



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA

REGULACIÓN DE PLAGAS PRESENTES EN CULTIVOS DE JITOMATE
CHERRY (*Lycopersicon pimpinellifolium* L. Mill) Y HABA (*Vicia faba*
L.) BAJO LA APLICACIÓN DE TRES BIOPLAGUICIDAS

T É S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

BIÓLOGA

PRESENTA:

MONTIEL ANAYA KARINA

DIRECTORA DE TÉSIS

DRA. MARÍA SOCORRO OROZCO ALMANZA

UNIDAD DE INVESTIGACIÓN EN ECOFISIOLOGÍA VEGETAL

Investigación realizada con el financiamiento de la DGAPA,
UNAM, mediante el proyecto PAPIME PE202111





Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

ÍNDICE

	Pág.
ÍNDICE DE CUADROS.....	iii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	iv
RESUMEN.....	v
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. MARCO TEÓRICO.....	3
2.1. Agricultura convencional o industrial.....	3
2.2. Agricultura orgánica.....	4
2.3. Control biológico de plagas.....	6
2.3.1. Extractos botánicos.....	7
2.4. Características del crisantemo, cempasúchil y tabaco y sus extractos en el control de plagas.	9
2.4.1. Crisantemo (<i>Chrysanthemum cinerariaefolium</i> Vis.).....	9
2.4.2. Cempasúchil (<i>Tagetes erecta</i> L.).....	9
2.4.3. Tabaco (<i>Nicotiana tabacum</i> L.).....	10
2.5. Producción de Hortalizas en México.....	11
2.5.1. Características generales y requerimientos agroecológicos de jitomate cherry.....	11
2.5.2. Características generales y agroecológicas del haba.....	17
2.6. Uso de plaguicidas en México.....	19
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	20
4. PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN.....	21
5. JUSTIFICACIÓN.....	22
6. HIPÓTESIS.....	23
7. OBJETIVOS.....	23
8. MÉTODO.....	24
9. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	28
9.1. Identificación de plagas.....	28
9.1.1. Plagas presentes en Jitomate cherry.....	28

9.1.2. Plagas presentes en el cultivo de haba	30
9.2. Relación de la temperatura y la humedad relativa ambiental con la incidencia de plaga	33
9.3. Etapas fenológicas, estructuras vegetales y su preferencia por los áfidos.	36
9.4. Tasa de mortandad de áfidos por efecto de los bioplaguicidas	40
9.5.2. Cultivo de jitomate cherry	51
9.6. Costos de Producción de los bioplaguicidas e Índice Costo/Beneficio.....	55
CONCLUSIONES.....	57
REFERENCIAS	58
ANEXO.....	71

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Pág.
1. Plantas utilizadas desde la antigüedad y plagas que controlan.....	7
2. Extractos botánicos reconocidos por su actividad insecticida.....	9
3. Metabolitos secundarios presentes en el crisantemo, cempasúchil y tabaco e insectos que regulan.....	10
4. Requerimientos agroecológicos de los cultivos.	16
5. Principales plaguicidas utilizados en México.	19
6. Insectos presentes en los cultivos bajo estudio.	32
7. Porcentaje de infestación de áfidos en las diferentes estructuras vegetales.....	37
8. Valores de tasa de crecimiento relativo y rendimiento del cultivo de jitomate cherry	54
9. Relación costo-beneficio del cultivo de jitomate cherry.....	56

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Pág.
1. Ciclo biológico de áfidos con alternancia entre los tipos de reproducción y plantas hospederas.....	13
2. Ciclo de vida Minador de la hoja <i>Liriomyza</i> sp.	14
3. Porcentaje de infestación de plagas sobre la superficie total de la planta.....	33
4. Temperatura y humedad relativa presentes durante el estudio.	35
5. Etapa fenológica y porcentaje de infestación en cultivos de haba y jitomate cherry	36
6. Infestación de pulgón negro en plantas de haba.	38
7. Infestación de pulgón rojo en plantas de jitomate cherry.	39
8. Porcentaje de mortandad del pulgón negro en caja petri bajo la aplicación de los diferentes bioplaguicidas.	41
9. Porcentaje de mortandad del pulgón rojo en caja petri bajo la aplicación de los diferentes bioplaguicidas.	42
10. Porcentaje del área infestada por pulgón negro después de la aplicación de los bioplaguicidas.	43
11. Porcentaje del área infestada por pulgón rojo después de la aplicación de los bioplaguicidas.	45
12. Porcentaje de supervivencia de cultivo de haba.....	48
13. Desarrollo de la enfermedad mancha chocolate en las plantas de haba.	49
14. Altura de las plantas de haba según los diferentes tratamientos.....	50
15. Planta de haba con defoliación provocada por el ataque de áfidos (extracción de savia)	51
16. Porcentaje de supervivencia del cultivo de jitomate cherry.....	52
17. Altura promedio del cultivo de jitomate cherry en los distintos tratamientos.	53

RESUMEN

El control de plagas en la agricultura industrial, representa todo un reto; no es suficiente con la aplicación de plaguicidas sintéticos de amplio espectro, ya que muchos insectos han desarrollado resistencia a éstos, lo que implica que las poblaciones se incrementen masivamente y además se genere un círculo vicioso donde cada vez se aplica una mayor cantidad de diversos plaguicidas, contaminando con éstos, dos de los principales recursos naturales de nuestro ecosistema: suelo y agua en donde se ve afectado el bienestar de los seres vivos que se encuentran en torno al uso de los mismos, no solamente a las personas que trabajan directamente en el campo, sino que afecta en general al resto de la sociedad, debido a que estos plaguicidas altamente tóxicos se desplazan a través de la cadena trófica. En México se utilizan plaguicidas que están prohibidos en otras partes del mundo, sobre todo en los países desarrollados por ser considerados de alto riesgo para la salud humana.

En la búsqueda de alternativas para el cambio de una agricultura convencional a una agroecológica, los bioplaguicidas elaborados con plantas naturales, representan una alternativa viable de control de plagas que además de no contaminar el ambiente, no crean resistencia en éstas. Por lo que en este trabajo, se evaluó de manera experimental, el efecto de tres bioplaguicidas, sobre el control de plagas en el cultivo de jitomate cherry y haba *var. major* elaborados de manera artesanal, utilizando como materia prima, partes de las plantas de crisantemo, cempasúchil y tabaco, y comparando su efecto con un bioplaguicida comercial de amplio espectro: Bioshampoo (Testigo).

Como fase inicial del experimento, se identificaron las principales plagas que atacan a estos cultivos, la temperatura y humedad relativa que favorecen su reproducción y las etapas fenológicas de los cultivos en las que estas plagas tienen preferencia. Así mismo, se evaluó la mortandad de los organismos bajo el efecto de cada bioplaguicida, mediante las técnicas *in vitro* e *in situ*.

Los resultados obtenidos, mostraron como la plaga dominante en jitomate cherry, al pulgón rojo (*Myzus persicae* Sulcer) y en el haba al pulgón negro (*Aphis fabae* Scopoli).

En ambos cultivos, los áfidos presentaron una mayor cantidad de individuos en la etapa de floración. Cerca del 50% de la población se localizó en los meristemas apicales y los brotes foliares. La infestación de las plagas se presentó principalmente durante los meses de diciembre y enero, a temperaturas promedio de entre 20-27 °C y humedades relativas de entre 40-65%.

En el caso del cultivo de haba, ninguno de los bioplaguicidas erradicó al pulgón negro, rebasándose en este caso el nivel del umbral económico, ya que el 50% de las plantas murieron, y el otro 50% no fructificó, debido al daño directo ocasionado por los áfidos, en los botones florales. En el jitomate cherry, los bioplaguicidas erradicaron por completo al pulgón rojo, permitiendo un buen desarrollo y rendimiento. El mejor bioplaguicida en este caso fue el de tabaco, mostrando resultados similares al bioplaguicida comercial Bioshampoo (Testigo), por lo que éste podría ser sustituido por un bioplaguicida artesanal hecho a base de tabaco, esto podría representar un beneficio económico para los agricultores ecológicos, ya que este reemplazo, les podría reducir los costos invertidos en insumos biológicos.

1. INTRODUCCIÓN

La producción de hortalizas a nivel mundial se basa en sistemas tecnificados, caracterizados por el uso de insumos químicos como: herbicidas, plaguicidas y fertilizantes, altamente contaminantes para el medio ambiente y la salud humana (Osorio, 2006).

En la actualidad, se tienen evidencias de que el uso indiscriminado de estos insumos químicos, no sólo provocan deterioro de los recursos naturales (suelo, agua y aire), sino que también llegan a acumularse en la cadena trófica, teniendo como consecuencia afectaciones graves en los seres vivos (Carballo *et al.*, 2004).

Desde el siglo pasado, el uso de plaguicidas aumentó de manera continua, llegando a cinco millones de toneladas en 1995 a escala mundial. Sin embargo, después de 50 años de utilizarse de manera indiscriminada, y de tener documentados sus efectos en la salud humana, actualmente, presentan una tendencia a la reducción en los países desarrollados. No obstante, en los países subdesarrollados se siguen aplicando en forma intensiva (Torres y Capote, 2004).

Es importante resaltar que, de la totalidad de plaguicida aplicado, sólo 0.1 % llega a la plaga, mientras que el restante circula en el ambiente, contaminando de ésta manera el suelo, agua y la biota (Torres y Capote, 2004). Una consecuencia de ello, se ilustra en un estudio realizado en Veracruz, México, por López-Carrillo *et al.* (1996), en el cual se demostró que los niveles de contaminación en jóvenes menores de 20 años de edad eran muy elevados, se determinó que poseían una concentración de entre 9 y 20 ppm de DDT en la sangre.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) estima que tres millones de personas al año resultan envenenadas con plaguicidas, tan sólo en países en desarrollo, mueren anualmente alrededor de 20,000 personas (WHO, 2010).

A partir de los años 80 el impacto de la agricultura industrial se intensificó. Un ejemplo es el efecto del Bromuro de metilo, el cual destruye la capa de ozono estratosférico, lo que ha incrementado el paso de los rayos UV, provocando

daños a la biosfera y produciendo desequilibrios en ella (Carballo *et al.*, 2004; Pérez-Stadelmann, 2009). Otro efecto colateral es la infertilidad de los suelos como consecuencia del abuso de la aplicación de plaguicidas químicos. Por ello, es importante desarrollar tecnología alternativa que permita controlar la densidad de las plagas agrícolas a través de métodos naturales.

Actualmente ha surgido la agricultura de sustitución de insumos, la cual sustituye los insumos químicos por biológicos, sin embargo, no se ocupa de la conservación de los recursos base de la producción, tales como son el suelo, el agua y la biodiversidad. Es una agricultura no sostenible que conserva el mismo patrón del monocultivo y las ganancias en el corto plazo.

Esta agricultura ha patentado y comercializado una gran diversidad de bioplaguicidas, pero estos también representan un alto costo de producción para el pequeño productor el cual muchas veces, no puede solventar los gastos que ésta requiere. De aquí la importancia de generar y evaluar bioplaguicidas elaborados con métodos rústicos, que el agricultor puede elaborar en su propia finca y que, al mismo tiempo, sean validados de manera científica.

Bajo este contexto, el objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de tres bioplaguicidas, elaborados con extractos vegetales (flores de crisantemo, cempasúchil y hojas de tabaco), en el control de las plagas presentes en dos cultivos de consumo en México: jitomate cherry y haba.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Agricultura convencional o industrial

La agricultura convencional, es definida como un sistema de producción basado en el alto consumo de insumos externos (energía fósil, agroquímicos, etc.). Su objetivo, es la maximización de la producción y se caracteriza por una serie de prácticas que dañan al ambiente como labranza intensiva, monocultivo, irrigación, aplicación de fertilizantes inorgánicos, manipulación genética de los cultivos y control químico de plagas. Cada una de ellas es utilizada por su contribución individual a la productividad, pero como un conjunto de prácticas que forman un sistema, en el cual, cada una depende de la otra, reforzando la necesidad de usar todas las prácticas a la vez (Gliessman, 2002).

Cada una de estas prácticas afecta de manera diferente al ambiente, por ejemplo, la labranza intensiva afecta la capa superficial fértil del suelo, rompe su estructura y provoca erosión. Por otra parte, el monocultivo afecta la biodiversidad y los procesos ecológicos que rigen la salud de los ecosistemas y crea agroecosistemas homogéneos susceptibles a las plagas y enfermedades. El riego intensivo exige la extracción de grandes cantidades de agua, afectando los mantos freáticos. Los fertilizantes químicos contaminan el suelo y el agua; hacen a las plantas susceptibles a las plagas; afectan la salud humana, mientras que la manipulación genética afecta los procesos de evolución. Por otra parte una de las prácticas más graves es la aplicación de plaguicidas, los cuales, además de contaminar suelo y agua también dañan a los seres vivos que conforman la cadena trófica, acumulándose en sus tejidos y causando graves enfermedades a los mismos, particularmente a los seres humanos, además provocan resistencia en las plagas, creando una dependencia, es decir, cada vez será necesaria la aplicación de una mayor cantidad de plaguicida (Salazar *et al.*, 2003).

La lucha contra las plagas agrícolas constituye una de las principales preocupaciones de los agricultores, no sólo por las afectaciones y pérdidas que ocasionan a los cultivos, sino por los costos que involucran las medidas de control y las limitaciones que se producen para la comercialización de los

productos agrícolas, en algunos casos, por ejemplo, la disminución del valor comercial de los cultivos debido a que no cumplen los estándares de calidad, y en otros, porque cada día hay mayores exigencias en los procesos de producción que garanticen productos agrícolas libres de residuos tóxicos (Vázquez- Moreno, 2010).

2.2. Agricultura orgánica

La agricultura orgánica es una agricultura alternativa que toma fuerza desde los años 80 y propone un sistema de producción basado en prácticas rentables que promueven la sostenibilidad de los recursos naturales.

La Comisión del Codex Alimentarius (Código de Alimentos) en 1999, define a la agricultura orgánica como un sistema holístico de gestión de la producción que promueve y aumenta la salud del ecosistema agrícola, en el que se incluye la biodiversidad, los ciclos biológicos y la actividad microbiológica del suelo. Mediante el uso de métodos agronómicos (saneamiento de la finca, cuidado y prevención de plantas enfermas), biológicos (uso de depredadores, parasitoides y parásitos) y mecánicos (uso de trampas con feromonas), que permiten un mejor manejo y aprovechamiento de los recursos en contraste con el de la agricultura convencional, en oposición al uso de materiales sintéticos, para realizar cualquier función específica dentro del sistema (Alianza de Centros de Investigación Orgánica, 2009).

El principio básico de la agricultura orgánica es el alimentar a los microorganismos del suelo (bacterias, hongos, protozoarios, lombrices etc.), a través de la adición de desechos vegetales, abonos verdes, estiércol de animales o desechos orgánicos composteados, para mantener la fertilidad del suelo (Rogg, 2000). Otra de las prioridades de este tipo de agricultura es el control de plagas, enfermedades y malezas a través de la conservación de la biodiversidad y la aplicación del control biológico de plagas.

Así surgió el enfoque de Manejo Integrado de Plagas (MIP) que a través del tiempo ha adquirido mayor importancia. La filosofía del MIP fue desarrollada a principios de la década de los 60, se originó en el área de la entomología agrícola, debido principalmente a problemas graves de resistencia de las

plagas a los insecticidas químicos, que originó la explosión poblacional de plagas secundarias, como consecuencia del uso indiscriminado de estos insecticidas y su efecto sobre los organismos benéficos (Salazar, 2003).

Rogg (2000), define el MIP como: “El conjunto de procedimientos aceptables desde el punto de vista económico, ecológico y toxicológico para mantener a las poblaciones de organismos nocivos por debajo del umbral económico, aprovechando, en la mayor medida posible, los factores naturales que limitan la propagación de dichos organismos”

Existen muchas definiciones sobre el concepto del MIP; sin embargo, hay tres elementos comunes en todas ellas: 1) integración de tácticas (ej. enemigos naturales, prácticas culturales, variedades resistentes e insecticidas) de manera compatible para el manejo de plagas; 2) mantenimiento de las poblaciones plaga por debajo de niveles que causen daño económico (conceptos de niveles de daño económico y umbral económico) y 3) conservación de la calidad del medio ambiente (Salazar, 2003).

Es muy importante aprender a reconocer la plaga y el efecto que tienen sobre el cultivo para poder controlarla. En algunos casos el insecto es tan pequeño que la mejor herramienta de diagnóstico es el daño causado a la planta (Jacas, 2005). Por ello, el productor debe conocer bien las relaciones ecológicas y biológicas de los organismos presentes en su finca para poder entender y manipular las poblaciones a su favor. La base del control integrado es el sistema de monitoreo de las poblaciones de plagas, el MIP requiere del desarrollo e implementación de un sistema de monitoreo o muestreos periódicos de las plagas en el campo, la conservación de biorreguladores de plagas, el saneamiento de la finca, para que posteriormente se pueda decidir sobre el método de erradicación de plagas como: elaboración y uso de preparados microbiológicos, los sistemas de trampas de captura, de plaguicidas minerales y de preparados botánicos entre otros (Vázquez-Moreno, 2010).

El Manejo Integrado de Plagas integra métodos de control ecológico, tecnológico, biotecnológico, biológico y químico. El control biológico es el más

utilizado en la agricultura orgánica, debido a la gran cantidad de organismos que se pueden utilizar para su cometido (Cajamarca *et al.*, 2002).

2.3. Control biológico de plagas

El control biológico, consiste en el aprovechamiento de depredadores, parasitoides y patógenos (enemigos naturales) en el control de plagas, así como del uso de extractos botánicos que controlan o eliminan las plagas de los cultivos, es decir, cualquier organismo dentro del sistema ecológico tiene un antagonista, en el caso de la agricultura y el control natural puede ayudar en la reducción de poblaciones insectiles indeseables que afectan el cultivo (Carballo *et al.*, 2004).

El control biológico de plagas no es una estrategia reciente. Históricamente se han reconocido casos de control biológico en la antigua china, los cuales usaban hormigas depredadoras para combatir las plagas de los cítricos (2000 ac.). El primer caso documentado de control biológico clásico se realizó en California en 1880, cuando una cochinilla de origen australiano llegó a las costa de sureste de los Estados Unidos y comenzó a destruir los cultivos de cítricos. Para enfrentar este problema, se importaron de Australia 500 escarabajos depredadores y una cantidad indeterminada de moscas parásitas. Desde entonces, se han llevado a cabo en todo el mundo más de 5000 programas de control biológico clásico y en 30% de los casos se han obtenido resultados satisfactorios (Curtis *et al.*, 2008).

Dentro de los organismos más utilizados para el control biológico, se citan los siguientes: bacterias, hongos, virus, nemátodos, parasitoides, depredadores (Rogg, 2000).

Además de utilizar a enemigos naturales se puede emplear el uso de hormonas, así como extractos vegetales o minerales para regular la población de insectos dañinos en los cultivos.

2.3.1. Extractos botánicos

Las plantas son la fuente de compuestos orgánicos más importante que existe. Los productos finales del metabolismo secundario no son ni esenciales ni de universal presencia en las plantas. Sus funciones son diversas: en estrategias de defensa, de adaptación al estrés ambiental, como agentes colorantes, implicados en el desarrollo, fotosíntesis, polinización, atrayentes o repelentes de insectos, causantes de toxicidad etc. Generalmente se encuentran de manera natural y en pequeñas cantidades en las plantas y representan un alto valor añadido, ya que de ellos se pueden obtener: fármacos, drogas, pesticidas etc. (Pascual-Villalobos, 1996).

Desde la antigüedad el hombre ha utilizado plantas para combatir plagas y este uso continúa hoy día (Cuadro1).

Cuadro 1. Plantas utilizadas desde la antigüedad y plagas que controlan (Villavicencio-Nieto *et al.*, 2010).

País	Planta utilizada	Plagas que controlan
China y Egipto (2500 años a.C.)	<i>Derris</i> spp.	Plagas de almacén
Mesopotamia, Persia, Roma (400 a.C.)	<i>Chrysanthemum cinerariaefolium</i> Vis.	Piojos y chinches
India	<i>Azadirachta indica</i> A. Jus.	Insectos en general
América	<i>Lonchocarpus nicou</i> (Aubl.) <i>Ryania speciosa</i> Vahl. <i>Nicotiana tabacum</i> L.	Insectos en general

En todos los continentes, actualmente se emplean plantas para controlar insectos, aves, mamíferos y otros organismos que atacan cultivos, algunas de las plantas como *P. venenosum* y *C. cinerariaefolium*, son más reconocidas por ser las precursoras plaguicidas a base de carbamatos y piretroides respectivamente, así como *Derris* y *Lonchocarpus* lo fueron para los plaguicidas a base de rotenona (Villavicencio-Nieto *et al.*, 2010).

El uso de estos productos fue muy popular en los años 30 y 40, pero fueron desplazados por los insecticidas sintéticos a partir de los años 50 y 60 (Carballo *et al.*, 2004).

La revalorización de la planta como fuente de sustancias con propiedades insecticidas data de los últimos 35 años. Sin embargo, en los años 30 se registraron pocas investigaciones sobre el tema y actualmente se estima que el número de plantas con propiedades repelentes de insectos es de alrededor de 1600 a 2400 especies (Cuadro 2), de las cuales, evaluaciones realizadas con extractos acuosos han determinado que 140 especies de plantas tienen propiedades larvicidas (Gliessman, 2000; Pérez, 2004; Villavicencio-Nieto *et al.*, 2010).

Estos antecedentes, condujeron a realizar una revisión sobre los aspectos más relevantes de las sustancias de origen vegetal y la posibilidad real o potencial de su uso como una alternativa en el control de plagas agrícolas.

Algunas especies vegetales tienen químicos repelentes de insectos que pueden reducir las poblaciones alrededor de la cosecha. El posible mecanismo de repulsión es:

- a) Presencia de productos químicos repelentes que interrumpen la alimentación o, posiblemente, el ciclo de vida de los insectos.
- b) Enmascaramiento que consiste en intercalar plantas que contienen productos químicos atrayentes para los insectos plaga, al diluir los productos químicos atrayentes de plantas trampa para que los insectos no puedan localizar las especies deseables.

Cuadro 2. Extractos botánicos reconocidos por su actividad insecticida (Carballo *et al.*, 2004; Ramírez, 2007).

Nombre común	Nombre científico	Parte utilizada de la planta
Higuerilla	<i>Ricinus cummunis</i> L.	Semilla y hojas
Ajo	<i>Allium sativum</i> L.	Fruto
Crisantemo	<i>Chrysanthemum cinerariaefolium</i> Vis.	Flores
Neem	<i>Azadirachta indica</i> A. Juss	Semillas
Hombre grande	<i>Quassia amara</i> L.	Corteza

2.4. Características del crisantemo, cempasúchil y tabaco y sus extractos en el control de plagas.

2.4.1. Crisantemo (*Chrysanthemum cinerariaefolium* Vis.)

Planta de tallos semi leñosos provistos de hojas alternas y muy segmentadas, la inflorescencia está formada por múltiples flores agrupadas e insertadas en una cabezuela. Originaria de China, utilizada principalmente como flor de ornato, pero también se le ha dado un segundo uso como insecticida, atribuido a la acción de ésteres (Cuadro 3) con propiedades insecticidas obtenidos de flores y hojas (Urbina, 1987).

2.4.2. Cempasúchil (*Tagetes erecta* L.)

Pertenece al género *Tagetes*, el cual comprende varias especies conocidas vulgarmente como caléndulas. Originaria de México, es una planta anual de hojas divididas, de bordes aserrados, las flores se encuentran reunidas en inflorescencias que aparentan ser una sola flor, de color naranja intenso. Su crecimiento es favorable en climas que van desde templados hasta los subtropicales (Bali y Sarmiento, 2001). Es sembrada dentro de los cultivos de interés, debido a sus propiedades nematocidas, bactericidas, fungicidas e insecticidas (López *et al.*, 2005).

2.4.3. Tabaco (*Nicotiana tabacum* L).

Es una planta de grandes hojas y flores blancas, pertenece al género *Nicotina*, del que se conocen más de 60 especies, siendo ésta junto con *N. rusticum* las más cultivadas, debido a la resistencia que presentan a plagas y enfermedades así como a su gran capacidad para crecer en todo tipo de terreno y condiciones climáticas (Ruiz, 2003). Originaria del continente americano.

Se han utilizado extractos acuosos de tabaco contra los insectos masticadores y chupadores especialmente áfidos y otros insectos de cuerpo blando (orugas), debido a la nicotina y sus isómeros, como la anabasina y narnicolina (Cuadro3). Su volatilidad hace que sea un excelente insecticida por inhalación, pero su estabilización en forma de sales lo transforma en un insecticida por ingestión (Urbina, 1987).

Cuadro 3. Metabolitos secundarios presentes en el crisantemo, cempasúchil y tabaco e insectos que regulan (Durán, 2002; Regnault-Roger *et al.*, 2003; Carballo *et al.*, 2004; Osuna *et al.*, 2005; Fernández-Álvarez, 2009; Sellar, 2009).

Planta	Metabolitos secundarios	Características	Insectos que atacan
Crisantemo	Piretrinas I y II, cinerina I y II, jasmolina I y II	Inestables a la luz, al aire y calor	Áfidos en general, chinches, polillas, saltamontes, larvas, trips y ácaros
Cempasúchil	Taninos, derivados de tiofeno, cumarinas, alcaloides, fenoles y flavonoides	Insolubles en agua y se descomponen a temperaturas elevadas	Áfidos, mosca blanca, ácaros y nematodos
Tabaco	Nicotina y sus isómeros, anabasina y narnicolina	Muy volátil y soluble en agua	Áfidos, trips y ácaros

2.5. Producción de Hortalizas en México

México cuenta con una variedad y diversidad de climas, suelos, culturas, costumbres, etc., lo que lo hace un país con un gran potencial para producir hortalizas durante todo el año. La superficie dedicada a los cultivos agrícolas en la República Mexicana, asciende a un total de 22 millones de hectáreas, el 67% está dedicado a granos, 3% para hortalizas y 6% al cultivo de frutas. Dentro de las hortalizas más producidas se encuentran: chile, papa, chile seco, cebolla, calabaza, tomate verde, elote, brócoli y jitomate, mientras que los granos más cultivados son: el maíz, el trigo, sorgo, arroz, cebada y haba (FUNPROVER, 2010).

2.5.1. Características generales y requerimientos agroecológicos de jitomate cherry

Unos de los cultivos más trabajados por los pequeños productores de hortalizas son el jitomate y el haba; sin embargo, ambos cultivos son muy atacados por los áfidos, gusanos barrenadores y mosca blanca.

El jitomate, es originario de América del sur, es una de las especies hortícolas de gran importancia tanto a nivel social como económicamente en nuestro país, debido principalmente, al valor que tiene su producción así como la demanda de mano de obra que genera. Se desarrolla mejor en climas cálidos sin rebasar los 35°C, ya que temperaturas mayores, pueden afectar su fructificación; así también, el exceso de humedad provoca que la planta sea más susceptible al ataque de plagas y enfermedades (Cuadro 4). Es preferible que se cultive en suelos arcillosos ricos en materia orgánica y con buen drenaje (Espinoza, 2004).

La manera de clasificarlos es mediante su forma y madurez. De acuerdo a su forma existen cuatro tipos: cherry, saladette, pera y bola. Por su grado de madurez los frutos se clasifican en tempranos y tardíos (cosechas que van de los 55 a los 80 días) (Subsecretaria de Fomento a los Agronegocios, 2010).

En México, se cultivan aproximadamente 85,000 hectáreas de jitomate en sus diferentes tipos, con una cantidad de 2.26 millones de toneladas, siendo el principal productor el estado de Sinaloa con 35% de la producción nacional,

seguido de Baja California, Michoacán, San Luis Potosí y Jalisco con 9, 8, 6 y 5% respectivamente. Los tipos de jitomate saladette y bola, presentan la mayor distribución de cultivos en el país, debido a su demanda por el consumidor nacional. Mientras que el jitomate cherry ocupa el tercer lugar en área de cultivo pues representa el segundo tipo de jitomate con mayor exportación después del saladette (Subsecretaría de Fomento a los Agronegocios, 2010).

Dentro de las plagas primarias podemos mencionar al gusano de fruto (*Heliothis zea* y *H. virescens*) y la mosquita blanca (*Bemisia tabaci*). Estos insectos, junto con los trips (*Frankiniella occidentalis*), áfidos (*Myzus persicae*) y el minador de la hoja (*Liriomyza sativae*), producen hasta un 90% de pérdidas en la producción.

Áfidos: *Myzus persicae* (Sulzer).

Pertenecen a una de las 2700 especies registradas bajo la subfamilia Aphidinae, la mayoría de ellas de importancia agrícola (Remaudière y Remaudière, 1997).

Clasificación Taxonómica

Orden: Hemiptera

Suborden: Homoptera

Serie: Sternorrhyncha

Superfamilia: Aphidoidea

Familia: Aphididae

Subfamilia: Aphidinae

Género: *Myzus*

Especie: *Myzus persicae* (Sulzer)

En México se han registrado 205 especies de Aphidoidea en 95 géneros, las cuales pueden habitar en 500 plantas hospederas, 200 de estas plantas son de importancia agrícola y forestal; de las especies de pulgones, 53 son de importancia agrícola, 73 viven en plantas hospederas de tipo forestal y el resto en plantas silvestres (Peña-Martínez, 1999).

Considerados micro insectos que llegan a medir entre 1-6 mm, presenta un contorno piriforme, con antenas delgadas y largas. Posee una trompa picadora chupadora y en estado adulto pueden poseer alas delgadas o bien carecer de ellas (Hecht, 1954).

Dixon (1998), menciona que poseen la facultad de reproducirse por una estrategia sexual-asexual (ciclo de vida Holocíclico), cuentan con la posibilidad de tener una o más plantas hospederas (ciclo Heteroécico) en donde la planta hospedera primaria (principalmente arbórea o leñosa) desempeña el papel de refugio para los huevecillos que eclosionan en primavera, dando comienzo al ciclo de vida con organismos ápteros en su primera generación y posteriormente a organismos alados los cuales serán los encargados de migrar hacia la planta hospedera secundaria (por lo general una herbácea) donde se abastecerán de alimento e incrementarán la población para cuando llegue el invierno y así migrar nuevamente a la hospedera primaria (Fig. 1).

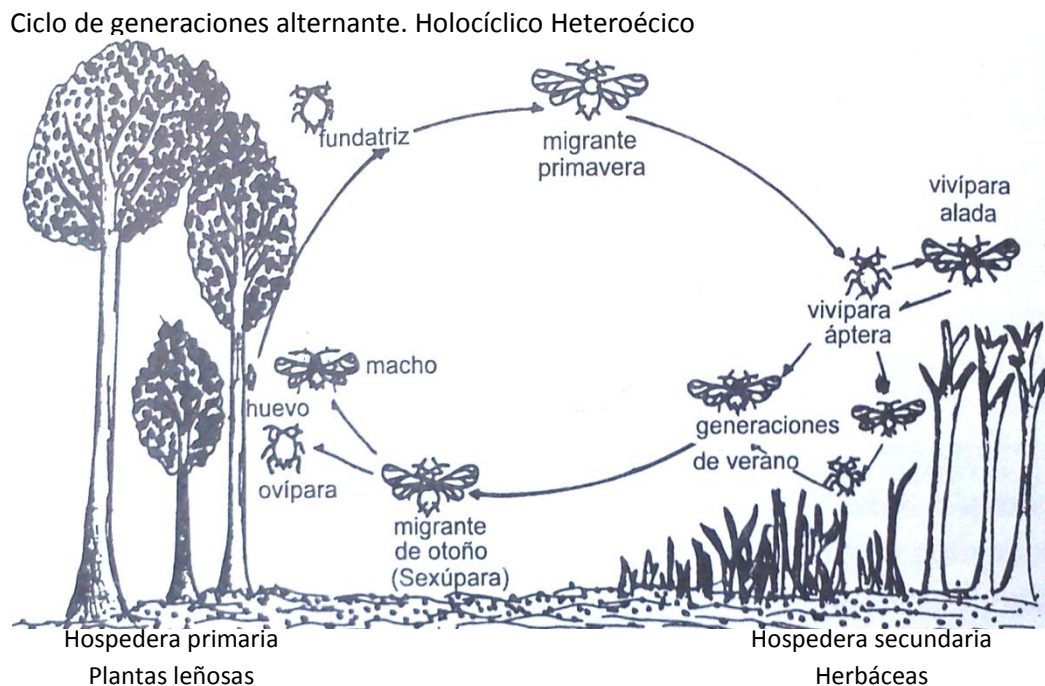


Figura 1. Ciclo biológico de áfidos con alternancia entre los tipos de reproducción y plantas hospederas (Cervantes *et al.*, 2004).

Minador de hoja *Liriomyza* spp.

Cuenta con aproximadamente 2500 especies agrupadas en 28 géneros, con más de 20 especies, que han sido catalogadas como de importancia económica.

Clasificación Taxonómica

Orden: Díptera

Suborden: Brachycera

Superfamilia: Opomyzoidea

Familia: Agromyzidae

Género: *Liriomyza*

Insecto de metamorfosis completa u holometábola, diferenciándose la etapa de larva del adulto. Su ciclo de vida puede variar de los 21 a los 49 días dependiendo de la temperatura y planta hospedera (Fig. 2).

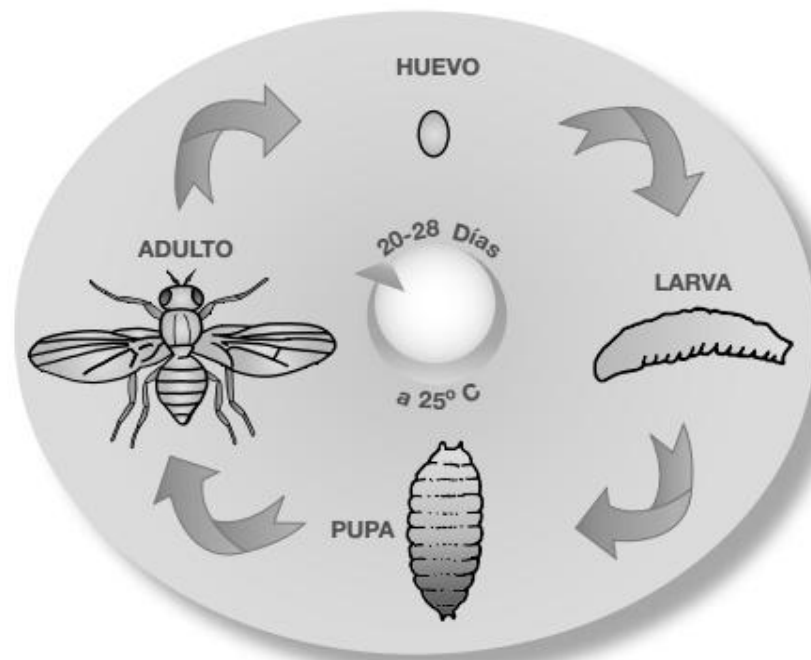


Figura 2. Ciclo de vida Minador de la hoja *Liriomyza* sp. (Dominique *et al.*, 2009).

Los adultos de la mosca minadora ponen los huevos en el envés de las hojas a través de una picadura en la epidermis, llegando a colocar entre 1-5 huevecillos por hoja. Las larvas emergen y comienzan a alimentarse de ella haciendo galerías, donde vivirán aproximadamente 7 días pasando por tres etapas

larvarias. Posteriormente salen de la hoja para transformarse en pupa, ya sea en la superficie de la hoja o en el suelo. Durante el invierno suelen presentarse pocos adultos debido a la entrada en diapausa de las pupas y los huevecillos, presentándose mayormente en época de secas (Ewell *et al.*, 1990; Dominique *et al.*, 2009).

El grado de daño causado por los agromícidos en las plantas depende en primer lugar del tamaño de la población, del modo de alimentación de la larva, de la parte de la planta a la que ataque y su estado de crecimiento (Barranco, 2003).

Se tiene registradas 20 especies de plantas hospederas del minador de la hoja, de las cuales se alimenta y reproduce, principalmente de la familia *Solanaceae*, *Fabaceae*, *Curcubitaceae* y *Brassicaceae*. Palacios *et al.* (2008) reportan a las plantas de la familia *Solanaceae* como una de las principales hospederas para las especies de insectos bajo el género de *Liriomyza*.

Cuadro 4. Requerimientos agroecológicos de los cultivos (Turchi, 1990 y Subsecretaría de Fomento a los Agronegocios, 2010).

Hortaliza	Nombre Científico	Familia	Periodo	Origen	Temperatura °C	Humedad relativa %	Suelo	pH	Luz	Cosecha días
Haba	<i>Vicia faba</i> L.	Leguminosae	Anual	Asia central y mediterráneo	20-30	60	Arcillosos , profundos, ricos en humus	7.3-8.2	Directa	200-220
Jitomate cherry	<i>Lycopersicon pimpinellifolium</i> L. Mill.	Solanaceae	Anual	América del sur	17-23	60-80	Todo tipo, preferentemen te profundo, bien drenado	6.2-6.8	Directa	55-80

2.5.2. Características generales y agroecológicas del haba

Originaria del Mediterráneo, es una leguminosa que representa uno de los granos más consumidos en la dieta mexicana, al ser un alimento que se puede consumir en fresco o seco.

Actualmente este cultivo constituye un factor multifuncional para las unidades domésticas campesinas, puesto que los ciudadanos lo han integrado a su dieta como un alimento rico en proteínas, vitaminas y minerales. Así mismo, al ser una leguminosa, el haba se asocia en sus raíces con bacterias del género *Rhizobium* y fija nitrógeno en el suelo aumentando su fertilidad (Díaz, 2004).

Es una planta anual que llega a alcanzar el metro de altura, sus vainas pueden tener una longitud variada, con un número de semillas también variable (entre 8 y 10). Es sensible a las heladas por lo que se desarrolla mejor en climas templados-cálidos, con suelo arcilloso y bien drenado (Cuadro 4).

El cultivo de haba en México es de gran importancia social como económica en la región de los valles de la meseta central. Las variedades más conocidas son: *major*, *equino* y *minor*, siendo la variedad *major* la más cultivada conocida también como aguadulce (Díaz, 2004). A pesar de la importancia social y económica que genera este cultivo, la superficie sembrada fluctúa cada año, debido a los bajos rendimientos, nula o inadecuada fertilización, fechas tardías de siembra, así como la presencia de plagas y enfermedades que la atacan severamente (Morales, 2002).

La incidencia y daño provocado por estos parásitos e insectos varía de acuerdo a la estación y época de siembra, presentando variaciones de un año a otro, haciendo difícil su clasificación en orden de prioridad. La mayor producción de grano depende en una alta proporción de sus componentes de rendimiento (morfológicos y fisiológicos), de su autofertilidad y de la mayor resistencia a plagas y enfermedades.

Entre las plagas de mayor importancia para el haba se pueden mencionar: el barrenador del tallo *Melanagromyza* spp., los gusanos trozadores (*Agrotis ipsilon*), los áfidos (*Aphis fabae*), el minador de hojas (*Liriomyza* spp.) y los trips (*Frankliniella* spp.) (IICA-BID-PROCIANDINO, 1990).

Pulgón negro (*Aphis fabae*)

El pulgón negro presenta características en su ciclo de vida muy similar al pulgón rojo presente en el cultivo de jitomate.

Clasificación Taxonómica

Orden: Hemiptera

Suborden: Homoptera

Serie: Sternorrhyncha

Superfamilia: Aphidoidea

Familia: Aphididae

Subfamilia: Aphidinae

Género: *Aphis*

Especie: *Aphis fabae* (Scopoli)

De las más de 400 spp registradas bajo el género *Aphis*, son pocas las que pueden originar daños severos a plantas cultivadas, siendo solamente 41 especies las que representan un riesgo potencial (Tizado *et al.*, 1992; Peña-Martinez, 1996).

Este insecto infesta a las plantas desde la etapa de foliación y presenta mayor densidad durante la floración, alimentándose principalmente de las flores, provocando daños directos debido a poblaciones altas e indirectos por la transmisión de virus. Está descrito como poco eficaz en la transmisión de virus (18% de eficacia frente a un 80% de *Myzus persicae*); sin embargo, lo compensa con las altas poblaciones que forma. Nava *et al.* (2010) estiman que una cantidad de 50 áfidos por hoja es considerada como peligrosa por transmitir virus y cinco para succionar la savia.

2.6. Uso de plaguicidas en México.

En México se usa un 60% de los plaguicidas clasificados como perjudiciales para la salud y el medio ambiente (entre ellos Paration etílico y Endosulfán). Estos plaguicidas están prohibidos en países como USA, la Unión Europea y algunos de centro y sur América debido a su alta toxicidad. De ellos, 42% se fabrican en el país. De 90 plaguicidas que han sido cancelados o restringidos en los Estados Unidos, 30 se usan en México (Castro y Díaz, 2004). El Catálogo Oficial de Plaguicidas publicado por la Comisión Intersecretarial para Control del Proceso y Uso de Plaguicidas, Fertilizantes y Sustancias tóxicas (Cicoplafest), contiene la lista y las especificaciones de uso de plaguicidas autorizados y su categoría toxicológica.

Existen diversos plaguicidas químicos, sin embargo, los más utilizados son los de amplio espectro, los cuales pueden erradicar más de una plaga a la vez (Cuadro 5). Sin importar que tan perjudicial sea, no sólo para el ambiente sino también para los jornaleros que los aplican en los sembradíos.

Cuadro 5. Principales plaguicidas utilizados en México (Ramírez *et al.*, 2001).

Plaga	Productos para su control
Mosquita blanca (<i>Bemisia tabaci</i>)	Tamarón 600 LS; Folimat 1200 LS; Diazinon 25% CE; Thiodan 35 CE
Minador de la hoja (<i>Liriomyza</i> spp.)	Lorsban 480 CE; Folimat 1200 LS; Dipterex 80 PH
Gusano alfiler (<i>Keiferia lycopersicella</i>)	Ambush 50 CE; Belmark 30 CE; Annate 90 PS; Decís 25 CE, Parathion Metílico.
Pulgones (Aphidoidea)	Folimat 1200 LS; Tamarón 600LS; Lorsban 480 CE; Malatión 1000 CE
Gusano del fruto (<i>Heliothis zea</i>)	Decís 25 CE; Ambush 50 CE; Lannate 90 PS
Barrenador del tallo (<i>Diatrea</i> spp.)	Ambush 50 CE; Furadan 3 G; Triunfo 5

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Actualmente en México, solo el 2% de la agricultura es orgánica y el resto se rige por las prácticas de la agricultura convencional, de aquí que es urgente trabajar con alternativas ecológicas de control de plagas agrícolas, que ofrezcan soluciones factibles a los pequeños productores, considerando por ejemplo, métodos sencillos de elaboración en este caso de bioplaguicidas, que sean viables económicamente pero a la vez eficientes en la regulación de plagas y que al mismo tiempo, no dañen el ambiente.

En el Centro de Capacitación en Agricultura Urbana “Chimalxochipan”, localizado en la FES Zaragoza, se utilizan diversos principios de la agricultura orgánica para el cultivo de hortalizas (lechuga, brócoli, zanahoria, acelga, tomate, haba etc.) que favorecen procesos ecológicos (regulación de plagas entre ellos) mismos que promueven la salud del agroecosistema de manera natural; sin embargo, en algunas épocas del año se presentan algunos tipos de plagas (áfidos, gusanos barrenadores y mosca blanca), en los cultivos de jitomate y haba; por ello se implementará el uso de bioplaguicidas a base de extractos botánicos, de los cuales existen pocos estudios sobre su eficiencia, así como en relación a sus efectos sobre las plantas.

Los resultados de este estudio, también podrán ser utilizados por los productores orgánicos, para controlar las plagas de manera natural.

4. PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

Con este trabajo, se pretende responder, las siguientes preguntas:

¿Las plagas que se presentan en los cultivos y su abundancia guardan una relación directa con la temperatura y humedad relativa ambiental?

¿Existe relación entre el insecto plaga y alguna etapa fenológica de la planta?

¿Las plagas se alimentan de alguna estructura de la planta en particular?

¿La aplicación de bioplaguicidas provoca la disminución en el porcentaje de infestación de plagas en los cultivos de jitomate cherry y haba?

5. JUSTIFICACIÓN

Actualmente, es necesario y urgente adoptar cambios en la forma de producción de alimentos, que promuevan un equilibrio entre los aspectos económicos, sociales y ecológicos que permitan realizar una agricultura realmente sostenible (Torres y Capote, 2004).

La agricultura ecológica trata de insertar a los sistemas productivos dentro de una agricultura sostenible, cuyo objetivo es la producción de alimentos de calidad, de manera rentable y socialmente aceptable, a través de una serie de prácticas que no dañan el ambiente, ya que no utiliza agroquímicos (plaguicidas, herbicidas y fertilizantes).

Es importante mencionar, que en el proceso de conversión de sistemas de producción de convencionales a orgánicos, una de las etapas es la de el uso eficiente de los insumos, hasta alcanzar la sustitución total de los insumos químicos (insecticidas) por bioplaguicidas de baja toxicidad; por lo que se necesita hacer estudios que permitan identificar aquellos biopreparados botánicos que ofrezcan una prevención y control a los cultivos de manera inocua y además le proporcionen al agricultor de pequeña y mediana escala, una alternativa, al utilizar sus recursos locales y aplicarlos de manera sistemática sobre sus cultivos para mantener sus sistemas de producción sanos.

6. HIPÓTESIS

Los biopreparados aplicados para el control de plagas a base de flores de crisantemo, cempasúchil y hojas de tabaco realizados de manera artesanal, presentarán un efecto diferencial sobre las poblaciones de las plagas (áfidos, mosca blanca, gusano minador y barrenador del tallo) en los cultivos de jitomate cherry y haba, debido a que el control será una respuesta directa de su espectro de acción en función de sus principios activos (piretrinas, flavonoides, terpenos, nicotina y fenoles (Durán, 2002 y Sellar,2009).

7. OBJETIVOS

Objetivo General:

- Evaluar el efecto de bioplaguicidas en el control de áfidos, mosca blanca, minador de la hoja y barrenador del tallo presentes en cultivo de jitomate cherry y haba var. *major* (Desf.) establecidos en un vivero urbano.

Objetivos Específicos:

- Conocer las plagas que se presentan en jitomate cherry y haba en el vivero.
- Identificar la temperatura y humedad relativa que favorecen la presencia de plagas en los dos cultivos.
- Determinar la relación entre la incidencia de plaga, el ciclo de vida y la estructura vegetal infestada (meristemas, tallo, hojas) por cada plaga.
- Evaluar la mortandad de los organismos plaga con cada bioplaguicida y en cada cultivo.
- Evaluar el crecimiento y el rendimiento de cada cultivo tratado con los bioplaguicidas.

8. MÉTODO

8.1. Zona de estudio

El trabajo se realizó en el Centro de Capacitación en Agricultura Urbana “Chimalxochipan” de la Unidad de Investigación en Ecología Vegetal, localizado en el Campo II de la FES Zaragoza, en la Ciudad de México. Presenta un clima templado sub-húmedo con temperaturas entre 10° y 18°C en los meses de invierno y de 18° a 22°C en los meses de primavera-verano, con precipitaciones de 850 mm en promedio durante el año (Subgerencia de Pronóstico Meteorológico, 2010).

8.2. Obtención del germoplasma

Las semillas de haba variedad *major* (aguadulce) se compraron en un mercado local. Las semillas de jitomate cherry fueron recolectadas de un cultivo orgánico establecido en el Centro Chimalxochipan.

8.3. Preparación del sustrato y unidades experimentales

El sustrato para los cultivos estuvo compuesto por una mezcla de suelo-composta (elaborada en el Centro Chimalxochipan) en una proporción 1:1, el cual se colocó en bolsas para vivero calibre 600 con dimensiones 35 x 35 cm. Para cada tratamiento y los dos testigos se tuvieron seis repeticiones por cultivo. En total se trabajaron 30 bolsas para jitomate y 30 para haba.

8.4. Siembra y trasplante

Las semillas de haba fueron sembradas (27 de septiembre de 2010) directamente en las bolsas para vivero. Se colocaron dos semillas por bolsa a una profundidad de 5 cm (Gianconi y Escaff, 2004) y se cubrieron con una capa fina de composta. Una vez emergidas las plántulas, se les colocó un acolchado de residuo verde sobre la superficie del sustrato, esto con el fin de mantener la humedad, además de evitar el crecimiento de malezas. En el caso de emergencia de dos plántulas por bolsa, sólo se dejó la de mayor altura.

Las semillas de jitomate fueron sembradas en almácigo (caja de plástico con tapa de 20 x 12 x 5 cm), con el sustrato base. La siembra se realizó al voleo, colocando 30 semillas y cubriéndolas finalmente con una capa fina de composta. Luego de la emergencia, cuando las plántulas alcanzaron una altura

entre 5-10 cm o cuando presentaron de 3-4 hojas (Turchi, 1990), éstas se trasplantaron a las bolsas para vivero, dejando una plántula por maceta. Posteriormente se colocó una capa de turba alrededor de la plántula y encima del sustrato se extendió un acolchado de pasto.

8.5. Evaluación del crecimiento y monitoreo de las condiciones ambientales

Cada semana, en las plantas se evaluaron las siguientes variables: altura, supervivencia, presencia de plagas (áfidos, gusanos barrenadores, mosca blanca etc.) y daños en las estructuras vegetales. Diariamente se registró la temperatura máxima, mínima así como la humedad relativa promedio, con un termohigrómetro marca Steren.

8.6. Evaluación de la presencia de plaga.

Se identificó la etapa fenológica (foliación, floración y fructificación) donde se presentó la mayor incidencia de plagas. Para la determinación de la abundancia de organismos por planta, se hizo una evaluación cualitativa en función del porcentaje de superficie colonizada.

Se identificaron los meses de mayor incidencia de plagas así como los meses donde disminuyeron o desaparecieron completamente y se relacionaron con las variables ambientales (temperatura y humedad relativa).

Se recolectaron los individuos de especies diferentes (utilizando trampas de plástico color amarillo fluorescente untadas con aceite de cocina) que se presentaron en cada uno de los cultivos y se fijaron en una solución de alcohol al 70%, para su posterior identificación, con la ayuda de la especialista Biol. María Magdalena Ordoñez Reséndiz responsable de la Colección Coleopterológica, Museo de Zoología, FES Zaragoza. Las fotografías fueron tomadas con un microscopio digital marca Motic, modelo DM 143.

8.7. Elaboración de los bioplaguicidas.

Con base a la información bibliográfica se eligieron y posteriormente se prepararon infusiones a base de los siguientes extractos botánicos: flores de crisantemo, flores de cempasúchil y hojas de tabaco con materiales vegetales

frescos y de acuerdo a la literatura (Anexo). Se tuvieron dos testigos: 1) bioplaguicida comercial “Bioshampoo” y 2) testigo al cual sólo se asperjó agua.

8.8. Aplicación y evaluación del efecto de los bioplaguicidas.

El efecto de los bioplaguicidas sobre los insectos plaga se cuantificó de dos formas: a) en caja petri (*in vitro*) y b) directamente en los cultivos (*in situ*).

El ensayo para el de organismos muertos *in vitro*, se realizó en cajas petri de plástico (9 cm de diámetro). Se colocó un papel filtro dentro de la caja, impregnado con el extracto del bioplaguicida a probar. En cada caja petri, se colocó una muestra inicial de 15 individuos (áfidos). Posteriormente, cada caja fue cubierta con manta de cielo o tul de poro fino, para mantener la ventilación y, después 3, 6 y 24 h. se realizaron los conteos de los individuos muertos.

La evaluación de los bioplaguicidas *in situ*, se realizó en función del porcentaje de área infestada en cada cultivo. Para esto, se calculó de manera cualitativa el porcentaje de área infestada de cada estructura vegetal (tallos, hojas, botones florales, meristemos apicales) y posteriormente se aplicó cada uno de los bioplaguicidas en los órganos infestados. Los bioplaguicidas fueron aplicados con un rociador manual de un litro de capacidad, a una distancia de 10 cm aproximadamente de la planta para tener una mejor cobertura y cubrir toda la zona donde se establecieron los insectos (haz y envés de la hoja o ambos, tallos, botones florales y meristemos apicales). Después de ser aplicados los biopreparados, se observó la reducción del área infestada (en porcentaje en relación al área inicial) por los organismos plaga a las 3, 6 y 24 h.

A la maduración de los frutos se evaluaron las siguientes variables de respuesta:

a) Tasa de crecimiento relativo (Hunt, 1989):

$$TCR = \frac{\log \text{altura final} - \log \text{altura inicial}}{(t_2 - t_1)}$$

Donde:

t_2 : tiempo final.

t_1 : tiempo inicial.

b) Rendimiento del cultivo (Castro-Brindis *et al.*, 2004):

Número de frutos/ planta/ bolsa de 35 cm de diámetro

c) Relación costo-beneficio (Ruiz, 1996):

Se calculó con base en los costos de producción y de mano de obra, con el fin de determinar la viabilidad de la ecotecnia.

CB= Beneficios totales / Costos totales de la producción

8.9. Análisis Estadístico

Las variables altura, supervivencia, TCR, rendimiento, se analizaron en dos experimentos independientes en función de los dos cultivos. Para cada uno de ellos se aplicó un ANDEVA en un arreglo al azar con cinco tratamientos y 6 repeticiones cada uno de ellos. La variable mortandad de organismos plaga se analizó con el método de mediciones repetidas del programa SPSS. Las medias se compararon por Tukey ($p \leq 0.05$) (Statgraphics Centurion XV).

9. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

9.1. Identificación de plagas

Los organismos que se presentaron en el cultivo de jitomate cherry, durante el periodo de estudio fueron: pulgón rojo *Myzus persicae* (Sulzer), seguido por el gusano minador de la hoja *Liriomyza* spp. Para el cultivo de haba sólo se presentó el pulgón negro *Aphis fabae* (Scopoli) (Cuadro 6).

9.1.1. Plagas presentes en Jitomate cherry

Dentro del cultivo de jitomate, el insecto con mayor presencia fue el pulgón rojo, quien es considerado como una plaga generalista. Nava *et al.* (2010) señalan que *Myzus persicae* es parte del gran complejo de insectos que afectan al cultivo de jitomate en la comarca lagunera, debido a sus características y principalmente por ser transmisor de virus, pues para reconocer la planta adecuada entran en contacto con la hoja, de donde extraen una pequeña muestra de savia por medio de una punción superficial con su estilete (Cermeli *et al.*, 1990).

A causa de ellos se pueden llegar a perder a hasta dos toneladas por hectárea de cultivo de las 24,000 que se siembran cada año (Cuadro 6). En México existen 53 especies de la familia Aphididae y una Phylloxeridae que se consideran como plagas agrícolas y forestales (Cervantes *et al.*, 2004).

Estay (2001) refiere que el pulgón rojo puede presentarse a partir de los 14 días después del trasplante y es responsable del 70% de las enfermedades virales presente en estas plantas. Mientras en los estudios realizados por Álvarez-Hernández *et al.* (2009) arrojan que el conjunto de áfidos encabezados por *Myzus* llegan a infestar fácilmente a plantas de jitomate tanto cultivado como silvestre. Por ello, dicho insecto está reportado ante la SAGARPA como una de las plagas más comunes en el cultivo del jitomate.

Por otra parte, otro insecto que se detectó dentro del cultivo, en el periodo de estudio aunque en menor abundancia, fue el gusano minador de la hoja.

Minador de hoja *Liriomyza* spp.

Este organismo se presentó en menor cantidad en comparación con los áfidos en el cultivo de jitomate, siendo la etapa larval la más común, sólo se identificó hasta género pues es difícil de identificar taxonómicamente debido a su tamaño y uniformidad morfológica externa.

En México se tienen registradas 27 especies, destacando los géneros de *Melanogromyza* y *Liriomyza*, reconocidos como plagas que perjudican a los cultivos agrícolas de jitomate, pimiento, frijol y melón en la temporada de otoño-invierno y que se distribuyen en los estados de San Luis Potosí, el norte de Veracruz, sur de Tamaulipas y Estado de México (Cabello y Pascual, 1994; Palacios *et al.*, 2008).

Pacheco (1985) y Gómez (1995), concluyeron que los daños más importantes que generan en las plantas comienza con la puesta de los huevecillos generando estrés y pérdida de humedad en la planta; por otro lado, la producción de minas en hojas provoca que se vuelvan más susceptibles al daño por el viento, ocasionando la defoliación de la planta y la quemadura de los frutos por la falta de follaje. Este comportamiento mantiene protegida a la larva haciendo más difícil su control.

Por su parte Garza (2001), menciona que los daños sólo son detectables después de la eclosión de los huevos, cuando la larva comienza a alimentarse y su impacto en la pérdida de área foliar y el rendimiento, depende de la edad de la planta, variedad de la misma, entre otros factores.

Para algunos investigadores como Hernández *et al.* (2003) y Álvarez-Hernández *et al.* (2009), el gusano minador es una plaga secundaria pues su porcentaje de infestación no suele elevarse demasiado en comparación a los áfidos y otras especies de insectos, ya que en condiciones normales, la mayoría de las especies están controladas por sus propios parasitoides, de modo que aparecen en los cultivos pero a niveles bajos que no revisten interés económico.

Al no rebasar el umbral económico mencionado por Strassera (2010) de 15-30 galerías por hoja para las plantas de jitomate, éste no se consideró como plaga

del cultivo, por lo que su control fue de manera manual eliminando las hojas en donde se observaba presencia de galerías.

9.1.2. Plagas presentes en el cultivo de haba

En cuanto al cultivo de haba, sólo se presentó el pulgón negro, considerado como la plaga principal para este cultivo y la más grave debido a la resistencia que presenta hacia los plaguicidas.

Aphis fabae es considerada una de las plagas más importantes del cultivo de haba. De acuerdo con Calderón (1998), éste insecto se encuentra distribuido a lo largo de 22 estados de la República Mexicana. Infesta a las plantas desde la etapa de foliación y presenta mayor densidad durante la floración; se alimenta principalmente de las flores, provocando daños directos por sus poblaciones altas, e indirectos, por la transmisión de virus. Está descrito como poco eficaz en la transmisión de virus (18% de eficacia frente a un 80% de *Myzus persicae*); sin embargo, lo compensa con las altas poblaciones que forma. Nava *et al.* (2010) consignan, que es más difícil que las plagas provoquen daño por transmisión de virus, que por succión de la savia, ya que ellos establecen, que se requiere de una cantidad de por lo menos 50 áfidos, para transmitir enfermedades virales pero que con sólo cinco individuos por hoja es suficiente para succionar grandes cantidades de savia y producir daños severos en el rendimiento (Cuadro 6).




Peralta *et al.* (1993), clasifican a *Aphis fabae* como una de las plagas más comunes en los cultivos de haba, junto con el barrenador del tallo (*Melanogromyza* spp.) y el gusano minador de la hoja (*Liriomyza* spp.). La importancia que presenta es debido a su alta resistencia a los plaguicidas, lo que impide su control, además de ser un vector de más de 30 virus fitopatógenos (Nava *et al.* 2010).

Además de ello, al presentarse una población grande de áfidos en las plantas de haba, éstas son más susceptibles a la enfermedad conocida como “mancha chocolate” producida por un hongo (*Botrytis fabae* Sard), la cual es propiciada debido a la segregación de una sustancia azucarada por parte de los áfidos y la

presencia de un ambiente húmedo, llegando a disminuir hasta un 60% la producción (Guadarrama *et al.*, 2005).

Los agricultores mexicanos toman varias precauciones con este cultivo, ya que es muy susceptible a plagas y enfermedades. A nivel nacional, el pulgón negro es considerado la plaga principal del haba, que merma su rendimiento por alimentarse de la savia (Sifuentes y Campos, 1977; Morales, 2002). Esta plaga puede causar pérdidas de hasta el 50% de la producción, por lo que un mal manejo de este insecto puede representar para los agricultores la pérdida total de su cosecha (IICA-BID-PROCIANDINO, 1989; Rojas, 2011).

Cuadro 6. Insectos presentes en los cultivos bajo estudio.

Nombre común	Nombre científico	Planta hospedante	Fotografía	Importancia agrícola (Nava <i>et al.</i> , 2010).	Potencial de daño (Nava <i>et al.</i> , 2010).	Población sin riesgo (No. de individuos.) (Nava <i>et al.</i> , 2010).
Pulgón rojo	<i>Myzus persicae</i> (Sulcer)	Jitomate cherry		Puede generar el 90% de pérdida de cosecha.	Representa un mayor peligro como transmisor de virus	1 organismo por hoja
Minador de hoja	<i>Liriomyza</i> spp.	Jitomate cherry		Ataca principalmente a plantas de la familia Solanaceae. Llega a generar el 50% de la pérdida de la cosecha	Representa un peligro a los cultivos por alimentarse de las hojas haciendo galerías en ellas, lo que impide el proceso de fotosíntesis	15-30 galerías por hoja
Pulgón negro	<i>Aphis fabae</i> (Scopoli)	Haba		Plaga principal del cultivo de haba, muy resistente a los plaguicidas por lo que llega a generar el 50% de pérdidas en la cosecha.	Representa un peligro al extraer grandes cantidades de savia.	5 organismos por hoja

9.2. Relación de la temperatura y la humedad relativa ambiental con la incidencia de plaga

El estudio se realizó en el periodo comprendido de octubre del 2010 a marzo del 2011, durante la época fría del año.

El desarrollo y ciclo de vida de áfidos depende de factores intrínsecos como la facultad para volar y extrínsecos como la hora del día, temperatura, precipitación, nubosidad, velocidad del viento y humedad del ambiente (Calvo y Fuentes, 1980; Dixon, 1998).

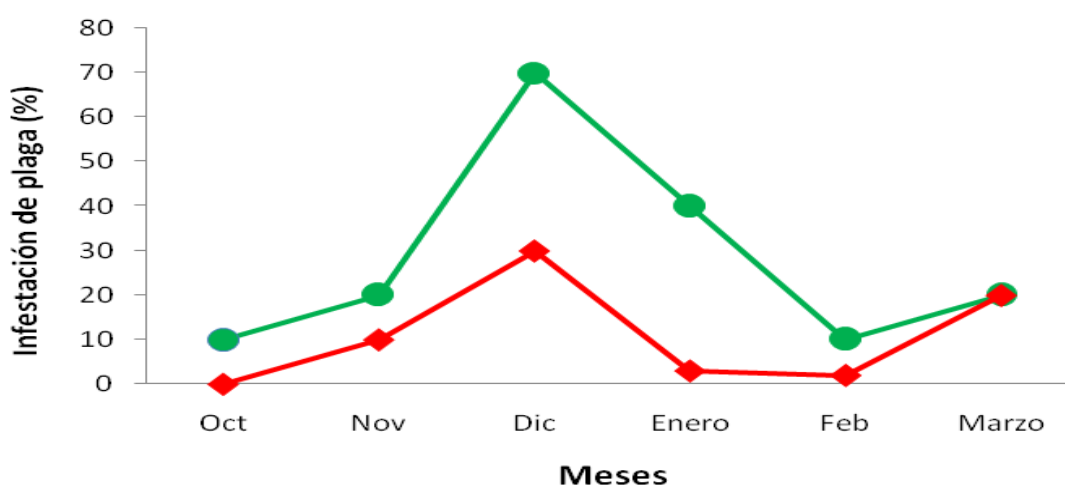


Figura 3. Porcentaje de infestación de plagas sobre la superficie total de la planta.

● Pulgón negro ◆ Pulgón rojo.

Durante el estudio se presentaron en ambos cultivos, insectos considerados como plagas generalistas, comenzando en el mes de octubre; el pulgón negro (*Aphis fabae*) presentó un mayor porcentaje de infestación en Diciembre y Enero (70 y 40% respectivamente). Mientras que *Myzus persicae* (pulgón rojo), éste presentó un mayor porcentaje de infestación en el jitomate en los meses de Diciembre y Marzo (30% y 20% respectivamente). En el mes de Febrero se observó una disminución en el porcentaje de infestación de ambas plagas, reduciendo su presencia, llegando a presentar solo un 5% de infestación en el caso del pulgón negro y un 2% el pulgón rojo (Fig. 3).

Los porcentajes de infestación, durante los meses de invierno, están relacionados directamente con las temperaturas y humedades relativas prevalentes en esos momentos. Tanto la temperatura como la humedad ambientales, constituyen dos de los factores extrínsecos que afectan más el desarrollo de los áfidos. Peña-Martínez (1996), mencionan que estos insectos disminuyen sus poblaciones, durante los meses de invierno, al migrar a lugares donde las condiciones climáticas son más favorables para su desarrollo; sin embargo en este estudio, sucedió lo contrario y durante esos meses, se presentaron altas tasas de infestación (Fig. 3).

Esta tendencia, puede explicarse con lo referido por Bovey *et al.* (1984), quienes reportan que los áfidos pueden desarrollarse, sin la necesidad de entrar en un estado de diapausa, en lugares donde las oscilaciones de temperatura durante el invierno no son muy marcadas (temperaturas que no bajen de los 15° C), lo cual se cumplió en el caso de este estudio, donde las temperaturas promedio mensuales de los meses de invierno (diciembre-marzo) nunca sobrepasaron los 20°C (Fig. 4).

Por su parte, Hullé *et al.* (2010), mencionan que la tasa de desarrollo de los áfidos es directamente dependiente de la temperatura y, una baja o aumento de ésta, ocasiona que se vea comprometido su desarrollo, así, si las condiciones climáticas no mejoran, se comienzan a generar daños fisiológicos que pueden acumularse y llegar a ser irreversibles. Pozarowska (1987) y Hazell *et al.* (2009) señalan que la movilidad para *Myzus persicae* se ve restringida en temperaturas que oscilan entre los 12.8°-26°C por otra parte, a temperaturas por debajo de 12.8°C, se ve comprometida su movilidad entre las plantas, así como su proceso de reproducción y por ende la supervivencia.

Además de la temperatura, otro factor determinante para el desarrollo de los áfidos, es la humedad del ambiente, debido a que provoca la aparición de hongos que los atacan y reducen su capacidad para volar; considerando como niveles óptimos entre el 50-60% de humedad (Calvo y Fuentes, 1980).

La temperatura (20-24.5 °C) y humedad relativa (40-65%) promedio que se registraron en el vivero durante el periodo de estudio (Fig. 4) no excedieron los límites que reportan en la bibliografía, por lo tanto, no se vio comprometido el

desarrollo de los áfidos, por lo que éstos, pudieron llevar a cabo su ciclo de vida sin ningún problema.

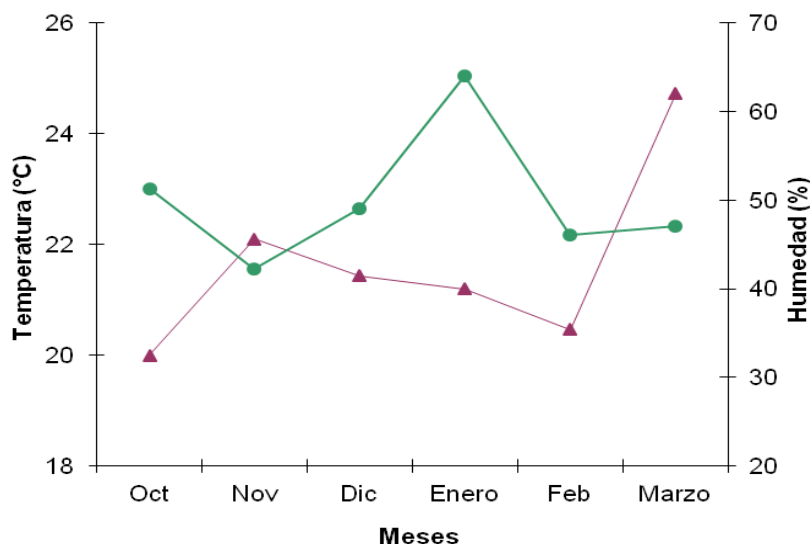


Figura 4. Temperatura y humedad relativa presentes durante el estudio.

—▲— Temperatura media y —●— Humedad relativa.

Por otro lado, la disminución en el porcentaje de infestación que se presentó en Febrero (Fig. 3) se puede atribuir a las condiciones fisiológicas de la planta, principalmente al contenido de agua en los tejidos vegetales, esto está dado, por la disminución de la tasa de evapotranspiración como consecuencia de las temperaturas bajas. Es importante mencionar, que el hacinamiento y un bajo contenido de agua en el hospedante, puede comprometer la alimentación de los áfidos, generando una migración en busca de alimento (Calvo y Fuentes 1980; Cermeli *et al.*, 1990).

Por otro lado, el aumento de las poblaciones de áfidos en Marzo (Fig. 3) se presentó como consecuencia de la eclosión de los huevecillos depositados en las plantas por los organismos adultos antes de migrar.

9.3. Etapas fenológicas, estructuras vegetales y su preferencia por los áfidos.

Las dos especies de áfidos se presentaron en los dos cultivos en la etapa de foliación, cuando las plantas tenían aproximadamente un mes y medio de edad (Fig. 5).

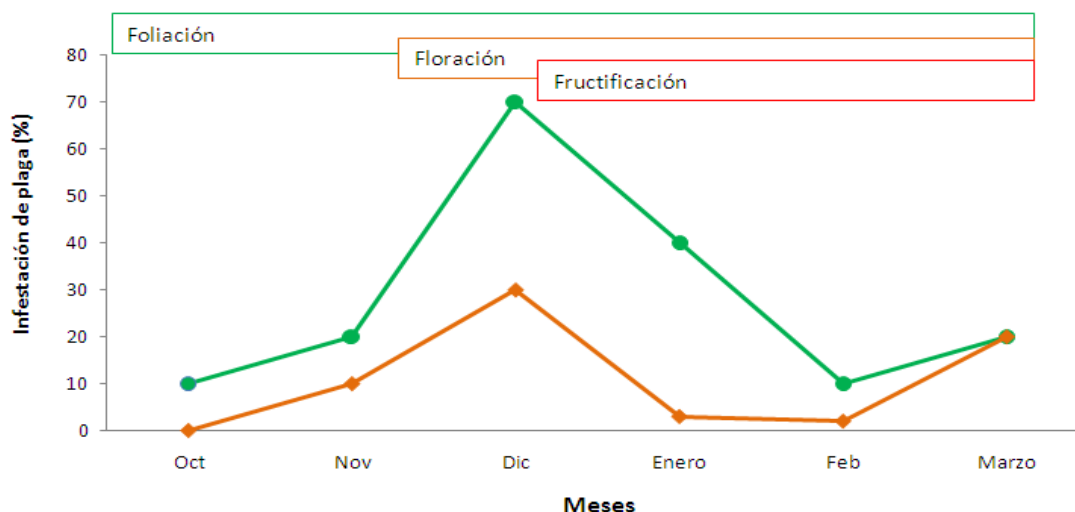


Figura 5. Etapa fenológica y porcentaje de infestación en cultivos de haba y jitomate cherry —●— Pulgón negro y —●— Pulgón rojo.

En el cultivo de haba se presentó infestación por *Aphis fabae* (pulgón negro) poco tiempo después de la foliación y se mantuvo constante durante todo el ciclo de vida de la planta, presentando mayor porcentaje de infestación (70%) durante la etapa de floración. En el cultivo del jitomate cherry se presentó mayor infestación (30%) por *Myzus persicae* (pulgón rojo) principalmente durante la etapa de floración (Fig. 5).

En ambos cultivos, las estructuras vegetales donde predominó la mayor incidencia de organismos plaga fue variable conforme el desarrollo de las plantas. La distribución de los áfidos dentro de las estructuras vegetales, en ambos cultivos, comenzó en los tallos y hojas de las plantas llegando a concentrar del 80-95% de infestación (Cuadro 7). De acuerdo con Forsythe (1990), los áfidos se guarecen primero en estas estructuras vegetales para proteger a los huevecillos y las ninfas.

Conforme se desarrollaron las plantas, tanto de jitomate como de haba, las dos especies de áfidos presentaron el mismo comportamiento de movilización,

desplazándose a las estructuras más jóvenes o en crecimiento (meristemos apicales y botones florales), llegando a concentrar más del 40% de los áfidos en ambas estructuras en el caso de jitomate, mientras que en el haba se observó una infestación mayor al 50% (Cuadro 7).

Cuadro 7. Porcentaje de infestación de áfidos en las diferentes estructuras vegetales.

Meses	Tallo		Hoja		Meristemos apicales		Botones florales		Frutos en desarrollo	
	J	H	J	H	J	H	J	H	J	H
Oct.	-	70	-	30	-	-	-	-	-	-
Nov.	30	70	65	25	5	5	-	-	-	-
Dic.	-	10	60	20	30	40	10	30	-	-
Enero	-	10	30	10	30	40	35	40	-	-
Feb.	-	-	10	-	30	50	30	50	5	-
Marzo	-	20	-	20	20	35	40	25	30	-
Abril	-	20	-	10	20	35	40	35	40	-

J= Jitomate cherry, H= Haba

Este tipo de comportamiento se debe a la disponibilidad de alimento, la movilización del mismo y a la facilidad de obtenerlo. Calderón (1998) y Giordanengo *et al.* (2010) indican que la alimentación y migración de los áfidos depende del floema, debido a que se alimentan de éste; las principales fuentes de asimilados en las plantas son las hojas, mientras que las zonas de consumo son los órganos en crecimiento, como los meristemos de tallos y raíces, o los tejidos de almacenamiento como frutos, semillas y raíces. De acuerdo con Gutiérrez (1997) y Taiz y Zeiger (2006a), la composición química de una hoja presenta: 60% carbohidratos, 25% proteínas, 5% lípidos y 10% minerales, los cuales se distribuirán de distinta manera en las partes de la planta en desarrollo. La repartición de los asimilados orgánicos y minerales en las plantas se distribuyen de la siguiente forma: semillas, frutos y meristemos de las hojas, cambium y raíces, lo que hace a estas zonas ricas en nutrimentos y vulnerables al ataque de áfidos, como se pudo observar en este estudio.

En el caso del haba la población de áfidos que se localizó en los botones florales no permitió que éstos maduraran, por lo que el haba no alcanzó la etapa de fructificación pues las flores fueron abortadas (Fig. 6).



Figura 6. Infestación de pulgón negro en plantas de haba.

En el jitomate los áfidos se concentraron en un 95% en los tallos y en el envés de las hojas, movilizándose hacia los botones florales y frutos en desarrollo, para alimentarse (Fig. 7). Dicha movilidad por parte de los áfidos se debe a la facilidad que tienen para trasladarse a éstas estructuras, las cuales presentan una mayor composición de células jóvenes, y por ende, los áfidos pueden insertar su estilete para alimentarse fácilmente (Hecht, 1954).

Una característica que se registró fue que las hojas presentaron deformaciones (doblecés en los bordes de la hoja), donde los áfidos se guarecían cuando las plantas eran regadas (Fig. 6 y 7). Hecht, (1954) y Del Cañizo, (1990), indican que esta es una respuesta de la planta como respuesta a las irritaciones producidas por la toxicidad de la saliva que los pulgones inyectan en el tejido vegetal.



Figura 7. Infestación de pulgón rojo en plantas de jitomate cherry.

La saliva de los áfidos también juega un papel importante, pues interviene en la biosíntesis de metabolitos secundarios (terpenos y saponinas) y fitohormonas que son generados para la defensa de la planta ó bien para la generación de antibióticos para las partes dañadas (Giordanengo *et al.* 2010).

La poca presencia de áfidos en el cultivo de jitomate, así como el daño ocasionado en comparación al cultivo de haba, se debe a que las plantas de jitomate presentan la característica de producir inhibidores de proteasas (proteína P) tras el ataque de insectos que se alimenten del floema para inhibir su apetito y evitar daños en ellas (Taiz y Zeiger 2006b),

9.4. Tasa de mortandad de áfidos por efecto de los bioplaguicidas

El efecto de los bioplaguicidas sobre la mortandad de los áfidos se cuantificó de dos formas: a) en caja petri (*in vitro*) y b) directamente en los cultivos. El conteo de organismos muertos en caja petri y la reducción de área infestada en las plantas *in situ* se contabilizó a las 3, 6 y 24 h después de la aplicación de los bioplaguicidas.

Los resultados obtenidos en los ensayos de caja petri fueron una respuesta directa del tiempo de exposición sobre las plagas. Considerando este aspecto, los bioplaguicidas se clasificaron en dos grupos: 1) bioplaguicidas de vida media-corta y 2) bioplaguicidas de vida media-larga, dependiendo del tiempo de acción para combatir a los insectos plaga.

En el primer grupo (bioplaguicidas de vida media-corta), se agruparon los bioplaguicidas elaborados con flores de crisantemo y flores de cempasúchil. Comparando ambos bioplaguicidas, se observó que el elaborado con la planta de crisantemo provocó un mayor porcentaje de mortandad ($p \leq 0.05$), para el pulgón negro, esto en relación a cualquier tiempo de aplicación (3, 6 y 24 h). El valor más alto se presentó a las 24 h con un 50% de mortandad (Fig. 8).

En cuanto al pulgón rojo, el comportamiento entre ambos bioplaguicidas fue similar a las 6 y 24 horas después de su aplicación, pero diferente a las 3 h, por un lado, con el crisantemo se obtuvo el 25% de mortandad mientras que con el cempasúchil solo el 10% (Fig. 9).

En general, los bioplaguicidas con menor efecto sobre los áfidos, fueron el de crisantemo y el de cempasúchil. En el caso del crisantemo, presentó una eficacia $<40\%$ para el áfido rojo en comparación con el cempasúchil, el cual presentó $<45\%$ (Fig.9). De igual modo para el áfido negro, la tasa de mortandad fue muy baja, para crisantemo $<50\%$ y para cempasúchil $<35\%$ (Fig.8). Esta eficacia tan baja, está relacionada con su composición química y de las características que presentan sus metabolitos secundarios.

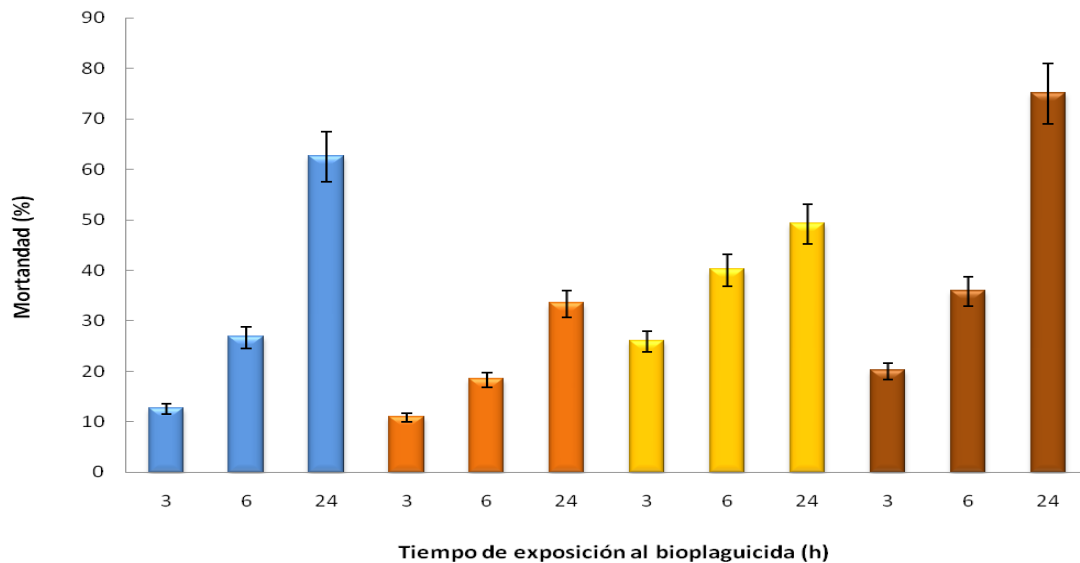


Figura 8. Porcentaje de mortandad del pulgón negro en caja petri bajo la aplicación de los diferentes bioplaguicidas. ■ testigo 1 (Bioshampoo) ■ cempasúchil ■ crisantemo ■ tabaco.

De acuerdo con Santiago (2002), en el caso del crisantemo, el 50% de sus metabolitos secundarios, están formados por piretrinas, contenidas principalmente en flores y tallos, y las cuales son utilizadas para regular las poblaciones de áfidos e insectos del género *Liriomyza*.

Es importante señalar, que una de las características que presentan estas piretrinas, es su descomposición molecular, cuando entran en contacto con agua caliente (mayores a 50° C), por lo que la temperatura óptima para una mejor estabilidad de las moléculas es entre los 20-25°C, por otro lado, éstas también presentan una inestabilidad en el medio ambiente (luz y calor), ya que reaccionan con oxidantes atmosféricos presentando oxidación de la molécula por los rayos UV, lo que limita su efectividad en la protección de cultivos en donde la actividad residual del insecticida es esencial (Pérez y Pascual-Villalobos, 1999).

Por lo que otra causa que pudo haber influido en la poca efectividad del bioplaguicida de crisantemo, es que debido a las características agroecológicas de los cultivos trabajados en esta investigación, éstos se mantuvieron en un lugar con luz solar directa (7 horas al día), debido a sus requerimientos, lo que pudo influir para disminuir las propiedades del bioplaguicida, a pesar de que la aplicación de éste se realizó lo más temprano posible. Por lo que se

recomienda que su aplicación se realice antes de la aparición de los primeros rayos solares (por las mañanas) o una vez que éstos hayan dejado de estar en contacto directo con la planta (por las noches), para no afectar las propiedades bioinsecticidas, así mismo, las aplicaciones deben hacerse cada seis horas para asegurar al menos un control del 80% de la población de organismos plaga y por otro lado, se recomienda la elaboración del bioplaguicida, utilizando el método de maceración, ya que se más efectivo que las infusiones térmicas realizadas en este trabajo.

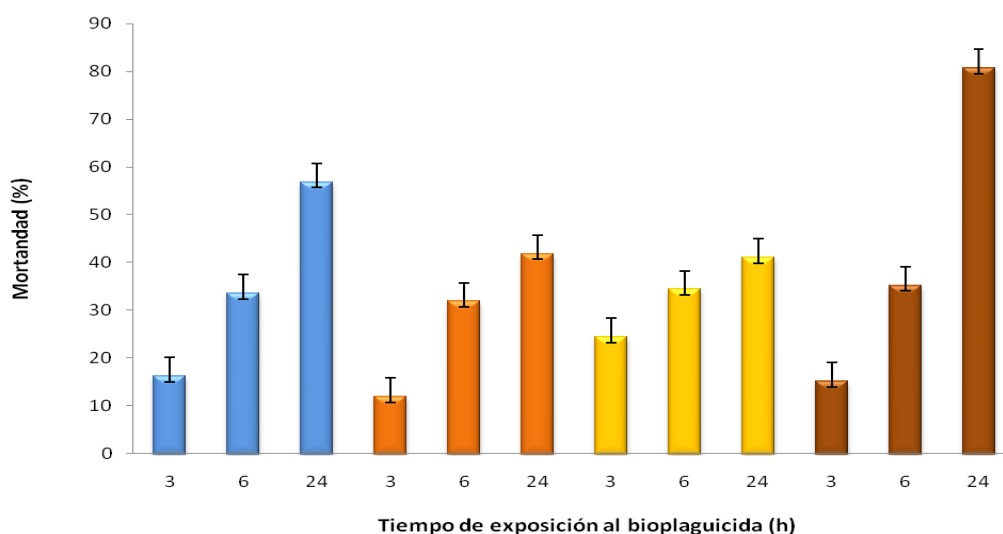


Figura 9. Porcentaje de mortandad del pulgón rojo en caja petri bajo la aplicación de los diferentes bioplaguicidas. ■ testigo 1 (Bioshampoo) ■ cempasúchil ■ crisantemo ■ tabaco.

El bioplaguicida a base de flores de cempasúchil presentó los valores más bajos de mortandad de áfidos desde el comienzo del experimento, reportando porcentajes con un máximo de 40% de mortandad después de 24 h de su aplicación (Figs. 8 y 9), tanto en el tratamiento *in vitro* como *in situ*. En esta última condición, se observó que tres y seis horas después de su aplicación, no fueron suficientes para regular las poblaciones de áfidos, observándose un incremento significativo en el área de infestación, principalmente para el pulgón rojo y se mantuvo en el caso del pulgón negro (Figs. 10 y 11).

Estudios realizados por Camarillo de la Rosa (2009), muestran que las especies del género *Tagetes* contienen alrededor de 52 componentes de metabolitos secundarios (limoneno, terpenos, carifileno, linalol, tagetona y

flavonoides, entre otros), reponsables de su actividad insecticida, fungicida y larvicida, los cuales están distribuídos en toda la planta; sin embargo, éstos se encuentran en mayores concentraciones en tallos y hojas. Las hojas contienen aceites como monoterpenos, limoneno, linalol, mentol, dipenteno, alfa y beta pineno asi como tagetona y floavonoides. Mientras que las flores, sólo contienen monoterpenos dipenteno, mentol, flavonoides y compuestos azufrados (Castro, 1989), haciéndolas menos efectivas en la regulación de las plagas, por esta razón, en este estudio, el haber obtenido una tasa de mortandad tan baja, pudo deberse a esto.

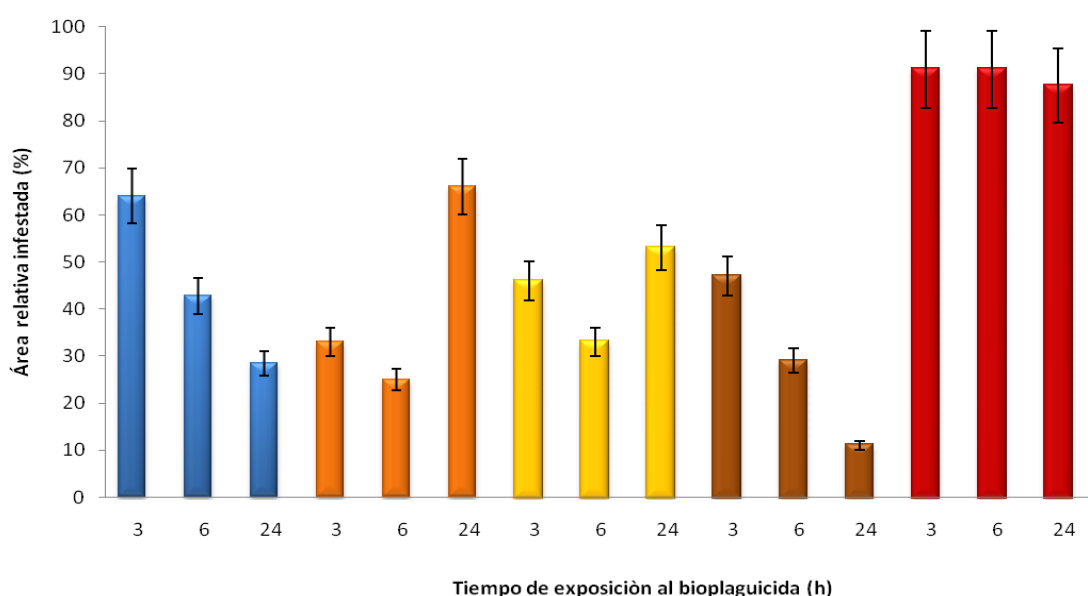


Figura 10. Porcentaje del área infestada por pulgón negro después de la aplicación de los bioplaguicidas. ■ testigo 1 (Bioshampoo) ■ cempasúchil ■ crisantemo ■ tabaco ■ testigo 2 (Agua).

Palma y Serrano (1997), encontraron que los preparados a base de extractos de las hojas de cempasúchil, tienen mayor efectividad para matar insectos, en relación a los elaborados a base de las flores, obteniendo valores de mortandad mayores al 40% contra 37% respectivamente.

Por ello, el uso de cempasúchil para control de plagas es recomendado principalmente como planta acompañante. Zavaleta (1999) y Gómez y Zavaleta (2001), mencionan que al rotarlo o incorporarlo en los cultivos se tiene una reducción significativa de nemátodos, así como, de organismos vectores de virus como áfidos, reduciendo hasta en un 83% la infestación por áfidos en

jitomate, de igual manera, se reporta que al intercalar plantas de diferentes especies de cempasúchil, se retarda el daño por tizón temprano (*Alternaria solani*) en un 80% en el follaje.

Este bioplaguicida puede ser considerado como un bioplaguicida de vida media-corta, como en el caso del crisantemo; sin embargo, en el caso del cempasúchil es necesario señalar, que en este estudio, éste se elaboró sólo con las flores y, tomando en cuenta que la mayor concentración de metabolitos secundarios se encuentran en hojas y en tallos, se recomienda utilizar la planta completa en trabajos posteriores, para tener mejores resultados.

En la segunda categoría, se agrupó al bioplaguicida de tabaco el cual fue clasificado como bioplaguicida de vida media-larga, ya que presentó una mayor mortandad en las plagas y reducción significativa del área de infestación en los cultivos, en comparación a los bioplaguicidas elaborados con crisantemo y cempasúchil. El bioplaguicida de tabaco, presentó una acción más lenta, en relación a la mortandad y a la protección de los cultivos *in situ*. Por ejemplo, en las primeras tres horas de aplicación, sólo se registró una mortandad máxima del 20% (Figs. 8 y 9), pero después de 24 h, se mejoró significativamente su actividad insecticida (principalmente por su contenido en nicotina), alcanzando porcentajes de mortandad en el caso del pulgón negro del 70% y del 80% para el control del pulgón rojo, por lo que se considera un bioplaguicida de acción lenta.

El gran potencial insecticida del tabaco, se debe a la gran concentración de nicotina en sus hojas y tallos. Estudios realizados por Lagunes *et al.* (1984), determinaron que se pueden encontrar concentraciones puras de nicotina del 0.5-3% en el extracto de tabaco, sin embargo, se puede encontrar hasta un 10% en forma combinada con malatos y citratos, lo cual lo hace altamente efectivo en el control de plagas, siendo la nicotina y anabasina, los responsables del efecto insecticida (Urbina, 1987; Forsythe 1999).

Por otro lado, los plaguicidas a base de nicotina presentan un uso limitado, debido a su toxicidad para los mamíferos cuando se elabora de manera sintética; sin embargo, diferentes instituciones emplean esta planta de manera natural obteniendo buenos resultados en el control de organismos plaga sin

comprometer la calidad de sus cultivos (Villavicencio-Nieto *et al.*, 2010). Araque y Pelaéz (2010), señalan que el tabaco tiene mayor efecto de mortandad sobre los huevecillos y los primeros estadios larvales de insectos.

Pascoe (2002) reporta datos del 87% de mortandad sobre la mosquita blanca, utilizando un bioplaguicida de tabaco (2.5% de concentración) bajo condiciones de laboratorio, reporta que la nicotina presenta mayor porcentaje de mortandad sobre huevecillos, alcanzando el 90%, 24 h después de la aplicación. Resultados similares se observaron en la presente investigación en donde se alcanzaron valores del 80% de mortandad a las 24 h de la aplicación bajo condiciones controladas, mientras que en las figuras 10 y 11 se muestra cómo el efecto de este bioplaguicida, redujo el área de infestación de las plantas en ambos cultivos (*in situ*), llegando a presentar solo un 10% para el pulgón negro y un 20% en pulgón rojo.

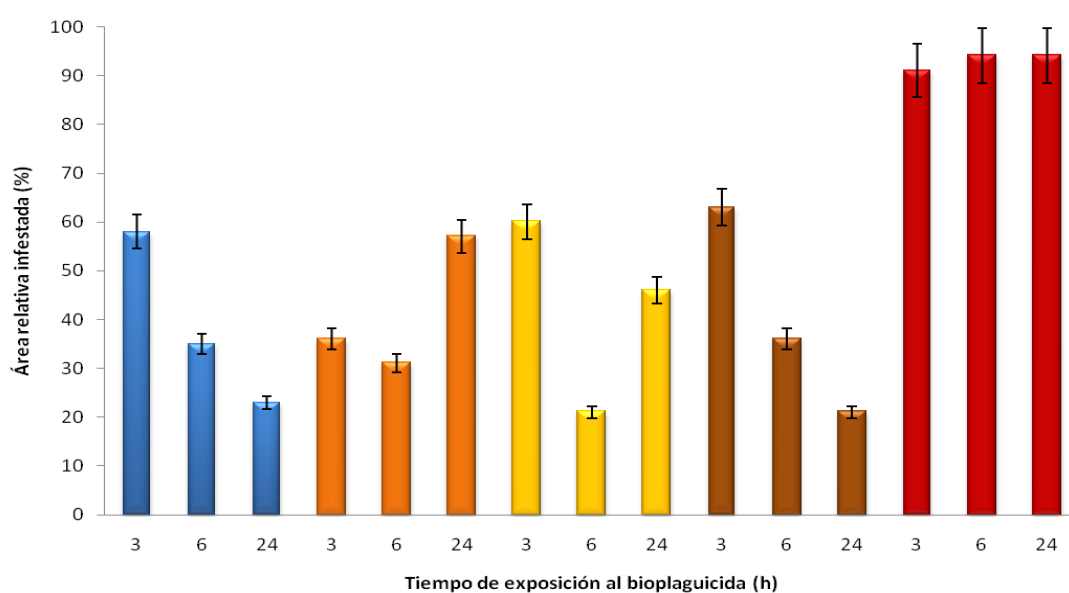


Figura 11. Porcentaje del área infestada por pulgón rojo después de la aplicación de los bioplaguicidas. ■ testigo 1 (Bioshampoo) ■ cempasúchil ■ crisantemo ■ tabaco ■ testigo 2 (Agua).

El Bioshampoo (Testigo 1), presentó valores similares a los del tabaco, en la prueba *in vitro*, presentando una mortandad del 60% en las dos especies de áfidos (Figs. 8 y 9), mientras que en los cultivos de las pruebas *in situ*, redujo el área de infestación en un 60% aproximadamente, presentándose la misma tendencia para ambos cultivos (Figs. 10 y 11). Este bioplaguicida

comercial está elaborado con extractos de plantas de *Arnica montana*, *Melissa officinalis* y *Artemisia vulgaris*, éstas tres especies presentan metabolitos secundarios como terpenos, flavonoides, limonelo y linalol entre otros, lo que los hace aptos para la elaboración de insecticidas, como es el caso del producto adquirido, que es comercializado por la empresa BioSafe, S.A. de C.V.

Comparando los resultados entre los dos bioplaguicidas más efectivos (tabaco y Bioshampoo), en el control de las plagas de jitomate cherry y haba, el bioplaguicida de tabaco fue más eficaz que el comercial, ya que el primero presentó un mortandad de áfidos del 80% después de 24 h de aplicación, mientras que el comercial, solo presentó un 60% de mortandad, la diferencia del 20%, es debido a que el bioplaguicida de tabaco presenta una mayor eficacia, debido a los metabolitos secundarios tales como nicotina y anabasina en comparación con los terpenos, flavonoides, linalol y limonelo que presenta el bioplaguicida comercial, para el cual se reporta su potencial insecticida, de manera separada para cada una de las plantas, que componen la fórmula. Por ejemplo, Espitia (2011), menciona que la planta *Artemisia vulgaris*, puede provocar la mortandad de un gran espectro de insectos plaga, en un 74-100% luego de 9 horas de exposición bajo condiciones de laboratorio, y al mismo tiempo registra que presenta un 100% de repelencia de insectos si se aplica directamente en los cultivos (*in situ*).

Por otro lado *M. officinalis*, debe su actividad insecticida principalmente al linalol, por lo que es sus extractos son utilizados principalmente para el control de insectos chupadores de savia. Oshaghi *et al.* (2003), consignan que el extracto de la planta puede reducir hasta el 60% de infestación de organismos plaga, mientras que en los ensayos de Zoubiri y Baliouamer (2011), los extractos de esta planta provocaron una mortandad hasta del 90% después de 48 h de su aplicación. Por otro lado, los mismos autores, clasifican a *Arnica montana* como una de las 230 plantas con propiedades insecticidas más utilizada a nivel mundial. Muñoz (1987) y Fernández-Pola (1996), referencian que en las hojas de esta planta, es en donde se presenta la mayor concentración de los metabolitos secundarios.

El hecho de haber obtenido un menor porcentaje de mortandad de áfidos con el Bioshampoo, se debió a que este se aplicó 8 meses después de su compra, teniendo una caducidad o vida media de anaquel de 18 meses, lo que implica que entre más tiempo transcurra para su utilización, se presenta un riesgo de pérdida de eficacia.

Es importante mencionar, que la eficacia de un bioplaguicida radica, primero en su composición química y segundo en la forma como se elabora, si no es la correcta, se puede mermar su efecto. Cada planta presenta características diferentes para potencializar sus propiedades insecticidas, por ejemplo: *A. vulgaris*, presenta mayores concentraciones de metabolitos secundarios en las hojas y durante la etapa de floración. Para *M. officinalis* se reporta un 90% de mortandad de insectos cuando se ocupan los extractos en forma de aceites en lugar de los de tipo acuoso. En relación a *A. montana* se establece un mayor potencial fungicida en comparación al insecticida. Si no se consideran la composición química y forma de elaborar el bioplaguicida, se puede generar pérdida de la eficacia y de esta manera mermar la calidad del producto y con ello el control de insectos plaga.

Por otro lado, los resultados obtenidos en el testigo 2 (sólo aspejado con agua) *in situ*, mostró, que el agua por si solo no es un método que provoque la mortandad de los áfidos. En este caso, el agua estimuló solo una movilización temporal de áfidos alados y algunos ápteros (áfidos sin alas), hacia zonas donde éstos pudieran protegerse, como las hojas arrugadas, pero una vez que el agua se evaporaba, regresaban a la zona de interés para obtener su alimento (hojas y tallos). En este caso, las áreas infestadas, solo redujeron su extensión de un 10% para el caso del jitomate cherry y de un 15% para el haba. Es importante mencionar que en relación a lo anterior, las lluvias representan un factor extrínseco que pueden afectar el desarrollo de los áfidos, al no permitir que desarrollen bien sus alas o bien al destruirlas por el impacto, y así contribuir aunque en un porcentaje mínimo al control de sus poblaciones.

9.5. Crecimiento y rendimiento de los cultivos de haba y jitomate tratados con bioplaguicidas

9.5.1. Cultivo de haba

El cultivo del haba presentó una supervivencia promedio baja (<60%) al presentar una infestación temprana de pulgón negro, en todos los tratamientos. Los valores más bajos los presentaron los tratamientos a base de cempasúchil y el testigo (30%) mientras que en el tratamiento de tabaco la supervivencia fue de 60% (Fig 12). La alta tasa de mortandad de las plantas fue una respuesta directa a la gran infestación que se presentó por parte de los áfidos y como consecuencia la presencia de la enfermedad conocida como mancha chocolate (Fig. 13) que se presentó en las plantas con mayor abundancia de insectos.

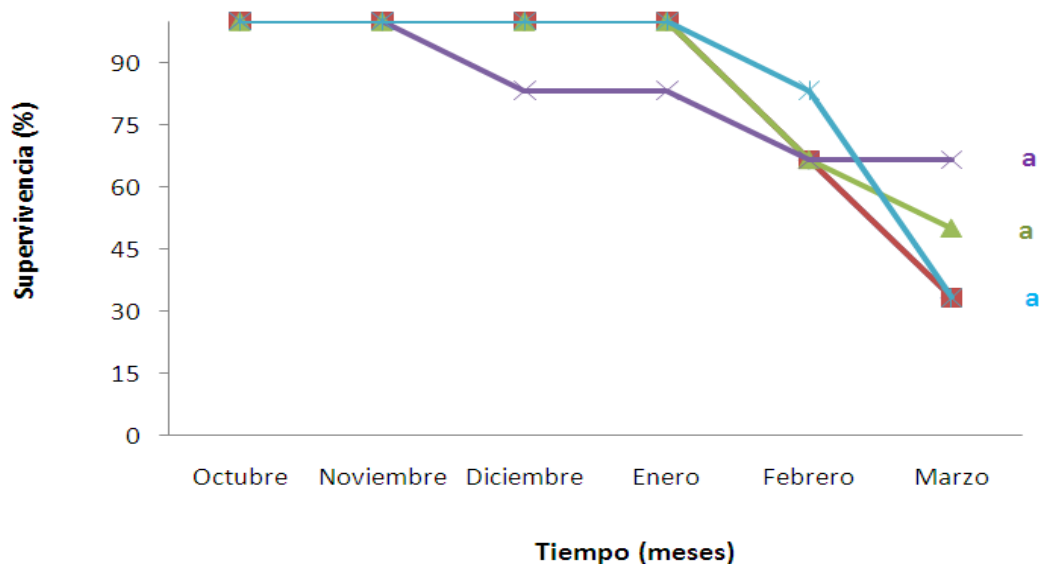


Figura 12. Porcentaje de supervivencia de cultivo de haba. —●— testigo 1 (Bioshampoo) —■— cempasúchil —▲— crisantemo —×— tabaco y —*— testigo 2 (Agua)

La mancha chocolate es una enfermedad grave, debido a que los hongos del género *Botrytis* presentan enzimas capaces de degradar la pared celular de las plantas. Los cultivos en donde se presenta esta enfermedad llegan a reportar hasta un 90% de pérdidas, sobre todo cuando las lesiones son mucho más grandes y oscuras en color (café), las cuales se unen en grandes áreas provocando la muerte del tejido (Doussoulin, 2010).

Dicha enfermedad se desarrolla con temperaturas de entre los 18-20°C y humedades relativas arriba del 70%, lo cual coincide con las condiciones microclimáticas necesarias para todo el desarrollo del haba hasta la floración y fructificación, por lo que para este cultivo se debe de tener mucho cuidado con los riegos ya que si son muy abundantes cuando los áfidos están presentes se corre el riesgo de propiciar enfermedades fúngicas, ya que los áfidos segregan una sustancia azucarada que favorece la aparición de hongos, todo esto además altera el proceso de transpiración de la planta (Confalone, 2005).

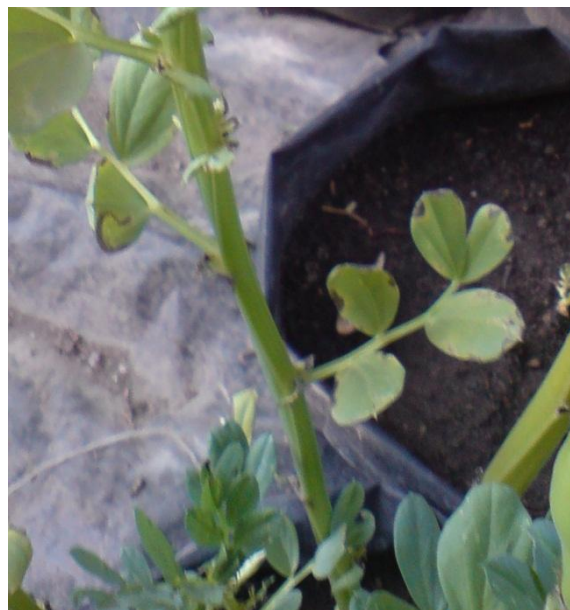


Figura 13. Desarrollo de la enfermedad mancha chocolate en las plantas de haba.

Entre el 40-70% de las plantas de haba que sobrevivieron, presentaron diferencias no estadísticas entre las alturas. Comparando los resultados entre los tratamientos y los testigos (agua y Bioshampoo), se observó que los bioplaguicidas de crisantemo y tabaco presentaron resultados similares al testigo y más altos que el de cempasúchil, lo cual indica que éste último puede afectar más el desarrollo de las plantas. Las alturas reportadas en esta investigación se encuentran muy por debajo de las registradas en los cultivos orgánicos de haba (com. Pers. Luna, 2013, Finca Los Cedros Contreras, D.F), donde las plantas adultas alcanzan 1.5 m.

Por otro lado, los resultados de la agricultura convencional, reportan valores de altura para plantas de haba que oscilan entre 50-1.5 m. Por lo que la altura

alcanzada por las plantas en este estudio, fueron una respuesta directa del la gran infestación del áfido negro (Fig 14).

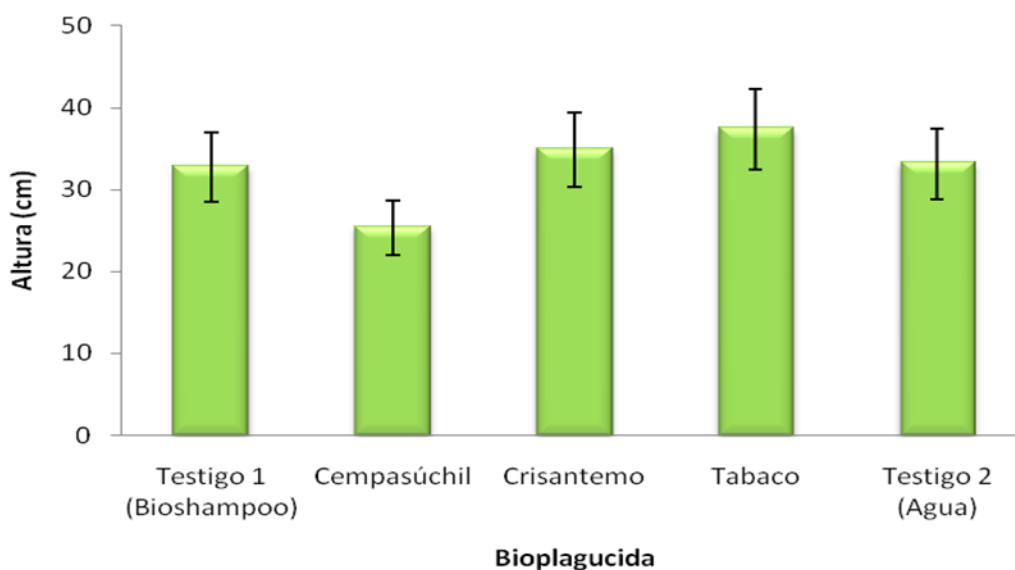


Figura 14. Altura de las plantas de haba según los diferentes tratamientos.

La mayoría de las plantas (70%) que sobrevivieron, tampoco presentaron floración. Taiz y Zegel (2006a) refieren que el estímulo para que la floración se presente, está determinado por la incidencia de luz y la madurez de la planta. Así mismo, la etapa de floración es activada a través de las hojas, transmitiendo una señal que regula la transición de la floración al ápice caulinar y activando una hormona (Florígeno) que fomenta la floración, esto puede explicar el retardo en el inicio de esta etapa en el cultivo, pues en la mayoría de las plantas hubo una defoliación, debido a la extracción de savia por parte de los organismos plaga (Fig. 15).

Al no haber un buen desarrollo de las flores, no se presentó la etapa de fructificación en este cultivo.



Figura 15. Planta de haba con defoliación provocada por el ataque de áfidos (extracción de savia)

9.5.2. Cultivo de jitomate cherry

El cultivo de jitomate presentó un mejor desarrollo en respecto al de haba, los valores de supervivencia de las plantas fueron del 60%-80% (testigo 1 Bioshampoo y tabaco) al 100% (tratamientos de cempasuchitl, crisantemo y testigo 2). La mortandad en este cultivo, se presentó como una característica innata al ciclo de vida de la planta, donde se observó senescencia de las hojas y decremento del rendimiento, pero esto no se asoció con la presencia de áfidos ya que éstos fueron eliminados o controlados durante el desarrollo del cultivo y en la fructificación no se tenía infestación (Fig. 16). El cultivo que se trabajó tuvo una duración de 6 meses (Octubre 2010-Marzo 2011) a cielo abierto, duración que reporta Jaramillo *et al.* (2011), quienes señalan que el ciclo del cultivo está determinado por la variedad y las condiciones climáticas de la zona en donde se establezca el cultivo, teniendo una duración aproximadamente de 7 meses.

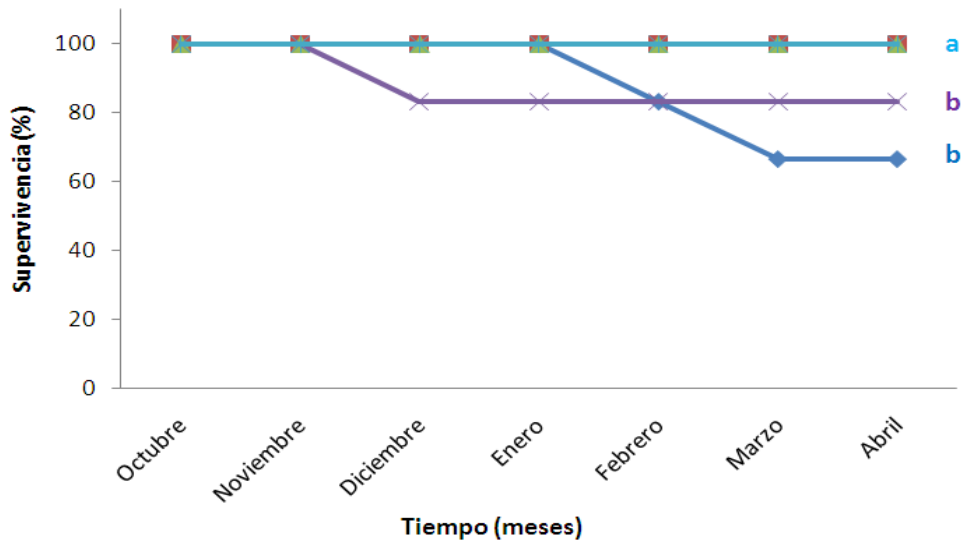


Figura 16. Porcentaje de supervivencia del cultivo de jitomate cherry. —●— testigo 1 (Bioshampoo) —■— cempasúchil —▲— crisantemo —×— tabaco —*— testigo 2 (Agua)

Las plantas de jitomate que mayor altura presentaron, fueron los tratamientos de crisantemo y cempasúchil con 105 cm aproximadamente, seguido del tratamiento de tabaco (79 cm) y los testigos (agua, 75 cm y Bioshampoo 70 cm) y no presentando diferencias significativas ($p \geq 0.05$) entre ellos.

De igual forma, para poder identificar si las tallas alcanzadas de la planta de jitomate cherry en este estudio son las aceptadas de manera comercial, y dado la carencia de información para comparar con la producción orgánica, se consideró hacer la comparación con el cultivo convencional (Segura–Castruita *et al.*, 2011), quienes reportan valores aproximadamente de 84 cm de altura en cultivos convencionales establecidos en invernadero, por lo que las plantas en esta investigación, presentaron una altura mayor (Fig. 17).

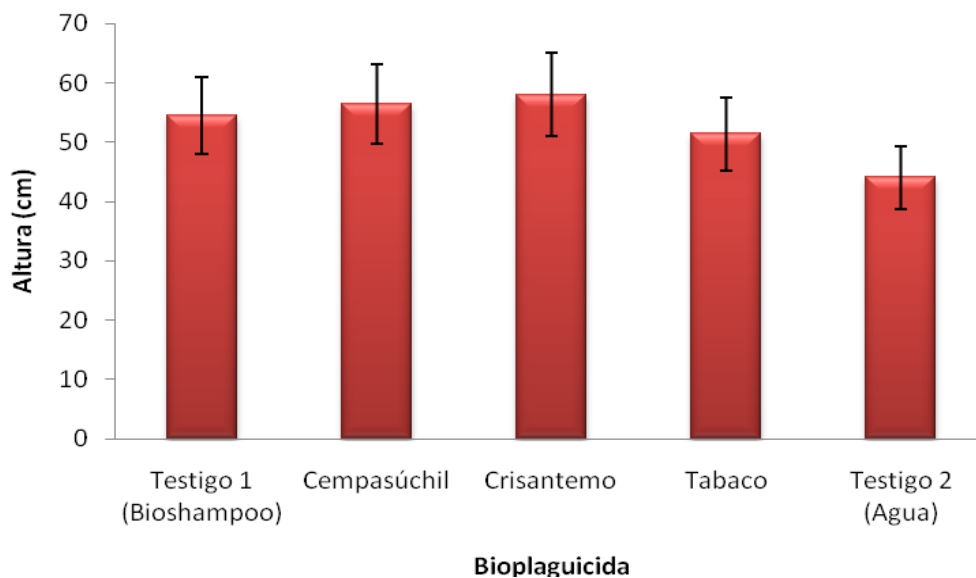


Figura 17. Altura promedio del cultivo de jitomate cherry en los distintos tratamientos.

Por otro lado, el 30% de la población de plantas de jitomate cherry, no presentó floración, debido a que no recibieron la suficiente cantidad de luz solar. Molisch (1975) asegura que la luz es uno de los principales factores para la estimulación de la floración, una mala iluminación retarda el proceso de floración y estimula el desarrollo vegetativo. Esto puede explicar el bajo desarrollo de flores por parte de algunas plantas, así como la altura que presentaron.

El número de cosechas de jitomate cherry que se obtuvieron fue variado para cada tratamiento, siendo los tratamientos de Bioshampoo y crisantemo los que presentaron mayor número de cosechas (cuatro), mientras que en los tratamientos de cempasúchil y tabaco sólo se presentaron tres.

Las plantas presentaron diferente cantidad de frutos/planta; sin embargo, no se presentan diferencias significativas entre ellas. Donde se observaron diferencias estadísticas ($p \geq 0.05$) fue en el peso promedio de los frutos y el peso promedio de las cosechas (Cuadro 8). Los tratamientos de Bioshampoo (testigo 1) y tabaco presentaron los frutos con mayor peso (4.2-4.5 g respectivamente), así como el mayor peso promedio de las cosechas con 550-564 g aproximadamente.

En cuanto a los tratamientos de cempasúchil, crisantemo y el testigo 2 (agua), tuvieron valores de 3.3 g en peso promedio de los frutos y 384-394 g en peso de las cosechas, siendo el testigo 2 quien presentó el peso más bajo de las cosechas (350 g) así como el de los frutos (3.2 g) (Cuadro 8).

La poca cantidad de frutos que se presentó en algunas plantas se debe al ataque de pulgones en estas estructuras no permitiendo su maduración.

Cuadro 8. Valores de Tasa de Crecimiento Relativo y rendimiento el cultivo de jitomate cherry

Bioplaguicida	TCR (cm.cm⁻¹.día⁻¹)	Rendimiento No. Frutos/planta	Peso promedio de frutos g	Peso promedio en cada cosechas g
Bioshampoo	0,0113 ± 0,0088 a	37 a	4.2 a	550 a
Cempasúchitl	0,0163 ± 0,0018 a	32 a	3.3 b	384 b
Crisantemo	0,0174 ± 0,0018 a	44 a	3.3 b	397 b
Tabaco	0,0138 ± 0,0072 a	36 a	4.5 a	564 a
Testigo	0,0150 ± 0,0032 a	50 a	3.2 b	350 b

a y b= grupos homogéneos

A pesar de que no todas las plantas presentaron fructificación, el número de frutos obtenidos por plantas es similar a lo estipulado por Garzón (2011), quien reporta rendimientos de 574 g por planta, un número de 57 frutos y con pesos de 1.20 g por planta para esta especie.

En cuanto a la tasa de crecimiento relativo, el tratamiento de crisantemo es el que presentó el valor más alto (0.0174 cm.cm⁻¹.día⁻¹), seguido por el tratamiento de cempasúchil y el testigo 2 (0.0163 y 0.0150 cm.cm⁻¹.día⁻¹ respectivamente) y con los valores más bajos el tratamiento de tabaco (0.0138 cm.cm⁻¹.día⁻¹) y el Bioshampoo (0.0113 cm.cm⁻¹.día⁻¹) pero no hubo diferencias significativas ($p \geq 0.05$) entre ellos (Cuadro 8). Estos valores son similares a los reportados por Barraza *et al.* (2004) (0.014 cm.cm⁻¹.día⁻¹) para un cultivo de jitomate cherry convencional establecido a cielo abierto.

9.6. Costos de Producción de los bioplaguicidas e Índice Costo/Beneficio.

Elaboracion de Bioplaguicidas

La evaluación de los costos de producción del proyecto se realizaron: 1) con base a la elaboración de los bioplaguicidas y 2) con respecto al rendimiento obtenido en el cultivo de jitomate y su costo en el mercado.

En la elaboración de los bioplaguicidas, los dos que presentaron un mayor costo para su elaboración fueron el de flores de cempasúchitl (\$210 M.N.), debido a que el precio de la materia prima se eleva cuando no es la época de producción, seguido por el de crisantemo (\$180 M.N.) en donde se invirtió más en el materia prima (esto porque se requirió una mayor cantidad del crisantemo debido a su periodo de vida media tan corta, de apenas 6 horas), lo que aumentó los costos de producción. El Bioshampoo tiene un costo de \$160 M.N. (botella de un litro) en el mercado, por lo que solo se invirtió una vez en este producto ya que las cantidades que se requerían eran muy bajas (2.5 mL/L). Por último, el preparado de tabaco fue el más económico (\$100 M.N.) presentó un mayor periodo de tiempo de vida media (24 h), por lo que no fue necesario comprar material tan seguido como en el caso del crisantemo, lo que lo hace más rentable en cuanto a su elaboración.

Índice Costo/Beneficio.

Debido a que el cultivo de haba no presentó cosecha alguna, la evaluación del costo beneficio no se realizó, por lo que se recomienda tomar medidas preventivas contra el ataque de insectos plaga para evitar su sobrepoblación y con ello la pérdida de las cosechas, ya que los tratamientos correctivos no fueron eficientes.

La evaluación del índice costo/beneficio (C/B) se realizó para cada tratamiento en el cultivo de jitomate. Las variables que se tomaron en cuenta para la obtención de este índice fueron: los costos de las semillas, bolsas para vivero, la preparación del sustrato, la elaboración de los bioplaguicidas y la mano de obra, mientras que los beneficios son el número de las cosechas y el precio en el mercado.

El índice de costo beneficio para ninguno de los tratamientos fue mayor a 1, en el tratamiento de tabaco fue igual a 1, lo que indica que este bioplaguicida en su preparación y aplicación no presenta pérdidas ni ganancias, seguido por el Bioshampoo y crisantemo (0.98 y 0.95, respectivamente), los cuales al ser cercanos a 1 presentan la misma tendencia que el tabaco, y por último el cempasúchil (0.86) el cual es menor a 1 y con ello el que resultó menos rentable (Cuadro 9).

Es importante mencionar que aunque los bioplaguicidas no resultaron rentables, hay otros beneficios considerados como externalidades, como el cuidado del medio ambiente, la biodiversidad y la salud humana, que compensan los valores finales del índice costo/beneficio.

Cuadro 9. Relación costo-beneficio del cultivo de jitomate cherry

Tratamiento	Costo	Beneficio	Relacion C/B
	\$	\$	
Bioshampoo	728	720	0.98
Cempasúchil	773	680	0.86
Crisantemo	723	720	0.95
Tabaco	633	680	1.07

CONCLUSIONES

El pulgón negro y rojo (*Aphis fabae* y *Myzus persicae*) fueron los únicos insectos plaga que se presentaron en los cultivos de haba y jitomate cherry, durante los meses de Diciembre-Enero de 2011.

El pulgón negro infestó cerca del 90% de las plantas del haba, provocando finalmente la muerte del 30 al 60% del total de los individuos, mientras que el pulgón rojo sólo infestó el 30% de las plantas de jitomate. Los insectos presentaron una preferencia por los botones florales y las flores.

Los bioplaguicidas preparados se pueden dividir en dos grupos de acuerdo a su tiempo de efectividad de, vida media-corta (crisantemo y cempasúchil en donde la duración de la vida media es de 6 horas) y de vida media-larga (tabaco, 24h). El bioplaguicida elaborado artesanalmente que presentó mayor porcentaje de mortandad en ambas especies de áfidos (75-80%) fue el tabaco después de 24 h de su aplicación. Los bioplaguicidas de crisantemo y cempasúchil presentaron porcentajes de mortandad menores al 35% en relación al testigo 1 (Bioshampoo).

La infestación de áfidos en el cultivo de haba generó la muerte de más del 50% de las plantas en la mayoría de los tratamientos y no permitió un desarrollo óptimo de las plantas restantes así como la obtención de datos de rendimiento, por lo que para este cultivo, se necesitan medidas preventivas para el ataque de insectos plaga. Las plantas de jitomate presentaron un mayor porcentaje de supervivencia respecto al cultivo de haba. Los datos de altura y rendimiento obtenidos son similares entre tratamientos y a los reportados en cultivos orgánicos y convencionales.

La hipótesis se cumplió, ya que los bioplaguicidas elaborados de manera artesanal presentan el mismo control sobre insectos plaga (áfidos) en comparación al bioplaguicida comercial. Por lo que, la elaboración artesanal de bioplaguicidas representa un costo de producción bajo y accesible para cualquier productor ecológico, con resultados aceptables de control (en este caso de áfidos), sin arriesgar la calidad del cultivo y la salud de las personas.

REFERENCIAS

- * Álvarez-Hernández J. C., H. Cortez-Madrigo, I. García-Ruiz, L. F. Ceja-Torres y J. F. Pérez-Domínguez. 2009. Incidencia de plagas en injertos de jitomate (*Solanum lycopersicum*) sobre parientes silvestres. Revista Colombiana de Entomología **35**(2):150-155.
- * Araque M. P. y J. C. Peláez. A. 2010. Evaluación de la actividad biológica de emulsiones aceite/agua de ácido oleico-nicotina sobre *Drosophila melanogaster*. VITAE **17**(1): 83-89.
- * Bali J., S. Littman, y M. Sarmiento F. 2001. Jardinería mexicana. 2ª. Ed. Editorial CONACULTA. D.F., México.
- * Barranco V. P. 2003. Dípteros de interés agronómico. Agromicidos plaga de cultivos hortícolas intensivos. Boletín Sociedad Entomológica Aragonesa **33**: 293-307.
- * Barraza F. V., G. Fischer, E. Cardona C. 2004. Estudio del proceso de crecimiento del cultivo del tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) en el Valle del Sinú medio, Colombia. Agronomía Colombiana. **22**(1): 81-90.
- * Bovey R., Baggiolini M., Bolay A., Corbaz R., Mathys G., Meylan A., Murbach R., Pelet F., Savary A. y Trivelli G. 1984. La defensa de las plantas. Tratado de fitopatología y zoología agrícola. Editorial Omega. Barcelona, España.
- * Cabello T., R. Jaimez y F. Pascual. 1994. Distribución espacial y temporal de *Liriomyza* spp y sus parasitoides en cultivos agrícolas en invernadero al sur de España (Dip. Agromyzidae). Boletín de Sanidad Vegetal Plagas **20**: 445-455.
- * Cajamarca I., P. López y J. Vilatuña. 2002. Manual práctico: manejo integrado de plagas y enfermedades en cultivos hidropónicos en invernadero. Editorial FAO. Quito, Ecuador.

- * Calderón G. B. 1998. Insectos asociados al cultivo de haba (*Vicia faba* L.) en la localidad de Benito Juárez, municipio de Lázaro Cárdenas, Tlaxcala. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de Chapingo. México
- * Calvo E. C. y G. Fuentes. 1980. Fluctuación de la población del áfidos *Myzus persicae* (Sulzer), en un bosque húmedo premontado, Alajuela, Costa Rica. *Agronomía Costarricense* **4**(1): 15-19.
- * Camarillo de la Rosa G. 2009. Actividad biológica de extractos de *Tagetes filifolia* Lang. en mosca blanca *Trialeurodes vaporariorum* West. (Hemiptera: Aleyrodidae). Tesis de maestría. Colegio de Posgraduados. Texcoco, México.
- * Carballo M., E. Cano, P. Chaput, O. Fernández, L. González, K. Gruber A, F. Guharay, E. Hidalgo, C. Narváez, A. López J., C. Rizo, A. Rodríguez, C. Rodríguez y D. Salazar. 2004. Control biológico de plagas agrícolas. Editorial CATIE. Managua, Nicaragua.
- * Castro A. A. E. 1989. Rotación e incorporación de *Tagetes erecta* L. para el control de *Meloidogyne incognita* (Kofoid & White Chitwood) en cultivos de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) y chile (*Capsicum annum* L.) en Tecamachalco, Puebla. Tesis de maestría. Colegio de Posgraduados. Texcoco, México.
- * Castro-Brindis R., A. Galvis S., P. Sánchez G., A. Peña L., M. Sandoval V., G. Alcantar G. 2004. Demanda de Nitrógeno en Tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.). *Revista Chapingo Serie Horticultura* **10**:147-152.
- * Castro D. J., y M. L. Díaz A. 2004. Avances del convenio de Estocolmo en México. pp: 33-44. *In*: Fernández B. A., M. A. Yarto R. y J. Castro D. (eds.). *Las Sustancias Tóxicas Persistentes en México*. Instituto Nacional de Ecología, México.
- * Cermeli M. 1990. Lista actualizada de especies de áfidos (Homoptera, Aphidoidea) de Venezuela. *Boletín Entomología Venezuela* **510**:183-187.

- * Cervantes M. J. F., J. R. Lomeli F., R. Peña-Martínez, R. A. Terrón S. y S. Rodríguez N. 2004. Bioecología de ácaros y áfidos de importancia agrícola en México. Universidad Autónoma Metropolitana. D.F., México.
- * Confalone A. E. 2005. Crecimiento y desarrollo del cultivo de haba (*Vicia faba* L.) parametrezación del submodelo de fenología de CROPGRO-FABABEAN. Tesis Doctoral. Universidad de Santiago de Compostela. Santiago de Compostela, España.
- * Curtis H., A. Schnek y A. Massarini. 2008. Biología. Editorial Médica Panamericana. Buenos Aires, Argentina.
- * Del Cañizo J. A. 1990. Guía práctica de plagas. 2da. edición. Mundi Prensa. Madrid, España.
- * Díaz M. 2004. Caracteres morfológicos en la selección de semillas de haba en la sierra norte de Puebla. Revista Fitotecnia Mexicana **27**(1): 49-52.
- * Dixon G. F. A. 1998. Aphid ecology. Chapman & Hall. Londres, Inglaterra.
- * Dominique B., H. Laterrot, G. Marchoux y T. Candresse. 2009. Enfermedades del tomate. Conocer, identificar y controlar. Ediciones Quae. Versailles, Francia.
- * Doussoulin J. H. A. 2010. Evaluación fitopatológica en cultivares de haba (*Vicia faba* L.) de crecimiento determinado, en Valdivia, Región de los Ríos. Tesis de Licenciatura. Universidad Austral de Chile. Valdivia, Chile.
- * Durán J. 2002. Bioplaguicidas: guía de ingredientes activos en América central. CATIE. Turrialba, Costa Rica.
- * Espinoza Z. E. 2004. Producción de jitomate en invernadero. Memorias del IV Simposio Nacional de Horticultura. Invernaderos: Diseño, Manejo y Producción. Coahuila, México.
- * Espitia Y. C. R. 2011. Evaluación de la actividad repelente e insecticida de aceites esenciales extraídos de plantas aromáticas utilizados contra

Tribolium castaneum Herbst (Coleoptera: Tenebrionidae). Tesis de Maestría. Universidad de Colombia. Cartagena de Indias, Colombia.

- * Estay P. P. 2001. Manejo de plagas del tomate en Chile. pp: 30-65. *In*: Primer curso “manejo integrado de plagas y enfermedades en tomate”. Estay P. P. (ed.). Centro Regional de Investigación La Platina. Santiago, Chile..
- * Ewell P.T., H. Fano, V. Ramnan K., J. Alcazar, M. Palacios y J. Carhuamaca. 1990. Manejo de plagas de la papa por los agricultores en el Perú. Centro internacional de la papa. Serie de investigaciones No. 6. Lima Perú.
- * Fernández-Álvarez M. 2009. Estudio del comportamiento fotoquímico y determinación de compuestos fitosanitarios en matrices medioambientales y agroalimentarias mediante técnicas avanzadas de extracción y microextracción. Tesis doctoral. Universidad de Santiago de Compostela. España.
- * Fernández-Pola J. 1996. Cultivo de plantas medicinales, aromáticas y condimenticias. Editorial Omega. Barcelona, España.
- * Forsythe T. G. 1999. Plagas del campo: Control biológico. Editorial CEAC. Barcelona, España.
- * FUNPROVER. 2010. México octavo productor mundial de alimentos agropecuarios. Revista Agroentorno **117**(13): 21-23.
- * Garza U. E. 2001. El minador de la hoja: *Liriomyza* spp y su manejo en la planicie huasteca. INIFAP-CIRNE. Folleto Técnico NO. 5 San Luis Potosi, México.
- * Garzón R. J. P. 2011. Caracterización y evaluación morfoagronómica de la colección de tomate tipo cherry de la Universidad Nacional de Colombia sede Palmira. Universidad Nacional de Colombia. Palmira, Colombia.
- * Gianconi V. y M. Escaff. 2004. Cultivo de hortalizas. Editorial Universitaria. Santiago, Chile.

- * Gliessman S. R. 2000. Agroecology: ecological processes in sustainable agriculture. Editorial Lewis Publishers. USA.
- * Gliessman S. R. 2002. Agroecología: procesos ecológicos en la agricultura sostenible. Editorial AGRUCO-CATIE. Turrialba, Costa Rica.
- * Gómez C. J. M. 1995. Evaluación de cuatro colores y tres alturas de trampa para la captura de mosca minadora *Liriomyza* sp. en *Allium fistulosum*. Santiago Sacatepequez, Sacatepequez. Tesis de Licenciatura. Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala.
- * Gómez R. O. y E. Zavaleta M. 2001. La asociación de cultivos una estrategia más para el manejo de enfermedades, en particular con *Tagetes* spp. Revista Mexicana de Fitopatología **19**(001): 94-99.
- * Giordanengo P., Brusnissen L., Rusterucci Ch., Vincent Ch., Bel van A., Dinant S., Girousse Ch., Faucher M. y Bonnemain J.L. 2010. Compatible plant-aphid interactions: How aphids manipulate plant responses. Comptes Rendus Biologies **333**: 516-523
- * Guadarrama G. M. E., M. López R. y A. Laguna C. 2005. Reducción del uso de plaguicidas en el control de *Brottytis fabae* Sard. mediante genotipos tolerantes de haba. Universidad Autónoma del Estado de México.
- * Gutiérrez V. M. 1997. Nutrición mineral de las plantas: avances y aplicaciones. Agronomía Costarricense **21**(1): 127-137.
- * Hazell P. S., Groutides C., B. Palle N., Blackburn y J. Bale S. 2009. A comparison of low temperature tolerance traits between closely related aphids from the tropics, temperate zone, and artic. Journal of Insect Physiology **56**:115-122.
- * Heathcote G. D. 1972. Evaluating aphids populations on plants. pp: 105-145. In: Aphid Technology. F. Emden van H. (ed.) Academic Press. London, England.

- * Hecht O. 1954. Plagas agrícolas: Introducción a la biología de las plagas causadas por insectos y los métodos de combatirlas. Editorial Porrúa. D. F. México.
- * Hernández R. I., E. J. García H., L. A. Tarango A., J. P. García R., J. J. Becerra R., Ma. E. Torres T., F. J. Pastor L., O. Martínez C., A. Valverde C., I. Cedillo M., D. Talavera M., A. R. Quero C., D. Rössel K., H. Ortiz L. y A. B. Tiscareño R. 2003. Estudio de la trayectoria y prospectiva de los mercados del tomate. *In*: Programa Estratégico de Necesidades de Investigación y Transferencia de Tecnología en el Estado de San Luis Potosí. Fundación Produce San Luis Potosí y Colegio de Posgraduados campus San Luis Potosi. Salinas de Hidalgo San Luis Potosi.
- * Hogares Juveniles Campesinos. 2004. Manual: Granja Integral Autosuficiente. Fundación Hogares Juveniles Campesinos. Bogotá, Colombia.
- * Hullé M., Coeur d'Acier A., Bankhead-Dronnet S. y Harrington R. 2010. Aphids in the face of global changes. *Comptes Rendus Biologies* **333**: 497-503.
- * Hunt R. 1989. Basic growth analysis. Plant growth analysis for beggiers. Champ and hall. Greant, Britain.
- * IICA-BID-PROCIANDINO. 1990. Estudio, identificación y control de principales enfermedades y plagas de haba (*Vicia faba* L.) en la región Subregión Andina. Quito, Ecuador. Boletín Técnico **5**:17.
- * Jacas J., P. Caballero y J. Avilla. 2005. El control biológico de plagas y enfermedades. La sostenibilidad de la agricultura mediterránea. Publicaciones de la Universidad de Jaime I. Castelló de la Plana, España.
- * Jaramillo N. J., P. Rodríguez V., M. Guzmán A. y A. Zapata M. 2006. El cultivo de tomate bajo invernadero. Centro de Investigación La Selva Rionegro, Antioquia, Colombia. Boletín Técnico 21.

- * Lagunes T. A., C. Arenas L., C. Rodriguez H. 1984. Extractos acuosos y polvos vegetales con propiedades insecticidas. CONACYT. Colegio de Posgraduados. Texcoco, México.
- * López-Carrillo L. L., L. Torres-Arreola, F. Torres-Sanchez, C. Espinoza-Torres, M. Jimenez, S. Cebrian, M. Waliszewski S. y O. Saldate. 1996. Is DDT use a public health problem in México. *Environmental Health Perspectives*. **104**:584588.
- * López N. U., E. Gómez M., J. Salaya D., E. De la Cruz L. y J. A. Díaz G. 2005. Evaluación de cultivos en asociación y en franjas. Memorias de la Semana de divulgación y video científico UJAT. Villahermosa, Tabasco, México.
- * Molich H. 1975. Fisiología vegetal: Con aplicación a la agricultura y la jardinería para estudiantes de la Facultad de Ciencias y Farmacia, de las Escuelas de Ingenieros Agronomos y de Montes, Peritos agricolas, Horticultores y Jardineros etc. Guinea E. (trad.) Editorial Labor S. A. Barcelona, España.
- * Morales E. J. 2002. Evaluación de cinco genotipos de haba (*Vicia faba* L.) con seis niveles de fosforo en Tecámac, México. *Ciencia Ergo Sum* **9**(2): 184-189.
- * Muñoz F. 1987. Plantas medicinales y aromaticas. Editorial Mundi-Prensa. Madrid, España.
- * Nava C. U., H. Sánchez G., y V. Ávila R. 2010. Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades del tomate. *In*: Benavides-Mendoza A., V. Robledo-Torres, H. Ramírez y A. Sandoval R. (compiladores) Memorias 6to. Simposio Nacional de Horticultura: Producción de Tomate en el Norte de México Coahuila, México.
- * Osorio S. G. P. 2006. Evaluación de hongos endofíticos y extractos botánicos para el control de la sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet) en banano.

- * Oshaghi M. A., Ghalandari R., Vatandoost H., Shayeghi M., Kamali-nejad M., Tourabi-Khaledi H., Abolhassani M. y Hashemzadeh M. 2003. Repellent effect of extracts and essential oils of *Citrus limon* (Rutaceae) and *Melissa officinalis* (Labiatae) Against Main Malaria Vector, *Anopheles stephensi* (Diptera: Culicidae). Iranian Journal of Public Health. **32**(4):47-52.
- * Osuna T. L., M. E. Tapia P. y A. Aguilar C. 2005. Plantas medicinales de la medicina tradicional mexicana para tratar infecciones gastrointestinales: estudio etnobotánico, fotoquímico y farmacológico. Ediciones de la Universidad de Barcelona.
- * Palacios T. R. E., J. Romero N., J. Étienne, J. L. Carrillo S., J. M. Valdez C., H. Bravo M., D. Koch S., V. Lòpez M., A. P. Teràn V. 2008. Identificación, distribución y plantas hospederas de diez especies de Agromyzidae (Insecta: Diptera) de interés agronómico en México. Acta de Zoológia Mexicana **24**(003): 7-32.
- * Palma M. R. y L. Serrano. 1997. Efecto de extractos botánicos sobre el picudo de chile (*Anthonomus eugenii* Cano) resultados preliminares en el Salvador. Agronomía Mesoamericana **8**(1): 99-107.
- * Pascoe R. L. D. 2002. Actividad insecticida bajo condiciones de laboratorio de *Nicotina tabacum*, Peak Plus y Diazon contra mosca blanca *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae). Tesis de licenciatura. Universidad Autonoma de Chapingo. Texcoco, México.
- * Pascual-Villalobos M. J. 1996. Plaguicidas naturales de origen vegetal: Estado actual de investigación. Instituto de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentación. Madrid, España.
- * Pacheco M. F. 1985. Plagas de los cultivos agrícolas en Sonora y Baja California. Editorial CIANO. SARH.INIA. Sonora, México.
- * Peña-Martínez R. 1996. Aphidoidea. pp: 228-234. *In*: Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos de México; hacia una síntesis de su conocimiento. Llorente, B. J. E., A. N. García, A., E. González, S. (eds.). UNAM-CONABIO, México.

- * Peña-Martínez R. 1999. Homoptera, Aphidoidea. pp: 7-26. *In*: Catálogo de insectos y ácaros plaga de los cultivos agrícolas de México. Deloya, L. C. y E. Valenzuela J. (eds.). Publicaciones especiales No. 1 Sociedad Mexicana de Entomología.
- * Peralta I. E., E. Cevallos N., J. Vásquez G. y J. Pinzón Z. 1993. Guía para el cultivo de haba. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias. Boletín divulgativo **240**
- * Pérez P. R. 2004. Toxicidad de aceites, esencias y extractos vegetales en larvas de mosquito *Culex quinquefasciatus* Say (Diptera: Culicidae). Acta Zoológica Mexicana **20**(1): 141-152
- * Pérez-Stadelmann C. 2009. Pesticidas: la muerte lenta en campos de EU. Revista Cultura Orgánica. Revista bimestral Nov/Dic. 30-34.
- * Pérez M. P. y J. Pascual-Villalobos M. 1999. Efectos del aceite esencial de inflorescencias de *Chrysanthemum coronarium* L. en mosca blanca y plagas de almacén. Investigación Agraria. Producción y Protección Vegetales. **14**(1-2): 249-258.
- * Pozarowska J. B. 1987. Studies on low temperature survival, reproduction and development in Scottish clones of *Myzus persicae* (Sulzer) and *Aulacorthum solani* (Kaltenbach) (Hemiptera: Aphididae) susceptible and resistant to organophosphates. Bulletin of Entomological Research **77**: 123-134.
- * Remaudière G. y Remaudière M. 1997. Catalogue des Aphididae du monde. INRA Ed. France.
- * Ramírez A. M. 2007. Manual Agricultura Alternativa. Fundación Hogares Juveniles Campesinos. Bogotá, Colombia.
- * Ramírez R. S., A. Salazar P. y T. Nakagome. 2001. Manual de plagas y enfermedades del cultivo de jitomate, tomate de cascara y cebolla. SAGAR-INIFAP, Morelos, México.

- * Regnault-Roger C., R. B. Philogene J. y C. Vincent. 2003. Biopesticidas de origen vegetal. Mundi-Prensa. Madrid, España.
- * Rogg H. W. 2000. Manejo integrado y control biológico de plagas y enfermedades. Ediciones ABYA-YALA. Quito, Ecuador.
- * Rojas T. J. 2011. Tecnología en producción de hada utilizada en comunidades de Puebla y Tlaxcala, Mex., y características socioeconómicas de los productores. Tesis de Maestría. Colegio de Posgraduados Campus Puebla, México.
- * Ruiz J. M. A. 2003. Factores de riesgo cardiovascular en niños y adolescentes. Ediciones Díaz de Santos. Madrid, España.
- * Ruiz T. J. 1996. Evaluación de proyectos agropecuarios. Durango: Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas. Universidad Nacional Autónoma Chapingo.
- * Sádaba S., J. Del castillo, A. Uribarri, G. Aguado, M. Astiz. 2011. Cultivo de tomate en el suelo. Revista Navarra Agraria. Nov./Dic. 17-22.
- * Salazar S. E., M. Fortis H., A. Vázquez A. y C. Vázquez V. 2003. Agricultura Orgánica. Facultad de Agricultura y Zootecnia de la UJED. Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo COCyTED. Gómez Palacio, México.
- * Santiago de Santiago A. 2002. Propagación de piretro (*Tanacetum coccineum* (Willd.) Grierson) por semilla y su relación con insectos en Montecillo, Estado de México. Tesis doctoral. Colegio de Posgraduados, Texcoco, México.
- * Segura–Castruita M. A., A. R. Ramírez–Seañez, G. García–Legaspi, P. Preciado–Rangel, J. L. García–Hernández, P. Yescas–Coronado, M. Fortis–Hernández, J. A. Orozco–Vidal y J. A. Montemayor–Trejo. 2011. Desarrollo de plantas de tomate en un sustrato de arena–pómez con tres diferentes frecuencias de riego. Revista Chapingo Serie Horticultura **17**(1).

- * Sellar W. 2009. Guía de aceites esenciales. Editorial EDAF. Madrid, España.
- * Sifuentes J. A. y J. Campos A. 1977. Plagas y enfermedades del haba en México. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. México. **63**
- * Subgerencia de Pronóstico Meteorológico, 2010. Servicio al usuario Cartas de temperatura de la Ciudad de México periodo 2001-2010. Servicio Meteorológico Nacional. D.F, México.
- * Taiz L y Zeiger E. 2006a. Fisiología vegetal Vol. I. Publicaciones Universidad Jaime. 3 Edición. Castellón de la Plana, España.
- * Taiz L y Zeiger E. 2006b. Fisiología vegetal Vol. II. Publicaciones Universidad Jaime. 3 Edición. Castellón de la Plana, España.
- * Tizado M. E. J., E. Núñez P. y J. M. Nieto N. 1992. Reservorios silvestres de parasitoides de pulgones del género *Aphis* con interés agrícola en la provincia de León. (Hym., Braconidae: Aphidiinae; Hom., Aphididae). Boletín Sanidad Vegetal Plagas **18**: 309-313
- * Torres D. y T. Capote. 2004. Agroquímicos un problema ambiental global: uso de análisis químicos como herramienta para el monitoreo ambiental. Ecosistemas Revista Científica y Técnica de Ecología y Medio Ambiente **13**(3): 2-6
- * Turchi A. 1990. Guía práctica de horticultura. Editorial CEAC. Barcelona, España.
- * Urbina E. N. 1987. Memoria: II curso regional sobre el manejo integrado de plagas del cafeton con énfasis en broca del fruto (*Hypothenemus hampei*, Ferr.). IICA. San Pedro Sula, Honduras.
- * Urrieta V. J. A. 2011. Crecimiento, desarrollo, extracción nutrimental, rendimiento y calidad del jitomate de costilla (*Solanum Lycopersicum* Mill). Tesis de Doctorado. Colegio de Posgraduados. Texcoco, México.

- * Vázquez-Moreno L. J. 2010. Manejo de plagas en la agricultura ecológica. Boletín Fitosanitario INISAV **15**(1): 120
- * Villavicencio-Nieto M. A., E. Pérez-Escandón B. y J. Gordillo-Martínez A. 2010. Plantas tradicionalmente usadas como plaguicidas en el estado de Hidalgo, México. Redalyc **30**:193-238.
- * World Health Organization. 2010. The WHO recommended classification of pesticides by hazard and guidelines to classification: 2009. Publications World Health Organization. Ginebra, Suiza.
- * Zavaleta M. E. 1999. Alternativas de manejo en enfermedades de las plantas. Terra Latinoamericana **17**(003): 201-207.
- * Zoubiri S. y A. Baliouamer. 2011. Potentiality of plants as source of insecticide principles. Journal of Saudi Chemical Society.

REFERENCIAS ELECTRÓNICAS

- * Alianza de Centros de Investigación Orgánica (ACIO). 2009. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.
- * <www.fao.org/organicag> (consultado el 15 noviembre 2010).
- * Strassera M. E. 2010. Características biológicas del minador de la hoja y posibles medidas para su manejo en cultivos hortícolas. Agencia de Extensión Rura IINTA.
- * <<http://boletinhorticolalaplata.blogspot.mx/2010/01/caracteristicas-biologicas-del-minador.html>> (consultado 7 julio del 2012)
- * Subsecretaria de Fomento a los Agronegocios. 2010. Monografía de los cultivos: Jitomate. Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación.
- * <<http://www.sagarpa.gob.mx/agronegocios/Documents/pablo/Documentos/Monografias/Jitomate.pdf>> (consultado el 19 diciembre 2010).

ANEXO

Elaboración de bioplaguicidas

Bioplaguicida 1: Flores de crisantemo (Ramírez, 2007).

Se colocan 250 g de flores frescas de crisantemo en un litro de agua hirviendo y se dejan durante 5 min, posteriormente se retiran del fuego dejando reposar durante 24 h a temperatura ambiente. El bioplaguicida ya preparado, se almacena para su uso en refrigeración a 4°C, durante un período máximo de 5 días.

Bioplaguicida 2: Planta de cempasúchil (Ramírez, 2007).

Se toman 115 g de plantas frescas (flores) en un litro de agua hirviendo y se dejan durante 5 min, posteriormente se retiran del fuego y se deja reposar durante 24 h, a temperatura ambiente. El bioplaguicida ya preparado, se almacena para su uso en refrigeración a 4°C (sólo se recomienda almacenarlo máximo durante 5 días).

Bioplaguicida 3: Tabaco (Hogares Juveniles Campesinos, 2004).

Se prepara una infusión, colocando cinco cigarros (sin papel, ni filtro) en un litro de agua. Para esto, primero el agua se pone a hervir y cuando ésta suelte el primer hervor, se agregan los cigarros, mezclando bien durante 5 min. Después de este tiempo, el preparado se deja reposar durante 24 h y posteriormente se filtra y se coloca en un aspersor para su aplicación posterior. Este biopreparado se puede almacenar en un lugar fresco y seco por un máximo de 15 días.

Testigo 1: Bioplaguicida Comercial “Bioshampoo”.

Se añaden 2.5 mL del bioplaguicida por cada litro de agua (indicación de la etiqueta).