

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONOMICAS

**USO DE TRAMPAS CON FEROMONA SEXUAL PARA CONTROL DE MACHOS DE
PALOMILLA DORSO DE DIAMANTE *Plutella xylostella* L. EN EL CULTIVO DE
BRÓCOLI *Brassica oleracea* VARIEDAD ITÁLICA
EN MATAQUESCUINTLA, JALAPA**

PRESENTADA A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA
DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



JORGE LUIS ROLDAN CASTILLO

En el acto de investidura como

INGENIERO AGRONOMO

EN

**SISTEMAS DE PRODUCCION AGRICOLA
EN EL GRADO ACADEMICO DE LICENCIADO**

Guatemala, julio del 2,001

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central

DL
01
T(2004)

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

Ing. Agr. EFRAIN MEDINA GUERRA

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO	Ing. Agr.	Edgar Oswaldo Franco Rivera
VOCAL PRIMERO	Ing. Agr.	Walter Estuardo García Tello
VOCAL SEGUNDO	Ing. Agr.	Manuel de Jesús Martínez Ovalle
VOCAL TERCERO	Ing. Agr.	Alejandro Arnoldo Hernández Figueroa
VOCAL CUARTO	Prof.	Abelardo Caal Ich
VOCAL QUINTO	Br.	José Baldomero Sandoval Arriaza
SECRETARIO	Ing. Agr.	Edil René Rodríguez Quezada

Guatemala, julio del 2,001

Honorable Junta Directiva
Honorable Tribunal Examinador
Facultad de Agronomía
Universidad de San Carlos de Guatemala
Presente

Distinguidos miembros:

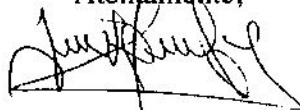
De conformidad con las normas establecidas en la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a su consideración el trabajo de tesis titulado

**USO DE TRAMPAS CON FEROMONA SEXUAL PARA CONTROL DE MACHOS DE
PALOMILLA DORSO DE DIAMANTE Plutella xylostella L. EN EL CULTIVO DE
BRÓCOLI Brassica oleracea VARIEDAD ITÁLICA
EN MATAQUESCUINTLA, JALAPA**

Presentado como requisito previo a optar el Título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola, en el grado académico de Licenciado.

En espera de su aprobación, me es grato presentarles mi agradecimiento.

Atentamente,



JORGE LUIS ROLDAN CASTILLO

ACTO QUE DEDICO

A:

DIOS:

Por iluminarme y permitirme culminar mi carrera.

MIS PADRES:

Jorge Adalberto Roldán Pinto
Teresa de Jesús Castillo Méndez
Por su valioso apoyo y colaboración en mi formación.

MIS HERMANOS:

Venus Emperatriz Roldán Castillo, Belén de María Roldán Castillo
Que mi triunfo les sirva de ejemplo a seguir.

MIS AMIGOS Y

COMPAÑEROS DE ESTUDIO:

Ilde, Juan Carlos, Larry, Pepe, Lilo, Martín, Luis Felipe, Carlos Cruz, Héctor, Roderico, Guayo, Amadeo, Pichi, Otto, Joel, Manuel, Armando.

MI FAMILIA:

Abuelos, tíos, primos, sobrinos con mucho cariño, en especial a Johana.

TESIS QUE DEDICO

A:

Guatemala

Universidad de San Carlos de Guatemala

Facultad de Agronomía

Carrera en Sistemas de Producción Agrícola

Santa Rosa

Agricultores casillences.

AGRADECIMIENTOS

A:

- Mi asesor **Ing. Agr. Alvaro Hernández**, por su incondicional apoyo en la realización de este trabajo y por su amistad brindada.
- **Ing. Agr. Pedro Pelaez**, por su apoyo incondicional.
- **ALCOSA**, por permitirme realizar la presente investigación en sus campos de cultivo, especialmente a el **Ing. Agr. Erich Sundfeld, Ing. Agr. Gustavo Rodríguez, Ing. Agr. David González, Ing. Agr. Rudy Cruz, Ing. Agr. Leonel Martínez, Sr. Antonio Gómez, Sr, Guillermo Cristales** y todo el personal del departamento agrícola.
- A las personas que contribuyeron en el desarrollo de la investigación
 - Ing. Agr. Joaquim Melgar
 - Ing. Agr. Gustavo Acosta
 - Ing. Agr. Guillermo Díaz
 - Ing. Agr. Danilo Dardón

CONTENIDO GENERAL

	Página
RESUMEN	v
1. INTRODUCCIÓN	1
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
3. MARCO TEÓRICO	4
3.1 MARCO CONCEPTUAL	4
3.1.1 EL CULTIVO DE BRÓCOLI Y SU AGRONOMÍA	4
A. SIEMBRA	4
B. TRASPLANTE	4
C. MANEJO DE PLAGAS Y ENFERMEDADES	5
a. CONTROL QUÍMICO	5
b. USO DE INSECTICIDAS	6
c. CONTROL BIOLÓGICO	7
d. CONTROL ETOLÓGICO	8
e. USO DE FEROMONAS	8
D. FERTILIZACIÓN	9
E. COSECHA	9
F. RENDIMIENTOS	10
G. ALMACENAMIENTO EN PLANTA	10
3.1.2 CICLO DE VIDA DE LA PALOMILLA DORSO DE DIAMANTE	10
3.1.3 LAS FEROMONAS SON PARTE DEL MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS	12
3.1.4 INFORMACIÓN CONTENIDA EN LOS MENSAJES QUÍMICOS	13

3.1.5	FEROMONAS SEXUALES Y DE AGREGACIÓN	13
A.	FEROMONAS SEXUALES	14
B.	FEROMONAS DE AGREGACIÓN	14
3.1.6	PRODUCCIÓN Y PERCEPCIÓN DE FEROMONAS EN LOS INSECTOS	15
A.	PRODUCCIÓN FEROMONAL	15
B.	LIBERACIÓN DE LAS FEROMONAS	15
3.1.7	PERCEPCIÓN FEROMONAL DEL INSECTO	16
A.	LAS ANTENAS DE LOS INSECTOS	16
B.	SENSILAS OLFATIVAS	16
3.1.8	TRANSDUCCIÓN	16
3.1.9	RESPUESTA COMPORTAMENTAL Y FISIOLÓGICA A LAS FEROMONAS	17
A.	ORIENTACIÓN HACIA EL ORIGEN DE LA FEROMONA	17
B.	ORIENTACIÓN AÉREA HACIA LAS FEROMONAS	17
C.	ORIENTACIÓN HACIA LA FEROMONA A CORTA DISTANCIA	19
3.1.10	PAPEL DE LAS FEROMONAS EN EL CONTROL DE PLAGAS	19
3.1.11	TRAMPA Y TIPOS DE TRAMPA	20
A.	INTERPRETACIÓN DE LAS CAPTURAS	20
B.	ESTRATEGIAS DE TRAMPEO MASIVO	21
3.1.12	IMPEDIMENTO DE LA CÓPULA	21
3.2	MARCO REFERENCIAL	24
3.2.1	CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA EXPERIMENTAL	24

4.	OBJETIVOS	25
4.1	GENERALES	25
4.2	ESPECÍFICOS	25
5.	HIPÓTESIS	26
6.	METODOLOGÍA	27
6.1	LUGAR DE TRABAJO Y ÉPOCA	27
6.2	FACTOR ESTUDIADO	27
6.3	DESCRIPCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS EVALUADOS	27
6.4	DISEÑO EXPERIMENTAL	28
6.5	MODELO ESTADÍSTICO	28
6.6	UNIDAD EXPERIMENTAL	28
6.7	MANEJO DEL EXPERIMENTO	29
6.8	VARIABLES DE RESPUESTA	29
6.9	ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN	30
	6.9.1 ANÁLISIS ESTADÍSTICO	30
	6.9.2 ANÁLISIS ECONÓMICO	30
7.	RESULTADOS	31
7.1	ADULTOS MACHOS DE <u>Plutella xylostella</u> L. CAPTURADOS POR TRATAMIENTO	31
	7.1.1 ANÁLISIS DE REGRESIÓN QUE MEJOR SE AJUSTA PARA EL COMPORTAMIENTO DE ADULTOS MACHOS DE <u>Plutella xylostella</u> L. CAPTURADOS POR TRAMPA DÍAS DESPUÉS DEL TRASPLANTE	32

7.1.2	ANÁLISIS CONSIDERANDO LOS DÍAS DESPUÉS DE COLOCA LA TRAMPA	34
7.2	MONITOREO DE LARVAS DE <u>Plutella xylostella</u> L. PRESENTES EN CADA TRATAMIENTO POR 10 PLANTAS	36
7.2.1	ANÁLISIS DE REGRESIÓN QUE MEJOR SE AJUSTA PARA EL COMPORTAMIENTO DE LARVAS DE <u>Plutella xylostella</u> L ENCONTRADAS EN 10 PLANTAS A DÍAS DEL TRASPLANTE	38
7.2.2	ANÁLISIS DE REGRESIÓN QUE MEJOR SE AJUSTA PARA EL COMPORTAMIENTO DE LARVAS DE <u>Plutella xylostella</u> L ENCONTRADAS EN 10 PLANTAS DÍAS DESPUÉS DEL TRASPLANTE	40
7.3	MONITOREO DE PUPAS PRESENTES EN CADA TRATAMIENTO POR 10 PLANTAS	43
7.3.1	ANÁLISIS DE REGRESIÓN PARA EL COMPORTAMIENTO DE PUPAS PRESENTES EN 10 PLANTAS DÍAS DESPUÉS DEL TRASPLANTE	45
7.3.2	ANÁLISIS CONSIDERANDO LOS DÍAS DESPUÉS DE COLOCADA LA TRAMPA	47
7.4	DISCUSIÓN INTEGRADA DE LOS RESULTADOS	49
7.5	RENTABILIDAD DE LOS TRATAMIENTOS	49
8.	CONCLUSIONES	51
9.	RECOMENDACIONES	53
10.	BIBLIOGRAFÍA	54
11.	APÉNDICE	56

RESUMEN

USO DE TRAMPAS CON FEROMONA SEXUAL PARA CONTROL DE MACHOS DE PALOMILLA DORSO DE DIAMANTE *Plutella xylostella* L. EN EL CULTIVO DE BRÓCOLI *Brassica oleracea* VARIEDAD ITALICA EN MATAQUESCUINTLA, JALAPA

USE OF TRAP WITH SEXUAL PHEROMONE FOR CONTROL OF MALES OF DIAMONDBACK MOTH *Plutella xylostella* L., IN THE CROP OF BROCCOLI *Brassica oleracea* VARIETY ITALICA IN MATAQUESCUINTLA, JALAPA.

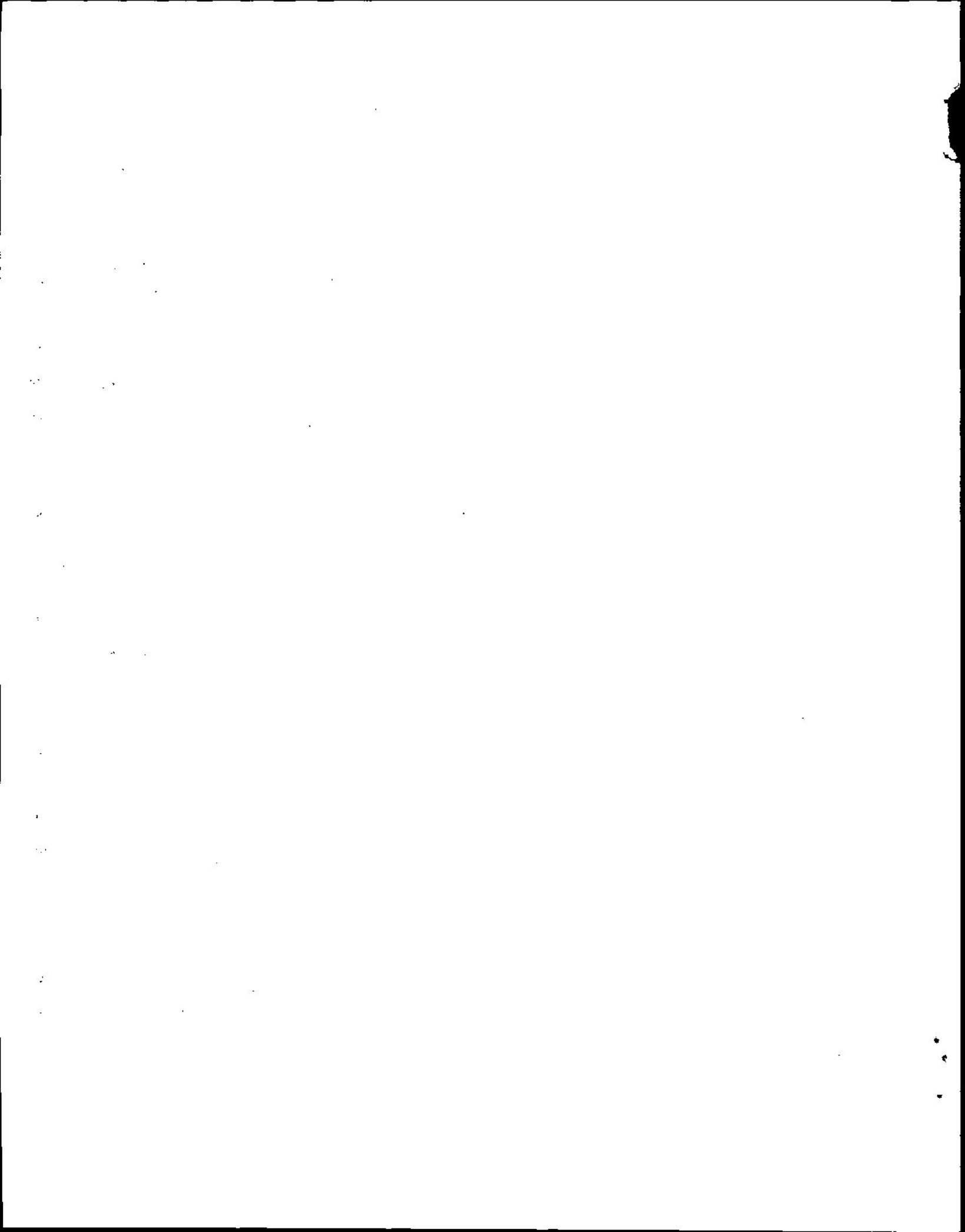
Las feromonas sexuales producidas en forma sintética han sido utilizadas frecuentemente para diferentes fines, entre ellos; atrape masivo de insectos plaga, al crear confusión entre individuos de ambos sexos.

El propósito del presente trabajo fue evaluar diferente número de trampas por parcela y como influye esto en el número de capturas.

Para el efecto se estableció un experimento en los campos de ALCOSA, en al aldea Pino Dulce del municipio de Mataquescuintla, Jalapa, donde se evaluó parcelas con 0, 1, 2 y 3 trampas por parcela, se usó el diseño bloques al azar con 4 tratamientos y 3 repeticiones.

Las trampas se colocaron 30 días después del trasplante, las cuales fueron monitoreadas dos veces por semana y se tomó las lecturas del número de palomillas atrapadas por trampa y por parcela, además se monitoreó el número de larvas y pupas en el follaje una vez por semana un mes antes de la cosecha para conocer si en las parcelas donde las capturas de palomilla fueron mayores, se encontraba el menor número de larvas.

Según los resultados obtenidos del número de capturas realizadas por las trampas en cada parcela, se concluye que es recomendable el uso de trampas con feromona sexual para captura de adultos machos de plagas en el cultivo de brócoli, para lo cual se recomienda dos trampas con feromona por cuerda de 40 x 40 varas.



1. INTRODUCCION

El brócoli Brassica oleracea variedad Itálica es un producto hortícola de exportación no tradicional, de mucha importancia en Guatemala, por los ingresos que genera al país; en 1,998 generó ingresos por \$ 17,750,870.00. Según AGEXPRONT, para 1998 se incrementó un 25% el ingreso de divisas por exportación de productos no tradicionales en comparación con el año anterior, este incremento equivale a 2.6 millones de dólares. De esto el 18.34% fue de productos agrícolas, entre ellos verduras y legumbres. El incremento de la producción de brócoli, así como las zonas que lo cultivan, se debe a que es un cultivo con mayor demanda y crecimiento en relación a los otros cultivos no tradicionales (1).

El brócoli Brassica oleracea variedad Itálica es una hortaliza de alto valor nutritivo, rico en vitamina A y C, además de contener una sustancia llamada sulforafane, que posiblemente ayuda a prevenir o curar algunos tipos de cáncer, por ello constituye una buena opción para nutrición y producción.

Para el agricultor, como el ciclo de cultivo del brócoli es corto, permite obtener de dos a tres cosechas al año si se tiene riego. Por ser un producto de gran demanda en el mercado exterior, 81% a los EEUU y 19% a Europa, exportado congelado y en fresco, es necesario que cumpla con algunos requisitos de calidad (tamaño, color y peso) y estar dentro de los niveles permitidos de tolerancia de insectos y plaguicidas (10).

El principal problema del cultivo de brócoli lo constituyen las plagas directas o indirectas, entre estos los insectos que afectan el follaje, disminuyendo la calidad del producto, tanto por daño como por su presencia. Se estima que del 5 al 8% de las muestras analizadas son rechazadas en las plantas de procesamiento, por la presencia del insecto en diferentes estados de desarrollo, en las cabezas de brócoli,

lo cual según datos de AGEXPRONT representó para 1998 pérdidas que oscilan entre Q 853,794 a Q 1,366,070 (12).

Dentro del conjunto de plagas que atacan al cultivo de brócoli Brassica oleracea variedad Itálica, la palomilla dorso de diamante Plutella xylostella L. es la especie de mayor importancia económica, por los daños que ocasiona en la inflorescencia, haciendo que pierda calidad y valor comercial para exportación (15).

Ante este problema se han implementado programas de manejo integrado de plagas, basados en prácticas biológicas, etológicas, culturales y químicas. En el control etológico, las feromonas sexuales sintéticas han sido utilizadas en otros países con éxito para atraer y reducir las poblaciones de la palomilla dorso de diamante Plutella xylostella L. al producir confusión en la comunicación entre sexos, o el atrape masivo de adultos machos (17). Por esta razón, en varios países se recomienda el control etológico a través del empleo de feromonas. Ello también permite conocer el comportamiento biológico de las poblaciones de plaga según la captura de adultos machos de Plutella xylostella L.

El trabajo evaluó el uso de trampas con feromona sexual para el control de la palomilla dorso de diamante Plutella xylostella L. en el cultivo de brócoli, como una opción que favorezca al agricultor, protegiendo el ambiente, disminuyendo las aplicaciones de plaguicidas y haciendo más rentable el cultivo.

Durante la evaluación de trampas con feromona sexual para captura de adultos machos de Plutella xylostella L. bajo condiciones de Mataquescuintla, Jalapa, el tratamiento que más capturas de insectos adultos machos fue la de dos trampas por parcela, además proporcionó la máxima calidad del producto cosechado y la más alta rentabilidad.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El brócoli es un cultivo hortícola de exportación no tradicional, de importancia económica para Guatemala, por los ingresos económicos que genera al país.

Entre las plagas claves que afectan al brócoli están: el pulgón Brevicoryne brassicae L.; la gallina ciega Phyllophaga spp.; el gusano soldado Spodoptera frugiperda S. y Spodoptera exigua H.; gusano anillado de las coles Leptophobia aripa B.; el falso medidor Trichoplusia ni H.; y la palomilla dorso de diamante Plutella xylostella L., ésta última se ha identificado como la plaga principal, ocasionando la pérdida de calidad y valor comercial del cultivo, el incremento del rechazo en el campo por las empresas exportadoras debido a la presencia de la plaga.

Para controlar la palomilla dorso de diamante, el agricultor utiliza productos químicos de amplio espectro y alta persistencia a veces no permitidos (Cuadro 1A en apéndice), lo cual unido a la contaminación del ambiente produce alto riesgo de rechazo de la producción, provocando pérdidas económicas a muchos agricultores.

En la aldea del Pino Dulce municipio de Mataquesuintla Jalapa, en los últimos años durante la época de cultivo, los productores de brócoli han tenido mucho problema con las altas poblaciones de palomilla dorso de diamante, lo que provoca que el producto cosechado sea rechazado en los centros de acopio de las exportadoras, porque no cumplen con los estándares de calidad establecidos para que el producto pueda ser procesado y exportado lo cual repercute en pérdidas económicas para los agricultores.

La búsqueda y uso de otros métodos de control como prácticas de control alternativos del manejo integrado del plagas se hace necesario, así como crear un programa unificado de control de plagas, para disminuir las poblaciones.

3. MARCO TEORICO

3.1 MARCO CONCEPTUAL

3.1.1 EI CULTIVO DE BROCOLI Y SU AGRONOMÍA

A. SIEMBRA

Los piloncitos son plantitas de brócoli producidas en invernaderos, libres de plagas y listas para ser trasplantadas a campos definitivos. La planta en pilón posee ventajas: como que la plantita es uniforme al momento del trasplante, garantizando una buena población, logrando al momento de la cosecha que el número de cortes se reduzca. Entre las desventajas se podrían mencionar: que es necesario trasplantar las plantas inmediatamente que se reciben los piloncitos, que el suelo debe estar suficientemente húmedo y que se debe fertilizar antes o inmediatamente después del trasplante (15).

B. TRANSPLANTE

El transplante se realiza de los 28 a 30 días después de sembrado el semillero, o cuando la plántula tenga de cuatro a cinco hojas y/o 10 cm de altura. Hay que dar un riego prolongado para humedecer bien el suelo antes de efectuar el trasplante. Se tiene que hacer en horas frescas (15).

Para el transplante es necesario preparar el suelo con un picado profundo (45 a 50 cms), ya que aquí es cuando se previene el ataque de gallina ciega y gusanos del suelo.

La distancia de siembra entre las plantas varia de 40 a 50 cm entre planta y los surcos van distanciados entre 40 a 50 cm, con estas distancias se busca tener una población de 28,000 a 36,000 plantas por hectárea (15).

El brócoli se adapta a diferentes tipos de condiciones de suelos, pero se desarrolla mejor en suelos francos y francos arcillosos, con alto contenido de materia orgánica y en suelos con pH de 6.0 a 7.0. El cultivo del brócoli es muy exigente en materia orgánica por lo que en la preparación del terreno o en la primera fertilizada se debe aplicar abono orgánico, ya sea en forma de brosa o gallinaza bien descompuesta (15).

C. Manejo de Plagas y Enfermedades

a. Control Químico

Los insecticidas químicos se deben utilizar lo menos posible para proteger a los insectos benéficos, pero en casos de altas poblaciones de plaga se puede utilizar con autorización y supervisión técnica los productos de la tabla de pesticidas recomendados por la agencia de protección ambiental (EPA).

Antes de la aplicación de insecticidas químicos, es necesario realizar plagueos, que realmente demuestren que la planta supera el umbral económico o umbral de acción (15).

El plagueo consiste en un caminamiento entre toda la población muestreando plantas a medida que se avanza. El método que se sugiere es muestrear 50 plantas en plantaciones entre 0.2 y 1.4 hectáreas. Si se encuentran 5 gusanos o menos no se aplica y se regresa a plaguear a los dos días. Si se encuentran más de 5 gusanos en 50 plantas, es necesaria la aplicación de algún insecticida y se vuelve a plaguear a los 8 días. La frecuencia de muestreo sugerida es, el primer plagueo se debe hacer a los 21 días después del transplante. Si se encuentra más de una colonia de áfidos en 10 plantas también se necesita efectuar control (15).

b. Uso de Insecticidas

La dinámica de población de Plutella xylostella L. en el cultivo de brócoli esta en función de la altitud, la temperatura y la precipitación, así como el manejo de la plantación antes y después de la cosecha. Cuando no hay infestación desde campos vecinos, la población de plaga aumenta de acuerdo al crecimiento del cultivo, pero cuando ocurren migraciones de adultos de otras áreas el incremento de la población es más acelerado (4). Algunas de estas fuentes de infestación son plantaciones de brócoli o repollo en todas las etapas de crecimiento que están aledañas, los residuos de cosecha que permanecen en el campo, los rebrotes de tocones, plantaciones abandonadas y mezclas de crucíferas incluyendo malezas, en las primeras etapas del cultivo, la plaga esta en su fase de colonización y conforme aumenta los recursos disponibles, la palomilla se multiplica hasta alcanzar su población máxima en la etapa de llenado de cabezas. El nivel más alto de infestación ocurre en las últimas 5 etapas fenológicas del cultivo y es bajo en las primeras cuatro (4).

En el invierno la infestación se mantiene en niveles bajos debido a la lluvia. En larvas pequeñas la mortalidad esta directamente relacionada con el índice de precipitación, aspecto demostrado en un estudio en el cual la lluvia causó el 47% de mortalidad de larvas pequeñas por ser estas las más susceptibles al ahogamiento, mientras que en las grandes este índice fue del 12% (3, 4, 14). La lluvia también reduce la oviposición, pero en verano no hay un factor efectivo de mortalidad y la plaga puede alcanzar niveles intolerables especialmente en la etapa de formación de cabezas (3).

Por lo tanto la aplicación de insecticidas tiene un efecto significativo sobre los niveles de la plaga. En una investigación sobre la no-utilización de plaguicidas en repollo y brócoli, se determinó que en época lluviosa se puede obtener hasta un 50% del producto con calidad comercial mientras que en época seca, la no-aplicación ocasiona la pérdida total de la cosecha. Por tanto, para obtener brócoli y o repollo de buena

calidad en época seca es necesario mantener niveles de infestación bajos y para ello los agricultores emplean insecticidas (3).

El método de combate de Plutella xylostella L. por muchos productores de brócoli y repollo para el mercado nacional es el químico. “Ellos no diferencian el nombre genérico del comercial y desconocen al grupo toxicológico al que pertenecen, lo que provoca abusos en su empleo, porque a menudo se asperjan dos productos del mismo grupo, por ejemplo Cartap + tiociclan, ambos nereistoxinas, o se rotan productos del mismo grupo o ingrediente activo. Esto aumenta la presión de selección del organismo plaga y favorece el desarrollo de resistencia, además de la contaminación del ambiente y del cultivo. Los agricultores no conocen o no se les ha transferido adecuadamente algunos procedimientos técnicos como los umbrales económicos, los cuales permiten decidir las aplicaciones basados en el grado de infestación de la plaga. Por el contrario, aplican de forma calendarizada, una o dos veces por semana, lo cual excede la cantidad de aplicaciones necesarias para el control de la plaga y aumenta los costos de producción, los residuos de plaguicida en el producto y la posibilidad de desarrollo de resistencia y efectos desconocidos en el ambiente” (3).

c. Control Biológico

Existen insectos que se alimentan de las plagas del brócoli, a éstos se les llaman insectos benéficos porque ayudan a controlarlas, algunos de ellos depositan sus huevos dentro de las plagas o dentro de los gusanos (parasitoides), otros se comen a los insectos (depredadores). Por ejemplo, la avispa Thrichogramma pone sus huevos dentro de los huevos de Plutella xylostella L. y los parasita. También las avispas Diadegma insulare y Cotesia plutellae que pone sus huevos dentro de los gusanos Plutella xylostella L. (15).

También es necesario evaluar productos a base Bacillus thuringiensis aunque cada uno contiene diferentes cepas y actúan bajo diferentes condiciones ambientales. Ochoa y Leal (1993) (12) encontraron que productos a base de Bacillus thuringiensis daban un mejor control que los insecticidas órgano sintéticos. Con el uso de Bacillus thuringiensis como factor principal de mortalidad de las plagas de lepidópteros, no se altera el control biológico natural, se incrementan las poblaciones de parasitoides, no se afecta el ambiente ni la salud humana. Además este producto se puede aplicar durante la cosecha, ya que esta excepto de tolerancia por parte de la EPA.

d. Control Etológico

Se ha evaluado el uso de trampas de luz para capturar adultos de lepidópteros en brócoli dando buenos resultados, ya que en promedio se capturaron 585 adultos/día. El 33% de los insectos fueron de las cuatro especies plaga de importancia en brócoli Thrichoplusia ni H. 46%, Spodoptera spp. 31%, Plutella xylostella L. 16% y Estigmene acreae D. 17%.

Aunque la trampa de luz redujo la población de larvas de Spodoptera spp. y Thrichoplusia ni H. en follaje, la población de Plutella xylostella L. en el follaje fue similar en las parcelas con trampas de luz en relación con el testigo.

e. Uso de Feromonas

Las feromonas sexuales permiten disminuir poblaciones del insecto plaga, detectar la presencia de insectos de interés agrícola, conocer el comportamiento de las poblaciones de la plaga y lo mas importante facilita la toma de decisiones sobre el uso adecuado de los insecticidas. Además con ellas se logra la captura masiva del insecto plaga, se crea confusión entre los sexos lo cual reduce la frecuencia de copulación, disminuyendo sustancialmente las poblaciones (14).

El empleo de estas sustancias, como parte del programa de manejo integrado de este insecto, se remota a finales de los años 80 y su objetivo ha sido reducir el uso excesivo de plaguicidas, logrando un control adecuado de la plaga (14).

En países como Costa Rica, a pesar de la eficacia de las feromonas, solamente un 19.8% de los agricultores productores la utilizan y un 12.3% la utilizó alguna vez. Los agricultores señalan que no las utilizan porque son difíciles de adquirir. Sin embargo, se deduce de las entrevistas que la mayoría de los productores desconocen las ventajas del uso de feromonas a pesar de la evidencia de su eficiencia (14).

D. Fertilización

La primera fertilización se realiza el día del trasplante con una fórmula de fertilizante completo (15-15-15) a razón de 69 kilogramos por 0.16 ha, la cual va acompañada de una fertilización orgánica de fórmula (3-4-3) a razón de 230 kilogramos por 0.16 ha. La segunda fertilización se realiza 40 días después del trasplante con una mezcla de fertilizante completo mas fertilizante nitrogenado en relación 1:1 a razón de 138 kilogramos por 0.16 ha.

Durante el ciclo del cultivo se realizan dos fertilizaciones foliares, la primera a los 30 días después del trasplante con una fórmula comercial de Bayfolán a dosis indicadas en la etiqueta. La segunda a los 60 días después del trasplante con Calcio y Boro a dosis recomendadas en las etiquetas.

E. Cosecha

El manejo pre-cosecha es muy importante, ya que el brócoli es un producto básicamente para exportación por lo que debe cumplir con algunas exigencias de calidad al ser recibido en el campo (Cuadro 2A en apéndice).

El mejor momento para iniciar la cosecha es cuando la planta presenta una masa carnosa, tierna y compacta, cuando el brócoli tiene una cabeza central y varias cabezas pequeñas llamadas asilares y cuando todo a adquirido un tamaño máximo sin haberse abierto, o sea que la cabeza central ni las axilares deben estar apretadas. Los cortes se realizaron cada dos días para evitar la maduración del producto y se recolectaron en canastas para ser llevados al centro de acopio.

En la cosecha de brócoli debe de hacerse el menor número de cortes y debe buscarse la uniformidad del punto de corte. No deben hacerse cortes biselados, sino que horizontales con un tallo de 15 centímetros.

F. Rendimientos

Los rendimientos de brócoli están en función del clima, fertilización y material utilizado. En los campos de ALCOSA los rendimientos bajos son de 9,844, los altos de 13,800 kilogramos por hectárea, con un promedio de 11,960 kilogramos por hectárea.

G. Almacenamiento en Planta

El brócoli ya en la planta procesadora se almacena a 0 °C y a una humedad relativa del orden de 90 a 95 por ciento y en estas condiciones se puede mantener o conservar en excelentes condiciones de 3 a 5 semanas (10).

3.1.2 CICLO DE VIDA DE LA PALOMILLA DORSO DE DIAMANTE

La palomilla dorso de diamante, Plutella xylostella L. (Lepidoptera: Yponomeutidae), ha sido la plaga principal del cultivo de brócoli durante la última década. Sus poblaciones por lo general, no¹²

afectan el rendimiento del cultivo, pero si afecta la calidad del producto final por la presencia de larvas y pupas dentro de la inflorescencia, siendo causa de rechazos en la exportación de este.

Los huevos de este insecto, son de color crema, de forma ovalada y aplanados, miden de 1 mm. de largo por 0.5 mm. de ancho aproximadamente, por lo que es difícil observarlos a simple vista; La oviposición es en forma individual o en grupos no mayores de 3 huevos por postura; estos se encuentran en el envés de las hojas.

Las larvas eclosionan del huevo entre tres y diez días después de la oviposición (Figura 1A en apéndice). Las larvas pasan por cuatro estadios larvales de desarrollo, cuando eclosionan del huevo miden 2 mm, al completar su ciclo en el cuarto estadio llegan a medir 12 mm de largo. Estos estadios tardan de 14 a 21 días.

La larva constituye el principal problema del cultivo ya que al iniciarse la formación de la inflorescencia tiende a infestar y empupar en esta parte de la planta, lo cual viene a dañar la calidad del producto por la presencia (daño cosmético) y su valor comercial por el daño mecánico (daño económico).

Cuando están pequeñas, las larvas hacen minas entre las capas cerosas de las hojas. Luego se alimentan en el envés y forman pequeños agujeros irregulares en los cuales consume todo el tejido de la hoja, excepto la capa cerosa de haz que deja pequeñas ventanas.

El estado de pupa tarda de 7 a 14 días, mide 6 mm de largo, son de color verde al inicio y luego se tornan en color café amarillo, y se encuentran envueltos en un capullo blanco, por lo que en el altiplano central se le conoce como gusano entacuchado.

El adulto mide de 10 a 12 mm de largo, es de color café grisáceo y presenta dorsalmente en las alas delanteras un diseño en forma de diamante, de donde viene su nombre. La hembra puede colocar un promedio de 150 a 200 huevos durante su ciclo de vida.

Las palomillas se alimentan de néctares de flores y gotas de rocío y son más activas al atardecer y en las primeras horas de la noche. El ciclo total de vida puede durar de 15 a 45 días, en temperaturas promedio de 16° centígrados tarda 20 días, por lo que puede presentar hasta 18 generaciones al año, tomando en cuenta que a temperaturas altas el ciclo es más corto, y a temperaturas bajas el ciclo es más largo.

El control químico de esta plaga cada día es más difícil por encontrarse en el envés de las hojas y dentro de las inflorescencias y por los posibles niveles de resistencia de su población a los diferentes insecticidas químicos (Cuadro 1A en apéndice).

3.1.3 LAS FEROMONAS SON PARTE DEL MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS

Los insectos se desenvuelve en su medio ambiente respondiendo en forma característica a una diversidad de señales o estímulos visuales, físicos o químicos. Aquellos compuestos químicos que provienen de un organismo y actúan en otro provocando una determinada respuesta, se denominan semio químico, que incluye a las feromonas, kairomonas y alomonas (5).

Las feromonas son aquellos mediadores químicos que actúan a nivel intra específico, es decir, entre dos individuos de la misma especie. Las kairomonas son mediadores químicos que actúan a nivel intra específico cuya acción beneficia a la especie receptora. Las alomonas son mediadores químicos inter específicos cuya acción beneficia a la especie emisora (5).

“Las feromonas son sustancias emitidas al exterior por un individuo y recibidas por un segundo individuo de la misma especie en el cual provocan una reacción específica, por ejemplo, un comportamiento definido o un proceso de desarrollo”. Quizá las feromonas de insectos más familiares y más espectaculares sean las de atracción sexual y las feromonas de pista, dado que los comportamientos que estimulan son fácilmente observables (2).

3.1.4 INFORMACIÓN CONTENIDA EN LOS MENSAJES QUÍMICOS

En los insectos, la sensibilidad olfativa frente a las feromonas y otros mensajes odoríferos biológicamente importante es espectacularmente mayor. La discriminación de concentraciones y direcciones es similar, pero el nivel de sensibilidad es mucho más alto. Por ejemplo, son suficientes, para estimular la respuesta comportamental, menos de un centenar de moléculas de feromona sexual en la antena de una polilla macho. La composición de las feromonas es también un factor crítico en muchos insectos para inducir el comportamiento apropiado. Por ejemplo, diversas especies utilizan una mezcla de dos compuestos químicos como atrayente sexual, y la relación entre estos componentes debe ser muy cercana a la natural, de lo contrario no se produce respuesta alguna (2, 11).

El comportamiento de los insectos es típicamente muy estereotipado o programado, y tanto la liberación de las feromonas como la respuesta que inducen son fenómenos controlados por vía hormonal y neural. Así pues, una polilla hembra puede liberar feromona solamente durante una o dos horas cada noche, y los machos pueden responder durante un período de tiempo similarmente corto. El comportamiento de ambos sexos es sincrónico, pero el de cada uno de ellos es controlado independientemente por estímulos externos. Si se somete un macho a una concentración óptima de la feromona sexual de la hembra, pero fuera del período apropiado, no se inducirá ninguna respuesta comportamental (2, 20).

3.1.5 FEROMONAS SEXUALES Y DE AGREGACIÓN

Las investigaciones se han centrado en los lepidópteros, estudiando el control fisiológico de la liberación y percepción, el diseño morfológico y neurológico de los sistemas de receptores feromonales, los mecanismos de orientación hacia la fuente de feromona, y los mecanismos por los cuales las moléculas excitan el sistema nervioso. Muchas de las técnicas para el aislamiento, el análisis químico y la

determinación de la actividad biológica, han sido desarrolladas con feromonas sexuales y de agregación, estas han permitido deducir reglas aplicables a todos los comportamientos estimulados por feromonas (11).

A. FEROMONAS SEXUALES

Las feromonas sexuales inducen comportamientos de atracción entre ambos sexos, o más exactamente, son aquellas que incrementan la probabilidad de una cópula correcta. La cópula se produce tras dos fases comportamentales principales: La primera de ellas es la localización de la pareja. Cuando un compuesto químico induce la localización de una pareja a larga distancia se denomina atrayente sexual. Cuando una pareja potencial ha sido localizada, se produce un cambio del comportamiento de localización hacia un comportamiento de cortejo. El cortejo es una secuencia de comportamientos protagonizados por un macho y una hembra situados a corta distancia uno por el otro y que coordinan sus esfuerzos reproductivos. Los compuestos químicos liberados por un individuo y que estimulan el comportamiento de cortejo en la pareja, se denominan feromonas de cortejo (11).

En estudios experimentales, a menudo debe usarse la mezcla exacta de componentes del mensaje odorífero para provocar comportamientos en el macho que imite los que induce la propia hembra emisora. La mezcla exacta de componentes mayoritarios casi siempre es única para una especie dada, lo cual propicia el aislamiento reproductivo respecto a otras especies estrechamente relacionadas con ella. Incluso aunque no se produzca en mensaje visual de la hembra en período de llamada. En otras especies, un macho en actividad exploratoria localiza una hembra a través de señales visuales o acústicas, y la feromona es efectiva únicamente como estimuladora a corta distancia del comportamiento sexual (2).

B. FEROMONAS DE AGREGACIÓN

Una feromona que, en los individuos de una misma especie, provoca un comportamiento que conduce a un incremento de la densidad de los mismos en las proximidades de la fuente feromonal, se denomina feromona de agregación. La distinción entre feromonas sexuales y feromonas de agregación es algo arbitraria, dado que la agregación conduce a menudo a un incremento de cópulas efectivas. La agregación puede beneficiar al individuo de diversas maneras: por ejemplo propiciando la defensa contra depredadores, aumentando la posibilidad de salvar la resistencia de un huésped, o en la selección de la pareja (11).

3.1.6 PRODUCCIÓN Y PERCEPCIÓN DE FEROMONAS EN LOS INSECTOS

A. PRODUCCIÓN FEROMONAL

Las feromonas de insectos se producen en glándulas exocrinas, es decir, glándulas de secreción externa. Muchas de estas glándulas son estructuras modificadas a partir de células epidérmicas del tegumento del insecto; células que también segregan los componentes de la cutícula.

Las glándulas productoras del atrayente sexual de las polillas hembra están formadas a partir del tegumento intersegmentario entre los esternitos abdominales posteriores. Dicha área tegumentaria aumenta su superficie y se invagina hacia el interior del cuerpo. La membrana glandular puede evaginarse por la presión de la hemolinfa, de manera que su superficie queda expuesta al exterior para liberar la feromona, comportamiento que se denomina "feromona de llamada" (2).

B. LIBERACIÓN DE LAS FEROMONAS

La síntesis feromonal puede ser continua, pero la liberación de la feromona es un proceso controlado de forma muy precisa y que se produce únicamente bajo condiciones ambientales y fisiológicas específicas. Es importante recordar que una feromona sexual no está constantemente presente en el ambiente, y que sólo es liberada en un contexto correcto. Por ejemplo, solamente las polillas hembras que sean sexualmente maduras emitirán el atrayente sexual y, además, solamente en unas circunstancias que permitan a los machos localizarlas (20).

Las variables ambientales normalmente influyen en la liberación feromonal. Muchas especies de lepidópteros nocturnos muestran un típico comportamiento de "llamada" durante las horas de oscuridad. La temperatura, la velocidad del aire y el sustrato son también factores importantes (2).

Como sucede con otros tipos de comportamiento, la liberación de feromonas puede hallarse restringida a un período determinado de tiempo del ciclo de 24 horas. Evidentemente, la intensidad luminosa es un factor de control del fenómeno, pero la liberación feromonal y la respuesta provocada puede hallarse también restringida a una o dos horas.

3.1.7 PERCEPCIÓN FERONOMAL DEL INSECTO

A. LAS ANTENAS DE LOS INSECTOS

Para una polilla macho que detecta la presencia de una hembra que está emitiendo feromona a una gran distancia, una forma de incrementar el nivel de sensibilidad es tener unas antenas tan largas como sea posible y que, al propio tiempo, permitan que el aire discurra a través de ellas, de modo que puedan analizar un gran volumen del aire que contiene la feromona.

La sensibilidad olfativa a las feromonas está determinada por la longitud y la forma de la antena, y por el número, tipos y localización de los receptores olfativos que contiene (20).

B. SENSILAS OLFATIVAS

Las feromonas son detectadas a través de las sensilas olfativas. Estas están constituidas por apófisis cuticulares o por sedas situadas sobre la antena, las cuales sostienen las dendritas sensoriales que, en última instancia, transmiten los impulsos al sistema nervioso central.

El número de poros de una sensila puede variar considerablemente, desde unos 150 en la apófisis sensoriales de algunos saltamontes, hasta más de 50,000 en cada una de las largas sedas sensoriales de los machos de la polilla.

Las moléculas de feromona que llegan a la antena, penetran por los poros sensitivos directamente o bien por difusión a través de la superficie sensilar. Una vez en el receptáculo del poro, se difunden a través de los túbulos y establecen contacto con el receptor de membrana de una dendrita sensitiva (2, 20).

3.1.8 TRANSDUCCIÓN

El proceso fisiológico esencial en la olfacción es la transformación de un mensaje molecular (en este caso una molécula de feromona) en una respuesta bioeléctrica en las neuronas receptoras (las dendritas de las sensilas). A este proceso se le conoce con el nombre de transducción. De alguna manera, aún no totalmente elucidada, las moléculas de feromona establecen contacto con moléculas proteínicasceptoras que se hallan en la membrana de la dendrita receptora. El enlace de ambas moléculas forma un complejo activado que desencadena un cambio transitorio en la dendrita, y que se conoce como potencial receptor (20).

El nivel de respuesta es proporcional a la intensidad del estímulo odorífero y se conoce con el nombre de electroantenograma (20).

3.1.9 RESPUESTA COMPORTAMENTAL Y FISIOLÓGICA A LAS FEROMONAS

En el proceso que va desde la percepción de la feromona a la respuesta comportamental, el mensaje feromonal debe ser descifrado y traducido en una respuesta motriz. Los parámetros más significativos de este proceso son: la sensibilidad del sistema, los efectos de una estimulación continuada sobre la respuesta, la codificación de la especificidad de respuesta frente a las feromonas, y el efecto de las variables fisiológicas y ambientales sobre las respuestas (2).

En muchos insectos, el incremento de los niveles de feromona conlleva respuestas comportamentales sucesivas, desde enderezar las antenas y prepararse para el vuelo, hasta realizar intentos de cópula. En general, concentraciones crecientes de feromona son codificadas como valores crecientes de potenciales de acción hacia el cerebro.

En resumen, la percepción feromonal no es un simple sistema de respuesta o no-respuesta. Se trata de una interacción compleja entre los receptores y el sistema nervioso central, en el contexto de la cual el sistema central interpreta, integra y traduce la información procedente de los receptores a respuestas comportamentales apropiadas (20).

A. ORIENTACIÓN HACIA EL ORIGEN DE LA FEROMONA

Estas teorías, aunque a veces parecen en conflicto, muestran claramente que los insectos son capaces de localizar un olor, o el origen de una feromona, a través de una combinación de estímulos que actúan en los diferentes sistemas sensoriales.

B. ORIENTACIÓN AÉREA HACIA LAS FEROMONAS

Los insectos que se orientan en vuelo hacia fuentes distantes de feromona o hacia otras fuentes odoríferas deben resolver un problema más complejo, dado que se mueven en un medio tridimensional dinámico. La feromona es transportada por la corriente de aire formando una estela que se ensancha por turbulencia y difusión a medida que se desplaza con el viento. En promedio, la concentración de feromona será mayor cerca de la fuente y a lo largo del eje central de la estela.

“Se ha sugerido dos mecanismos principales para explicar la orientación de insectos voladores hacia la fuente de feromona: la quemotaxis (influencia química) y la anemotaxis (influencia del viento). La hipótesis de que un insecto pueda usar la quemotaxis para seguir un gradiente de concentración feromonal hasta el origen es simple y atractiva, pero se dispone de escasas evidencias experimentales que la apoyen. Un insecto puede ser capaz de orientarse hacia la fuente de feromona siguiendo un trayecto marcado por pulsos feromonales crecientes, aunque esta posibilidad está todavía por demostrar” (2, 20).

“Las evidencias más recientes indican que los insectos en vuelo se orientan hacia la fuente de feromona utilizando una combinación de clases olfativas, visuales y mecánicas, siendo la anemotaxis el principal mecanismo para la larga distancia. Cuando un insecto en reposo percibe la feromona a una concentración superior al umbral comportamental, es estimulado a volar. Este comportamiento se denomina quemocinesis (cinesis: movimiento que no se halla orientado con respecto al estímulo)” (2).

Sin embargo, una vez que el insecto ha levantado el vuelo, pierde esta fuente de información sobre la dirección del viento, ya que pasa a formar parte de la corriente de aire y es transportado por ella.

De forma similar, a un insecto en vuelo deben llegarle estímulos del suelo para disponer de información sobre la velocidad y la dirección del viento. Las sensilas, como las sedas sensibles al viento de la cabeza o de las antenas, pueden proporcionar esta información antes de alzar el vuelo, pero mientras el insecto está volando pueden proveer de información sobre la velocidad en relación al aire que le rodea, pero no sobre si el movimiento resultante es hacia arriba o hacia abajo. Esta información se obtiene a través de la visión.

“La capacidad de los insectos para responder a un sistema de estímulos que se mueven en su campo visual se conoce con el nombre de reacción optomotora. La respuesta comportamental a esta reacción sitúa la posición del insecto en relación a los estímulos ambientales cambiantes, generando el patrón de movimiento” (2).

“La anemotaxis optomotora estimulada por la percepción de un olor es la única teoría de orientación hacia una fuente odorífera situada a una cierta distancia contra el viento, que ha sido demostrada experimentalmente” (2).

Tales estudios ayudan también a resolver la difícil cuestión de saber a qué distancia puede responder el macho a la feromona de la hembra. Los cálculos teóricos basados en cuantificaciones o estimaciones de la velocidad de liberación por la hembra, umbral de respuesta del macho y velocidades del aire, conducen a un resultado de 4 a 6 km para el caso de la polilla *Lymantria dispar*, y de 100 m para *Trichoplusia ni* H. Sin embargo, únicamente los experimentos directos en el campo, utilizando el umbral de respuesta comportamental, aportarán la solución definitiva (20).

C. ORIENTACIÓN HACIA LA FEROMONA A CORTA DISTANCIA

En algunas especies de polilla, el macho puede ser capaz de localizar el origen de la feromona sexual de la hembra sin que parezca mediar ningún otro estímulo.

A corta distancia, los estímulos cercanos a la fuente feromonal, ya sean visuales, químicos o táctiles, pueden inducir comportamientos de orientación y de cortejo, bien en el macho o en la hembra o en ambos sexos.

La exhibición consiste en un movimiento rítmico de extensión y retracción de unos penachos de cerdas blancas situados en el extremo distal del abdomen del macho (20).

3.1.10 PAPEL DE LAS FEROMONAS EN EL CONTROL DE PLAGAS

El uso de las feromonas para manipular el comportamiento de insectos e impedir la reproducción de especies perjudiciales está proporcionando una estrategia nueva y fascinante para el control de plagas. Existen tres sistemas por los que las feromonas están siendo utilizadas en este sentido contra plagas agrícolas y forestales. El primero de ellos es el uso de feromonas para detectar y estudiar la dinámica de las poblaciones de la plaga. Evidentemente no es, en sí misma, una técnica de control, pero hace posible que puedan usarse otros métodos de forma más efectiva. En segundo lugar, pueden utilizarse un gran número de trampas cebadas con feromona para atraer y eliminar el mayor número posible de individuos de la población en período reproductivo. El tercero y último, las feromonas pueden también distribuirse en el campo, para impedir al máximo los encuentros de los machos con las hembras, o el comportamiento de agregación. El éxito de la integración de las feromonas en las estrategias de control de plagas dependerá del buen conocimiento que se posea tanto del comportamiento como de la ecología de la plaga (2).

3.1.11 TRAMPA Y TIPOS DE TRAMPA

El desarrollo de un modelo de trampa apropiado para cada especie de insecto es una cuestión importante. Los comportamientos de los insectos, en cuanto a pautas de aproximación, entrada e intento de escape de las trampas pueden ser muy diferentes y, por lo tanto, deben influir en el diseño de las mismas. Por ejemplo, la respuesta "de escape" de muchas polillas nocturnas es un vuelo rápido y ascendente.

Otra consideración a tener en cuenta en el diseño de trampas es el número de ejemplares que pueden caer en las mismas. Las trampas provistas de un adhesivo (Figura 2A en apéndice) resultan ineficaces cuando la superficie adherente queda cubierta por insectos y por sus escamas. Ello ocurre especialmente cuando los niveles de población son altos. Las trampas cónicas y con agua, deben disponer de un volumen suficiente para que no se saturen (2).

El medio de liberación de la feromona es también importante. Los sistemas de elución (liberación) son extraordinariamente variados e incluyen: bolas de algodón y cápsulas de caucho impregnadas con la feromona; dispositivos en los cuales la feromona se halla contenida en un depósito entre dos láminas de plástico, a modo de empaderado; jeringas accionadas a motor que liberan la feromona de forma muy precisa; y fibras capilares que contienen la feromona y la eluyen a través del extremo abierto de las mismas. El objetivo de cualquiera de los sistemas es liberar la feromona a una velocidad óptima y relativamente constante. Si la velocidad de liberación en la fuente feromonal es variable resulta difícil interpretar las capturas de la trampa, dado que tanto las diferencias en exceso como en defecto respecto al óptimo harán disminuir las capturas (2).

A. INTERPRETACIÓN DE LAS CAPTURAS

La interpretación de las capturas en las trampas no es siempre fácil, ya que tanto la temperatura, como la velocidad y la dirección del viento, o la luz lunar y la densidad de nubes, pueden influir sobre el número de polillas capturadas. Si se tienen en cuenta estos factores, la reproductibilidad del sistema de trampas mejorará. Además, dado que las trampas de feromona únicamente muestrean insectos adultos, y normalmente machos, las capturas deben relacionarse con otros parámetros poblacionales. Aunque lo que se captura son adultos machos, las fases más sensibles a los insecticidas puede que sean las fases larvarias

jóvenes. Así pues, deben conocerse las relaciones entre la temperatura y los ritmos de desarrollo, para poder predecir cuándo estarán presentes las fases susceptibles.

Cuando los niveles de población son bajos, las aplicaciones de feromona en el momento apropiado pueden constituir un método directo de control. Sin embargo, la correlación estimada entre las capturas en las trampas de feromona y la emergencia de los adultos, sólo se ha verificado en unos pocos casos (2).

Las trampas cebadas con feromona o con atrayentes sintéticos se usan rutinariamente para detectar la introducción de plagas perjudiciales.

B. ESTRATEGIAS DE TRAMPEO MASIVO

El éxito de las trampas de feromona en la captura de insectos condujo a la idea de que la distribución de trampas en el ambiente donde viva una plaga podría utilizarse como medio de control de los niveles de población de la misma. Esta estrategia de trapeo masivo asume que cualquier decremento en la población de adultos se traducirá en una reducción de las poblaciones en la generación siguiente (2).

Niveles de captura altos pueden conllevar sólo pequeñas reducciones en los niveles poblacionales de la generación sucesiva, casi siempre porque la tasa reproductiva de los insectos que quedan se incrementa cuando la densidad es más baja; cada uno de los pocos machos remanentes se acopla con más hembras a medida que se reduce la competencia intraespecífica. Por el contrario, las trampas pueden capturar selectivamente aquellos individuos más propicios para reproducirse y que, por lo tanto, tienen una incidencia proporcionalmente más importante en la siguiente generación (2).

3.1.12 IMPEDIMENTO DE LA CÓPULA

Una de las perspectivas más prometedoras en el control de plagas con feromonas es el uso de la técnica denominada vulgarmente de confusión de machos. La premisa básica es considerar que cuando el ambiente está impregnado con feromona, el número de encuentros de machos y hembras se verá considerablemente reducido, y que la disminución de las cópulas resultará en niveles de población más bajos en las generaciones sucesivas.

Los mecanismos por los cuales se llega al impedimento de la cópula no se hallan totalmente elucidados. Teóricamente, la disrupción resultaría de la competición entre las hembras en fase de llamada y las fuentes de feromonas sintética cuando un gran número de fuentes liberando concentraciones altas de feromona pueden desplazar la efectividad de las propias hembras para atraer machos. La impregnación del aire con feromonas puede conducir también a la adaptación sensorial o habituación de los machos. Ambos procesos disminuirán las respuestas comportamentales frente a la feromona de la hembra y resultarían en ulteriores decrementos de las cópulas de campo (2, 11).

Una reducción similar en el número de cópulas sobre las hembras inmobilizadas demostró que las fuentes de feromona redujeron notablemente el número de encuentros entre machos y hembras. Cuando los ensayos de este tipo tienen éxito, normalmente van seguidos de acciones en mayor escala en el campo.

Aunque las feromonas han sido usadas para monitorear poblaciones, en algunos casos se ha usado como control de población de insectos. Las trampas funcionan colocando un centro de atracción que puede ser la emisión de una feromona que atraiga a los insectos. El objeto es capturar adultos antes de que apareen y que ovipositen, de esta manera se reducirá la población de larvas en el cultivo (11).

Los atrayentes son sustancias químicas u otros estímulos que hacen que los insectos orienten sus movimientos hacia el lugar donde aquellos se encuentran. Estos tienen una función importante en los aspectos más vitales del comportamiento de los insectos. Determinan la actividad de estos en la búsqueda de alimentos, parejas, lugares para depositar sus huevos y algunas veces, los sitios protegidos donde pasan las etapas inactivas de su desarrollo (16).

Los atrayentes químicos y similares tales como estimulantes y paralizadores se han utilizado ampliamente durante muchos años en estudios del comportamiento de los insectos. Han servido por lo regular de cebos en plantas para muestrear las poblaciones de insectos y determinar su identidad; para seguir el movimiento de algunos insectos, en estudios de dispersión y emigración; para estudiar su

supervivencia en ambientes naturales; para estudiar el comportamiento adecuado con la búsqueda de pareja, alimento y sitios de oviposición (13, 18).

Los atrayentes han tenido una función importante en el control de algunas especies, han servido para descubrir la presencia de infestaciones de insectos, delimitar su extensión en indicar cuando se requieren medida de control, algunas veces las trampas solas han destruido tantos insectos, que se concederán como factores de control (13, 18).

3.2 MARCO REFERENCIAL

3.2.1 CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA EXPERIMENTAL

La investigación se realizó en la aldea Pino Dulce del municipio de Mataquescuintla, departamento de Jalapa. El municipio de Mataquescuintla está localizado en la zona oriental del departamento de Jalapa. Se encuentra a 41 kilómetros de la cabecera y cuenta con una extensión de 287 kilómetros cuadrados.

Su población económicamente activa depende en un 100% de la agricultura, especialmente de la producción de brócoli y otras crucíferas.

La aldea pino dulce se encuentra a una altura de 2,230 msnm, su posición geográfica se encuentra en las coordenadas $14^{\circ} 32' 52''$ de latitud y a $90^{\circ} 09' 30''$ de longitud.

Según el INSIVUMEH (Instituto Nacional de Sismología Vulcanología Meteorología e Hidrológica) la época lluviosa se encuentra distribuida en los meses de mayo a octubre con una precipitación promedio de 1,400 mm por año (9). Según Simmons et al (21), cuenta con suelos franco arenosos muy profundos especiales para el cultivo de brócoli predominantemente serie de suelos de los valles y serie de suelos de Mataquescuintla, situados en un complejo montañoso predominantemente de esquistos con pendientes fuertes. Según Holdridge, la zona ecológica es un bosque muy húmedo subtropical frío (7).

4. OBJETIVOS

4.1 GENERAL

- Establecer si el uso de trampas con feromonas sexuales como práctica principal del control etológico, en el cultivo de brócoli para exportación en Mataquescuintla, Jalapa, reducen las poblaciones de larvas, pupas y adultos de Plutella xylostella L. (Lepidoptera: Yponomeutidae) tanto en el follaje como en el florete.

4.2 ESPECÍFICOS

- Determinar que tratamiento con uso de feromona por unidad de área captura mayor población de palomilla dorso de diamante Plutella xylostella L. en el cultivo de brócoli comparado con el testigo.
- Medir la captura del número de adultos machos con feromona sexual por medio de trampas a nivel de campo en el cultivo de brócoli bajo condiciones de Pino Dulce de junio a agosto del 2,000.
- Determinar que tratamiento presenta el menor porcentaje de rechazo en peso del producto (inflorescencias de brócoli).

5. HIPOTESIS

- El uso de feromonas sexuales sí reducen las poblaciones de palomilla dorso de diamante Plutella xylostella L. en el cultivo de brócoli y favorece el incremento de la calidad del producto.
- Por lo menos uno de los tratamientos de control de palomillas dorso de diamante a evaluar, producirá mejores resultados que las demás, que se manifestara en el rendimiento y la calidad del brócoli.
- Por lo menos uno de los tratamientos de control de palomilla dorso de diamante será más rentable que las demás.

6. METODOLOGIA

6.1 LUGAR DE TRABAJO Y EPOCA

El experimento se llevó acabo en terrenos de ALCOSA (Alimentos Congelados S.A.) en la aldea pino dulce del municipio de Mataquescuintla, departamento de Jalapa entre los meses de junio a agosto del 2,000.

6.2 FACTOR ESTUDIADO

El factor que se estudió en el experimento son las trampas con feromonas en la captura de insectos.

6.3 DESCRIPCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS EVALUADOS

- T1= Tratamiento 1** Una trampa de feromonas al centro de la parcela.
- T2= Tratamiento 2** Dos trampas con feromonas a las orillas de la parcela neta en dirección norte.
- T3= Tratamiento 3** Tres trampas con feromonas puestas en las esquinas del área de la parcela en forma de triángulo.
- TS= Tratamiento 4** Fue el testigo absoluto, en el cual no se colocaron trampas.

La trampa con feromona usada es de la marca comercial Pherocon 1 pc, fabricada por la compañía Great Lakes IPM, de los Estados Unidos.

El área de la parcela testigo fue de igual tamaño que las demás, pero sin feromona.

Las parcelas se separaron entre si por lo menos 30 metros entre cada una para evitar errores por interferencia de los tratamientos.

6.4 DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño experimental con el que se trabajaron los datos en esta investigación fue de bloques al azar con 4 tratamientos y 3 repeticiones.

6.5 MODELO ESTADISTICO

$$Y_{ij} = \mu + T_i + B_j + E_{ij}$$

Y_{ij} = Variable de respuesta de la ij ésima unidad experimental

μ = media general

T_i = efecto del i ésimo tratamiento de feromona

B_j = efecto j ésimo bloque o repetición

E_{ij} = efecto del error experimental asociado a la ij ésima unidad experimental

6.6 UNIDAD EXPERIMENTAL

El área experimental consistió en tres bloques de 100 m de ancho por 100 m de largo, cada uno conteniendo los cuatro tratamientos. Cada tratamiento con un área de (900 m²) 30 x 30 m.

- El área bruta de cada tratamiento fue de 900 metros cuadrados.
- El área neta de cada tratamiento fue de 400 metros cuadrados
- El área de cada parcela o bloque fue de 10,000 metros cuadrados
- El área total del experimento fue de 30,000 metros cuadrados.

El croquis de campo se presenta en la Figura 3A en el apéndice .

6.7 MANEJO DEL EXPERIMENTO

A excepción del control de Plutella xylostella L., el brócoli fue manejado de acuerdo a las recomendaciones agronómicas contenidas en el manual de Manejo Integrado de Plagas en brócoli generado por el proyecto MIP -ICTA-CATIE-ARF (15).

Las trampas se colocaron en las parcelas a los 22 días después del trasplante, a cada trampa se le tomaron lecturas dos veces por semana y se les dio mantenimiento como: limpieza, cambio de agua, eliminación de los adultos atrapados etc. Además se hizo cambio de la trampa a los 28 días de colocada y se colocó una nueva, esto por que la duración es de 30 días. Con esto se obtuvo una mejor eficiencia de las trampas. La variedad de brócoli que se trabajó es Marathon.

6.8 VARIABLES DE RESPUESTA

➤ Insectos capturados por trampa

Número de insectos de Plutella xylostella L., capturados por trampa con feromona.

➤ Larvas y pupas en el follaje

La presencia de larvas y pupas en el follaje se monitorearon en forma visual, la unidad de muestreo fue 30 plantas por tratamiento, y el muestreo se realizó dos veces por semana por medio del método sistemático al azar.

➤ Rendimiento comercial de brócoli kg/ha

El rendimiento bruto se cuantificó por medio del control del número y peso de inflorescencias cosechadas en cada corte y se sumó al final para obtener el resultado en kg/ha por tratamiento.

Posteriormente, el rendimiento neto o comercial se cuantificó por medio del control de calidad de la empresa, registrando el número de larvas y pupas de la especie plaga por muestra en cada corte, tomando en cuenta los niveles de rechazo que la empresa establece.

6.9 ANALISIS DE LA INFORMACION

6.9.1 ANALISIS ESTADISTICO

Los resultados del rendimiento en kg/ha de fruto comercial de brócoli, así como el número de insectos por trampa, y larvas y pupas en el follaje se sometieron a un análisis de varianza bajo el diseño de bloques al azar para determinar la diferencia significativa entre los tratamientos evaluados; según cada resultado del ANDEVA se procedió a realizar la prueba múltiple de medias de Tukey.

6.9.2 ANALISIS ECONOMICO

Durante la realización de la investigación se consideraron los costos fijos, costos variables y beneficios brutos que reportó cada tratamiento; con éstos se procedió a realizar un análisis de la tasa marginal de retorno para establecer que alternativa presentó la mayor TMR. Posteriormente se procedió a realizar un análisis de rentabilidad, $R = BN/CT * 100$.

7. RESULTADOS

7.1 ADULTOS MACHOS DE Plutella xylostella L. CAPTURADOS POR TRATAMIENTO

A continuación se presentan los resultados obtenidos de las trampas con feromona sexual para captura de adultos machos de Plutella xylostella L., durante el transcurso del experimento. Las lecturas se realizaron dos veces por semana, durante seis semanas para un total de 12 lecturas.

En el Cuadro 1 se muestra los resultados acumulados del número de palomillas atrapadas por tratamiento en doce conteos realizados, cada dato es una media de tres bloques.

Cuadro 1. Adultos machos capturados días después del trasplante y días después de colocada la trampa en la aldea Pino Dulce, Mataquescuintla, Jalapa, 2,000

DDT	DDCT	PROMEDIO DE 3 BLOQUES		
		Una Trampa	Dos Trampas	Tres Trampas
34	4	12.33	34.40	55.00
37	7	4.00	18.00	35.33
41	11	14.67	47.00	74.67
44	14	11.00	41.00	39.33
48	18	22.33	90.00	81.33
51	21	32.33	76.00	74.00
55	25	41.33	110.70	121.67
58	28	17.67	81.70	73.67
62	32	35.33	102.40	85.67
65	35	32.33	106.40	74.00
69	39	49.00	96.70	88.00
72	42	32.67	107.40	68.33
TOTAL		305.00	912.00	871.00

En el Cuadro 2 se muestra los resultados del análisis de varianza respecto al total de adultos machos de Plutella xylostella L. capturados por tratamiento.

Cuadro 2. Análisis de varianza respecto al número de adultos machos de Plutella xylostella L. en la aldea Pino Dulce, Mataquescuintla, Jalapa, 2,000

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F*	Pr>f
TRATAMIENTOS	2	690486	345243	12.7	0.0185
BLOQUE	2	333880.66	166940.33	6.14	0.06
ERROR	4	108745.33	27186.33		
TOTAL	8	1133112			

* Significativo

Se observa que existe diferencia del número de adultos capturados respecto a los tratamientos puesto que la probabilidad es de 0.0185 menor que 0.05, lo que indica que por lo menos uno de los tratamientos tiene un efecto diferente respecto a los otros, por lo que se procedió a realizar la prueba de medias de tukey para establecer que tratamiento captura mayor número de palomillas adultos machos.

En el Cuadro 3 se muestran los resultados de la prueba de Tukey realizada para los adultos machos capturados por trampa.

Cuadro 3. Prueba de Tukey para las medias de adultos machos de Plutella xylostella L. capturados por tratamiento en la aldea Pino Dulce, Mataquescuintla, Jalapa, 2,000.

TRATAMIENTO	MACHOS ADULTOS	GRUPO TUKEY
Parcela con 2 trampas	912	A
Parcela con 3 trampas	871	A
Parcela con 1 trampa	305	B

Se aprecia que el tratamiento que capturó mas palomillas es el de dos trampas (912 palomillas), seguido del tratamiento con 3 trampas con 871 palomillas; estadísticamente no existe diferencia entre las capturas efectuadas entre ambos, pero si respecto al tratamiento con una trampa que obtuvo un total de capturas de 305 palomillas.

7.1.1 ANÁLISIS DE REGRESIÓN QUE MEJOR SE AJUSTA PARA EL COMPORTAMIENTO DE ADULTOS MACHOS DE Plutella xylostella L. CAPTURADOS POR TRAMPA DIAS DESPUÉS DEL TRASPLANTE

Para saber si existe relación entre las variables días después del trasplante y número de machos capturados por trampa se realizó un análisis de regresión para cada uno de los tratamientos. El modelo que mejor se ajustó al comportamiento de los adultos capturados por trampa muestra por medio de su coeficiente de determinación R^2 que tan correlacionadas están ambas variables en cada uno de los tratamientos.

En la Figura 1, se presenta el análisis de regresión de adultos machos capturados por trampa versus los días después del trasplante.

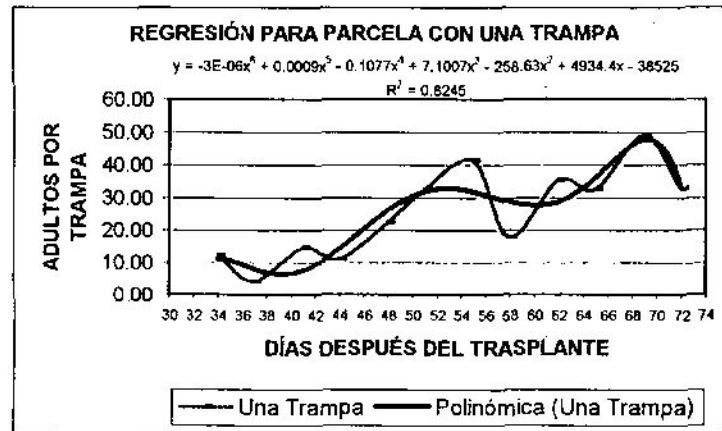


Figura 1. Análisis de Regresión que Mejor se Ajusta para el Comportamiento de las Capturas de Adultos Machos en parcelas con una trampa en la aldea Pino Dulce, Mataquescuintla, Jalapa, 2,000.

Para el comportamiento de las capturas de palomillas machos a través de 12 muestreos que se realizaron, días después del trasplante en la parcela con una trampa, fue el modelo de regresión polinomial el que mejor se ajustó (Figura 1). El valor de R^2 es de 0.82 que indica que tiene un grado de dominio para la explicación del modelo bueno, esto nos dice que ambas variables están correlacionadas directamente.

En la Figura 2, se presenta el análisis de regresión de adultos machos capturados con dos trampas versus los días después del trasplante.

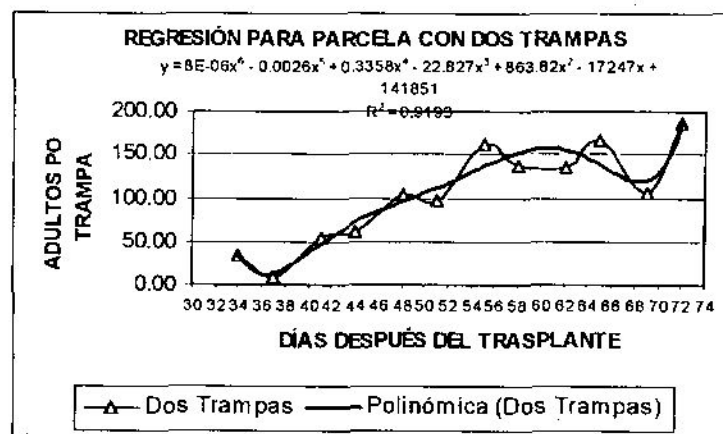


Figura 2. Análisis de Regresión que Mejor se Ajusta para el Comportamiento de las Capturas de Adultos Machos en parcelas con dos trampa en la aldea Pino Dulce, Mataquescuintla, Jalapa, 2,000.

Para el comportamiento de las capturas de palomillas machos a través de 12 muestreos que se realizaron, días después del trasplante en la parcela con dos trampas, fue el modelo de regresión polinomial el que mejor se ajustó (Figura 2). El valor de R^2 es de 0.91 que indica que tiene un grado de dominio para la explicación del modelo bueno, esto nos dice que ambas variables están correlacionadas directamente.

En la Figura 3, se presenta el análisis de regresión de adultos machos capturados con tres trampas versus los días después del trasplante.

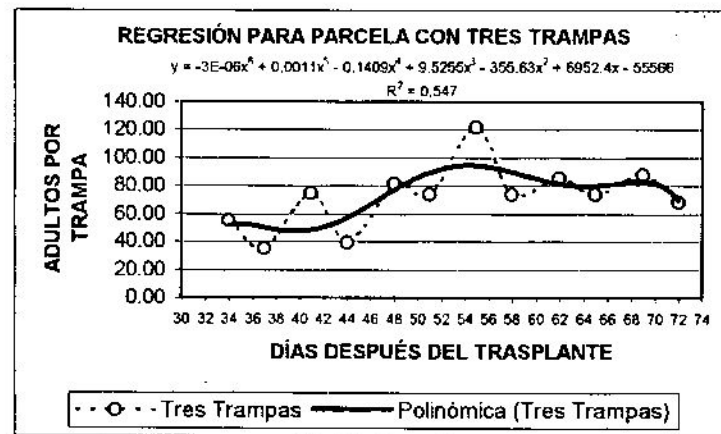


Figura 3. Análisis de Regresión que Mejor se Ajusta para el Comportamiento de las Capturas de Adultos Machos en parcelas con tres trampa en la aldea Pino Dulce, Mataquescuintla, Jalapa, 2,000.

Para el comportamiento de las capturas de palomillas machos a través de 12 muestreos que se realizaron, días después del trasplante en la parcela con tres trampas, fue el modelo de regresión polinomial el que mejor se ajustó (Figura 3). El valor de R^2 es de 0.54 que indica que tiene un grado de dominio para la explicación del modelo bajo, esto nos dice que no existe una correlación estrecha entre ambas variables.

7.1.2 ANÁLISIS CONSIDERANDO LOS DÍAS DESPUÉS DE COLOCADA LA TRAMPA

Para saber si existe relación entre las variables días después de colocada la trampa y número de machos capturados por trampa se realizó un análisis de regresión para cada uno de los tratamientos. El modelo que mejor se ajustó al comportamiento de los adultos capturados por trampa muestra por medio de su coeficiente de determinación R^2 que tan correlacionadas están ambas variables en cada uno de los tratamientos.

En la Figura 4, se presenta el análisis de regresión de adultos machos capturados con una trampa versus los días después de colocada la trampa.

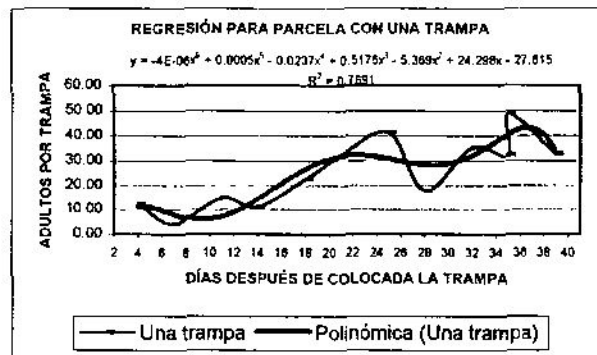


Figura 4. Análisis de Regresión que Mejor se Ajusta para el Comportamiento de las Capturas de Adultos Machos en parcelas con una trampa días después de colocada la trampa en la aldea Pino Dulce, Mataquescuintla, Jalapa, 2,000.

Para el comportamiento de las capturas de palomillas machos a través de 12 muestreos que se realizaron, días después de colocada la trampa en la parcela con una trampa, fue el modelo de regresión polinomial el que mejor se ajustó (Figura 4). El valor de R^2 es de 0.769 que indica que tiene un grado de dominio para la explicación del modelo aceptable, esto nos dice que existe una estrecha correlación estrecha entre ambas variables.

En la Figura 5, se presenta el análisis de regresión de adultos machos capturados con dos trampas versus los días después de colocada la trampa.

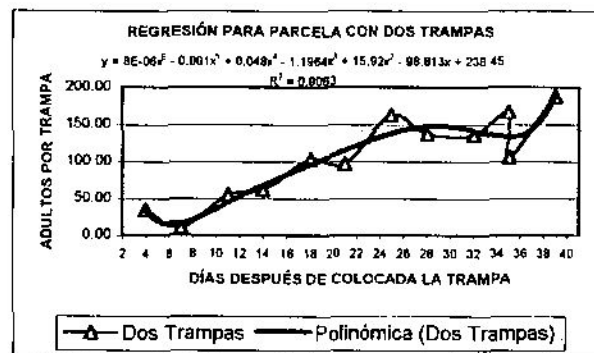


Figura 5. Análisis de Regresión que Mejor se Ajusta para el Comportamiento de las Capturas de Adultos Machos en parcelas con dos trampas días después de colocada la trampa en la aldea Pino Dulce, Mataquescuintla, Jalapa, 2,000.

Para el comportamiento de las capturas de palomillas machos a través de 12 muestreos que se realizaron, días después de colocada la trampa en la parcela con dos trampas, fue el modelo de regresión polinomial el que mejor se ajustó (Figura 5). El valor de R^2 es de 0.91 que indica que tiene un grado de dominio para la explicación del modelo bueno, esto nos dice que las variables están correlacionadas directamente.

En la Figura 6, se presenta el análisis de regresión de adultos machos capturados con tres trampas versus los días después de colocada la trampa.

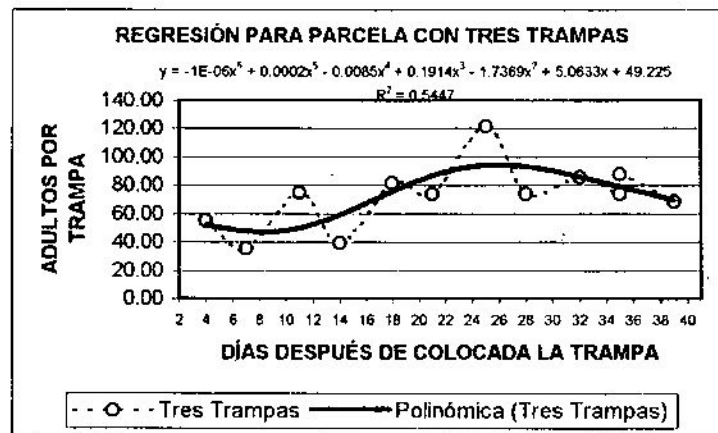


Figura 6. Análisis de Regresión que Mejor se Ajusta para el Comportamiento de las Capturas de Adultos Machos en parcelas con tres trampas días después de colocada la trampa en la aldea Pino Dulce, Mataquescuintla, Jalapa, 2,000.

Para el comportamiento de las capturas de palomillas machos a través de 12 muestreos que se realizaron, días después del trasplante en la parcela con tres trampas, fue el modelo de regresión polinomial el que mejor se ajustó (Figura 6). El valor de R^2 es de 0.54 que indica que tiene un grado de dominio para la explicación del modelo bajo, esto nos dice que no existe una correlación estrecha entre ambas variables.

7.2 MONITOREO DE LARVAS DE *Plutella xylostella* L. PRESENTES EN CADA TRATAMIENTO POR 10 PLANTAS

La población de larvas en el follaje fue monitoreada de forma visual dos semanas antes de la cosecha, por ser en ésta última etapa la de mayor problema con inmaduros. La unidad de muestreo fue 10 plantas por tratamiento.

La presencia de larvas en el follaje, fue mayor en la parcela sin trampa en comparación con los otros tratamientos. Las menores incidencias se encontraron en las parcelas con dos y tres trampas.

En el Cuadro 4 se presentan los promedios acumulados para los tres bloques durante cuatro monitoreos dos semanas antes de la cosecha.

Cuadro 4. Larvas de *Plutella xylostella* L. en 10 plantas días después del trasplante y días después de colocada la trampa en la aldea Pino Dulce, Mataquescuintla, Jalapa, 2,000.

DDT	DDCT	T1	T2	T3	TES
62	32	3.67	1.33	1.33	6.33
65	35	1.67	0.67	0.67	3.00
69	39	3.00	1.67	1.00	4.00
72	42	3.67	2.00	1.33	5.00
	TOTAL	12	5.67	4.33	18.33

En el Cuadro 5 se muestra los resultados del análisis de varianza respecto al total de larvas encontradas en el follaje en cada tratamiento.

Cuadro 5. Análisis de varianza respecto al número de larvas presentes en 10 plantas.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F	Pr>f
TRATAMIENTOS	3	372.91	124.30	14.53 *	0.037
BLOQUE	2	32.66	16.33	1.91	0.22
ERROR	6	51.33	8.55		
TOTAL	11	456.91			

* Significancia

Se observa que existe diferencia del número de larvas encontradas en el follaje respecto a los tratamientos puesto que la probabilidad es de 0.037 menor que 0.05, lo cual indica que al menos uno de los tratamientos se comporta de manera diferente, por lo que se procedió a realizar la prueba de medias de Tukey para establecer que tratamiento presenta menos larvas en el follaje (Cuadro 6).

Cuadro 6. Prueba de Tukey para las medias de larvas presentes en 10 plantas en aldea Pino Dulce, Mataquescuintla, Jalapa, 2,000.

TRATAMIENTO	LARVAS EN 10 PLANTAS	GRUPO TUKEY
Parcela sin trampa	18.33	A
Parcela con 1 trampa	12.00	A B
Parcela con 2 trampas	5.66	B
Parcela con 3 trampas	4.33	B

En el Cuadro 6 se muestran los resultados de la prueba de medias de Tukey; la mayor media la obtuvo el testigo lo que indica que fue el que tuvo mayor presencia de larvas en el follaje. Los otros tres tratamientos no difieren estadísticamente respecto al número de larvas presentes en 10 plantas; sin embargo, el que tuvo la menor población fue el tratamiento con tres trampas y tratamiento con dos trampas respectivamente.

7.2.1 ANÁLISIS DE REGRESIÓN QUE MEJOR SE AJUSTA PARA EL COMPORTAMIENTO DE LARVAS DE *Plutella xylostella* L. ENCONTRADAS EN 10 PLANTAS DÍAS DESPUÉS DEL TRASPLANTE

Para determinar la relación que existe entre las variables: número de larvas en el follaje y días después del trasplante, se realizó un análisis de regresión para cada tratamiento. El modelo que mejor se ajustó al comportamiento de las larvas en el follaje, muestra por medio de su coeficiente de determinación R^2 , que tan correlacionadas están ambas variables en cada uno de los tratamientos.

La Figura 7, presenta el análisis de regresión para el número de larvas por 10 plantas en la parcela con una trampa versus los días después del trasplante.

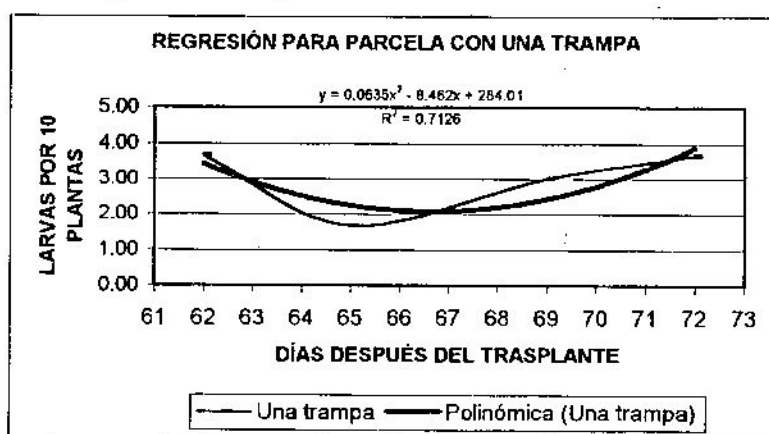


Figura 7. Análisis de Regresión que Mejor se Ajusta para el Comportamiento de larvas encontradas en 10 plantas días después del trasplante en el tratamiento con una trampa en la aldea Pino Dulce, Mataquesuintla, Jalapa, 2,000.

En la Figura 7 se muestra el comportamiento de la población de larvas encontradas días después del trasplante muestreadas en 10 plantas. Para este caso fue el modelo de regresión polinomial el que también

se ajustó de mejor manera y el valor de su coeficiente de determinación R^2 es de 0.71 lo que indica que el grado de correlación entre ambas variables es aceptable.

La Figura 8, presenta el análisis de regresión para el número de larvas por 10 plantas en la parcela con dos trampas versus los días después del trasplante.

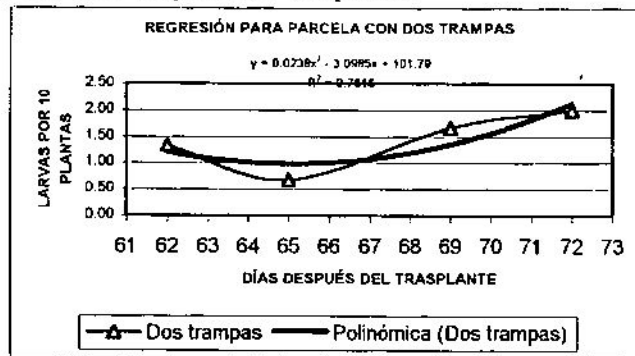


Figura 8. Análisis de Regresión que Mejor se Ajusta para el Comportamiento de larvas encontradas en 10 plantas días después del trasplante en el tratamiento con dos trampas en la aldea Pino Dulce, Mataquescuintla, Jalapa, 2,000.

En la Figura 8 se muestra el comportamiento de la población de larvas encontradas días después del trasplante muestreadas en 10 plantas. Para este caso fue el modelo de regresión polinomial el que también se ajustó de mejor manera y el valor de su coeficiente de determinación R^2 es de 0.76 lo que indica que el grado de correlación entre ambas variables es aceptable.

La Figura 9, presenta el análisis de regresión para el número de larvas por 10 plantas en la parcela con tres trampas versus los días después del trasplante.

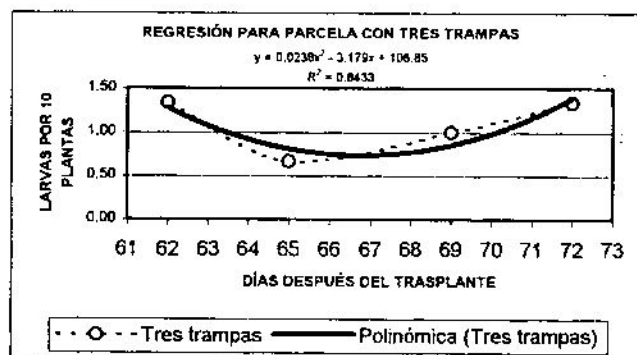


Figura 9. Análisis de Regresión que Mejor se Ajusta para el Comportamiento de larvas encontradas en 10 plantas días después del trasplante en el tratamiento con tres trampas en la aldea Pino Dulce, Mataquescuintla, Jalapa, 2,000.

En la Figura 9 se muestra el comportamiento de la población de larvas encontradas días después del trasplante muestreadas en 10 plantas. Para este caso fue el modelo de regresión polinomial el que también se ajustó de mejor manera y el valor de su coeficiente de determinación R^2 es de 0.84 lo que indica que el grado de correlación entre ambas variables es bueno.

La Figura 10, presenta el análisis de regresión para el número de larvas por 10 plantas en la parcela sin trampa versus los días después del trasplante.

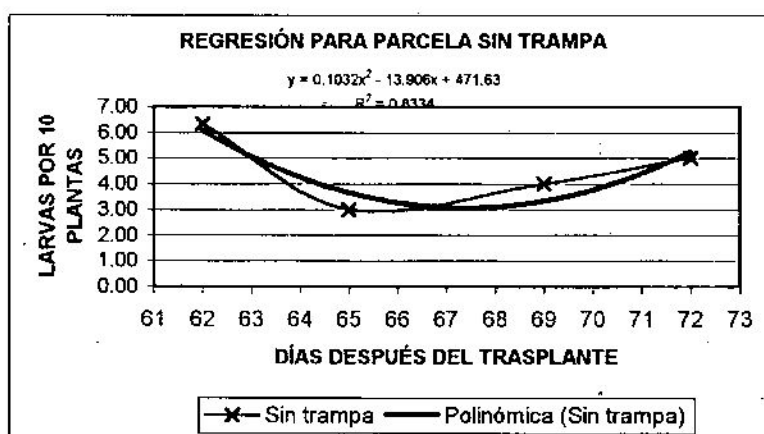


Figura 10. Análisis de Regresión que Mejor se Ajusta para el Comportamiento de larvas encontradas en 10 plantas días después del trasplante en el tratamiento con tres trampas en la aldea Pino Dulce, Mataquescuintla, Jalapa, 2,000.

En la Figura 10 se muestra el comportamiento de la población de larvas encontradas días después del trasplante muestreadas en 10 plantas. Para este caso fue el modelo de regresión polinomial el que también se ajustó de mejor manera y el valor de su coeficiente de determinación R^2 es de 0.83 lo que indica que el grado de correlación entre ambas variables es bueno.

7.2.2 ANÁLISIS DE REGRESIÓN QUE MEJOR SE AJUSTA PARA EL COMPORTAMIENTO DE LARVAS DE *Plutella xylostella* L. ENCONTRADAS EN 10 PLANTAS DÍAS DESPUÉS DE COLOCADA LA TRAMPA

Para saber si también existe relación que existe entre las variables: número de larvas en el follaje y días después de colocada la trampa, se realizó un análisis de regresión para cada tratamiento. El modelo

que mejor se ajustó al comportamiento de las larvas en el follaje, muestra por medio de su coeficiente de determinación R^2 , que tan correlacionadas están ambas variables en cada uno de los tratamientos.

La Figura 11, presenta el análisis de regresión para el número de larvas por 10 plantas en la parcela con una trampa versus los días después de colocada la trampa.

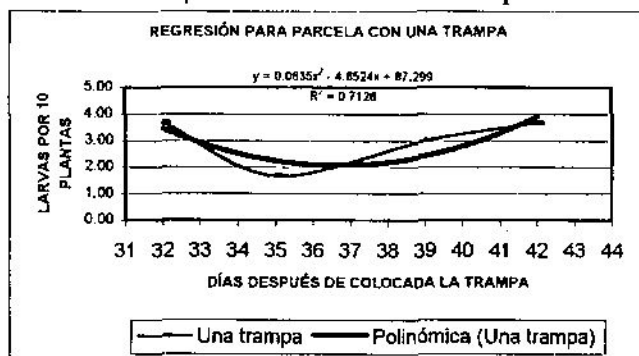


Figura 11. Análisis de Regresión que Mejor se Ajusta para el Comportamiento de larvas encontradas en 10 plantas días después de colocada la trampa en el tratamiento con una trampa en la aldea Pino Dulce, Mataquescuintla, Jalapa, 2,000.

En la Figura 11 se muestra el comportamiento de la población de larvas encontradas en el follaje días después de colocada la trampa muestreadas en 10 plantas. Para este caso fue también el modelo de regresión polinomial el que mejor se ajustó y el valor de su coeficiente de determinación R^2 fue de 0.71 lo que indica que el grado de correlación entre ambas variables es aceptable.

La Figura 12, presenta el análisis de regresión para el número de larvas por 10 plantas en la parcela con dos trampas versus los días después de colocada la trampa.

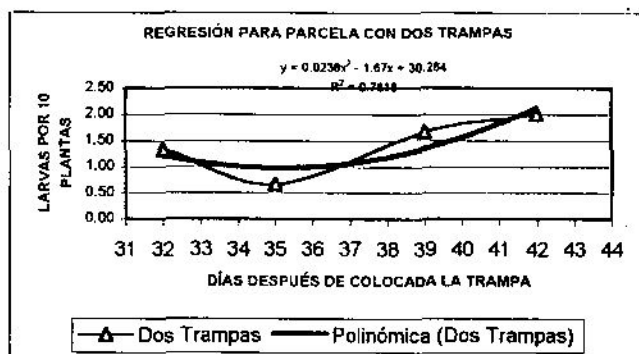


Figura 12. Análisis de Regresión que Mejor se Ajusta para el Comportamiento de larvas encontradas en 10 plantas días después de colocada la trampa en el tratamiento con dos trampas en la aldea Pino Dulce, Mataquescuintla, Jalapa, 2,000.

En la Figura 12 se muestra el comportamiento de la población de larvas encontradas en el follaje días después de colocada la trampa muestreadas en 10 plantas. Para este caso fue también el modelo de regresión polinomial el que mejor se ajustó y el valor de su coeficiente de determinación R^2 fue de 0.76 lo que indica que el grado de correlación entre ambas variables es aceptable.

La Figura 13, presenta el análisis de regresión para el número de larvas por 10 plantas en la parcela con tres trampas versus los días después de colocada la trampa.

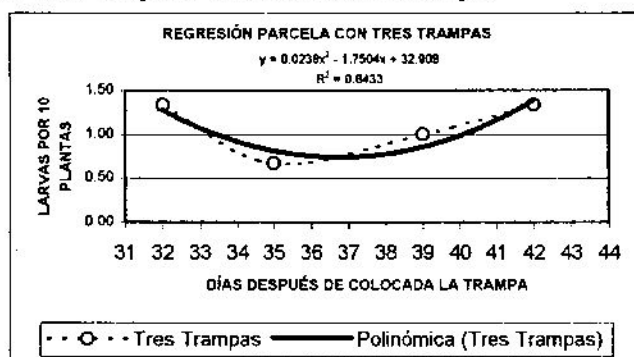


Figura 13. Análisis de Regresión que Mejor se Ajusta para el Comportamiento de larvas encontradas en 10 plantas días después de colocada la trampa en el tratamiento con tres trampas en la aldea Pino Dulce, Mataquescuintla, Jalapa, 2,000.

En la Figura 13 se muestra el comportamiento de la población de larvas encontradas en el follaje días después de colocada la trampa muestreadas en 10 plantas. Para este caso fue también el modelo de regresión polinomial el que mejor se ajustó y el valor de su coeficiente de determinación R^2 fue de 0.84, lo que indica que el grado de correlación entre ambas variables es bueno.

La Figura 14, presenta el análisis de regresión para el número de larvas por 10 plantas en la parcela sin trampa versus los días después de colocada la trampa.

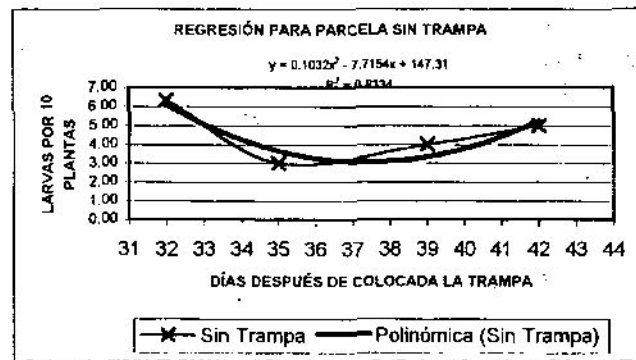


Figura 14. Análisis de Regresión que Mejor se Ajusta para el Comportamiento de larvas encontradas en 10 plantas días después de colocada la trampa en el tratamiento sin trampa en la aldea Pino Dulce, Mataquescuintla, Jalapa, 2,000.

En la Figura 14 se muestra el comportamiento de la población de larvas encontradas en el follaje días después de colocada la trampa muestreadas en 10 plantas. Para este caso fue también el modelo de regresión polinomial el que mejor se ajustó y el valor de su coeficiente de determinación R^2 fue de 0.83 lo que indica que el grado de correlación entre ambas variables es bueno.

7.3 MONITOREO DE PUPAS DE *Plutella xylostella* L. PRESENTES EN CADA TRATAMIENTO POR 10 PLANTAS

Las poblaciones de pupas encontradas en el follaje también fueron monitoreadas de forma visual dos semanas antes de la cosecha por ser ésta última etapa la de mayor problema con los inmaduros. Se utilizó la misma unidad de muestreo empleada para larvas. La presencia de pupas en el follaje al igual que con las larvas, fue mayor en la parcela sin trampa, en comparación con los otros tratamientos evaluados. Las menores incidencias se encontraron en las parcelas con dos y tres trampas respectivamente.

En el Cuadro 7 se muestra los promedios acumulados de pupas en follaje de 10 plantas, durante cuatro monitoreo realizados dos semanas antes de la cosecha.

Cuadro 7. Pupas de *Plutella xylostella* L. encontradas en 10 plantas días después del trasplante y días después de colocada la trampa en aldea Pino Dulce, Mataquescuintla, Jalapa, 2,000.

DDT	DDCT	T1	T2	T3	TES
62	32	2.00	1.00	0.67	1.67
65	35	2.00	1.00	0.67	2.00
69	39	2.00	1.00	1.00	2.67
72	42	2.00	1.00	1.00	2.33
	TOTAL	8.00	4.00	3.33	8.67

El Cuadro 8, presenta el análisis de varianza del número de pupas de Plutella xylostella L., encontradas en follaje.

Cuadro 8. Análisis de varianza respecto al número de pupas de Plutella xylostella L. presentes en 10 plantas.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F	P>f
TRATAMIENTOS	3	66.66	22.22	8.99	0.0123
BLOQUE	2	4.50	2.25	0.91 *	0.4516
ERROR	6	14.83	2.47		
TOTAL	11	86.00			

* Significancia

En el Cuadro 8 se aprecia que respecto al número de pupas por tratamiento se observa que si existe diferencia del número de pupas encontradas en el follaje puesto que la probabilidad es de 0.0123 menor que 0.05, lo cual indica que al menos uno de los tratamientos se comporta de manera diferente, por lo que se procedió a realizar la prueba múltiple de medias de tukey para establecer que tratamiento tiene menos pupas por planta en el follaje.

El Cuadro 9, presenta los resultados de la prueba de Tukey para el número de pupas en follaje de 10 plantas.

Cuadro 9. prueba de Tukey para las medias de pupas de Plutella xylostella L. en 10 plantas.

TRATAMIENTO	PUPAS EN 10 PLANTAS	GRUPO TUKEY
Parcela sin trampa	8.67	A
Parcela con 1 trampa	8.00	A B
Parcela con 2 trampas	4.00	B C
Parcela con 3 trampas	3.33	C

De acuerdo a la prueba de Tukey que se observa en el Cuadro 9 las menores medias de pupas encontradas en 10 plantas se obtuvieron en los tratamientos con dos y tres trampas, no existiendo diferencia estadística significativa entre ambos, colocándolos como los mejores tratamientos en comparación con el testigo.

7.3.1 ANÁLISIS DE REGRESIÓN QUE MEJOR SE AJUSTA PARA EL COMPORTAMIENTO DE PUPAS DE Plutella xylostella L. PRESENTES EN 10 PLANTAS DÍAS DESPUÉS DEL TRASPLANTE

Para determinar la relación existente entre las variables: número de pupas en el follaje y días después del trasplante se realizó un análisis de regresión para cada tratamiento, el modelo que mejor se ajustó al comportamiento de pupas encontradas en el follaje muestra por medio de su coeficiente de determinación que tan correlacionadas están ambas variables en cada uno de los tratamientos.

A. Análisis de Regresión que Mejor se Ajusta para el número de pupas por 10 plantas en Tratamiento con una trampa.

Los valores o datos para este caso fueron muy variables, debido a esta variación en las lecturas la pendiente calculada para este caso fue cero y para cualquier valor de X su correspondiente valor es Y, es decir no existe relación proporcional y **no es una función**. En otras palabras durante los cuatro monitoreos realizados se encontró en promedio la misma población de pupas en el follaje.

B. Análisis de Regresión que Mejor se Ajusta para el número de pupas por 10 plantas en el Tratamiento con dos trampas.

Los valores o datos para este caso fueron muy variables, debido a esta variación en las lecturas la pendiente calculada para este caso fue cero y para cualquier valor de X su correspondiente valor es Y, es decir no existe relación proporcional y **no es una función**. En otras palabras durante los cuatro monitoreos realizados se encontró en promedio la misma población de pupas en el follaje.

La Figura 15, presenta el análisis de regresión para el número de pupas por 10 plantas en la parcela con tres trampas versus los días después del trasplante.

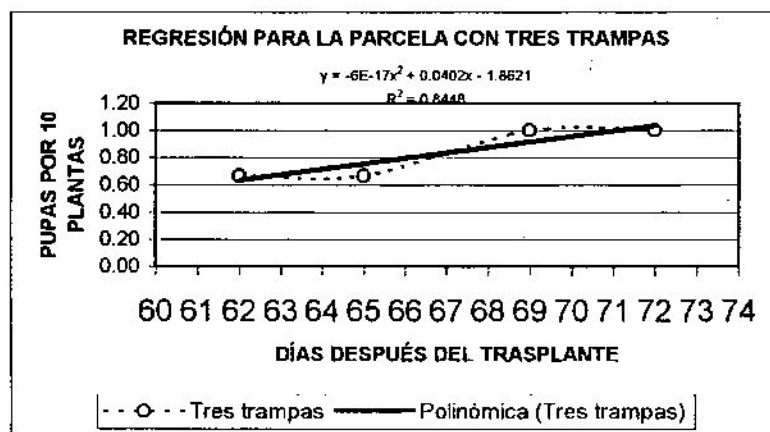


Figura 15. Análisis de Regresión que Mejor se Ajusta para el Comportamiento de pupas encontradas en 10 plantas días después del trasplante en el tratamiento con tres trampas en la aldea Pino Dulce, Mataquescuintla, Jalapa, 2,000.

En la Figura 15 se muestra el comportamiento de la población de pupas encontradas días después de colocada la trampa en 10 plantas muestreadas, al igual que en los casos anteriores el modelo de regresión que mejor se ajustó y el valor de su coeficiente de determinación R^2 es de 0.84, lo que es bueno para la explicación del modelo, indicando que existe estrecha correlación entre ambas variables.

La Figura 16, presenta el análisis de regresión para el número de pupas por 10 plantas en la parcela sin trampa versus los días después del trasplante.

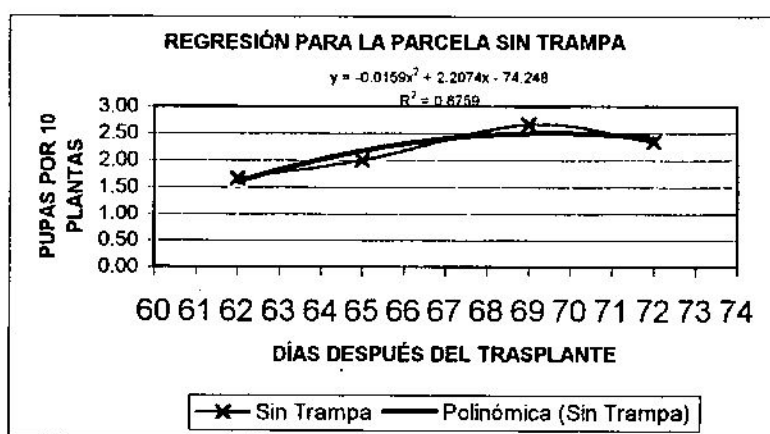


Figura 16. Análisis de Regresión que Mejor se Ajusta para el Comportamiento de pupas encontradas en 10 plantas días después del trasplante del tratamiento sin trampa en la aldea Pino Dulce, Mataquescuintla, Jalapa, 2,000.

En la Figura 16 se muestra el comportamiento de la población de pupas encontradas días después de colocada la trampa en 10 plantas muestreadas, al igual que en los casos anteriores el modelo de regresión que mejor se ajustó y el valor de su coeficiente de determinación R^2 es de 0.87, lo que es bueno para la explicación del modelo, indicando que existe estrecha correlación entre ambas variables.

7.3.2 ANÁLISIS CONSIDERANDO LOS DÍAS DESPUÉS DE COLOCADA LA TRAMPA

Para determinar la relación existente entre las variables: número de pupas en el follaje y días después de colocada la trampa se realizó un análisis de regresión para cada tratamiento, el modelo que mejor se ajustó al comportamiento de pupas encontradas en el follaje muestra por medio de su coeficiente de determinación que tan correlacionadas están ambas variables en cada uno de los tratamientos.

A. Análisis de Regresión que Mejor se Ajusta para el número de pupas por 10 plantas en el Tratamiento con una trampa

Los valores o datos para este caso fueron muy variables, debido a esta variación en las lecturas la pendiente calculada para este caso fue cero y para cualquier valor de X su correspondiente valor es Y, es decir no existe relación proporcional y **no es una función**. En otras palabras durante los cuatro monitoreos realizados se encontró en promedio la misma población de pupas en el follaje.

B. Análisis de Regresión que Mejor se Ajusta para el número de pupas por 10 plantas en el Tratamiento con dos trampas

Los valores o datos para este caso fueron muy variables, debido a esta variación en las lecturas la pendiente calculada para este caso fue cero y para cualquier valor de X su correspondiente valor es Y, es decir no existe relación proporcional y **no es una función**. En otras palabras durante los cuatro monitoreos realizados se encontró en promedio la misma población de pupas en el follaje.

La Figura 17, presenta el análisis de regresión para el número de pupas por 10 plantas en la parcela con tres trampas versus los días después de colocada la trampa.

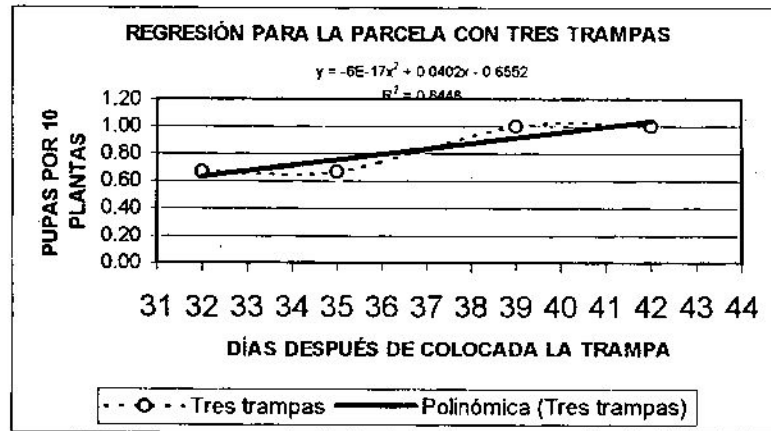


Figura 17. Análisis de Regresión que Mejor se Ajusta para el Comportamiento de pupas encontradas en 10 plantas días después de colocada la trampa en el tratamiento con tres trampas en la aldea Pino Dulce, Mataquesuintla, Jalapa, 2,000

En la Figura 17 se muestra el comportamiento de las poblaciones de pupas encontradas días después de colocada la trampa en 10 plantas muestreadas. Fue el modelo de regresión polinomial el que mejor se ajustó. El valor de su coeficiente de determinación R^2 es igual a 0.84, lo cual es bueno para la explicación del modelo, indicando que existe estrecha correlación entre ambas variables.

La Figura 18, presenta el análisis de regresión para el número de pupas por 10 plantas en la parcela sin trampa versus los días después de colocada la trampa.

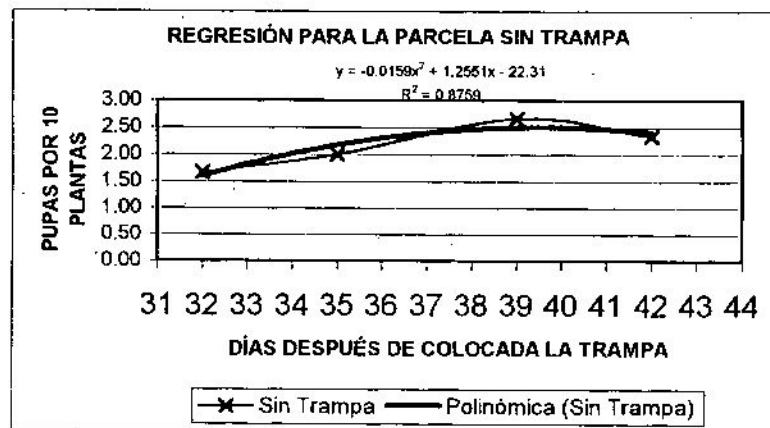


Figura 18. Análisis de Regresión que Mejor se Ajusta para el Comportamiento de pupas encontradas en 10 plantas días después de colocada la trampa en el tratamiento sin trampa en la aldea Pino Dulce, Mataquesuintla, Jalapa, 2,000

En la Figura 18 se muestra el comportamiento de las poblaciones de pupas encontradas días después de colocada la trampa en 10 plantas muestreadas. Fue el modelo de regresión polinomial el que mejor se

ajustó. El valor de su coeficiente de determinación R^2 es igual a 0.87, lo cual es bueno para la explicación del modelo, indicando que existe estrecha correlación entre ambas variables.

7.4 DISCUSIÓN INTEGRADA DE LOS RESULTADOS

Al final de la evaluación se observó que la feromona provocó una confusión entre los sexos, por esta razón los machos adultos al ser atraídos por la feromona se lograron adherir al pegamento de la trampa o cayeron en el agua con detergente. Esto provocó una captura masiva de machos adultos en busca de cópula, lo que ayudó en gran manera a controlar la plaga. Similares resultados encontró Chow 1981 (6), la captura masiva de la plaga provocada por la confusión logró un control efectivo.

Las feromonas son parte del manejo integrado de plagas del cultivo de brócoli y otras crucíferas, estas son muy importantes en la toma de decisiones para hacer aplicaciones de pesticidas, estas además de proteger los enemigos naturales lograron disminuir la cantidad de larvas encontradas en el follaje de crucíferas en las parcelas tratadas con feromona como parte del manejo integrado de plagas del cultivo, esto debido que la probabilidad de encuentros y apareo entre machos y hembras fue menor. Similares resultados fueron encontrados por Nemoto 1990 (17) donde la población de larvas en follaje de los tratamientos con feromona fue menor que los no tratados.

Respecto al número de palomillas capturadas por trampa se obtuvo un promedio de 31 palomillas machos por trampa por cada conteo, con mayores capturas a los 28 días después de colocada la trampa y con menores capturas a los 8 días después de haberla colocado.

En relación al promedio de 31 palomillas por trampa por conteo se observa que este dato es muy parecido a las investigaciones realizadas por Dardon y Carranza (8), en 1994 en experimentos realizados por el Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA).

7.5 RENTABILIDAD DE LOS TRATAMIENTOS

Previo, durante y al final del ciclo de cultivo de brócoli se registraron todos los costos en que se incurrió para cada tratamiento con la finalidad de establecer que tratamiento ofrece la mejor rentabilidad en la producción de brócoli.

El Cuadro 10 muestra la rentabilidad que se obtiene con cada uno de los tratamientos empleados.

Cuadro 10. Costos y Rentabilidad de los tratamientos evaluados en la aldea Pino Dulce, Mataquescuintla, Jalapa, 2,000.

TRATAMIENTO	C. TOTALES	INGRESO BRUTO	INGRESO NETO	RENTABILIDAD
T1	Q 14,277.09	Q 15,133.34	Q 856.25	6.00
T2	Q 14,619.94	Q 17,403.34	Q 2,783.40	19.04
T3	Q 14,962.80	Q 17,025.01	Q 2,062.21	13.78
TS	Q 13,934.23	Q 14,187.51	Q 253.28	1.82

Se aprecia que la mayor rentabilidad se obtiene al colocar dos trampas para la mayor captura de adultos machos en el cultivo de brócoli bajo las condiciones de Mataquescuintla, Jalapa. En este tratamiento por cada Q. 100.00 quetzales invertidos se obtiene una ganancia de Q. 19.04.

8. CONCLUSIONES

1. La feromona sexual específica para Plutella xylostella L. si actuó como atrayente sexual de la población de adultos machos.
2. La evaluación de trampas con feromona sexual para captura de adultos machos de Plutella xylostella L. actuó bajo las condiciones climáticas: Temperatura promedio igual a 21 °C y Precipitación pluvial promedio igual a 8.13 milímetros mensuales.
3. La población capturada de machos de Plutella xylostella L. fueron: 305 adultos con una trampa en 12 lecturas (100 %). Con dos trampas se capturó un 299 por ciento más de población. Tres trampas capturaron sólo el 285 por ciento con relación a una trampa.
4. La mejor captura de adultos machos (datos acumulados) fue a los 24 días después de colocada la trampa, lo cual coincidió con el ciclo biológico y la presencia de los adultos voladores de Plutella xylostella L. (28 días aproximadamente).
5. El modelo de regresión que mejor se ajustó fue el cuadrático y corresponde mayormente al uso de dos trampas por parcela de una cuerda.
6. El mayor porcentaje de rechazo de brócoli en planta se obtuvo sin uso de trampa con feromona, y este comprendió el 25 por ciento de rechazo.

7. En la parcela con una trampa con feromona, se obtuvo una pérdida del 20 % de rechazo. Las parcelas con dos y tres trampas solo obtuvieron un 8 a 10 por ciento de rechazo por presencia de inmaduros. En relación al testigo se encontró 26 por ciento menos de larvas en la inflorescencia en la parcela con una trampa, 65 por ciento menos presencia de inmaduros en la parcela con dos trampas y 72 por ciento menos en la parcela con tres trampas.

9. RECOMENDACIONES

1. El manejo integrado de plagas en el cultivo de brócoli, debe incluir el control etológico a través del uso de la práctica de trampas con feromona sexual, para la captura de adultos machos de Plutella xylostella L., en las etapas fenológicas previas a la floración y durante la floración.
2. Colocar las trampas con feromona 35 días después del trasplante de las plantas de brócoli, debido a que la aparición de la palomilla, para las condiciones climáticas de Mataquesuintla, Jalapa, se da en esta etapa.
3. Usar por lo menos 6 trampas con feromona por hectárea, esto se hace con el fin de incluir el uso de trampas con feromona, como una práctica más del manejo integrado del cultivo.
4. No se recomienda cambiar de nuevo las trampas con feromona, porque la duración del efecto de la feromona es de 40 días, lo cual es suficiente para llegar a cosechar todo el cultivo.

10. BIBLIOGRAFÍA

1. ASOCIACIÓN GREMIAL DE PRODUCTOS NO TRADICIONALES DE EXPORTACIÓN (Gua.). 1998. Boletín informativo. 7 p.
2. BIRCH, M.C.; HAYNES, K.F. 1991. Feromonas de insectos. Barcelona, España. 95 p.
3. CARBALLO, M.; CALVO, G.; QUEZADA, J.R. 1989. Evaluación de criterios de aplicación de insecticidas para el manejo de Plutella xylostella L. en repollo. Manejo Integrado de Plagas (C. R.) (13):23-38
4. CATIE. 1990. Proyecto regional de manejo integrado de plagas del cultivo de repollo. Turrialba Costa Rica, CATIE/MIP. 80 p.
5. CHIRI, A. 1989. Utilización del control etológico. In: Manejo Integrado de Plagas Insectiles en Agricultura. Ed. Por K.L. Andrews y J.R. Quezada. Honduras, Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, p. 267-282.
6. CHOW, Y.S. 1981. Insect sex pheromone its application and potencial use in cruciferous pest management. In Symposium on Production and Insect Control of Cruciferous Vegetables. (1981, Taiwan) Proceeding. Chen, C.N., Suj, W.Y. eds. Taiwan, S.n. p. 103-118.
7. CRUZ, J.R. DE LA. 1982. Clasificación de zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 42 p.
8. DARDON, D.; CARRANZA BAZINI, H. 1994. Evaluación de trampas de feromonas para capturar adultos de Plutella xylostella L. en brócoli. Guatemala, Proyecto MIP-CATIE-ICTA. p. 16-24
9. GUATEMALA. INSTITUTO NACIONAL DE SISMOLOGÍA, VULCANOLOGÍA, METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA. Datos meteorológicos de Jalapa. años 1994-1999. Sin publicar
10. INDUSTRIA EXPORTADORA DE ALIMENTOS (Gua.). 1986. Instructivo para el cultivo y producción de brócoli. Guatemala. 17 p.
11. JACOBSON, M. 1972. Insect sex pheromones. New York, EE.UU, Academic Press. 300 p.

12. LEAL, H.; OCHOA, E. 1993. Proyecto de investigación: control de plagas en brócoli. Ochoa, E. et al. Manejo integrado de plagas en brócoli Fase I:1991-1992. Guatemala. MAGA- p. 1-8.
13. MICHELL, E.R. 1981. Management of insect pests with semiochemicals. EE.UU, Plenum Press Nueva York. 184 p.
14. MORA, C.; RODRÍGUEZ, VALVERDE, C. 1990. Evaluación de trampas con feromona sexual en la captura de machos de *Plutella xylostella* L. en el cultivo de repollo. Manejo Integrado de Plagas. (C. R.) no. 22:65-72
15. MORALES, R. 1995. Manejo integrado de plagas en brócoli. Guatemala, Proyecto MIP-ICTA-CATIE-ARF. 40 p.
16. NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES. 1982. Manejo integrado de plagas de insectos. México, Limusa. v. 3,522 p.
17. NEMOTO, H.; YANO, E.; KIRITANI, K. 1990. Pheromonal control of diamond back moth in the management of crucifer pest. In DIAMONDBACK MONTH and other crucifer pest. Talker, Taiwan. ed. N.S. 91-97 p.
18. NORDLUND, D. A.; JONES, R.L.; LEWIS, W. 1981. Semiochemicals: Their role in pest control. New York, EE.UU., s.n. 160 p.
19. OCHOA, R.; CARBALLO, M. QUEZADA, J.R. 1989. Diagnóstico sobre el combate de palomilla dorso de diamante en el cultivo de repollo. Manejo Integrado de Plagas (C.R.) no. 22:41-45.
20. SHOREY, H. H. 1976. Animal communication by pheromones. New York, EE.UU. Academic Press New York, 151 p.
21. SIMMONS, CH.S.; TARANO, J.M.; PINTO, J.H. 1959. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala. Trad. por Pedro Tirado Sulsona. Guatemala, ed. José de Pineda Ibarra. 1000 p.



Vo. Bo. Rolando Barrios.

11. APENDICE

Cuadro 1A. Plaguicidas permitidos y no permitidos en brócoli y otras crucíferas

NIVELES PERMITIDOS DE LOS PLAGUICIDAS MAS COMUNES
DE DIFERENTES PRODUCTOS PARA EXPORTACION
The Permitted Chemical Levels Guide

Autorizado hasta Julio 2, 1992

CPN	ACCION	COMPLETO	avepa	brassica	brassica	coliflor	Otra	Agro	otras
103	Fungicida	CAPTAN (*)	2	2	2	2	0	20	2
106	Insecticida	ACEFATE	0	0	2	2	0	10	0
118	Fungicida	MANEB	0	10	10	10	0	8	7
111	Insecticida	MALATHION	8	4	4	4	8	0	8
114	Fungicida	PERMAN	7	0	0	0	0	0	0
116	Fungicida	ZIPRAL	7	7	7	7	0	7	7
120	Insecticida	METOMYLOR	14	14	14	14	0	0	14
121	Insecticida	METHYL PARATHION	0	0	0	0	1	0	0
122	Insecticida	LINDANO	0	0.05	0.05	0.05	1	0.05	0
132	Insecticida	DIAZINON	0.5	0.7	0.7	0.7	0	0.7	0.75
134	Insecticida	AZINPHOS METHYL	8	2	2	2	0	2	0
137	Insecticida	MEVINFOS	0.25	1	0	1	0	1	0
147	Insecticida	NICOTINA	2	2	2	2	2	2	0
148	Insecticida	CARBARYL	10	10	10	10	10	10	10
162	Insecticida	ENDOSULFAN	2	2	2	2	0	2	0.2
163	Insecticida	DISULFOTON	0.75	0.75	0.75	0.75	0	0	0
164	Herbicida	LINARON	0	0	0	0	0	0.6	1
204	Insecticida	DMICOTATE	2	2	0	2	0	2	0
206	Herbicida	PARAQUAT	0.05	0.05	0	0.05	0	0	0.05
218	Insecticida	HALED	0.2	1	1	1	0	1	0
253	Insecticida	METOMIL	5	2	2	2	0	3	0
275	Fungicida	CLOROTALONIL	0	5	5	5	0	15	1
281	Fungicida	QUINTOZENE	0	0 + (1)	0.1 (1)	0.1 (1)	0	0	0
284	Fungicida	PFENAMIL	0	0.2	0.2	0.2	0	0	0.2
319	Insecticida	HEPTACLOPOR	0	1	1	1	0	0	0
320	Insecticida	OXIDEMETON METHYL	0	1	1	1	0	0	0
347	Insecticida	CLORPENTHOS	0	1	1	1	0	0	0
349	Herbicida	FENAMIFOS	0	0	0.1	0	0.3	0	0
376	Insecticida	PERMETHRIN	0	1	1	1	0	1	0
398	Fungicida	IPROCONAZOL	0	25	0	0	0	0	5
	Insecticida	BACILLUS T.	Exento	Exento	Exento	Exento	Exento	Exento	Exento

Concentraciones expresadas en ppm: Partes por millón, (miligramo por kilogramo)

(*) P. y P. en coque
 (*) (*) Clorfen: Es altamente aplicable en envase al transferido.
 (*) Telomer: Muestra
 Osmatocid: Methyl Parathion de S. RIVOCADO, Josep. Oros

Familia y Grupo taxonómico	Nombre Químico	Nombre Comercial
Organofosforados		
a) ésteres con enlace P-O con grupos monoaril o dialkil (Grupo 1)	acufato halido disulfato trifosfo metamidoato	Othello Dibax AFA Dipterix Terminon Mocap
b) ésteres con enlace P-O con grupos monoaril, monoaril o dialkil (Grupo 5)		
c) ésteres con enlace P-S con grupos monoaril o dialkil (Grupo 15)	clorpirifos diazinon	Lorsban Diazinon
d) ésteres con enlace P-S con grupos monoaril, dialkil, monoaril o dialkil (Grupo 11)	profenofos	Taklufos
e) ésteres con enlace P-S con grupos monoaril o dialkil (Grupo 13)	caration metilato	Prinacop, Fenixol
f) ésteres con enlace P-S con grupos monoaril, dialkil, monoaril o dialkil (Grupo 7)	fosfotio	Thionil
f) ésteres con enlace P-S con grupos monoaril o dialkil (Grupo 8)	dimetioato	Oratio
Biológicos o Microbianos (Grupo 20)		
Bacterias entomopatógenas (Bacterial)	Bacterias entomopatógenas	Dipel, Javelin, Thuricide, Xentari
Fitotóxicos (Grupo 22)		
	permetrina esfenvalerato deltamethrina	Ambush Aroba Dawa
Carbamatos		
a) ésteres con grupos monoaril (Grupo 17)	metomil oxamil carbolaran	Lindac Oxstere Furadan
b) heterocíclicos con grupos monoaril (Grupo 19)		
Neurotoxinas (Grupo 25)		
	imidacloprid carfentoteno	Pounce Podan, Dago
Otros		
Organofosforados con enlaces carbocíclicos (Grupo 18)	malatión	Malathion
Dialquil ari (Grupo 3)	terbufosfos	Thiodan
Lactona macrocíclica (Grupo 21)	abamectina	Vertimec

Cuadro 2 A. Características que debe cumplir el brócoli para su recepción en campo

TAMAÑO MUESTRA No. MUESTRAS/CANASTAS	Grado A: 25 libras 1/100 ó 1/50	Grado B: 25 libras 1/100 ó 1/50
TAMAÑO DE CABEZA	Diámetro 7" máximo 4" mínimo Peso 500 g Largo Distorsionado	7" máximo 3 1/2 - 4" mínimo (se acepta 10% max) 500 g ± 5 1/2" descuento 5% por cada 1/2" de exceso
COLORE	Verde	Verde
MADUREZ (por desarrollo)	0% Se prohíbe cortar producto un día antes del día de corte	5% Se prohíbe cortar producto un día antes del día de corte
GUSANOS VIVOS O MUERTOS (incluidos)	3 (20 - 25 libras) 2 (15 libras) Rechazar 1% por cada gusano	4 - 5 Rechazar 1% por cada gusano
ALUCOS	2%	2%
DEFICIENCIA BORO LEVE (en tronco)	4% Sólo se castigará tronco con coloración	5 - 8% Sólo se castigará tronco con coloración
MANCHA GUSANO	0%	4%
MANCHA NEGRA (hongos)	2%	4 - 7%
PODREDUMBRE	0% Rechazar al mayor incidencia	0% Rechazar al mayor incidencia
MANCHA MOHOSA (no generalizada)	4%	5 - 10%
MANCHA PLASQUIOSA	No se acepta	No se acepta
LASTIMADO (ojos de cabeza)	0%	5%
FIBRA COMESTIBLE Woody	No se acepta	No se acepta
Corrosible	2%	5%
HILO PLASTICO O COSALES DESHILADOS	0	1 unidad (descuento es 10%)
PELO	0%	0%
VEDO	0%	0%

Para Grado A el porcentaje máximo de defectos es 100.
 El Grado B es recibo de 70%.
 Si el producto no reúne las condiciones mencionadas será rechazado, sin responsabilidad por parte de ALCOSA.

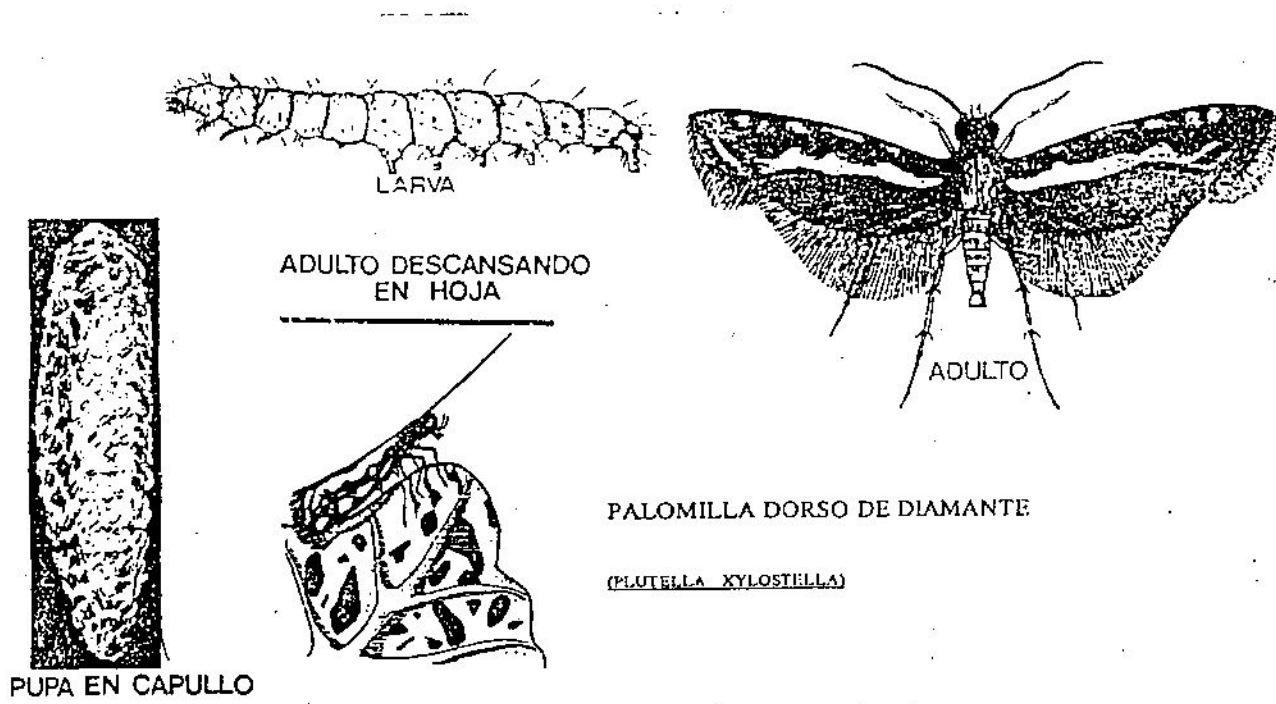


Figura 1A. Palomilla dorso de diamante y sus estadios

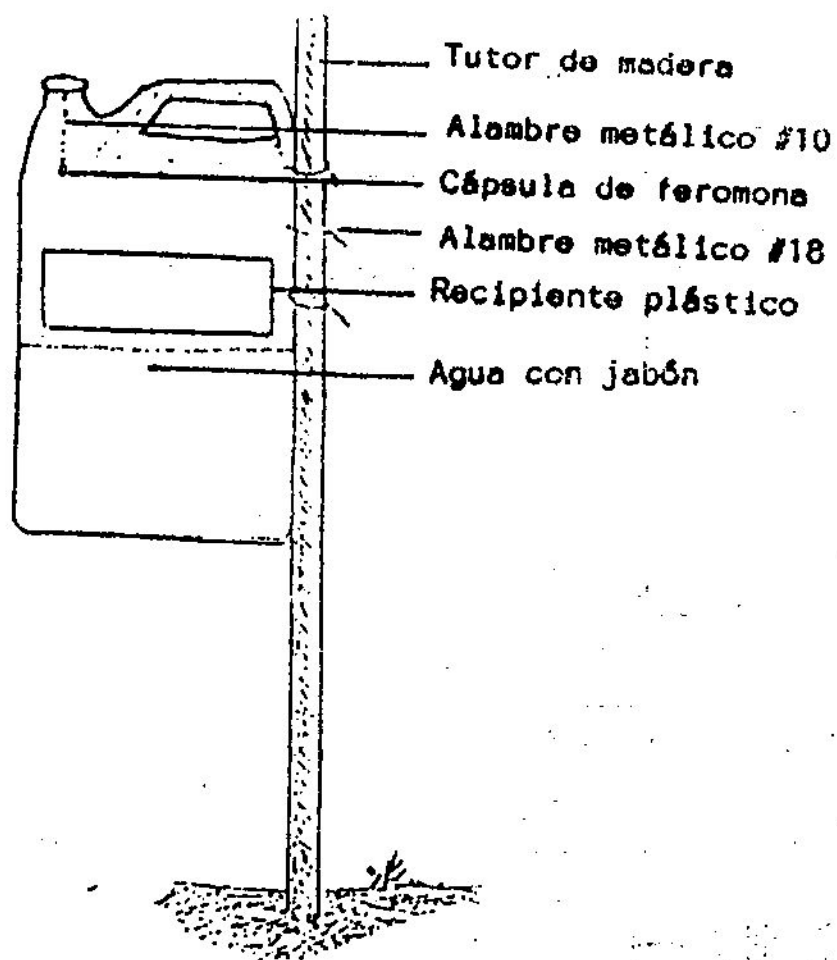
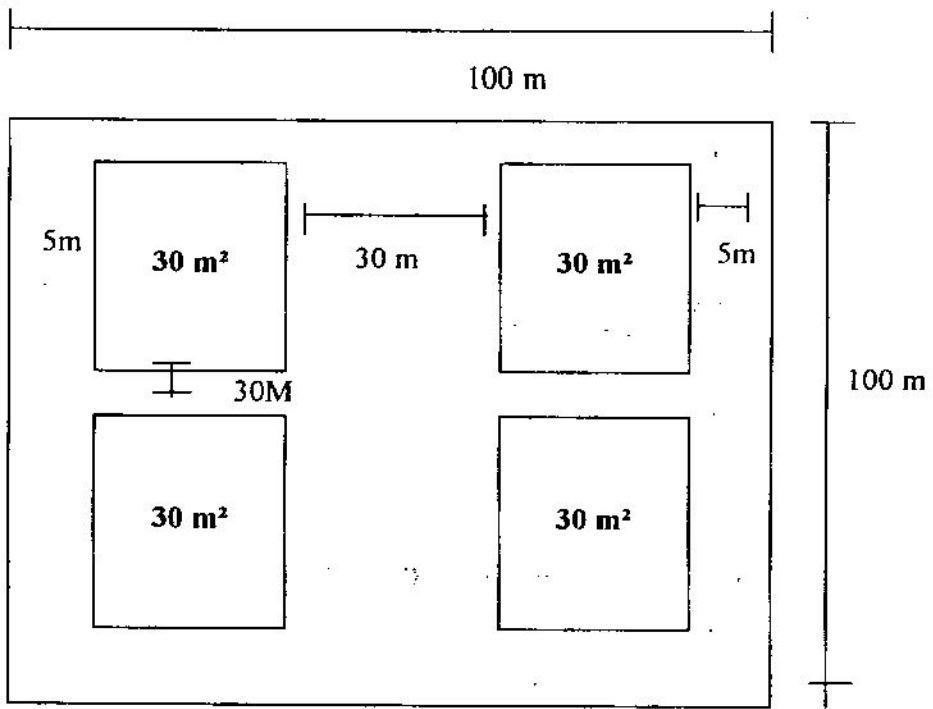
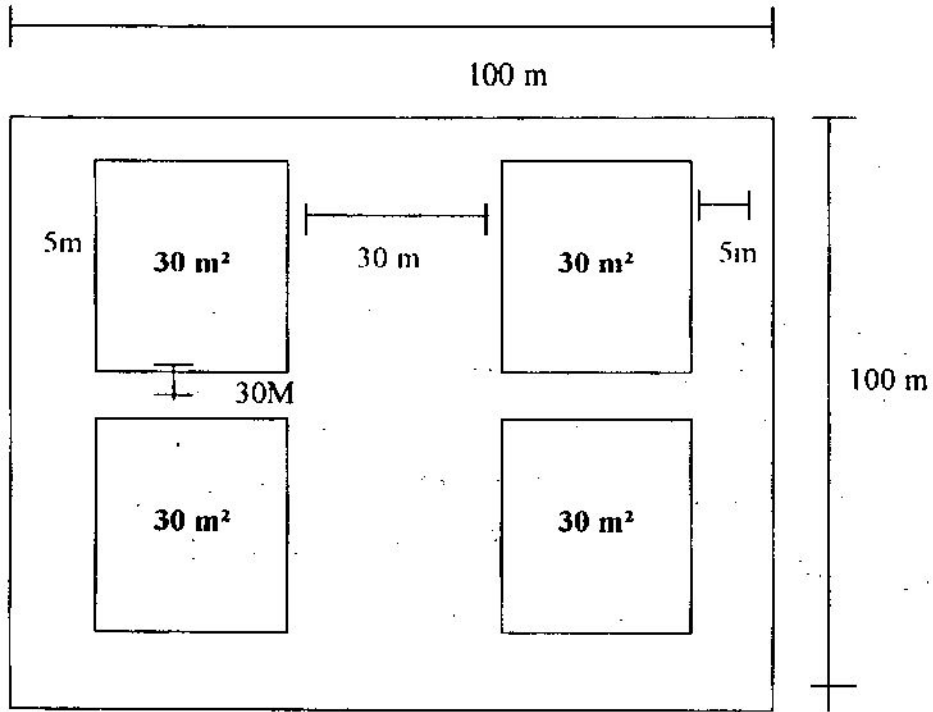


Figura 2A. Tipo de trampa utilizada



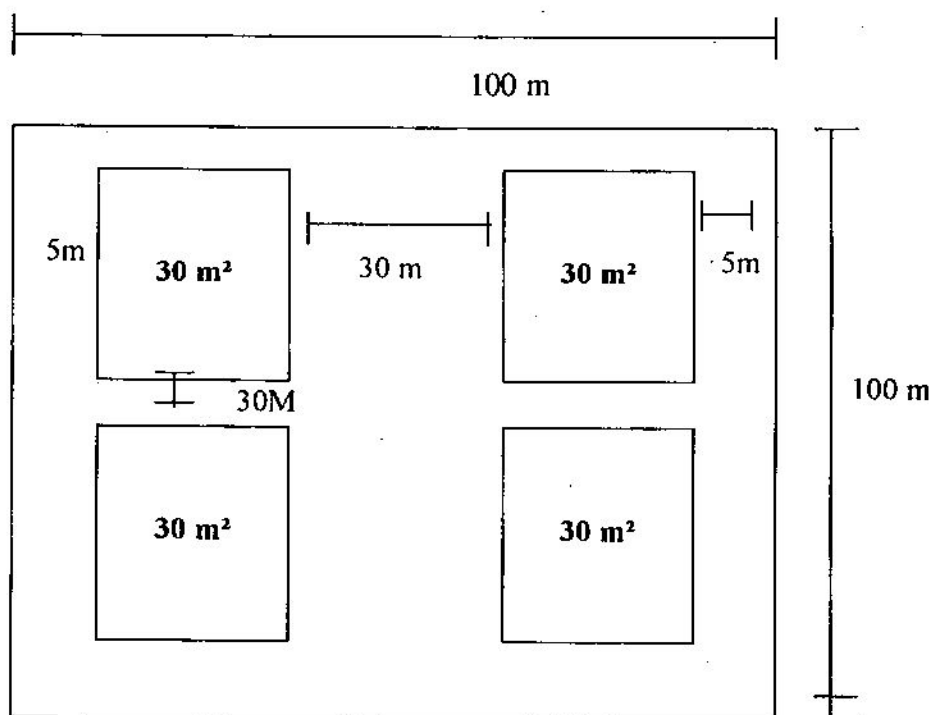


Figura 3A. Distribución de los tratamientos en el campo

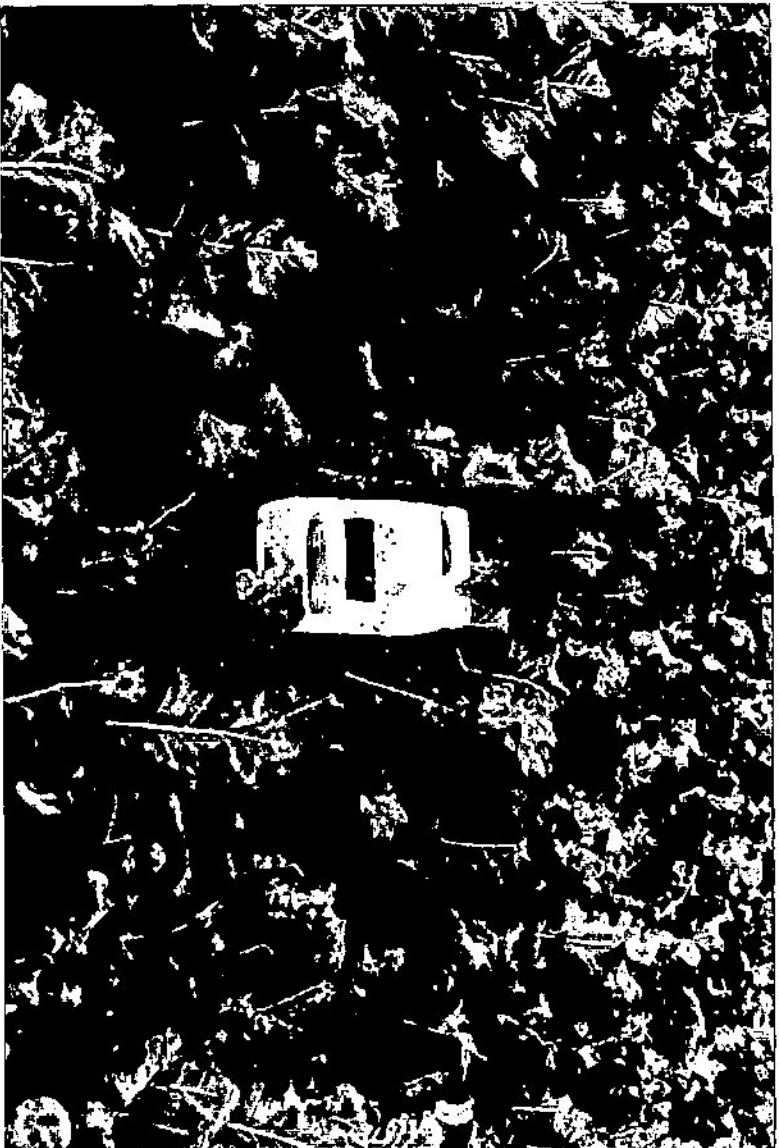


Figura 4 A. Trampa con feromona en la plantación y su altura de colocación

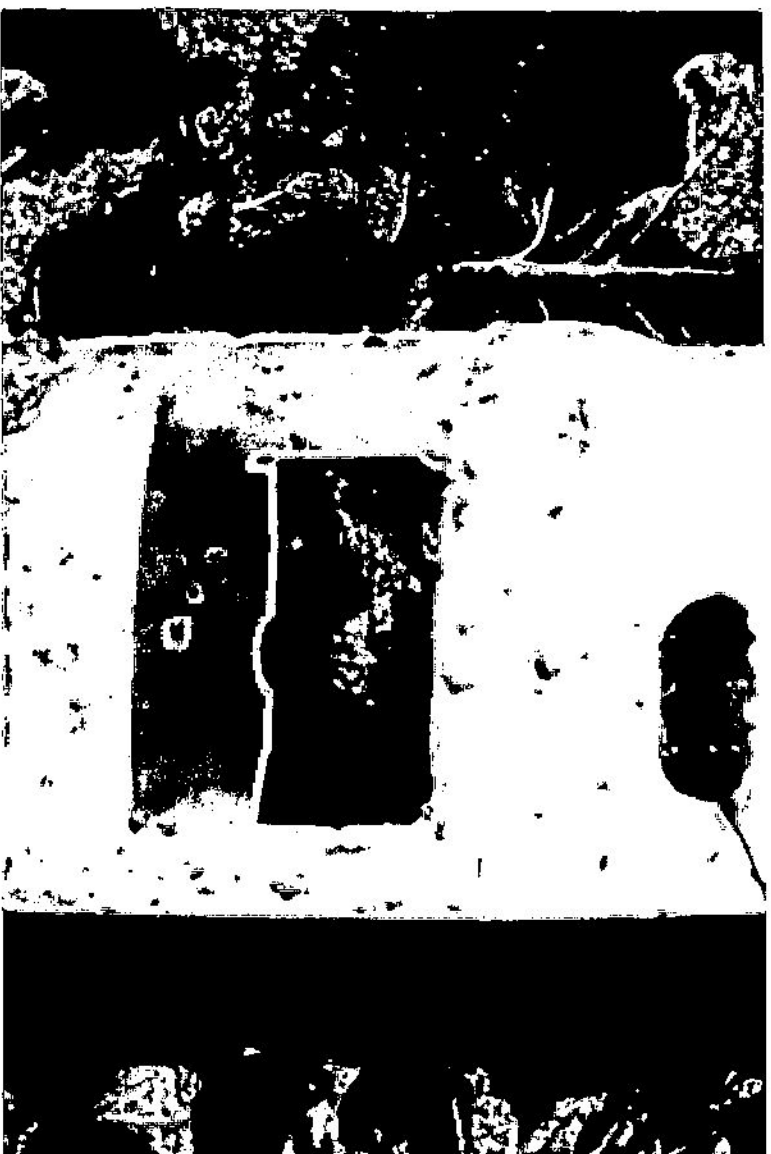


Figura 5A. Trampa con pegamento especial



Figura 6A. Palomillas atraídas y adheridas en la trampa.



Figura 7.A. Diversidad de insectos atrapados en el agua.



Figura 8A. Realización de monitoreo de inmaduros en el follaje de brócoli y lectura de adultos capturados por trampa.



Figura 9A. Distribución de las trampas con feromona en el campo.



FACULTAD DE AGRONOMIA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES
AGRONOMICAS

LA TESIS TITULADA: "USO DE TRAMPAS CON FEROMONA SEXUAL PARA CONTROL DE MACHOS DE PALOMILLA DORSO DE DIAMANTE Plutella xylostella L. EN EL CULTIVO DE BROCOLI Brassica oleracea VARIEDAD ITALICA EN MATAQUESCUINTLA, JALAPA".

DESARROLLADA POR EL ESTUDIANTE: JORGE LUIS ROLDAN CASTILLO

CARNET No: 9417044

HA SIDO EVALUADA POR LOS PROFESIONALES: Inga. Agr. Ana Celena Carías Sánchez
Ing. Agr. Pedro Peláez Reyes
Ing. Agr. Filadelfo Guevara Chávez

El Asesor y las Autoridades de la Facultad de Agronomía, hacen constar que ha cumplido con las Normas Univesitarias y Reglamentos de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala.


ALVARO GUSTAVO HERNANDEZ DAVILA
ING. AGRONOMO
COLEGIADO # 602


Ing. Agr. M.Sc. Alvaro Hernández Dávila
A S E S O R


Dr. Ariel Abderramán López
DIRECCION DEL IIA.



I M P R I M A S E


Ing. Agr. M.Sc. Edgar Oswaldo Franco Rivera
D E C A N O



APARTADO POSTAL 1545 § 01091 GUATEMALA, C.A.

TEL/FAX (502) 476-9794

e-mail: liusac.edu.gt & <http://www.usac.edu.gt/facultades/agronomia.htm>

cc:Control Académico
IIA.

Archivo

AO/prc.