9-Tetradecenil acetato, 2. (ZE)-9,12-Tetradecadienil acetato y 3. (ZE)-9,12-Tetradecadienol. Los resultados que obtuvieron al mezclar sus componentes y evaluados por separado mostraron que la mezcla del componente 1 y 2 capturó un promedio de 14.7 palomillas por trampa en cuatro días, mientras que el componente 2 capturó 12.7 y la mezcla de los tres capturó 9.7 palomillas por trampa en el mismo número de días.

Otros trabajos como los de [Jones y Sparks \(1979\)](#) se enfocaron a probar dos componentes de la feromona de *Spodoptera frugiperda*, el(Z)-9-Tetradecadienil acetato ((Z)-9-TDA) y (Z)-9-Didecadienil acetato ((Z)-9-DDA); mezclaron ambos componentes a razón de 25 µg del primero y 500 µg del segundo, además de 500 µg

del segundo sólo, resultando que la mezcla de los dos componentes capturó 103.25 machos por trampa por noche y 62.50 el componente sólo. En otro experimento realizado por los mismos autores, probaron 100 µg de (Z)-9-DDA y 100 µg de (Z)-9-DDA + 10 µg (Z)-9-TDA. Los resultados (16 repeticiones) demostraron que el sinergismo de los dos componentes capturó cinco veces más machos que el compuesto sólo (28.6 machos por trampa por noche y 5.3 machos por trampa por noche). También, [Adams *et al.* \(1989\)](#) evaluaron cuatro trampas comerciales para el monitoreo del gusano cogollero del maíz (Lepidóptera: Noctuidae) en Wetherfield Connecticut, USA, las cuales fueron: Multi-pher, International pheromones, Scentry heliothis y Pherocon IC, obteniendo capturas de 1.00 ± 0.20 ; 0.94 ± 0.17 ; 0.91 ± 0.14 y 0.78 ± 0.12 , adultos por trampa por noche.

1.9 Literatura citada

- Adams, G.R., Murray, D. K., and Lorraine M. Los.** 1989. Effectiveness and selectivity of sex pheromone lures and traps for monitoring fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) adults in Connecticut sweet corn. *J. Econ. Entomol.* **82** (1): 285-290.
- Bautista, M., N., y L.R. Flores P.** 2003. Memorias del primer simposio nacional sobre *Copitarsia incommoda*. Sociedad Mexicana de Entomología. México. Pp: 3.
- Barrera J. F, Montoya P y. Rojas, J.** 2006. Bases para la aplicación de sistemas de trampas y atrayentes en manejo integrado de plagas. *In: Simposio de trampas y atrayentes en detección, monitoreo y control de Plagas de importancia económica.* Barrera J. F y P. Montoya (eds.) Sociedad Mexicana de Entomología y el Colegio de la Frontera Sur. Manzanillo, Colima, México. Pp: 1-16.
- Bierl, B.A., Devilbiss, E.D. and Plimmer, J.R. (1976).** Use of pheromones in insect control programs: slow release formulations. In *Controlled release polymeric formulations*, D.R. Paul and F. W. Harris (Eds), American Chemical Society, Washington, 265-272.
- Bierl-Leonhardt, B.A., Devilbiss, E.D. and Plimmer, J.R. (1979).** Rate of release of disparlure from laminated plastic dispensers. *J. Econ. Entomol.*, **72**: 319-321
- CESAVEG (Comité Estatal de Sanidad Vegetal de Guanajuato).** 2001. Contingencia de manejo fitosanitario de crucíferas. Brócoli, coliflor y col. Guanajuato, México. 64p
- Del Río G. S.** 2007. Trampas con feromona sintética para la captura de *Copitarsia decolora* (Guenée) 1852 (Lepidóptera: Noctuidae). Tesis Maestría. Colegio de Postgraduados Montecillo, México. 35 p.
- Heath, R. R., P. E. A. Teal, J. H. Tumlinson, and J. Mengelkoch.** 1986. Prediction of release ratios of multicomponent pheromones from rubber septa. *J. Chem. Ecol.* **12**: 2133-2143
- Howse, E. P., Stevens R.D.I. and Jones, T.O.** 1998. Insect pheromones and their use in pest management. *In: Pest monitoring.* Chapman and Hall.369p.

- Jones, R.L. and Sparks A. N.** 1979. (Z)-9- Tetradecen-1-ol acetate. A secondary sex pheromone of the fall armyworm *Spodoptera frugiperda* (J.E.Smith). J. Chem. Ecol. **5**(5):721-725.
- Jutsum R.A. and Gordon S.F.R.** 1989. Insect pheromones in plant protection. *In*: Introduction. Pheromones: Importance to insects and role in pest management. Page 1-13.
- Karlson, P. and Lüscher, M.** (1959). "Pheromones". A new term for a class of biologically active substance. Nature. **183**: 55-56.
- Kydonieus, A.F.** (1977). The effect on some variables on the controlled release of chemicals from polymeric membranes. In Controlled release pesticides, H.B. Scher (Ed), American Chemical Society, Washington, D.C.152p.
- Leonhardt A.B., Mastro V.C., Paszek C. E., Schwalve C.P. and Devilbiss D.E.** 1990. Dependence of *gypsy moth* (Lepidoptera: Lymantriidae). J. Econ. Entomol. **83** (5): 1977-1981.
- Marín, J.A. y R. Bujanos M.** 2001. Insectos plaga del brócoli y coliflor y sus enemigos naturales en la región del Bajío, México. SAGARPA, INIFAP, CIRCE. Publicación especial No 2. Guanajuato, México. Pp. 1-13.
- Montoya, P., H. Celedonio, H. Miranda, J. Paxtian & D. Orozco.** 2002. Evaluación de sistemas de trapeo y atrayentes para la captura de hembras de *Ceratitis capitata* (Wied.) y otras moscas de la fruta (Diptera: Tephritidae) en la región del Soconusco, Chiapas. Folia Entomol. Mex., **41**: 359-374.
- Muñiz-Reyes E., J. Cibrián-Tovar, J. Rojas-León, O. Díaz-Gómez, J. Valdez-Carrasco y N. Bautista-Martínez.** 2007. Capturas de *Copitarsia decolora* (Lepidoptera: Noctuidae) en trampas cebadas con diferentes proporciones de feromona sexual. Agrociencia **41**: 575-581.
- Read J.S. And Haines C.P.** 1976. The functions of the female sex pheromones of *Ephestia cautella* (Walker) (Lepidoptera, Phyticidae). J.Stored Prod. Res. **12**: 49-53.
- Rechcigl E. J. and Rechcigl A. N.** (1999). Biological and Biotechnological control of insects pests. Series Agriculture and environment *In*: Pheromones and other semiochemicals. Biological and Operational Factors. Lewis Publisher. 375 pp.

- Rojas J. C., L. Cruz-López, E. A. Malo, O Díaz-Gómez, G. Calyecac y J Cibrián T.** 2006. Identification of the sex pheromone of *Copitarsia decolora* (Lepidoptera: Noctuidae). J. Econ. Entomol. **99**(3): 797-802.
- SIAP.** 2011. **Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera.** <http://www.siap.gob.mx/>. Consultado el 17 de Febrero de 2011.
- Silk P.J., Tan S.H., Wiesner C.J., Ross R.J. and Lonigan G.C.** 1980. Sex pheromone chemistry of eastern spruce worm. Environ. Ent. **108**: 1285-1290
- Suárez-Vargas A. D., N. Bautista-Martínez, J. Valdez-Carrasco, A. Angulo-Ormeño, R. Alatorre-Rosas, J. Vera-Graziano, A. Equihua-Martínez y V. Manuel-Pinto** 2006. Fluctuación poblacional de *Copitarsia decolora* (Guenée) y su asociación con crucíferas comerciales. Agrociencia **40**: 501-509.
- USDA.** 2005. Memorandum of understanding between the United States Department of Agriculture and the office of the United States Trade representative, and the Secretariat of the Agriculture, Livestock, Rural Development, Fisheries and Food and the Secretariat of Economy of the United Mexican States regarding areas of food and agricultural trade (Web en línea). Disponible desde internet: <http://www.usda.gov/news/releases/2002/04/moumexico.html>.
- Vavilov, N.I.** 1992. Origin and geography of cultivated plants. Cambridge University Press. 498 pp.
- Wall, C.** (1990). Principles of monitoring. In. Behaviour modifying chemicals for insect management (Eds. R. L. Ridgway, R.M. Silverstein and M.N. Inscoe), Marcel Dekker Inc., New York, pp: 9-23.
- Wyatt D.T.** 2003. Pheromones and Animal Behaviour. Communication by Smell and Taste.

IV. CAPÍTULO 2

TASA DE LIBERACIÓN DE LA FEROMONA SEXUAL DE *Copitarsia decolora* (LEPIDÓPTERA: NOCTUIDAE) Y CAPTURAS DE MACHOS CON TRAMPAS EN BRÓCOLI

2.1 Introducción

El gusano del corazón de la col *Copitarsia decolora* Guenée, se ha controlado principalmente con insecticidas sintéticos del grupo de los organofosforados (metamidofos, paration metílico) y piretroides (permetrinas). (Thompson, 2009). También se han recurrido a utilizar estrategias complementarias para su manejo, entre las que se mencionan el uso de semioquímicos como las feromonas sexuales. El fundamento de esta técnica consiste en la atracción del insecto hacia trampas cebadas con los componentes feromonales, previamente identificados y sintetizados (Barrera *et. al.*, 2006). La feromona de *C. decolora* está compuesta de (Z)-9-tetradecenil acetato y (Z)-9-tetradecen-1-ol (Rojas *et al*, 2006). Para la aplicación adecuada de esta estrategia de manejo se debe contar con un eficiente sistema de monitoreo, que involucra factores como el diseño de la trampa, condiciones ambientales, estado fisiológico y sexo del insecto; asimismo las condiciones fenológicas del cultivo. Otro aspecto importante es, tener un dispositivo de liberación que imite las proporciones de los componentes de la feromona sexual de *C. decolora*, en la misma relación que es producida de manera natural por la hembra.

Se han utilizado diferentes tipos de liberadores para el monitoreo con feromonas, por ejemplo microcápsulas, capilares de cloruro de polivinilo (PVC), placas laminadas, cuerda, tubo de polietileno, y septo de caucho. Este último fue estudiado por Butler y McDonough (1981) y reportan una correlación entre el número de carbonos en los

acetatos y el tiempo de vida media de la tasa de evaporación, es decir, acetatos con moléculas grandes (10 a 15 átomos de carbono) presentan una velocidad de liberación más lenta. De acuerdo con [Vrkoc et al, \(1988\)](#) es importante considerar que la tasa de liberación, es un proceso uniforme y prolongado de pérdida de la dosis efectiva de los componentes activos, a través del tiempo. Tomando en cuenta estas referencias, es indispensable estimar la carga total de feromona en el liberador adecuado, que nos permita tener una duración razonable y sin cambio en la tasa de liberación. Por estas razones, en la presente investigación se evaluó la tasa de liberación en septos de caucho, la permanencia de feromona en campo y las capturas de machos de *C. decolora* asociados a trampas cebadas con dosis de 1 mg, 5 mg y 10 mg de feromona sintética.

2.2 Materiales y métodos

2.2.1 Tasa de liberación

El experimento para evaluar la tasa de liberación se desarrolló en una parcela ubicada en el Colegio de Postgraduados, campus Montecillo, Texcoco, Estado de México, entre las coordenadas 19° 28' 4.26" N y 98° 53' 42.18" W, y 2 250 msnm. El clima es templado con lluvias en verano, temperatura media anual de 15.9 °C y precipitación media anual de 710.3 mm ([García, 1981](#)). En el experimento se evaluaron tres dosis como tratamientos: 1, 5 y 10 mg durante 90 d, a los intervalos siguientes (días): 0, 15, 30, 45, 60, 75 y 90 respectivamente. Todos los tratamientos tuvieron tres repeticiones por cada periodo de monitoreo (n=63) y se evaluaron en cada época de siembra del cultivo (otoño-invierno y primavera-verano).

La cuantificación de tasa de liberación se realizó de acuerdo al procedimiento que se describe a continuación. Se utilizaron liberadores de caucho rojo de 8 mm (Sigma®) impregnados con la feromona sintética de *C. decolora*; (Z)-9-tetradecenil acetato Sigma® (Z9-14:Ac) y (Z)-9-tetradecen-1-ol Sigma® (Z9-14:OH).

La proporción utilizada fue 4:1 (acetato/alcohol) con una pureza de 95% y 91% respectivamente, para cada componente. Las dosis fueron 1, 5 y 10 mg. Los componentes de la feromona sintética se añadieron al septo usando jeringas Hamilton 50 μ L, se agregaron 47 μ L de la mezcla acetato/alcohol.

Las trampas que se utilizaron fueron de tipo artesanal, hechas a base de material reutilizable, que consistieron de un envase de plástico de 4 L de capacidad, al cual se le hicieron dos aberturas laterales en la parte superior en forma de trapecio, cuyas dimensiones fueron: 7 cm x 4 cm x 12 cm, y una abertura en la parte media del recipiente de 3 cm x 12 cm, a cada trampa se le adicionó 1 L de una mezcla de agua - detergente 10% (Roma®). El liberador quedó suspendido de la tapa a través de una perforación con un alambre de acero. Las trampas se fijaron a nivel de la superficie del suelo a 150 cm de altura y se distribuyeron a 30 m de distancia entre cada una. Los liberadores se recogieron de la localidad cada 15 d para su análisis en laboratorio. Para la recuperación de los componentes feromonales, cada septo se colectó después de transcurrido el tiempo de evaluación de los tratamientos, se colocó en un vial de 10 mL de capacidad, y se lavó con 7 mL de cloruro de metileno, mediante agitación manual. El septo se dejó dentro del vial durante 24 horas y posteriormente se concentró a 1 mL por medio de un flujo constante de nitrógeno.

2.2.2 Identificación de los componentes de la feromona sexual y cálculo de la tasa de liberación

De cada muestra concentrada se tomó 1 μ L y se inyectó a un cromatógrafo de gases Hewlett Packard (HP) 5 890, equipado con inyector Split-Splitless y detector de ionización de flama (FID por sus siglas en inglés). Las muestras se inyectaron en modo Splitless dentro de una columna HP 5- MS (5% fenil metilsilosano) de 30 m de longitud y de 0.25 de diámetro interno. Las condiciones del GC fueron: Helio como gas acarreador, con flujo de 1 mL / min. La temperatura del detector y del inyector fue de 250 °C. Las condiciones de corrida fueron: Temperatura inicial de 150 °C estable durante 7.50 min, luego incrementó 30 °C hasta llegar a 250 °C por 1 min y obtener un tiempo total de 11.50 min.

Los componentes de la feromona de *C. decolora* se identificaron por medio de estándares con base en sus tiempos de retención (Z,9- Tetradecen-1-ol 7.96 min y Z,9-Tetracecenil acetato 8.02 min).

La tasa de liberación se ajustó al modelo exponencial de [Mayer y Mitchell \(1998\)](#), quienes consideran que la liberación de los componentes de una feromona es un proceso pasivo, caracterizado por una curva de declinación exponencial que se representa con la ecuación:

$$Y = a e^{-bx}$$

Donde:

Y= Tasa de liberación en el tiempo

a= Tasa de liberación en el tiempo cero

b= Tasa de descenso de la curva

x= Tiempo en días

Este modelo fue linealizado, transformando a logaritmos naturales, resultando la ecuación: $\ln (Y) = \ln (a) \pm b x$.

2.2.3 Análisis estadístico

Los valores de **ln (a)**, **b** y sus errores estándar del modelo linealizado se determinaron con el procedimiento Proc nlin de SAS para Windows V 9.0. Adicionalmente se realizó un análisis de varianza (Proc anova) con un diseño experimental en bloques al azar con arreglo factorial 3 x 7 (dosis: periodo) para determinar el efecto de cada dosis (1, 5 y 10 mg) de los componentes de la feromona de *Copitarsia decolora* cada 15 d, las comparaciones de medias de las tasas de liberación se determinaron con la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$). ([SAS Institute, 2002](#)).

2.2.4 Capturas

Para evaluar las capturas se establecieron 36 trampas de tipo artesanal, construidas como se describió anteriormente. Las trampas utilizadas fueron 27 con feromona sexual con dosis (tratamientos) de 1 mg, 5 mg y 10 mg, En las 9 restantes se les colocó el septo, y estas funcionaron como tratamiento testigo. Se establecieron dos experimentos, con el mismo número de repeticiones como se describió arriba, uno en el ciclo otoño-invierno y el otro en primavera-verano en parcelas ubicadas en el Poblado de San Andrés Mixquic, Delegación Xochimilco, del Distrito Federal, localizado entre los 19° 13' 17.22" N 98° 57' 59.89" W y altura 2 240 msnm, clima templado subhúmedo con lluvias en verano, temperatura media anual entre 12 °C y 16 °C y precipitación media anual entre 600 mm y 800 mm ([García, 1981](#)).

2.2.5 Análisis estadístico

Para determinar la media de capturas y las combinaciones dosis-tiempo en los dos experimentos, se realizó un análisis de varianza (Proc anova) con un diseño experimental en bloques al azar y arreglo factorial 3 x 7 (dosis: periodo) para determinar el efecto de cada dosis (1, 5 y 10 mg) de los componentes de la feromona sintética de *C. decolora* en el registro de capturas de machos en periodos 7 días, las comparaciones de medias analizaron con la prueba de t ($P \leq 0.05$), utilizando el paquete estadístico SAS para Windows V 9.0. ([SAS Institute, 2002](#)).

2.3 Identificación de *C. decolora*

Los ejemplares colectados de las trampas en San Andrés Mixquic, se llevaron al Laboratorio de Morfología de Insectos del Colegio de Postgraduados, Montecillo para su identificación. Los insectos se sumergieron en una solución de alcohol al 70% para retirarles los residuos de jabón, polvo, remover las escamas y poder visualizar la estructura externa de la genitalia. Posteriormente a los ejemplares se les desprendió el abdomen con unas pinzas de relojero No. 5 y se introdujo en solución de Hidróxido de Potasio 10% (KOH) y se calentó a 80 °C durante 20 min, con el fin de retirar el tejido graso y que solo quedara expuesta la genitalia.

Transcurrido el tiempo, la genitalia se lavó con agua destilada estéril y se le aplicaron 7 gotas de ácido acético glacial y lograr que se tornara rígida. De esta manera, se introdujo nuevamente en solución de alcohol 70% para lavar los residuos del ácido. En otra caja Petri se depositó la genitalia y se le colocó encima un portaobjetos, de modo que se pudiera observar en vista posterior. Finalmente se observó con un fotomicroscopio Tessovar de Karl Zeiss (10X) con cámara digital integrada Pixera Profesional para distinguir las estructuras morfológicas internas, características de la especie (Simmons y Pogue, 2004).

2.4 Resultados

2.4.1 Tasa de Liberación

La metodología empleada para la colecta de volátiles de la feromona sexual de *C. decolora* se definió mediante experimentos preliminares, los cuales mostraron que la recuperación de los componentes de esta feromona oscila entre 85% y 90% con el lavado de septos de caucho rojo de 8 mm (SIGMA®) bajo las condiciones mencionadas.

Cuadro 1. Coeficientes de determinación estimados con el modelo exponencial de Mayer y Mitchell (1998), para el cálculo de la tasa de liberación de los componentes de la feromona sexual de *C. decolora* en el ciclo de otoño-invierno.

Componente	Dosis	Parámetro	Estimador	Error Estándar	Límites fiduciales 95%	
Z-9-14 Ac	1mg	a	418.300	15.871	385.000	451.500
		b	0.029	0.002	0.024	0.033
	5mg	a	2263.000	54.830	2148.200	2377.700
		b	0.032	0.001	0.029	0.034
	10 mg	a	4415.500	107.000	4190.700	4640.300
		b	0.035	0.002	0.032	0.038
Z-9-14 OH	1mg	a	112.500	4.072	104.000	121.000
		b	0.036	0.002	0.031	0.041
	5mg	a	647.700	15.824	614.600	680.800
		b	0.030	0.001	0.027	0.033
	10 mg	a	1217.860	36.369	1141.700	1294.000
		b	0.028	0.001	0.025	0.031

Las concentraciones que resultaron del análisis cromatográfico de los componentes de la feromona de *Copitarsia decolora* se ajustaron al modelo exponencial de Mayer y Mitchell (1998), y los estimadores de los coeficientes de determinación obtenidos para el ciclo de otoño-invierno se observan en el Cuadro 1 y los del ciclo de primavera-verano se presentan en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Coeficientes de determinación estimados con el modelo exponencial de Mayer y Mitchell (1998), para el cálculo de la tasa de liberación de los componentes de la feromona sexual de *C. decolora* en el ciclo primavera-verano.

Componente	Dosis	Parámetro	Estimador	Error Estándar	Límites fiduciales 95%	
Z-9-14 Ac	1mg	a	477.600	11.638	453.300	502.000
		b	0.026	0.001	0.024	0.029
	5mg	a	2277.600	57.822	2156.600	2398.600
		b	0.034	0.002	0.031	0.038
	10 mg	a	4516.500	51.799	4408.000	4624.900
		b	0.036	0.001	0.034	0.037
Z-9-14 OH	1mg	a	119.200	4.939	108.900	129.600
		b	0.043	0.003	0.036	0.050
	5mg	a	643.400	14.037	614.000	672.800
		b	0.033	0.001	0.031	0.036
	10 mg	a	1237.900	24.650	1186.300	1289.500
		b	0.031	0.001	0.029	0.034

La **figura 1** muestra la evolución en función del tiempo de la TL del Z9-14: Ac, durante las 7 fechas de evaluación de emisión. Se puede señalar que los datos en el día 0 aparecieron como los valores más altos y fue decreciendo de manera constante.

Esto puede sugerir que la alta tasa de emisión durante los primeros días sucede hasta que el dispensador llega a un equilibrio con el ambiente. Por lo tanto, se supuso que la carga residual de feromona disminuyó a un ritmo constante a lo largo período de estudio.

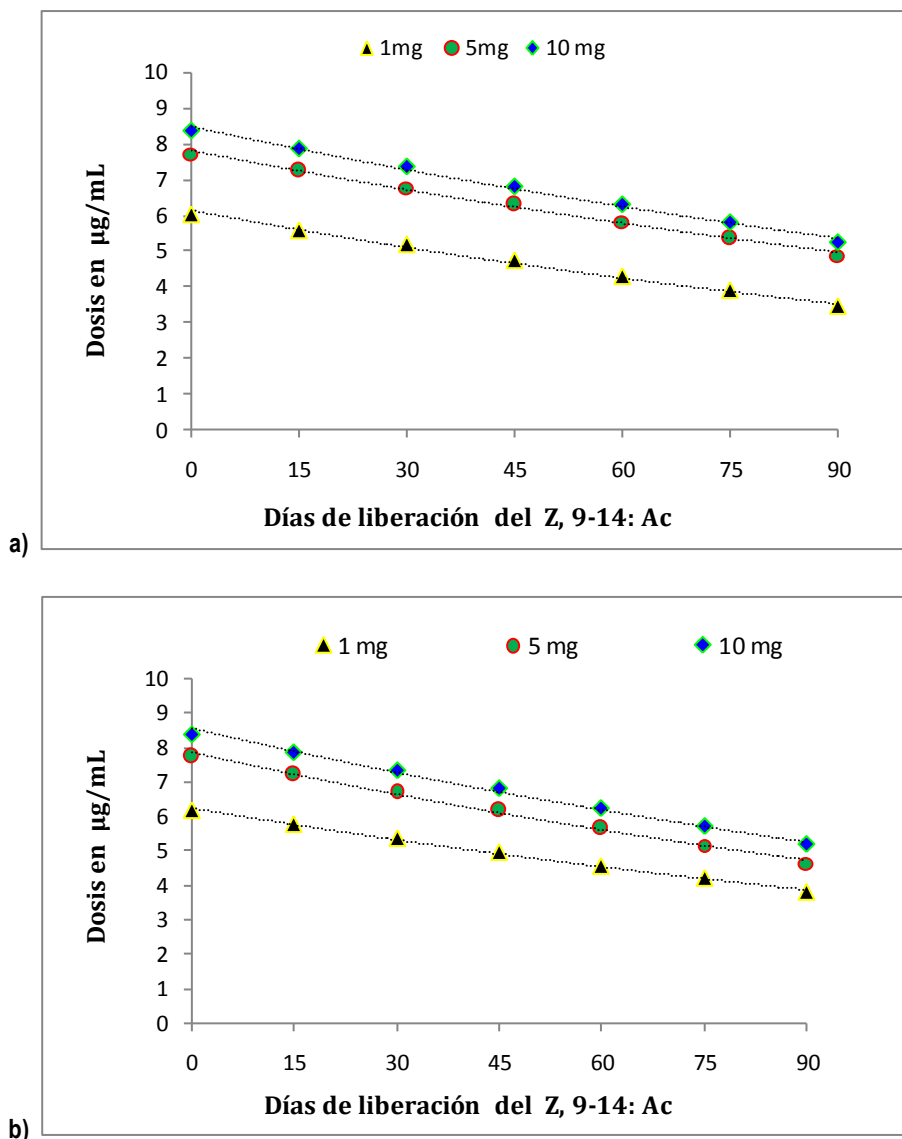


Figura 1. Promedio de la tasa de liberación del (Z)-9-tetradecenil acetato a las dosis evaluadas 1 mg, 5 mg y 10 mg en los dos ciclos de cultivo del brócoli y ($p < 0.05$), $r^2 = 0.9976$. a) ciclo: otoño-invierno y b) ciclo: primavera verano en Montecillo, Texcoco 2009-2010.

Asimismo, en el experimento realizado en el **ciclo primavera-verano** las ecuaciones del Z9-14: Ac para calcular la TL y su promedio de liberación diario fueron: **TL= $\ln 477.6 - 0.026 * (\text{días})$** y **4.79 µg/d.** para la dosis de 1 mg, **TL= $\ln 2\ 277.60 - 0.034 * (\text{días})$** y **5.93 µg/d.** en la dosis de 5 mg y **TL= $\ln 4\ 516.5 - 0.036 * (\text{días})$** y **6.54 µg/d** para 10 mg (Figura 1 b). En el análisis estadístico se observan diferencias significativas ($P \leq 0.05$) en las tres dosis evaluadas, (Cuadro 3).

Sin embargo, no hubo diferencias al comparar la TL en los dos ciclos de cultivo evaluados, otoño:invierno (**5.9640 µg/d**), primavera:verano (**5.9939 µg/d**).

Cuadro 3. Comparación de medias de la TL promedio del Z9-14:Ac en los dos ciclos de cultivo evaluados (otoño-invierno y primavera-verano). Letras diferentes representan diferencias estadísticas ($P \geq 0.05$).

Prueba t	Media TL (µg/d)	n	Tratamiento
A	6.8179	14	10 mg
b	6.2471	14	5 mg
c	4.8717	14	1 mg

La **figura 2** muestra la evolución en función del tiempo de la TL del (Z)-9-tetradecen-1-ol durante las 7 fechas de evaluación de emisión. En este componente de igual manera que el acetato, presenta datos de emisión de más altos en el día 0, y la carga residual de feromona disminuyó a un ritmo constante a lo largo de cada período de estudio. Sin embargo, las diferencias en las medias al comparar los dos experimentos, otoño-invierno (Temperatura media:15.5 °C, HR media:47.33%) y primavera-verano (Temperatura media:20.93 °C, HR media:53.25%) hace suponer que las condiciones de temperatura y humedad relativa fueron dos factores que afectan la estabilidad del Z9-14:OH.

La TL para el alcohol en el experimento **otoño-invierno** se calculó con la ecuación de Mayer y Mitchell (1998). A continuación se presentan las ecuaciones para el cálculo de la TL y promedio de liberación diario: **TL= ln 112.50 - 0.036 * (días)** y promedio **3.11 µg/d** con la dosis de 1 mg. **TL= ln 647.70 - 0.030 * (días)** y **5.12 µg/d** para 5 mg, en la dosis de 10 mg la ecuación fue: **TL= ln 1217.86 - 0.028 * (días)**, su promedio **5.86 µg/d**. Ver Figura 2 a)

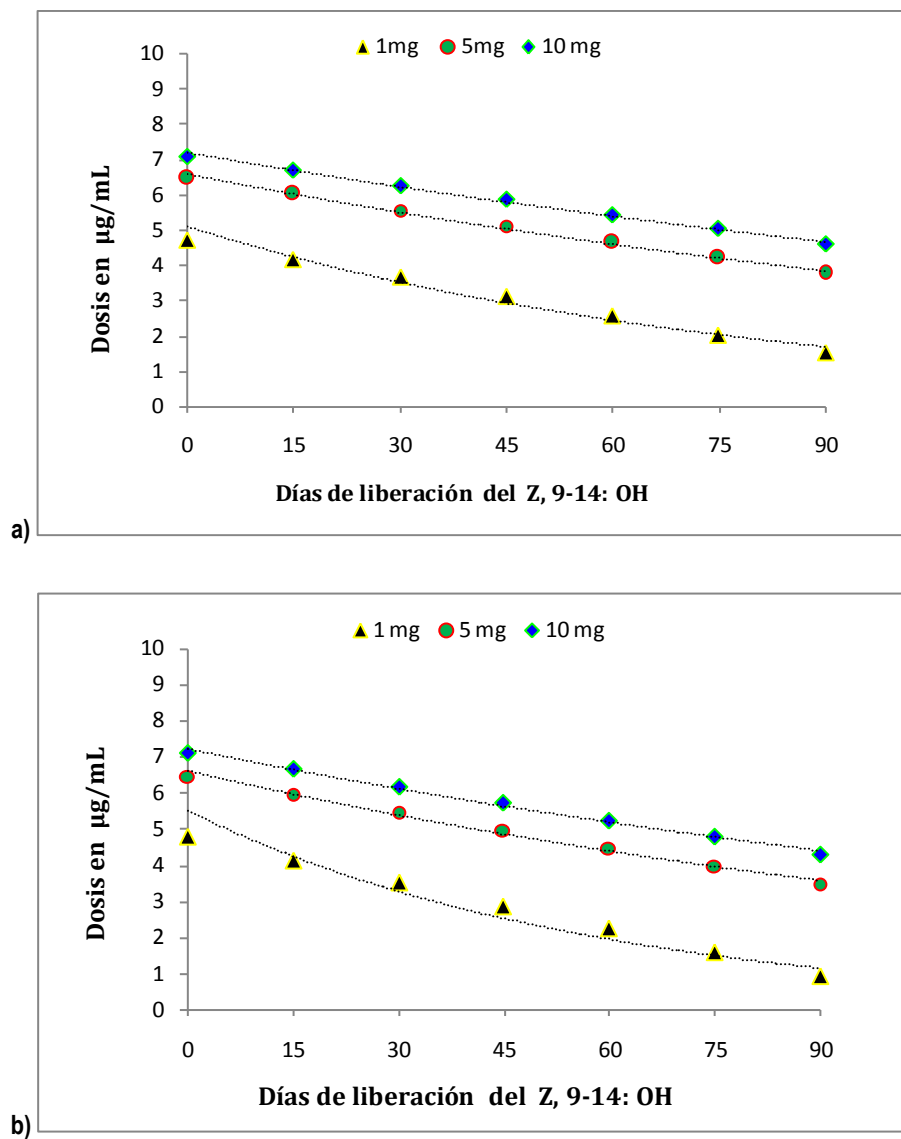


Figura 2. Promedio de la Tasa de liberación del (Z)-9-tetradecen-1-ol a las dosis evaluadas 1 mg, 5 mg y 10 mg en los dos ciclos de cultivo del brócoli ($P < 0.05$), $r^2 = 0.9957$ a) ciclo: otoño-invierno y b) ciclo: primavera verano en Montecillo, Texcoco 2009-2010.

En el experimento realizado en el ciclo **primavera-verano** las ecuaciones para el cálculo de la TL del Z,9-14:OH a las dosis evaluadas y su promedio diario de liberación del fueron: con la dosis de 1 mg $TL = \ln 119.2 - 0.043 * (\text{días})$ y promedio **2.54 µg/d**, en la dosis de 5 mg $TL = \ln 643.40 - 0.033 * (\text{días})$ y **4.72 µg/d**. En la dosis de 10 mg: $TL = \ln 1237.90 - 0.031 * (\text{días})$ y **5.48 µg/d**. Ver Figura. 2 b).

Los resultados del análisis estadístico de la TL del Z,9-14:OH expresan diferencias significativas ($P \leq 0.05$) en las tres dosis evaluadas, (Cuadro 4). Además también hubo diferencias en los dos ciclos de cultivo estudiados, otoño-invierno (**4.6979 $\mu\text{g/d}$**) y primavera-verano (**4.5164 $\mu\text{g/d}$**).

Cuadro 4. Comparación de medias de la TL promedio del Z9-14:OH en los dos ciclos de cultivo evaluados (otoño-invierno y primavera-verano). Letras diferentes representan diferencias estadísticas ($P \geq 0.05$).

Prueba t	Media TL ($\mu\text{g/d}$)	n	Tratamiento
A	5.7878	14	10 mg
B	5.0459	14	5 mg
C	2.9879	14	1 mg

2.4.2 Capturas

En el experimento realizado en el poblado de San Andrés Mixquic, Distrito Federal, en la época de siembra de estiaje (noviembre-febrero), de acuerdo con los resultados observados en el **anova** y **la prueba de t**, los resultados de las capturas de machos *C. decolora*, los tratamientos de 1 mg y 5 mg no presentaron diferencias estadísticas entre ambos, pero si fueron significativamente diferentes al tratamiento con la dosis 10 mg de la feromona sexual y con el tratamiento testigo sin feromona ($P \geq 0.05$). Ver Cuadro 5.

Cuadro 5. Comparación de medias de capturas de machos con trampas cebadas con la feromona sexual de *C. decolora* tratadas con 1mg, 5mg 10mg y el testigo (0 mg), en el ciclo otoño-invierno. Letras iguales representan no diferencias significativas, letras diferentes representan diferencias estadísticas ($P \geq 0.05$).

Prueba t	Media Machos/trampa	n	Tratamiento
A	1.417	72	1 mg
A	1.320	72	5 mg
B	0.917	72	10 mg
C	0.111	72	Testigo

En la **figura 3**, se puede observar el registro de capturas de machos adultos del gusano del corazón de la col, con las trampas tratadas (1, 5 y 10 mg) con la feromona sexual. Las evaluaciones fueron en periodos de 8 d. El tratamiento con 1 mg de feromona en los periodos 48 y 56 d registró la mayor captura 3.00 y 2.88 en promedio de adultos/trampa/noche, respectivamente., mientras que en el tratamiento testigo, el promedio máximo de captura fue a los 48 días (0.333 adultos/trampa/noche).

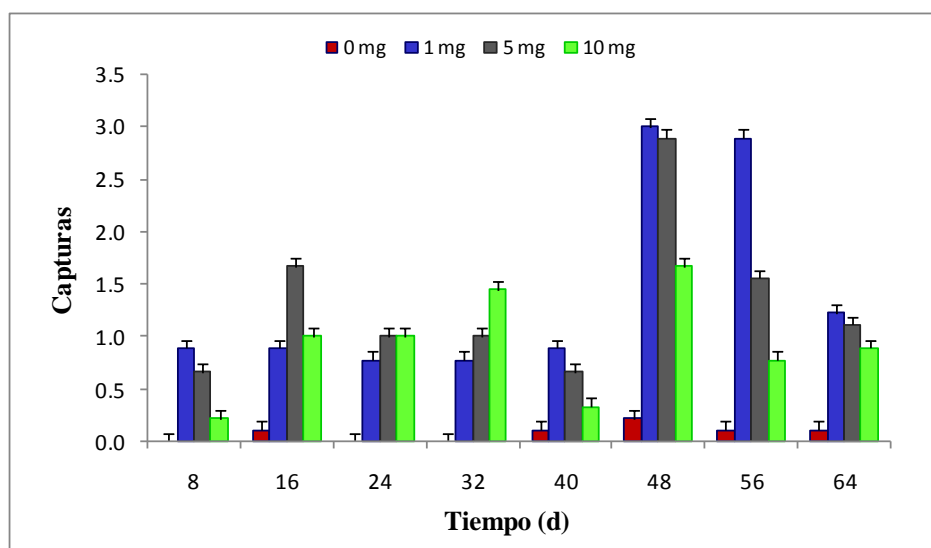


Figura.3. Promedio de capturas de machos adultos de *C. decolora* registradas durante 64 días en San Andrés Mixquic, época de estiaje (Noviembre a Febrero de 2010) con 3 dosis: 1, 5, 10 mg y el testigo (0 mg). *n=288, SD=1.3990, SE=0.0824.

*: n=muestreo SD=desviación estándar y SE=error estándar

Cuadro 6. Comparación de medias de capturas de machos con trampas cebadas con la feromona sexual de de *C. decolora* tratadas con 1mg, 5mg 10mg y el testigo (0 mg) de feromona, en el ciclo primavera-verano. Letras diferentes representan diferencias estadísticas ($P \geq 0.05$).

Prueba t	Media Machos/trampa	N	Tratamiento
A	17.644	90	1 mg
B	11.333	90	5 mg
C	6.944	90	10 mg
D	0.533	90	testigo

En el experimento realizado del mes de mayo a julio (época de lluvia) las capturas de machos de *C. decolora* se presentan en la figura 4. El análisis estadístico mostró diferencias significativas (Cuadro 6) en las tres dosis utilizadas ($P \leq 0.05$). El tratamiento de 1 mg capturó el mayor número de machos de *C. decolora* a los 40 d, con un promedio de 43.33 adultos/trampa/noche. Cabe mencionar que durante todo el experimento a las dosis de 1 mg se capturó mayor cantidad de ejemplares que las otras dos dosis evaluadas (5 y 10 mg), las cuales también capturaron más adultos a los 40 d. En el testigo, su promedio de capturas más alto fue de 1.222 adultos/trampa/noche (40 d).

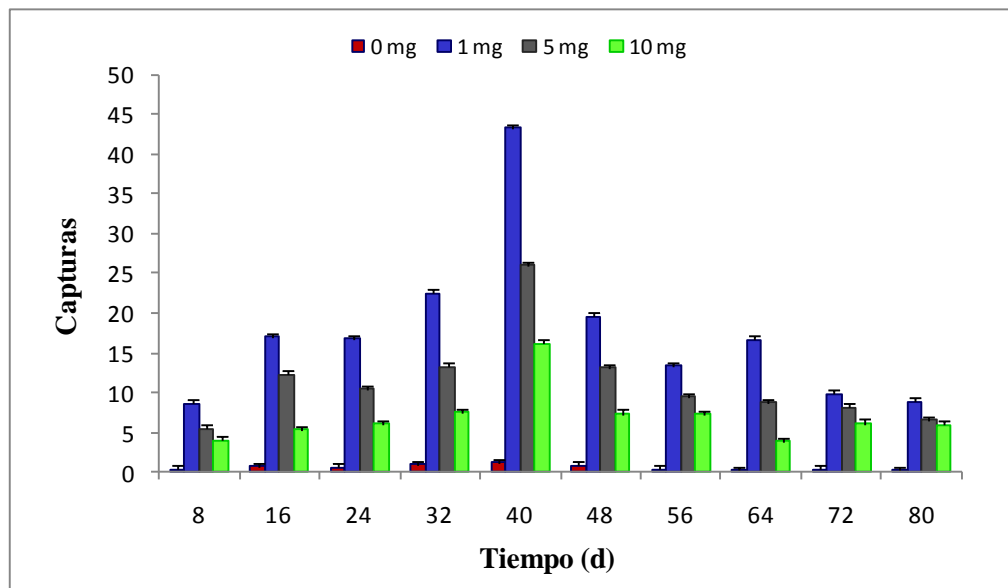


Figura 4. Promedio de capturas de machos adultos de *C. decolora* registradas durante 80 días en San Andrés Mixquic, época de lluvia (Mayo a Julio de 2010), con 3 dosis: 1,5 y 10mg y el testigo (0 mg). *n=360, SD=9.6266, SE=0.5074. *: n=muestreo SD=desviación estándar y SE=error estándar

2.4.3 Identificación de *C. decolora*

Los resultados de la identificación de *C. decolora*, de acuerdo al procedimiento de [Simmons y Pogue, \(2004\)](#) mediante la estructura interna denominada “digitus” que posee forma de espátula y que es una de las características morfológicas que identifican a la especie se observa en la Figura 5.

Esta referencia es la misma que determinó [Muñiz et al. \(2007\)](#), cuyo ejemplar presentó la misma forma del digitus, que pertenece a *Copitarsia decolora* Guenée.

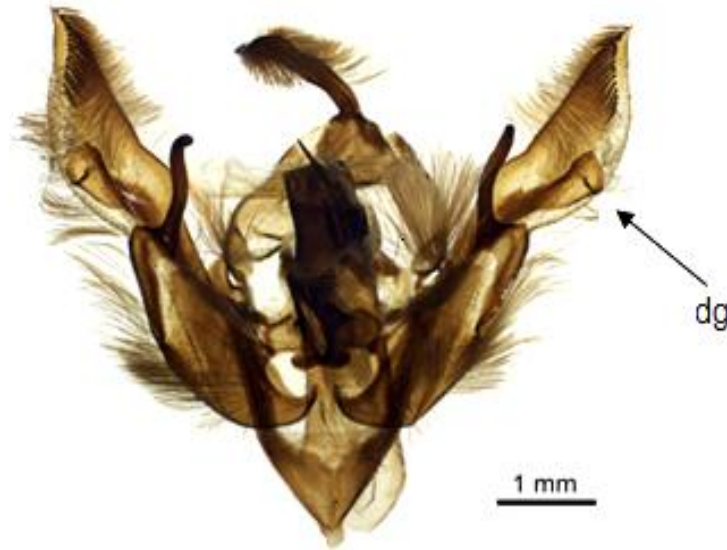


Figura 5. Genitalia de *Copitarsia decolora* Guenée en su vista posterior. dg= digitus.

2.5 Discusión

El control de plagas basado en semioquímicos, como las feromonas sexuales, han establecido una importante alternativa de solución, pues son productos que no generan daño al ambiente. Para garantizar su eficacia en el manejo de plagas, se han estudiado diferentes tipos de liberadores ([Dix et al. 1979](#); [Jutsum y Gordon 1989](#) y [Vacas et al. 2007](#)).

Los septos de caucho, elegidos para este estudio presentan ventajas; una es que el material con el que son fabricados es extraído de manera natural, es biodegradable y no genera vapores que afecten el medio. Otra ventaja es que son fáciles de manipular. Y la más importante es la cuantificación constante de la tasa de liberación de compuestos como acetatos, alcoholes y aldehídos. ([Buttler y McDonough, 1981](#); [Heath et al., 1985](#) y [Rocchini et al., 2003](#)).

La utilidad de manejar este dispositivo, con respecto a otros liberadores es su tiempo de vida, ya que si se compara con mechas de algodón, estas se ven afectadas por el polvo y dejan de liberar los componentes de la feromona con los que fueron impregnados. En cuanto a los liberadores de plástico y laminados, liberan los componentes feromonales a altas temperaturas con mayor velocidad. Sin embargo [Dix et al., \(1979\)](#) realizaron investigaciones en donde probaron mechas de algodón y tapones tipo vaina en la zona húmeda del sur de Mississippi, logrando la atracción de un mayor número de palomillas del gusano carpintero (*Prionoxystus robiniae* Peck). También se probaron ambos liberadores en las llanuras secas del norte del mismo estado, donde los tapones tipo vaina fueron más eficientes en altas y bajas densidades de la población. La importancia de los factores ambientales donde se aplica la estrategia de control basada en el uso de semioquímicos, es un factor que se debe considerar para la selección del tipo de liberador ([Heath et al., 1985](#)).

La tasa de liberación de la feromona sexual de *C. decolora*: (Z) 9- Tetradecenil acetato y (Z) 9- Tetradecenol, en septos de caucho rojo Sigma®, impregnados con los componentes a las dosis 1, 5 y 10 mg en los ciclos otoño-invierno y primavera-verano, realizados en San Andrés Mixquic, no mostró diferencias al compararse la TL en los dos ciclos de cultivo evaluados, es decir la TL del Z9-14:Ac se comportó como un proceso uniforme y prolongado de pérdida de la dosis efectiva de los componentes activos, a través del tiempo, es decir su emisión de la TL de este compuesto no se vio afectada por las condiciones ambientales de humedad relativa y temperatura registradas durante el periodo de evaluación de los experimentos. ([McDonough et al., 1989](#)).

En cambio, en la emisión de la TL del Z, 9- Tetradecenol, los factores ambientales como la temperatura, humedad relativa, precipitación pluvial y velocidad del viento, pudieron influir en la liberación de este componente. Esto puede atribuirse a la volatilidad del alcohol, ya que al incrementarse la temperatura se liberaba con mayor rapidez durante el ciclo de cada experimento. Lo anterior coincide con lo expuesto por [Barrera et al. \(2006\)](#), donde mencionan que la temperatura incide de manera

directa en la actividad de los insectos y en la tasa de liberación de los atrayentes. Las bajas temperaturas pueden ocasionar una tasa de liberación menor, lo cual limitaría el radio de acción del atrayente. Una temperatura muy elevada podría ejercer una acción contraria, ocasionando una pérdida acelerada de la fuente del atrayente, limitando de esta manera su periodo de acción. Podemos relacionar lo anterior con lo expuesto por diferentes autores, quienes afirman que altos niveles de feromona tienden a confundir a los insectos en vez de atraerlos ([Jacobson y Beroza, 1964](#); [Zhang y Amalin, 2005](#)), al igual que en el trabajo realizado por [Heath et al. \(1991\)](#) que cargaron septos de caucho con 20, 100 y 200 μL de α farneseno y encontraron que estos dispositivos cargados con las dosis mayores presentaron liberación más estable.

El monitoreo de insectos con trampas cebadas con feromonas sexuales, se ha asociado a la relación tasa de liberación-capturas. Si existe incremento en la TL, también se espera aumento en las capturas, esto es, porque los factores como temperatura, humedad relativa, viento y lluvia, contribuyen a la dispersión de la feromona, lo que genera mayor o menor atracción hacia la trampa cebada con los componentes feromonales ([Montoya et al, 2002](#)). Contrario a esto, en nuestros resultados, las trampas tratadas con la dosis baja (1 mg) en ambos experimentos (noviembre- febrero) y (mayo- julio) capturaron palomillas desde los primeros días de establecido el trampeo y en las dosis altas (5 mg y 10 mg) disminuyó el número de capturas de machos adultos de *C. decolora* a lo largo de los experimentos.

Estos resultados coinciden con lo obtenido por [Vacas et al. \(2007\)](#), Ellos llevaron a cabo un ensayo de campo con trampas cebadas con uno, dos y tres dispensadores mesoporosos y otras trampas tratadas con un dispensador estándar, y reportan que el mayor número de capturas en campo no corresponde a la tasa más alta de emisión de feromona, lo que sugiere un efecto repelente al insecto, si la emisión es excesiva.

En la época de estiaje, hubo menor captura que durante el periodo de lluvia. Estos resultados indican que la densidad poblacional de *C. decolora* durante el periodo Primavera-verano fue mayor, lo cual concuerda con lo obtenido por [Suárez et al \(2006\)](#) que encontraron en Texcoco, Estado de México en el cultivo de Col (*Brassica oleracea* var *Capitata* L), una alta densidad poblacional de larvas de *C. decolora* en el mes de Junio de 2004, y lo podemos relacionar con la preferencia del estado fenológico del cultivo que ataca esta plaga (formación del pedúnculo).

Según [Minks \(1977\)](#) y [Southwood \(1978\)](#), el número de capturas de una especie en trampas es determinado por la densidad y distribución de la población; edad, sexo, especie y comportamiento de vuelo del insecto, en función de cambios ambientales; además de cambios en la eficiencia de la trampa, dados por su diseño, número de trampas por unidad de superficie y dosis del atrayente. En este trabajo se empleó una alta densidad de trampas en una superficie pequeña para efectuar el monitoreo de la plaga, con un diseño de trampa que permitiera la entrada del viento para que se efectuara la dispersión de la feromona liberada por los septos de caucho para provocar la atracción de machos adultos de *C. decolora*. Pudimos observar que el radio de atracción de esta feromona sexual alcanzó a atraer insectos no blanco, (lepidópteros, dípteros, coleópteros y hemípteros) lo cual está relacionado a que cada componente por separado atrae a diferentes tipos de palomillas, por ejemplo: el Z, 9-14: Ac ejerce atracción hacia machos de *Lacinipolia* sp., *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith), especies de *Leucania*, hembras mutantes de *Trichoplusia ni* ([Spohn et al., 2003](#)).

De acuerdo con [Montoya et al. \(2002\)](#), otro factor ambiental como la precipitación pluvial influye de forma negativa en el número de capturas por trampa, debido a la menor movilidad que los insectos presentan bajo estas condiciones, además implica el lavado de la feromona que tienen los dispositivos, . [Black et al. \(1996\)](#) mencionan que de acuerdo al diseño de la trampa, las precipitaciones pueden lavar parte del atrayente, disminuyendo la eficiencia de la misma.

El diseño de la trampa artesanal, utilizada favorece el flujo de aire, pero no la exposición directa del septo con el medio ambiente. De esta manera, los resultados obtenidos nos sirven para plantear un buen sistema de monitoreo y trampeo masivo de *C. decolora* en las zonas productoras de crucíferas en México. Este sistema puede ser implementado con eficiencia desde el inicio del ciclo de cultivo, si es efectuado dentro del manejo integrado de esta plaga.

Con los resultados de las tasas de liberación y capturas obtenidas en los dos experimentos, podemos concluir que la dosis de 1 mg de la feromona sexual Z, 9-14: Ac y Z, 9-14: OH en proporción 4:1, puede ser la más adecuada como herramienta en el monitoreo y trampeo masivo del gusano del corazón de la col *Copitarsia decolora* Guenée, en lugares con condiciones ambientales similares a las del sitio de estudio y con una distribución de 30 m² de distancia entre trampas.

2.6 LITERATURA CITADA

- Adams, G.R., Murray, D. K., and Lorraine M. Los.** 1989. Effectiveness and selectivity of sex pheromone lures and traps for monitoring fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) adults in Connecticut sweet corn. *J. Econ. Entomol.* **82** (1): 285-290.
- Barrera J. F., P Montoya y J. Rojas** 2006. Bases para la aplicación de sistemas de trampas y atrayentes en manejo integrado de plagas. *In: Simposio de trampas y atrayentes en detección, monitoreo y control de Plagas de importancia económica.* Barrera J. F y P. Montoya (eds.) Sociedad Mexicana de Entomología y el Colegio de la Frontera Sur. Manzanillo, Colima, México. Pp: 1-16.
- Black, M. H., F. T. A. Alamid, E. M. Alsol, M. Kagigi, F. Kawan & N. El Busafi.** 1996. Standardization of medfly trapping in the Libyan Arab Jamahiriya during 1987-1991. En: Standardization of medfly trapping for use in sterile insect technique programmes. Final report. International Agency Energy. Vienna Austria, pp. 29-68.
- Butler, L. I., and L. M. McDonough.** 1979. Insect sex pheromone: Evaporation rates of acetates from natural rubber septa. *J. Chem. Ecol.* **5**: 825-837.
- Brown, D.F., A. L. Knight, J. F. Howell, C. R. Sell, J. L. Kyrsan, and M. Weiss.** 1992. Emission characteristics of a polyethylene pheromone dispenser for mating disruption of codling moth (Lepidoptera: Tortricidae). *J. Chem. Ecol.* **85**: 910-917.
- Del Río G. S.** 2007. Trampas con feromona sintética para la captura de *Copitarsia decolora* (Gene) 1852 (Lepidoptera: Noctuidae). Tesis Maestría. Colegio de Postgraduados Montecillo, México. 35 p.
- Dix, M. E., Solomon, D.J and Doolittle, E.R.** 1979. Influences of pheromone dispenser and trap placement on trapping Carpenterworm moths in North Dakota and Mississippi. *Environ. Entomol.* **8**: 322-325.

- García, E.** 1981. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koppen. Offset Larios. S.A. México, D.F. 456p.
- Heath, R. R., P. E. A. Teal, J. H. Tumlinson, and J. Mengelkoch.** 1986. Prediction of release ratios of multicomponent pheromones from rubber septa. *J. Chem. Ecol.* **12**: 2133-2143
- Heath, R. R., J. H. Landolt., D. L. Tumlinson., R. E. Chambers., R. E. Murphy., B. D. Doolittle, J. S. Dueben, and C. O. Calkins.** 1991. Analysis, synthesis, formulation and field testing of three major components of male Mediterranean fruit fly pheromone. *J. Chem. Ecol.* **17**: 1925-1940.
- Heath, R. R., Epsky, D. N., Guzmán, A., Dueben, B., Manukian, A. and Meyer, L. W.** 1995. Development of a dry plastic insect trap with food-based synthetic attractant for the Mediterranean and Mexican fruit flies (Diptera: Tephritidae). *J. Econ. Entomol.* **88**: 1307-1315
- Jacobson, M., and M. Beroza.** 1964. Insect attractants. *Sci. Am.* **211**: 20-27.
- Mayer, S. M., and E. R. Mitchell.** 1988. Rapid measure of sex pheromone emission from plastic rope dispensers: Example of utility in sexual communication disruption of the diamondback moth *Plutella xylostella*. *phytoparasitica.* **26**:1-9.
- McDonough, L. M., D. F. Brown, and W. C. Aller.** 1989. Insect sex pheromones: Effect of temperature on evaporation rates of acetates from rubber septa. *J. Chem. Ecol.* **15**: 779-790.
- Minks, A.K.** 1977. Trapping with behavior-modifying chemicals: feasibility and limitations. En: H.H. Shorey and J.J. McKelvey, Jr. (eds.), *Chemical control of insect behavior: theory and application.* John Wiley & Sons, N.Y., pp. 385-394.
- Montoya, P., H. Celedonio, H. Miranda, J. Paxtian & D. Orozco.** 2002. Evaluación de sistemas de trapeo y atrayentes para la captura de hembras de *Ceratitis capitata* (Wied.) y otras moscas de la fruta (Diptera: Tephritidae) en la región del Soconusco, Chiapas. *Folia Entomol. Mex.*, **41**: 359-374.
- Muñiz-Reyes et al.** 2007. Capturas de *Copitarsia decolora* (Lepidóptera: Noctuidae) en trampas cebadas con diferentes proporciones de feromona sexual. *Agrociencia* **41**: 575-581.

- Rojas J. C., L. Cruz-López, E. A. Malo, O Díaz-Gómez, G. Calyecac y J Cibrián T.** 2006. Identification of the sex pheromone of *Copitarsia decolora* (Lepidoptera: Noctuidae). J. Econ. Entomol. **99**(3): 797-802.
- Rocchini, L. A., Lindgren S. B., and Robert G. Bennett.** 2003. Douglas-fir pitch moth, *Synanthedon novaroensis* (Lepidoptera: Sesiidae) in North-Central British Columbia: Flight period and the effect of trap type and pheromone dosage on trap catches. Environ. Entomol. **32**(1): 208-213.
- SAS.** 2002. The SAS system for Windows V 9.0. Sas Institute Inc. Cary, NC. USA..
- Southwood, T.R.E.** 1978. Ecological methods with particular reference to the study of insect populations. Chapman and Hall. London, 524 p.
- Spohn, B. G., J. Zhu, B. B. Chastain, and K.F. Haynes.** 2003. Influence of mating success of two strains of cabbage loopers, *Trichoplusia ni* (Hubner) (Lepidoptera: Noctuidae). Environ. Entomol. **32** (4): 736-741.
- Stelinski, L. L., J. R. Miller, R. Ledebuhr, P. Siegert, and L. J. Gut.** 2007. Season-long mating disruption of *Grapholita molesta* (Lepidoptera: Tortricidae) by one machine application of pheromone in wax drops (SPLAT-OFM). J. Pest. Sci. **80**: 109-117.
- Simmons R. and Pogue G. M.** 2004. Redescription of two often-confused noctuid pests, *Copitarsia decolora* and *Copitarsia incommoda* (Lepidoptera: Noctuidae: Cuculliinae).
- Suárez-Vargas A. D., N. Bautista-Martínez, J. Valdez-Carrasco, A. Angulo-Ormeño, R. Alatorre-Rosas, J. Vera-Graziano, A. Equihua-Martínez y V. Manuel-Pinto** 2006. Fluctuación poblacional de *Copitarsia decolora* (Guenée) y su asociación con crucíferas comerciales. Agrociencia **40**: 501-509.
- Vacas, S., Alfaro, C., Navarro, L.V., Zarzo, M. y Primo, J.** 2007. Study on the optimum pheromone release rate for attraction of *Chilo suppressalis* (Lepidoptera: Pyralidae). J. Econ. Entomol. **102** (3): 1094-1100.
- Vavilov, N.I.** 1992. Origin and geography of cultivated plants. Cambridge University Press. 498 pp.

Vrkoc, J., K. Konecny, I. Valterova, and I. Hrdy. 1988. Rubber substrates and their influence on isomerization of conjugated dienes in pheromones dispensers. *J. Chem. Ecol.* **14**:1347-1358.

Zhang, A. J., and D. Amalin. 2005. Sex pheromone of the female pink hibiscus mealybug, *Maconellicoccus hirsutus* (Green) (Homoptera: Pseudococcidae): biological activity evaluation. *Environ. Entomol.* **34**: 264-270.

V. CONCLUSION GENERAL

La presente investigación permitió confirmar que los factores ambientales, como la temperatura y humedad relativa, así como la precipitación pluvial, fueron determinantes en la tasa de liberación de los componentes sintéticos de la feromona sexual de *Copitarsia decolora*, ya que se liberaba con mayor velocidad si había mayor temperatura y menor humedad relativa.

En los dos ciclos del experimento (otoño-invierno y primavera-verano) de tasa de liberación del Z, 9- Tetradecenil acetato no hubo diferencias estadísticas entre ellos, con lo cual se deduce que este componente conservó una liberación más estable. Sin embargo, en el Z, 9- Tetradecenol hubo diferencias significativas en los dos ciclos, debido a que su liberación fue influida por la temperatura y humedad relativa, afectando su emisión y estabilidad.

En el presente trabajo, las capturas de machos de *C.decolora* fueron menores, de acuerdo al aumento de temperatura y disminución de la humedad relativa. Sin embargo, otro factor ambiental como la lluvia, no permitió que en esos días hubiera adultos capturados, ya que los insectos no podían desplazarse hacia las trampas cebadas con feromona sexual.

En la dos épocas de captura (estiaje y lluvia), la dosis de 1 mg atrajo mayor número de ejemplares, que las de 5 y 10 mg, por lo que la emisión alta de feromona influye negativamente en la atracción de los machos de *C. decolora*.

La trampa artesanal líquida con detergente al 10% y el septo de caucho fueron eficientes en la captura de machos de *C. decolora*, debido a las condiciones presentes, como el viento, en cada ciclo para el lugar del experimento, con lo cual se recomienda utilizar dicha combinación con feromona sexual a dosis de 1 mg en este lugar, desde el inicio de cada ciclo de cultivo, ya que mantuvo una captura constante.